ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ	:	นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
ชื่อวิทยานิพนธ์	:	ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สาขาวิชา	:	เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
ปีการศึกษา	:	2557

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อ (1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) เพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (6) เพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 33 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม ระยะเวลาในการทดลอง 16 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติค่าที (t-test dependent) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

ผลการวิจัย พบว่า

1. กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 กรอบแนวคิดหลักคือ 1.1 กรอบแนวคิดการสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย การเรียนการสอนบนเว็บ การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ และกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 1.2 กรอบแนวคิดการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ระบบการสอนอัจฉริยะ เนื้อหาแบบปรับตัว การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน และการช่วยเสริมศักยภาพ

2. รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักดังนี้ 1. กำหนดปัจจัยนำเข้า 2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ 3. ประเมินผลผลิต และ 4. ป้อนกลับผลผลิต สำหรับผลการประเมินรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

3. ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด

4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

7. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด

8. ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 650 หน้า)

คำสำคัญ : รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสรรค์สร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Miss Pinanta Chatwattana
Thesis Title : A Web-Based Creative Intelligent Tutoring System to Develop Creative Problem Solving Skills and Learning Achievement
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Pallop Piriyasurawong
Academic Year : 2014

Abstract

This research was research and development were (1) to study and synthesize a conceptual framework for a Web-Based Creative Intelligent Tutoring Model (Web CIT Model) in order to develop creative problem solving skills and learning achievement, (2) to design a Web CIT Model, (3) to develop a Web-Based Creative Intelligent Tutoring System (Web CITS) in order to develop creative problem solving skills and learning achievement, (4) to study the results of using Web CITS, (5) to study the satisfaction of using Web CITS, and (6) to approve a Web CIT Model. Sample group was thirty-three diploma students, major in Electrical and Electronics, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. They were obtained by cluster random sampling and participated in a 16-week program. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, t-test dependent, and One-way ANOVA.

Research finding were as follows: (1) The conceptual framework for a Web-Based Creative Intelligent Tutoring Model (Web CIT Model) for to developing the creative problem solving skills and learning achievement consisted of two main concepts. Main concept 1. was the web-based creative tutoring which consisted of the web-based instruction, the cooperative learning using STAD technique, and the creative problem solving process. The main concept 2. was the intelligent tutoring consisted of the intelligent tutoring system, the adaptive content, the adaptive testing, and the scaffolding. (2) A web-based creative intelligent tutoring model using a system approach which consisted of four main components: 1. the define input factors, 2. the web-based creative intelligent tutoring process, 3. the evaluate output, and 4. the feedback. Evaluation by experts towards the developed Web CIT Model was in the high level of appropriateness. (3) The results of quality and efficiency evaluation in the Web CITS by experts was appropriateness at very high level. (4) The comparisons of average score in term of the creative problem solving skills among students before and after using the Web CITS indicated that the creative problem solving skills of students after

using the developed system had higher average score than before, with statistical significance at .01 level. (5) The comparisons of average score in terms of achievement among students before and after using the Web CITS was that achievement of students after using the developed system had higher average score than before, with statistical significance by .01 level. (6) The comparisons in terms of average achievement score of students, who the learning ability of three levels (good, moderate, and poor) was that the students' learning achievement was not significantly different, which indicated that the Web CITS could be made students with difference learning ability of three levels had the students' learning achievement was not different. (7) The result in terms of satisfaction among students with regard to the use of the Web CITS was that the satisfaction level was very high in overall. (8) The results of the Web CIT Model approve by experts was appropriateness at very high level.

(Total 650 pages)

Keywords : Web-Based Creative Intelligent Tutoring Model (Web CIT Model),
Web-Based Creative Intelligent Tutoring Systems (Web CITS),
Creative Problem Solving Skills, Learning Achievement

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือและกำลังใจของสมาชิกทุกคนในครอบครัวฉัตรวัฒนา ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา คุณปู่ คุณย่า คุณอา พี่ ๆ และน้อง ๆ ครอบครัวฉัตรวัฒนาทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเข้าใจและเอาใจใส่ตลอดการศึกษา ผู้วิจัยขอกราบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ และรองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ เสียสละเวลาในการประเมิน ตรวจสอบเครื่องมือในงานวิจัยและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ผู้วิจัยขอกราบพระคุณอย่างสูง

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากร ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ให้การสนับสนุนกำลังกายและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ร่วมรุ่นระดับปริญญาเอกหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาทุกท่าน ร่วมทั้งผู้ที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

พินันทา ฉัตรวัฒนา

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ง
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญตาราง		ฏ
สารบัญภาพ		ณ
บทที่ 1 บทนำ		1
1.1	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.3	สมมติฐานการวิจัย	7
1.4	ขอบเขตของการวิจัย	7
1.5	ข้อตกลงเบื้องต้น	8
1.6	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
1.7	ประโยชน์ที่ได้รับ	11
1.8	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
บทที่ 2 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		13
2.1	ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนและรูปแบบการเรียนการสอน	14
2.2	ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ	25
2.3	ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ	31
2.4	ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการสอนอัจฉริยะ	43
2.5	ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับสื่อหลายมิติแบบปรับตัว	48
2.6	ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน	59
2.7	ตอนที่ 7 แนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ	63
2.8	ตอนที่ 8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	69
2.9	ตอนที่ 9 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์	82
2.10	ตอนที่ 10 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	90
2.11	ตอนที่ 11 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ	94
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย		96
3.1	ระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	96

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 ระยะที่ 2 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 118
3.3 ระยะที่ 3 พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 125
3.4 ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 135
3.5 ระยะที่ 5 รับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 139

บทที่ 4 ผลการวิจัย 141
4.1 ตอนที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 141
4.2 ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 155
4.3 ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 158
4.4 ตอนที่ 4 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 171

บทที่ 5 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 177
5.1 บทสรุป 177
5.2 บทนำ 179
5.3 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 180
5.4 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 214
5.5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอน 226
5.6 การนำระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ 227

บทที่ 6 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 229
6.1 สรุปผล 229
6.2 อภิปรายผล 233
6.3 ข้อเสนอแนะ 238

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	240
ภาคผนวก ก	255
รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	256
ภาคผนวก ข	261
แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	262
แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับอุดมศึกษา)	270
แบบสัมภาษณ์คุณลักษณะสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	275
แบบประเมินรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)	276
แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านเนื้อหา	286
แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านการออกแบบการเรียนการสอน	292
แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	297
แบบประเมินแผนการสอนรายวิชาวงจรดิจิตอล 1	305
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (Web CITS)	311
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	314
แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับการวัดการรู้คิด	318
แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Process) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	358
แบบประเมินความสอดคล้องแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	414
แบบประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	448
ภาคผนวก ค	456
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (รายสัปดาห์)	457

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 484

เกณฑ์และแบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 487

เกณฑ์และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 491

ภาคผนวก ง 494

ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ) 495

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 500

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 515

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 530

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 543

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 544

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 548

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 550

ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น 553

ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น 556

ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมเพื่อใช้ในการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 558

ภาคผนวก จ 561

รายละเอียดของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 562

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ	574
ผังโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน	575
ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น)	577
ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บสำหรับผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบและผู้เรียน	579
ภาคผนวก ช	581
คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	582
ประวัติผู้วิจัย	650

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม	36
2-2	การคิดคะแนนความก้าวหน้า	37
2-3	รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพ	66
2-4	ผลการจำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance กับนักทฤษฎีท่านอื่น	77
2-5	ผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และพฤติกรรมในการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับงานวิจัย	79
2-6	ผลการวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	84
2-7	สรุปผลการสังเคราะห์กระบวนการปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	86
3-1	ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน	98
3-2	ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบร่วมมือ	99
3-3	ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ	102
3-4	ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของรูปแบบปรับตัว	105
3-5	ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของหลักการและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	112
3-6	การวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	117
3-7	แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design	136
4-1	ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์	142
4-2	ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านขั้นเตรียมการ	145
4-3	ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	146
4-4	ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านการวัดผลและประเมินผล	148
4-5	ผลการประเมินความเหมาะสม (องค์ประกอบรวม) ของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น	151
4-6	ผลการประเมินความเหมาะสม (แยกตามองค์ประกอบ) ของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น	152
4-7	ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยภาพรวม	156
4-8	ผลการประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านเนื้อหา	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-9	ผลการประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ	157
4-10	ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	158
4-11	ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน	159
4-12	ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน	160
4-13	ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน	161
4-14	ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้เรียนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว	162
4-15	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอน (องค์ประกอบรวม 3 ด้าน)	163
4-16	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนด้านเนื้อหา	164
4-17	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนด้านการออกแบบ	165
4-18	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนด้านการเรียนการสอน	166
4-19	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอน (องค์ประกอบรวม 3 ด้าน)	167
4-20	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นด้านขั้นเตรียมการ	168
4-21	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	168
4-22	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นด้านการเรียนด้วยรูปแบบการสอน	170
4-23	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับผลการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น	171
4-24	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น	172

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-25	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้า	173
4-26	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	174
4-27	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนขั้นประเมินผลผลิต	175
4-28	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นขั้นป้อนกลับผลผลิต	175
4-29	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นด้านการนำไปใช้งาน	176
5-1	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ	194
5-2	สรุปผลการสังเคราะห์กระบวนการปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	200
5-3	แผนการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องตามกระบวนการเรียนรู้ของ MIAP	205
5-4	แผนการจัดกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง	207
5-5	แผนการจัดกิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	208
5-6	แผนการจัดกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	209
5-7	แผนการจัดกิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	210
5-8	แผนการจัดกิจกรรมการยอมรับวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	211
5-9	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	213
ข-1	แบบประเมินความสำคัญของหัวข้อย่อย	322
ข-2	การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	327
ข-3	ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด	331
ข-4	ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการแก้ปัญหา	362
ข-5	ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	371
ข-6	ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	417
ง-1	ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ต้นแบบ)	495

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ง-2	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	500
ง-3	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	515
ง-4	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	530
ง-5	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	543
ง-6	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	544
ง-7	ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	548
ง-8	ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	550
ง-9	ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	553
ง-10	ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	556
ง-11	ค่าความเหมาะสมของการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	558

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น	12
2-1	องค์ประกอบของระบบของทิศนา	16
2-2	องค์ประกอบของทฤษฎีระบบของสงัด	17
2-3	ระบบการเรียนการสอน ADDIE Model	19
2-4	ระบบการสอนของกลาสเซอร์	21
2-5	ปัจจัยสำคัญของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ตามแนวคิด Khan	27
2-6	องค์ประกอบของกรอบแนวคิดในการออกแบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ฯ	30
2-7	องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 1	43
2-8	องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 2	44
2-9	องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 3	44
2-10	องค์ประกอบหลักของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว	49
2-11	รูปแบบไม่มีโครงสร้าง	50
2-12	รูปแบบเป็นลำดับชั้น	51
2-13	รูปแบบเครือข่าย	51
2-14	รูปแบบ Conditional Text	54
2-15	รูปแบบสแตรทเท็กซ์หรือเมนูป็อปอัพ	55
2-16	รูปแบบ Page Variant	55
2-17	รูปแบบ Fragment Variant	56
2-18	รูปแบบ Frame-Based	56
2-19	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance	70
2-20	โมเดลกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Osborn-Parnes ฉบับ 2.2	72
2-21	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับ 3.0	73
2-22	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับ 4.0	74
2-23	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับ 6.1	75
2-24	ค่าของ T_1 และ T_2 ตามแบบแผนการทดลองเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	92
3-1	ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1	97
3-2	ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 2	119
3-3	โครงสร้างรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	123
3-4	ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 3	126
3-5	องค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	127
3-6	คอนเท็กซ์ไดอะแกรมระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	128

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3-7	Data Flow Diagram Level 0 ระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	129
3-8	ผังโครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบการสอนไปใช้งาน	130
3-9	แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสำหรับระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	131
3-10	ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 4	135
3-11	ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 5	140
4-1	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	162
5-1	หลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	181
5-2	รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	185
5-3	กระบวนการในขั้นเตรียมการของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	189
5-4	กระบวนการในขั้นการเรียนการสอนบนเว็บของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	191
5-5	ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ	197
5-6	องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	204
5-7	หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	215
5-8	คอนเท็กซ์ไดอะแกรมระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	217
5-9	Data Flow Diagram Level 0 ระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	218
5-10	ผังโครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบการสอนไปใช้งาน	220
5-11	ขั้นตอนการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ	221
5-12	ขั้นตอนการจัดกลุ่มผู้เรียน	222
5-13	ขั้นตอนการทดสอบก่อนเรียนออนไลน์	223
5-14	ขั้นตอนการเสนอเนื้อหาอัจฉริยะโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์	224
5-15	ขั้นตอนการทดสอบหลังเรียนออนไลน์	225
ข-1	การวิเคราะห์เนื้อหาด้วยแผนภูมิปะการัง	321
ฉ-1	ผังโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน	575
ฉ-2	ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	577
ฉ-3	ผังโครงสร้างรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 ในระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น	578
ฉ-4	ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้เรียน)	579

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ฉ-5	ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบ)	580
ช-1	หน้าแรกของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	582
ช-2	หน้าจอลงทะเบียนผู้เรียน	583
ช-3	หน้าจอลืมรหัสผ่าน	583
ช-4	หน้าจอแรกของผู้เรียน	584
ช-5	หน้าจอคำอธิบายรายวิชา	586
ช-6	หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน	587
ช-7	หน้าจอกระดานสนทนา	587
ช-8	หน้าจอแหล่งการเรียนรู้	588
ช-9	หน้าจออาจารย์ผู้สอน	588
ช-10	หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน	589
ช-11	หน้าจอแบบทดสอบก่อนเรียน	590
ช-12	หน้าจอแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	590
ช-13	หน้าจอแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	591
ช-14	หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	591
ช-15	หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน	592
ช-16	หน้าจอคำชี้แจงบทเรียนที่ 1	593
ช-17	หน้าจอแบบทดสอบก่อนเรียนบทที่ 1	593
ช-18	หน้าจอเนื้อหาบทที่ 1	594
ช-19	หน้าจอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้	595
ช-20	หน้าจอแบบฝึกทักษะฯ รายบุคคล	596
ช-21	หน้าจอแบบฝึกทักษะฯ รายกลุ่ม	597
ช-22	หน้าจอแบบทดสอบระหว่างเรียนลักษณะข้อสอบแบบปรับเหมาะ	598
ช-23	หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนเก่ง	599
ช-24	หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและอ่อน	599
ช-25	หน้าจอแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1	600
ช-26	หน้าจอแสดงผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1	601
ช-27	หน้าจอแบบทดสอบหลังเรียน	601
ช-28	หน้าจอแสดงผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน	602
ช-29	หน้าจอแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	603

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ช-30	หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	603
ช-31	หน้าจอแก้ไขประวัติส่วนตัว	604
ช-32	หน้าจอประวัติการเข้าเรียน	605
ช-33	หน้าจอตรวจสอบผลการเรียน	606
ช-34	หน้าจอตรวจสอบข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม	607
ช-35	หน้าจอส่งแบบฝึกหัด	607
ช-36	หน้าจอดาวน์โหลดเอกสาร	608
ช-37	หน้าจอดาวน์โหลดแบบฝึกฯ	608
ช-38	หน้าแรกของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	609
ช-39	หน้าแรกของผู้สอน	609
ช-40	เมนูปรับแต่งบทเรียน	612
ช-41	หน้าแรกสำหรับเข้าสู่ระบบแก้ไขบทเรียน	612
ช-42	หน้าแรกแก้ไขบทเรียน	613
ช-43	หน้าจอแก้ไขเอกสารประกอบการสอน	613
ช-44	หน้าจอเพิ่มข้อสอบ	614
ช-45	หน้าแรกสำหรับแก้ไขข้อสอบ	615
ช-46	หน้าจอแก้ไขข้อสอบ	615
ช-47	หน้าแรกสำหรับลบข้อสอบ	616
ช-48	หน้าจอลบข้อสอบ	616
ช-49	หน้าแรกสำหรับแสดงข้อสอบ	617
ช-50	หน้าจอแสดงข้อสอบ	618
ช-51	หน้าจอเพิ่มแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	618
ช-52	หน้าจอเพิ่มชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	619
ช-53	หน้าจอแก้ไขชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	619
ช-54	หน้าจอแก้ไขแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	620
ช-55	หน้าจอลบแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	620
ช-56	หน้าจอเลือกแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ต้องการแสดง	621
ช-57	หน้าจอแสดงแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	622
ช-58	เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล	622
ช-59	หน้าจอรายชื่อผู้เรียน	623
ช-60	หน้าจอเพิ่มผู้เรียน	623

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ช-61	หน้าจอลบผู้เรียน	624
ช-62	หน้าจอประวัติผู้เรียน	624
ช-63	หน้าจอตรวจการบ้าน	625
ช-64	หน้าจอแจกดาวผู้เรียน	625
ช-65	หน้าจอบันทึกคะแนนแจกดาวผู้เรียน	626
ช-66	หน้าจอผลการเรียน	626
ช-67	หน้าจอคะแนนแบบทดสอบ	627
ช-68	หน้าจอจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล	627
ช-69	หน้าจอแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล	628
ช-70	เมนูการเรียนแบบร่วมมือ	628
ช-71	หน้าจอจัดกลุ่มผู้เรียน	629
ช-72	หน้าจอดูข้อมูลการจัดกลุ่ม	630
ช-73	หน้าจอความสมดุลเกรดเฉลี่ย	631
ช-74	หน้าจอห้องสนทนากลุ่ม	632
ช-75	หน้าจอการสนทนากลุ่มย่อยผ่านห้องสนทนา	633
ช-76	หน้าจอจัดการคะแนนก้าวหน้า	634
ช-77	หน้าจอแรกสำหรับจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม	635
ช-78	หน้าจอจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม	636
ช-79	หน้าจอแรกสำหรับแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม	637
ช-80	หน้าจอแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม	637
ช-81	เมนูรายงานผลการเรียน	638
ช-82	หน้าจอสถิติการเข้าเรียน	638
ช-83	หน้าจอแสดงรายชื่อผู้เรียนที่เรียนจบในแบบทดสอบก่อนเรียน	639
ช-84	หน้าจอสถิติคะแนนแบบทดสอบ	640
ช-85	หน้าจอสถิติคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล	641
ช-86	หน้าจอสถิติคะแนนดาว	641
ช-87	หน้าจอสถิติคะแนนกลุ่ม	642
ช-88	หน้าจอสถิติเวลาการทำแบบทดสอบ	643
ช-89	เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ	644
ช-90	หน้าจอเพิ่มข่าวประกาศ	644
ช-91	หน้าจอแก้ไขข่าวประกาศ	645

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ช-92	หน้าจอลบข่าวประกาศ	645
ช-93	หน้าจอเพิ่มแหล่งการเรียนรู้	646
ช-94	หน้าจอแก้ไขแหล่งการเรียนรู้	647
ช-95	หน้าจอลบแหล่งการเรียนรู้	647
ช-96	หน้าจอแรกของกระดานสนทนา (ระบบผู้สอน)	648
ช-97	หน้าจอกระดานสนทนา	648
ช-98	หน้าจอเพิ่มอาจารย์ผู้สอน	649

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในวงการต่าง ๆ ทั้งทางด้านงานวิจัยและทางด้านธุรกิจ โดยคอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล จากความสำเร็จเหล่านี้ทำให้มีความพยายามที่จะนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา จนทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่ได้รับความสนใจในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นพื้นฐาน ได้แก่ การเรียนออนไลน์ (Online Learning) และการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Web-Based Instruction) (ถนอมพร, 2544) โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัดและความสามารถของตนเอง ระบบการเรียนออนไลน์นี้จะดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติเสมือนกับการเรียนการสอนในการศึกษาปกติ (มนต์ชัย, 2545)

จากการศึกษานโยบายการปฏิรูปการศึกษาและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กล่าวว่า การจัดการศึกษาที่ครอบคลุมทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต สิ่งหนึ่งที่ทำให้นโนบายดังกล่าวประผลสำเร็จได้นั้น สถาบันการศึกษาหรือผู้สอนจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีการสื่อสารและระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการขยายโอกาสทางการศึกษา (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542) เพื่อช่วยลดความเหลื่อมล้ำของโอกาสทางการศึกษาและมุ่งขยายโอกาสทางการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต โดยยึดหลักความยืดหยุ่น ความสามารถในการเข้าถึงประสิทธิภาพ และความสามารถในการรวบรวมความรู้ในการบริหารการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2544) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของการเรียนรู้ที่กล่าวว่าการที่ผู้เรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้นั้นจำเป็นต้องแสวงหาข้อมูลจากบริการในอินเทอร์เน็ต การโต้ตอบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ห้องสนทนา (Chatroom) และกระดานสนทนา (Webboard) เป็นต้น เพื่อทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้มากขึ้นเป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดบนเว็บได้ทุกเวลาและทุกสถานที่รวมทั้งยังเป็นการสนับสนุนแนวคิดที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (วิชุดา, 2548 อ้างถึงใน ปณิตา, 2551)

การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) ในสถาบันระดับอุดมศึกษาเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการศึกษาที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

ในการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นประโยชน์ (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2540) แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนบนเว็บจะได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว แต่ก็ยังพบปัญหาในการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนบนเว็บไม่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียน (Learning Style) และรูปแบบการคิด (Cognitive Style) ของผู้เรียนทุกรูปแบบ (Alvarez,2005; Bonk & Graham, 2005 อ้างถึงใน ปณิตา, 2551) เมื่อเปรียบเทียบข้อดีของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บกับการเรียนในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม (Traditional Classroom) พบว่าการจัดการเรียนการสอนบนเว็บมีข้อดีหลายประการ (ปณิตา, 2551) ประกอบด้วย

1. ความยืดหยุ่นและความสะดวกสบาย (Flexibility and Convenience) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตามหลักสูตรโดยไม่มีข้อจำกัดของเวลาและสถานที่

2. ความเหมาะสมในการเรียนรู้ (Just-in-Time Learning) การเรียนการสอนบนเว็บมีความสัมพันธ์กับความต้องการที่จะเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าผู้ออกแบบเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตเมื่อต้องการที่จะเรียนรู้

3. การควบคุมโดยผู้เรียน (Learner Control) การควบคุมการเรียนการสอนมีลักษณะผ่านจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนทำการตัดสินใจและกำหนดเส้นทางการเรียนตามความต้องการของตนเอง

4. รูปแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Format) มีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาของหลักสูตรโดยใช้สื่อมัลติมีเดีย เช่น ข้อความ เสียง วิดีทัศน์ และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอได้ตามความยืดหยุ่นของเวิลด์ไวด์เว็บเพื่อให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

5. แหล่งสารสนเทศ (Information Resource) สารสนเทศสามารถได้มาจากหลายแหล่งจากทั่วโลกและข้อความหลายมิติ (Hypertext) ช่วยให้การสืบค้นสารสนเทศทำได้ง่ายกว่าการค้นหาข้อมูลในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม

6. ความเป็นปัจจุบัน (Currency) เนื้อหาที่ใช้เรียนในการเรียนการสอนบนเว็บ สามารถปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันได้ง่าย แหล่งทรัพยากรที่มีอยู่บนเว็บส่วนใหญ่มีความเป็นปัจจุบัน ทำให้ผู้สอนในชั้นเรียนแบบการเรียนการสอนบนเว็บสามารถเสนอข้อมูลที่มีความเป็นปัจจุบันให้แก่ผู้เรียน ทำให้ได้หลักสูตรที่มีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ

7. ความสามารถในการประชาสัมพันธ์ (Publishing Capability) ในการเรียนการสอนบนเว็บผู้เรียนสามารถนำเสนองานที่ได้รับมอบหมายบนเว็บได้และผู้เรียนยังสามารถเห็นผลงานของผู้อื่นซึ่งเป็นการเพิ่มแรงจูงใจภายนอกมาใช้ในการทำงานของผู้เรียนได้

8. เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี (Increase Technology Skills) ผู้เรียนที่เรียนโดยการเรียนการสอนบนเว็บสามารถพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยี เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนมีการเปลี่ยนแปลง

อย่างเหมาะสมและมีแหล่งทรัพยากรให้ผู้เรียนได้เพิ่มพูนความรู้ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และฝึกฝนทักษะจากเทคโนโลยีที่หลากหลาย

จากข้อดีของการเรียนการสอนบนเว็บที่กล่าวมาข้างต้น เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสนองต่อการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แต่เนื่องจากความสำเร็จในสถาบันการศึกษานั้นไม่ได้มุ่งเน้นในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้เพียงด้านเดียว แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้ ในขั้นต้นของการทำให้ผู้เรียนมีความรู้นั้นผู้สอนมักเตรียมเนื้อหาหรือความรู้ไว้ให้ผู้เรียน แต่การได้มาซึ่งความรู้เหล่านี้กับพบว่าเกิดปัญหามากมายกับผู้เรียน ปัญหาหนึ่งที่มักพบในการจัดการเรียนการสอนคือการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนที่มีระดับความรู้ที่แตกต่างกัน เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้สอนจัดเตรียมมานั้นอาจไม่สามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับความรู้ที่แตกต่างกันให้เกิดความเข้าใจได้ในทุกระดับความรู้ และผู้เรียนเองก็มีประสบการณ์หรือความเข้าใจเนื้อหาในระดับที่แตกต่างกัน ปัญหาคือทำอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ได้ตรงกับความสามารถทางการเรียนที่มีความเหมาะสมในแต่ละบุคคลได้

ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) เป็นแนวทางการสอนอย่างหนึ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากมีองค์ประกอบที่สำคัญคือฐานองค์ความรู้หรือ KB (Knowledge Base) และใช้หลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ที่สามารถตอบสนองความรู้และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนตามศักยภาพของตนเอง (วิทยา, 2548: 72) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ตรงกับความสามารถทางการเรียนที่มีความเหมาะสมสำหรับระดับความรู้ของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับนักวิจัยหลายท่านที่พบว่า การนำระบบการสอนอัจฉริยะมาใช้ในการเรียนการสอนบนเว็บสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ และยังสามารถทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน อาทิ ธนาวุฒิ (2553) ที่ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง ระบบการสอนปรับเหมาะร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนปรับเหมาะร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกนั้นยังสอดคล้องกับพงษ์ศักดิ์ (2551) ที่ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่มีศักยภาพทางการเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน และเบรนและคณะ (Brain, Michael & Susan, 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบอัจฉริยะช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอินเตอร์แอ็กทิฟ (The Interactive Multimedia Intelligent Tutoring System: IMITS) โดยออกแบบเพื่อให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ทำการเรียนรู้วิชาวงจรไฟฟ้า (Circuits Courses) ซึ่งสร้างสถานการณ์ด้านวิศวกรรมในชีวิตประจำวันและนักเรียนเป็นเสมือนวิศวกรที่แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงภายในบริษัท IMITS ที่จำลองขึ้นมาและส่งอีเมล์ไปยัง

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรอีกครั้งหนึ่ง จากการศึกษาพบว่า IMITS ทำให้เกิด (1) การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งนักศึกษาเรียนรู้ที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย (2) วิธีการสอนรูปแบบ Guided Constructivism (3) เกิดการเรียนรู้ร่วมกันโดยระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ซึ่งมุ่งเน้นที่กลุ่มนักศึกษาที่มีผลการเรียนรู้อ่อนและแก้ไขโดยการใช้วิธีการสอนแบบลงมือปฏิบัติ (A Learn-By-Doing) (4) นักศึกษามีโอกาสใช้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

อีกทั้งการเรียนการสอนแบบร่วมมือสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ซึ่งกันและกันได้ดีกว่าการเรียนเป็นรายบุคคล ทั้งนี้มีผลวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรวมกลุ่มที่นำมาประยุกต์ใช้วงการศึกษา พบว่า สามารถช่วยให้การจัดการเรียนการสอนประสบความสำเร็จได้และสามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกรายวิชา นักเรียนทุกกลุ่ม และสามารถใช้ได้ดีกับนักเรียนในทุกระดับ (Johnson & Johnson, 1987; Cooper et.al, 1994) จอห์นสันและจอห์นสันได้ทดสอบวิธีการนี้จนพบว่า การเรียนการสอนแบบร่วมมือทำให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะทางด้านปัญญาหรือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและมีความคิดสร้างสรรค์ก่อให้เกิดสัมพันธภาพอันดีระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มได้เป็นอย่างดีและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมาจนถึงปัจจุบัน (เสาวลักษณ์, 2551)

การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ใช้หลักการเรียนแบบร่วมมือที่มีลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สมาชิกมีความสามารถต่างกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันเพื่อให้ได้ผลงานสำเร็จตามเป้าหมาย

การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) เป็นการจัดสมาชิกในกลุ่ม 3-4 คน ระดับสติปัญญาต่างกัน เช่น เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ครูกำหนดบทเรียนและการทำงานของกลุ่มไว้แล้วครูสอนบทเรียนให้นักเรียนทั้งชั้นจากนั้นให้กลุ่มทำงานร่วมกันตามที่กำหนด นักเรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน คนเก่งช่วยเหลือและตรวจงานของเพื่อนให้ถูกต้องก่อนนำส่งครู การสอบนักเรียนต่างคนต่างทำข้อสอบแล้วนำคะแนนของทุกคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม ผู้สอนจัดลำดับคะแนนของทุกกลุ่มให้ทราบ

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) เป็นวิธีคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอนและสามารถที่จะคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ Torrance (1965) ได้ให้คำอธิบายว่าเป็นกระบวนการของการรับรู้ต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไปแล้วจึงรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมุติฐานขึ้น ต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งขึ้น ขั้นต่อไปจึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมุติฐานเพื่อเป็นแนวคิด และแนวทางใหม่ต่อไป ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และ Torrance เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หรือ “The Creative Problem Solving Process”

จากการศึกษางานวิจัยและบทความต่างประเทศ พบว่าเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving : CPS) เป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อีกวิธีหนึ่ง ซึ่งเป็นแนวคิดที่กำลังนิยมในต่างประเทศ และมีการพัฒนารูปแบบให้เข้ากับยุคสมัยมาอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเทคนิคนี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นหนึ่งในโมเดลการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิผล (วิลาวัณย์ และ ณมน, 2556) โมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ถูกวิจัยและพัฒนามาโดยตลอด เนื่องจากความสนใจที่จะพัฒนาทักษะพิเศษของบุคคล (Isaksen & Treffinger, 2004) กระบวนการพัฒนาการเกิดขึ้นช้า ๆ ทีละน้อยโดยใช้วิธีระบบซึ่งเกิดมาจากกลุ่มของนักวิชาการที่เชื่อมโยงกันโดยสถาบันและการปฏิบัติการร่วมกันระหว่างสถาบัน ทุกวันนี้ กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษาในกลุ่มอายุที่หลากหลายตั้งแต่เริ่มวัยเด็กจนกระทั่งวัยผู้ใหญ่ (Treffinger, 1995)

ดังนั้นการที่บุคคลได้รับประสบการณ์และการฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้บุคคลมีทักษะการแก้ปัญหาได้ ซึ่งทิศนา (2533: 2-5) ได้เสนอแนวคิดว่า ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนสามารถทำได้โดยผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน โดยผู้สอนต้องหาวิธีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยทำการเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการฝึกฝน กล่าวคือเป็นปัญหาที่ท้าทายความสนใจของผู้เรียน มีความเกี่ยวพันกับสิ่งที่เรียนหรือชีวิตประจำวันของผู้เรียนและควรเป็นปัญหาที่ผู้เรียนไม่สามารถตอบได้ในตอนเริ่มต้นแต่อยู่ในความสามารถของผู้เรียนที่แสวงหาคำตอบได้ นอกจากนั้นปัญหาที่ฝึกให้ผู้เรียนคิด ควรเริ่มจากง่ายไปสู่ระดับที่ยากขึ้น การเลือกปัญหาที่ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้ตามความคิดของตนเองอย่างเต็มที่ นอกจากการเลือกปัญหาแล้วผู้สอนต้องฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต เกิดความสงสัยและอยากรู้คำตอบและฝึกให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการต่าง ๆ และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากรู้ อยากสืบเสาะเพื่อค้นหาคำตอบจนเป็นที่พอใจ และผู้สอนต้องให้การเสริมแรงและให้กำลังใจแก่ผู้เรียนด้วย

การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) หรือเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) เป็นวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่ปรับไปตามระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่อาจจะไม่เหมือนกัน ในการจัดเตรียมวัสดุการสอนหรือหน้าเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ อาจจำเป็นต้องจัดเตรียมไว้หลายแบบโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ใส่เข้าไปในเนื้อหา (Brusilovsky P., 2000)

การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) เป็นแบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล โดยมีหลักการการทดสอบ คือผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องตอบข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ จำนวนข้อทดสอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของการตอบข้อทดสอบแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคน (ธัญญรัตน์, 2548: 15-18)

การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบโดยบุคคลและเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ วิธีการช่วยเหลือนี้จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเอง และเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างอิสระแล้วการช่วยเหลือนั้นจะยุติลง (สุจิตรา, 2550)

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎี และปัญหาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS) โดยนำหลักการและแนวคิดของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) ที่ใช้หลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ในการเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนภายใต้การทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ ผ่านการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่อยู่ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นและเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนรู้โดยมีรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่อาศัยเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using STAD Technique) ที่นำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ซึ่งเป็นกระบวนการที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นอีกทั้งยังเอื้อประโยชน์ให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.2 เพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.4 เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.5 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2.6 เพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

1.3.2 ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก

1.3.3 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักศึกษาหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.3.5 หลังจากที่นักศึกษาเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

1.3.6 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมากขึ้นไป

1.3.7 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตในการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นสามารถจัดการเรียนการสอนที่เป็นไปตามสภาพหรือความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ภายใต้การทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ (Intelligent Tutoring System For Learners) และการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มย่อยที่อาศัยกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 ประชากร

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 4 ตอนเรียน รวม 126 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ที่ศึกษารายวิชาวงจรดิจิตอล 1 ทำการเรียนการสอนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ตอนเรียน รวม 33 คน

1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.3.1 ตัวแปรต้น คือ ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

1.4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ

1.4.4 เนื้อหาในการวิจัย ใช้เนื้อหารายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2551) โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 4 บทเรียน

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.5.1 การนำเสนอเนื้อหาของผู้สอนจะต้องทำตามเงื่อนไขของระบบที่กำหนดให้ โดยผู้สอนจะต้องเตรียมการนำเสนอเนื้อหาทั้ง 3 แบบสำหรับผู้เรียน 3 กลุ่ม (เก่ง ปานกลางและอ่อน) โดยระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นจึงจะสามารถสร้างบทเรียนโดยจำแนกเนื้อหาทั้ง 3 แบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละราย

1.5.2 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในงานวิจัยในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นสำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถใช้กับเนื้อหาที่เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web-Based Creative Tutoring) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมีลักษณะการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using STAD Technique) ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือของ Johnson & Johnson (1987) ผนวกกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น ของ Torrance (1965) และการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.1.1 การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using STAD Technique) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สมาชิกมีความสามารถต่างกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน ทำงานร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

1.6.1.2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process) เป็นการแก้ปัญหาของบุคคลหรือกลุ่มบุคคล โดยใช้วิธีการในการค้นหาคำตอบที่มีความซับซ้อน

ต้องดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อให้ได้วิธีการในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โมเดลกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (2) ขั้นการรู้ปัญหา (3) ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (5) ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา

1.6.1.3 กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Activity) หมายถึงกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3-4 คน ประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยทำกิจกรรมภายใต้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

1.6.2 การสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring) หมายถึง กระบวนการสอนที่เกิดจากการบูรณาการหลักการปรับตัว (Adaptive) 2 รูปแบบ ได้แก่ เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) และการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) โดยอาศัยหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Toturing System: ITS) ผนวกกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบการสอนและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เหมาะสมกับองค์ความรู้และภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

1.6.2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) เป็นระบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ผู้เรียนและให้การสอนที่เป็นไปตามความสามารถทางการเรียนหรือความแตกต่างตามระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

1.6.2.2 เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) เป็นวิธีการปรับเนื้อหาโดยการเสริมเนื้อหาให้กับผู้เรียนที่มีองค์ความรู้และภูมิหลังต่างกัน

1.6.2.3 การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล

1.6.2.4 การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบโดยบุคคลและเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.6.3 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web-Based Creative Intelligent Tutoring System to Develop Creative Problem Solving Skills and Learning Achievement: Web CITS) หมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นสำหรับเป็นแนวทางในสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนต่อการเรียนบนเว็บอย่างเป็นระบบ (System Approach) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นตามกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในการนำเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนโดยอาศัยหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) สำหรับใช้ใน

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.4 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web-Based Creative Intelligent Tutoring Model to Develop Creative Problem Solving Skills and Learning Achievement: Web CIT Model) หมายถึง รูปแบบการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ที่มีกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในการนำเสนอระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับที่มีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนโดยอาศัยหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6.5 แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นแบบฝึกกิจกรรมที่เน้นการทำงานตามกระบวนการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน

1.6.6 ความสามารถทางการเรียน (Learning Ability) หมายถึง ทักษะในการเรียนรู้ที่ตรงกับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่สามารถวัดผลได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achivement) ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Skills) และอัตราการเรียนในสัดส่วนที่เพิ่มสูงขึ้น

1.6.7 การเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล (Self-Paced Learning) หมายถึง การเรียนรู้ตามความสามารถของตนเองด้วยอัตราเร็วในการเรียนและระยะเวลาที่เรียนตามความพึงพอใจของผู้เรียน

1.6.8 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของคะแนนจากการประเมินผู้เรียนหลังจากศึกษาจบบทเรียนแล้ว โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน

1.6.9 ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ โดยยึดหลักกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ประกอบด้วย 5 ขั้น มาใช้ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง ประกอบด้วย 1 ทักษะ คือทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 2 ทักษะ คือ (1) ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา และ (2) ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1 ทักษะ คือ ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 1 ทักษะ คือ ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ทักษะ คือ (1) ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (2) ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และ (3) ทักษะการทบทวนคำตอบ

1.6.10 ความคิดเห็น หมายถึง ท่าที ความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

1.6.11 ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.7.1 ได้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่สามารถนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักศึกษาให้สูงขึ้น

1.7.2 พัฒนาความสามารถทางการเรียนของนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันหลังจากที่เรียนด้วยระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

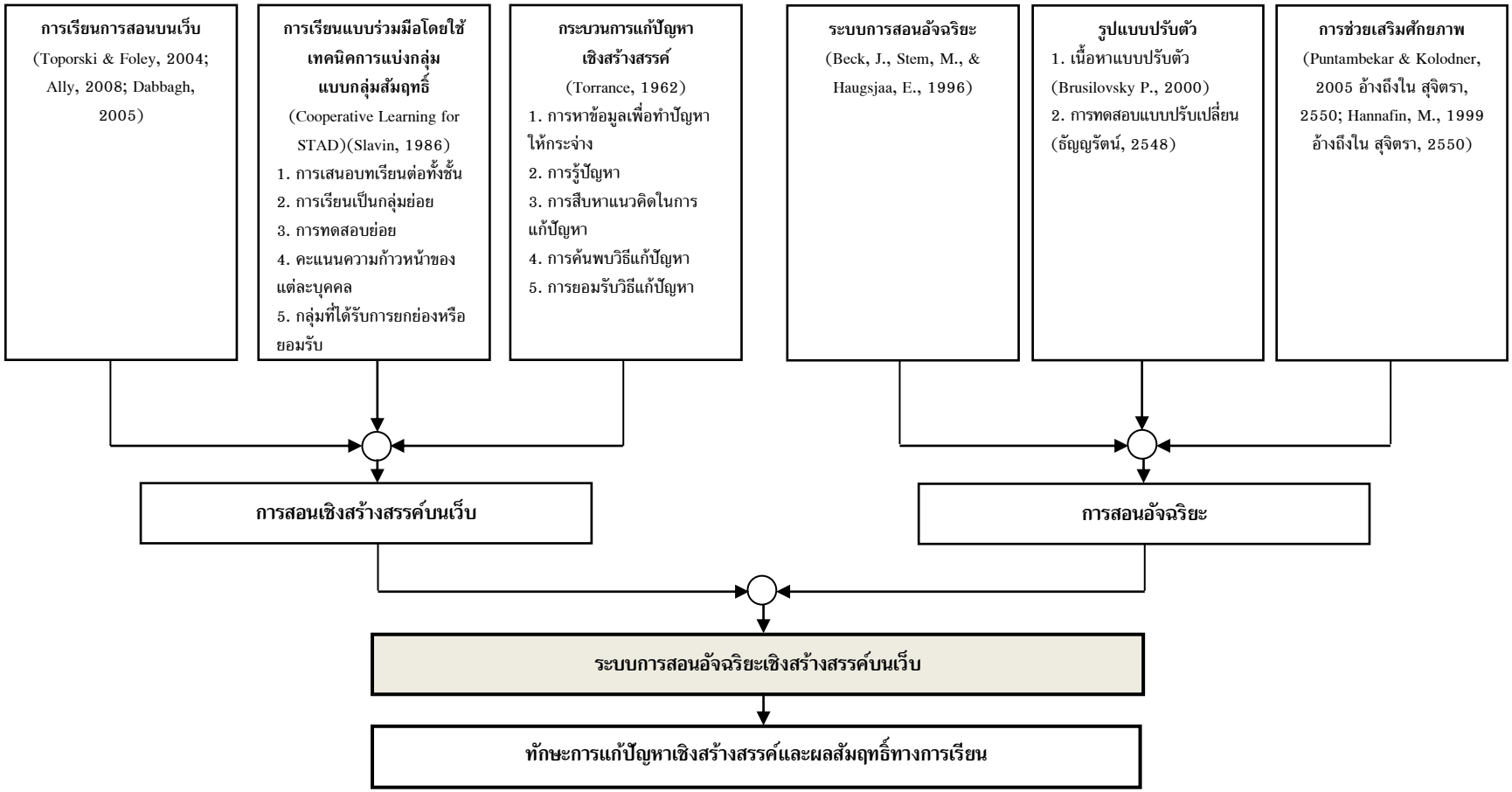
1.7.3 ได้แนวทางในการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปพัฒนาระบบการเรียนการสอนและนำไปใช้ในบริบทอื่น ๆ ต่อไป

1.7.4 นำไปใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัย เรื่องระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ดังภาพที่ 1-1

1. การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction)
2. การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using Student Teams Achievement Division Technique)
3. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process : CPS)
4. ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System)
5. เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content)
6. การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)
7. การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding)
8. ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่องระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้

2.1 ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนและรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.1.1 ความหมายระบบการเรียนการสอน
- 2.1.2 ทฤษฎีระบบการเรียนการสอน
- 2.1.3 ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.1.4 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.1.5 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

2.2 ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ
- 2.2.1 ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บ
- 2.2.2 การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ
- 2.2.3 การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

2.3 ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.3 ประเภทและเทคนิคของการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.4 ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.5 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ
- 2.3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

2.4 ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.4.1 ความหมายของระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.4.2 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.4.3 ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.4.4 ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการสอนอัจฉริยะ

2.5 ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับสื่อหลายมิติแบบปรับตัว
- 2.5.1 สื่อหลายมิติแบบปรับตัว
- 2.5.2 ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อหลายมิติแบบปรับตัว
2.6 ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน
2.6.1 ความหมายและหลักการในการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน
2.6.2 ส่วนประกอบของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน
2.6.3 การดำเนินการทดสอบ
2.6.4 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน
2.6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน
2.7 ตอนที่ 7 แนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพ
2.7.1 ความหมายของการช่วยเสริมศักยภาพ
2.7.2 องค์ประกอบของการช่วยเสริมศักยภาพ
2.7.3 กลวิธีและเทคนิคในการช่วยเสริมศักยภาพในห้องเรียน
2.7.4 รูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพในการสอนทางไกลและการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2.7.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพ
2.8 ตอนที่ 8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2.8.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
2.8.2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2.8.3 โมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2.8.4 อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2.8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2.9 ตอนที่ 9 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์
2.9.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา
2.9.2 การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
2.9.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2.9.4 ทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์
2.9.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์
2.10 ตอนที่ 10 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2.11 ตอนที่ 11 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

2.1 ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการเรียนการสอนและรูปแบบการเรียนการสอน

2.1.1 ความหมายระบบการเรียนการสอน

“ความเป็นระบบ” เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งให้การทำงานใด ๆ ประสบผลสำเร็จ มีประสิทธิภาพตามที่ตั้งไว้ซึ่งสอดคล้องกับสงัด (2526: 7) กล่าวไว้ว่า การทำงานอย่างมีระบบเป็นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะ (1) การทำงานอย่างเป็นระบบนั้นสิ่งต่าง ๆ ที่เป็น

องค์ประกอบของระบบจะอยู่ด้วยกันอย่างมีระเบียบไม่มีความสับสนและไม่มีความขัดแย้งกัน ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น (2) การทำงานอย่างเป็นระบบจะเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว ประหยัดแรงงาน เวลา และค่าใช้จ่าย (3) งานทุกอย่างจะสำเร็จตามเป้าหมายและได้ผลอย่างเต็มที่

ข้อมูลที่กล่าวมาแสดงให้เห็นความสำคัญของ “ความเป็นระบบ” และ “การจัดระบบ” ดังนั้นการที่จะทำความเข้าใจในเรื่องของ “ระบบการเรียนการสอน” จึงจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของคำว่า “ระบบ” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Gagne & Briggs (1974) กล่าวว่า ระบบ คือ วิธีการใด ๆ ก็ได้ที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบเพื่อเป็นหลักให้สามารถทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้บรรลุผลตามเป้าหมาย ซึ่งอาจเป็นเป้าหมายในวงกว้าง

Searles (1967) กล่าวว่า ระบบ คือ การจัดสิ่งต่าง ๆ ให้มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กันอย่างเป็นระเบียบเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

Banathy (1968) กล่าวว่า ระบบ คือ เป็นการรวบรวมของส่วนประกอบซึ่งมีความสัมพันธ์และส่งเสริมต่อกันเพื่อทำงานให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้

ธีระ (2519) กล่าวว่า ระบบเป็นองค์ประกอบผสมผสานที่ได้รับการออกแบบอย่างตั้งใจ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และความสัมพันธ์นี้ได้ทำให้เกิดผลสัมฤทธิผลในจุดมุ่งหมายที่ได้ตั้งไว้

สงัด (2526) กล่าวว่า ระบบ คือ สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รวมกันและต่างทำหน้าที่ของตนอย่างมีระเบียบเพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่กำหนดไว้

ชัยยงค์ (2528) สรุปไว้ว่า ระบบเป็นผลรวมของหน่วยย่อยซึ่งทำงานเป็นอิสระจากกันแต่มีปฏิกิริยาสัมพันธ์กัน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

จากความหมายต่าง ๆ ข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระบบจะประกอบได้ด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อย 3 สิ่ง คือ (1) องค์ประกอบสำคัญของระบบ (2) ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบ และ (3) เป้าหมายหรือจุดหมายของระบบ

เนื่องจาก ระบบ มีความสำคัญในการช่วยให้การดำเนินงานต่าง ๆ เกิดผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมาย จึงได้เกิดความคิดและนวัตกรรมในด้านนี้ขึ้นเรื่องหนึ่งที่เรียกว่า “System Approach” หรือ “วิธีการเชิงระบบ” ซึ่งได้แพร่หลายในวงการต่าง ๆ รวมทั้งวงการศึกษา

วิธีการเชิงระบบ (System Approach) เป็นแนวคิดที่ใช้ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งนั้น และการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นให้ส่งเสริมกันอย่างเป็นระเบียบ โดยมองว่าระบบควรประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วนคือ (ทิศนา, 2553: 199)

1. ตัวป้อน (Input) คือองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบนั้นหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบนั้น องค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบใดระบบหนึ่งจะมีจำนวนและความสำคัญมากน้อยเพียงใด มักขึ้นอยู่กับความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของผู้จัดระบบ

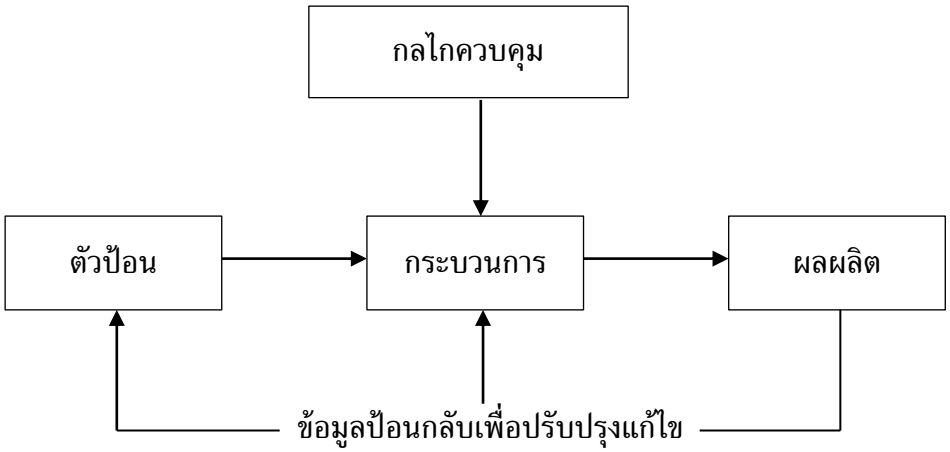
2. กระบวนการ (Process) หมายถึง การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบให้มีลักษณะที่เอื้ออำนวยต่อการบรรลุเป้าหมาย ระบบใดระบบหนึ่งอาจมีองค์ประกอบเหมือนกัน แต่อาจมีลักษณะของการจัดความสัมพันธ์แตกต่างกันได้แล้วแต่ความคิด ความรู้ และประสบการณ์ของผู้จัดระบบ

3. ผลผลิต (Product) คือผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการดำเนินงาน หากผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ แสดงว่า ระบบนั้นมีประสิทธิภาพหากผลที่เกิดขึ้นไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง แสดงว่าระบบนั้นยังมีจุดบกพร่อง ควรที่จะพิจารณาแก้ไขปรับปรุงกระบวนการหรือตัวป้อนซึ่งเป็นเหตุให้เกิดผลนั้น

ส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน ถือว่าเป็นส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบ ควรจะมีส่วนสำคัญที่สำคัญเพิ่มขึ้นอีก 2 ส่วนคือ

4. กลไกการควบคุม (Control) คือกลไกหรือวิธีการที่ใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบกระบวนการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) หมายถึง ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจุดมุ่งหมายซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่การปรับปรุงกระบวนการและตัวป้อน ซึ่งสัมพันธ์กับผลผลิตและเป้าหมายนั้น



ภาพที่ 2-1 องค์ประกอบของระบบของทิศนา (2553)

สงัด (2525) กล่าวถึงความหมายของระบบไว้ว่า ระบบ หมายถึง ส่วนรวมทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อยหรือสิ่งที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ระบบร่างกายของคนที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ โดยแต่ละระบบต่างทำงานของตนแล้วมาปฏิสัมพันธ์กันเพื่อให้ร่างกายสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ หรือเป็นสิ่งที่ได้มีการออกแบบและสร้างสรรค์ขึ้นอย่างมีระเบียบ แล้วนำสิ่งนั้นมารวมกันเพื่อให้สามารถดำเนินงานบรรลุไปได้ตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

องค์ประกอบโดยพื้นฐานของระบบ ต้องมีปัจจัยนำเข้าที่เรียกว่า “ข้อมูล” ส่งต่อเข้า “กระบวนการ” เพื่อให้ได้ “ผลลัพธ์” ออกมาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ กระบวนการดังกล่าวเป็นไปตามกลไกการทำงานและองค์ประกอบของทฤษฎีระบบ ประกอบด้วย

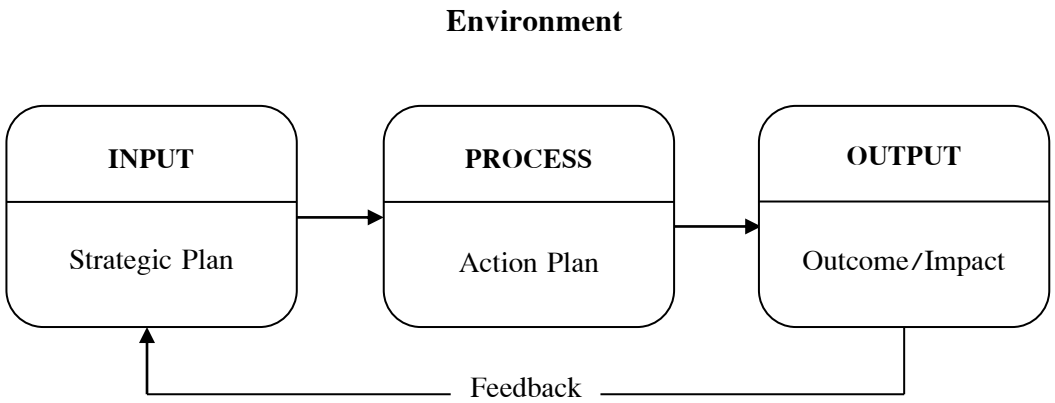
1. สิ่งนำเข้า (Input) หมายถึง การกำหนดประเด็นแผนงานในลักษณะของแผนยุทธศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

2. กระบวนการ (Process) หมายถึง การลงมือตามแผนงานที่กำหนด ซึ่งเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย

3. ผลผลิต (Output) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการทำตามแผนงาน และหมายความรวมถึงผลลัพธ์ (Outcome) ที่เกิดขึ้นด้วย

4. ผลย้อนกลับ (Feedback) หมายถึง การตรวจสอบผลผลิต/ผลลัพธ์ เพื่อศึกษาผลงานและผลกระทบเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาหรือปรับปรุง

5. สภาพแวดล้อม (Environment) หมายถึง ความคาดหวังของสังคมที่มีต่อการจัดระบบ



ภาพที่ 2-2 องค์ประกอบของทฤษฎีระบบของสงัด (2525)

วิธีการจัดระบบหรือสร้างระบบ ในการจัดระบบการเรียนการสอนนักการศึกษา หรือครูอาจารย์สามารถนำกระบวนการดังกล่าวไปใช้ในการจัดระบบการเรียนการสอนที่มีลักษณะเฉพาะมีความเป็นเอกลักษณ์ตามความคิดหรือประสบการณ์ของตน หรืออาจเริ่มจากการวิเคราะห์ระบบที่ใช้อยู่ โดยใช้แบบจำลองการจัดระบบของชัยยงค์ (2528) ซึ่งมี 4 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นการวิเคราะห์ระบบ (Analysis) หมายถึง การนำระบบเดิมที่ใช้อยู่มาวิเคราะห์เพื่อศึกษาปัญหาความต้องการและจุดบกพร่อง รวมทั้งการสำรวจทรัพยากรที่มีอยู่และที่ต้องการ

2. ขั้นการสังเคราะห์ระบบ (Synthesis) เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ระบบเดิม และนำมาใช้ในการสร้างระบบใหม่

3. ขั้นสร้างแบบจำลองระบบการสอน (Construct of System Model) เป็นขั้นของการนำเอาขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในขั้นสังเคราะห์ระบบมาใส่แบบจำลองเพื่อแสดงลำดับขั้น เพื่อสะท้อน

ให้เห็นองค์ประกอบทั้ง 4 แบบจำลองแบบคลาสสิก คือ ตัวป้อน กระบวนการ กลไกควบคุม และผลผลิต

4. ขั้นการทดลองใช้ระบบในสถานการณ์จำลอง (System Simulation) เป็นขั้นของการพิสูจน์ทดสอบว่าระบบที่สร้างขึ้น สามารถใช้ได้ผลตามที่คาดหวัง

จากแนวความคิดข้างต้น จะเห็นได้ว่าการสร้างระบบหรือจัดระบบใด ๆ ควรจะเป็นไปตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายของระบบ สิ่งสำคัญประการแรกคือ ต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของระบบให้ชัดเจน

2. การศึกษาหลักการหรือทฤษฎี เพื่อใช้ในการกำหนดองค์ประกอบและเป็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

3. การศึกษาสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง จะช่วยให้ผู้สร้างหรือผู้จัดระบบได้ค้นพบองค์ประกอบที่สำคัญที่จะช่วยให้ระบบมีประสิทธิภาพเมื่อไปนำไปใช้งานจริง

4. การกำหนดองค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วย พิจารณาว่าอะไรช่วยให้เป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายประสบความสำเร็จ

5. การจัดกลุ่มองค์ประกอบ ได้แก่ การนำองค์ประกอบที่กำหนดไว้มาจัดหมวดหมู่เพื่อความสะดวกในการคิดและดำเนินการในขั้นต่อไป

6. การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ ในส่วนขั้นนี้เป็นขั้นที่ต้องใช้ความคิดและความรอบคอบมาก ผู้จัดระบบต้องพิจารณาว่าองค์ประกอบใดเป็นเหตุและเป็นผลขึ้นต่อกันในลักษณะใด สิ่งใดควรมาก่อนมาหลัง สิ่งใดสามารถดำเนินการคู่ขนานกันไปได้

7. การจัดผังระบบ ผู้จัดระบบสามารถเสนอความคิดของตนออกมาเป็นผังจำลองความคิดของตน ซึ่งในขั้นนี้อาจจัดเป็นผังแสดงลำดับขั้นตอนหรืออาจนำเสนอเป็นระบบสมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ ตัวป้อน กระบวนการ ผลผลิต กลไกควบคุม และข้อมูลป้อนกลับ

8. การทดลองใช้ระบบ โดยทำการทดลองใช้จริง เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้น

9. การประเมินผลระบบ ได้แก่ การศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้ระบบ ระบบใดได้ผลตามเป้าหมายหรือใกล้เคียงกับเป้าหมายมากที่สุด ระบบนั้นจึงจะเรียกได้ว่าเป็นระบบที่ดีมีประสิทธิภาพ

10. การปรับปรุงระบบ ระบบที่มีประสิทธิภาพจะต้องผ่านการทดลองประเมินผลโดยผลจากการทดลองใช้จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงระบบนั้นให้ดีขึ้น

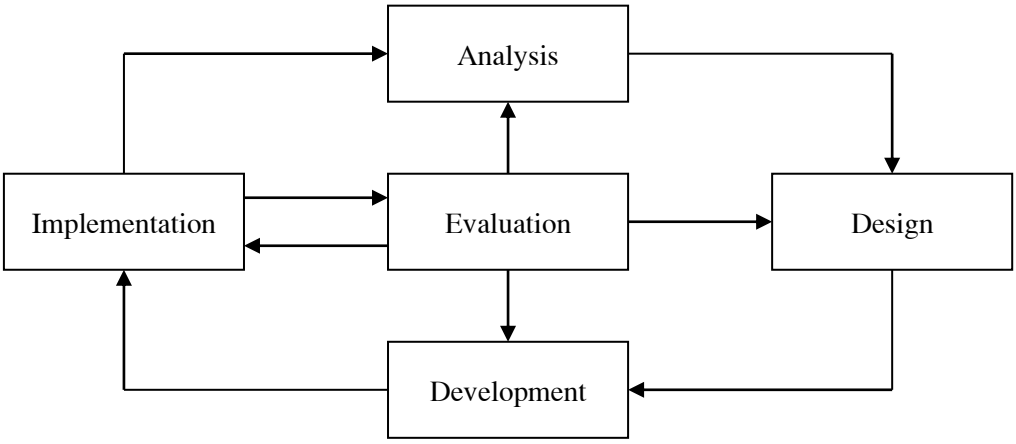
สรุปได้ว่า ในการจัดสร้างระบบหนึ่งขึ้นมากระบวนการที่จำเป็นคือ การกำหนดจุดมุ่งหมายของระบบ การศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การประมวลสภาพการณ์และปัญหาที่เกี่ยวข้อง การกำหนดองค์ประกอบของระบบ การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ การเขียนผังระบบ การทดลองใช้ระบบ การประเมินผลระบบ การปรับปรุงระบบ

2.1.2 ทฤษฎีระบบการเรียนการสอน

2.1.2.1 ระบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE

ADDIE เป็นระบบการเรียนการสอนที่ออกแบบขึ้นมาสำหรับใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System Approach) โดยเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดและเป็นระบบปิด (Closed System)

ADDIE มาจากตัวอักษรตัวแรกของแต่ละขั้นตอน จำนวน 5 ขั้น ได้แก่ Analysis, Design, Development, Implementation และ Evaluation ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ระบบการเรียนการสอน ADDIE Model

ระบบการเรียนการสอน ADDIE ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

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

รายละเอียดแต่ละขั้น มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ (A: Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของระบบการเรียนการสอน ADDIE ซึ่งมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลไปยังขั้นตอนอื่น ๆ โดยจะต้องพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่น ๆ โดยจะพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ คุณลักษณะของผู้เรียน วัตถุประสงค์ ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมที่ขาดหวัง ปริมาณและความลึกของเนื้อหาและแหล่งข้อมูลที่มีอยู่

2. การออกแบบ (D: Design) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยออกแบบบทเรียนตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์

3. การพัฒนา (D: Development) เป็นขั้นตอนที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนในการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาเป็นบทเรียนตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยใช้ระบบนิพนธ์หรือซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งบทเรียนต้นแบบพร้อมจะนำไปทดลองใช้ในขั้นตอนต่อไป

4. การทดลองใช้ (I: Implementation) เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้น เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่วางแผนไว้ตั้งแต่ต้น ประกอบด้วยการดำเนินการต่าง ๆ ดังนี้

5. การประเมินผล (E: Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของระบบการเรียนการสอน ADDIE เพื่อประเมินผลบทเรียนและนำผลที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ

2.1.2.2 ระบบการเรียนการสอนของเกอร์ลาช-อีลี่

เป็นวิธีระบบที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย แบ่งขั้นตอนของวิธีระบบออกเป็น 10 ขั้นตอน (Gerlach & Ely, 1971) ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ (Specification of Objectives) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติและผู้สอนสามารถวัดหรือสังเกตได้

2 กำหนดเนื้อหา (Specification of Content) เป็นการเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมเพื่อกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งไว้

3. ประเมินผลพฤติกรรมเบื้องต้น (Assessment of Entry Behaviors) เป็นการประเมินผลก่อนการเรียนเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและภูมิหลังของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ โดยการพิจารณาว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในเรื่องที่จะสอนนั้นมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการที่จะจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

4. กำหนดกลยุทธของวิธีการสอน (Determination of Strategy) เป็นแนวทางการสอนเฉพาะเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถบรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน วิธีการสอนตามกลยุทธ์นี้แบ่งได้เป็น 2 แบบ

4.1 การสอนแบบเตรียมเนื้อหาความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยสมบูรณ์ทั้งหมด (Expository Approach) เป็นการสอนที่ผู้สอนป้อนความรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยการใช้สื่อต่าง ๆ และจากประสบการณ์ของผู้สอน การสอนแบบนี้ได้แก่ การสอนแบบบรรยายหรืออภิปราย ซึ่งผู้เรียนไม่จำเป็นต้องค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองแต่อย่างใด

4.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Discovery หรือ Inquiry Approach) เป็นการสอนที่ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้เตรียมสื่อและสิ่งอำนวยความสะดวกในการเรียนเป็นการจัดสภาพการณ์เพื่อให้การเรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมาย โดยที่ผู้เรียนต้องค้นคว้าหาความรู้เอาเอง

5. จัดแบ่งกลุ่มผู้เรียน (Organization of Groups) เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมกับวิธีสอนและเพื่อให้ได้เรียนรู้ร่วมกันอย่างเหมาะสม

6. กำหนดเวลาเรียน (Allocation of Time) การกำหนดเวลา หรือการใช้เวลาในการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่จะเรียน วัตถุประสงค์ สถานที่ และความสนใจของผู้เรียน

7. จัดสถานที่สำหรับเรียน (Allocation of Space) การจัดสถานที่เรียนจะขึ้นอยู่กับขนาดของกลุ่มผู้เรียน

8. เลือกสรรทรัพยากร (Allocation of Resources) เป็นการที่ผู้สอนเลือกสื่อการสอนที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ เนื้อหา วิธีการสอน และขนาดกลุ่มผู้เรียนเพื่อให้การสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

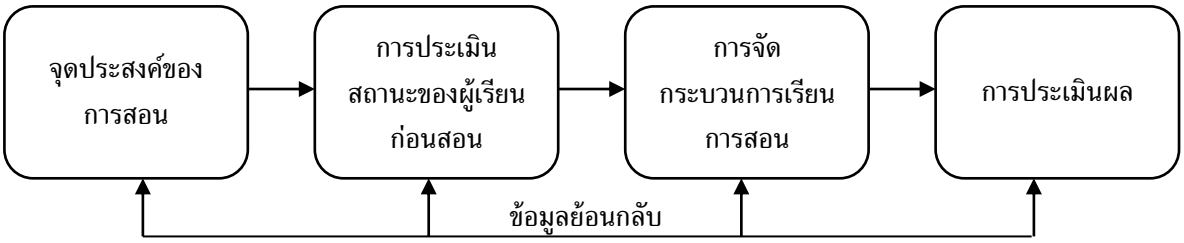
9. ประเมิน (Evaluation of Performance) หมายถึง การประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน อันเกิดจากกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนกับสื่อการสอน

10. วิเคราะห์ข้อมูลย้อนกลับ (Analysis of Feedback) ใช้ในการพิจารณาว่าการดำเนินงานตั้งแต่ต้นนั้นมีข้อบกพร่องอะไรบ้างในระบบหรือมีปัญหาประการใดบ้างเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขระบบการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.1.2.3 ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์

ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์ ประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 5 ส่วน (Glasser, 1998)

1. จุดประสงค์ของการสอน
2. การประเมินสถานะของผู้เรียน
3. การจัดกระบวนการเรียนการสอน
4. การประเมินผลการเรียนการสอน
5. ข้อมูลป้อนกลับ



ภาพที่ 2-4 ระบบการเรียนการสอนของกลาสเซอร์ (Glasser, 1998)

2.1.2.4 ระบบการเรียนการสอนของบราวน์และคณะ

ระบบการเรียนการสอนของบราวน์และคณะ เป็นระบบการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยพิจารณาถึงแนวทางและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อผู้สอนจะได้สามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการ ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ (Brown, Lewis & Harcleroad, 1985)

1. จุดมุ่งหมาย (Goals) ตั้งเป้าหมายที่ต้องการให้บรรลุผลหรือผลสำเร็จที่คาดหมายในการเรียนการสอน โดยผู้สอนกำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

2. วัตถุประสงค์และเนื้อหา (Objectives and Content) เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนโดยพิจารณาว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนั้นแล้วผู้เรียนจะบรรลุถึงวัตถุประสงค์อะไรบ้าง โดยต้องเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดหรือสังเกตได้

หลังจากการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนต้องมีการเลือกเนื้อหาบทเรียนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้นั้น โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนพฤติกรรมตามผลของการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3. สภาพการณ์

4. ผลลัพธ์

2.1.3 ความหมายรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบเป็นรูปธรรมของความคิด ซึ่งสามารถแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย แผนผัง ไดอะแกรมหรือแผนภูมิ เพื่อกระตุ้นให้ตนเองและบุคคลอื่นเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น และเป็นเครื่องมือทางความคิดที่บุคคลใช้ในการแสวงหาคำตอบ ความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ปกติในการศึกษาวิจัยเรื่องใด ๆ ผู้ศึกษาจะต้องตั้งคำถามที่ต้องการคำตอบ ซึ่งในกระบวนการวิจัยจะมีการตั้งสมมติฐานหรือชุดของสมมติฐานขึ้นมาซึ่งก็คือคำตอบที่คาดคะเนไว้ล่วงหน้า สมมติฐานเหล่านี้มักจะได้มาจากข้อความรู้หรือข้อค้นพบที่ผ่านมาหรืออาจจะเกิดจากประสบการณ์หรือการหยั่งรู้ (Intuition) ของผู้ศึกษางานวิจัยหรืออาจจะเกิดจากทฤษฎี หลักการต่าง ๆ ของเรื่องหรือสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ซึ่งจะยังคงเป็นเพียงเครื่องมือในการแสวงหาคำตอบเท่านั้นจนกว่าจะได้รับการพิสูจน์ หากสมมติฐานเป็นจริงข้อความนั้นก็จะสามารถนำไปใช้ในการทำนายหรืออธิบายปรากฏการณ์นั้น ๆ (ทิศนา, 2552: 220-221) กล่าวว่า รูปแบบโดยทั่วไปจะต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

1. รูปแบบจะต้องนำไปสู่การทำนาย (Prediction) ผลที่ตามมาสามารถพิสูจน์และทดสอบได้ กล่าวคือ สามารถนำไปสร้างเครื่องมือเพื่อนำไปพิสูจน์และทดสอบได้

2. โครงสร้างของรูปแบบจะต้องประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationship) ซึ่งสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือเรื่องนั้นได้

3. รูปแบบจะต้องสามารถช่วยสร้างจินตนาการ (Imagination) ความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์รวมทั้งช่วยขยายขอบเขตของการสืบเสาะความรู้

4. รูปแบบควรประกอบด้วยความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural Relationships) และมากกว่าความสัมพันธ์เชิงเชื่อมโยง (Associative Relationships)

รูปแบบ (Model) ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 4 แบบคือ

1. รูปแบบเชิงเปรียบเทียบ (Analogue Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกในลักษณะของการเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ อย่างน้อย 2 สิ่งขึ้นไป รูปแบบนี้ใช้กันมากทางด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์

2. รูปแบบเชิงภาษา (Semantic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านการใช้ภาษา นิยมใช้ในด้านศึกษาศาสตร์

3. รูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางสูตรคณิตศาสตร์ ส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากได้รูปแบบเชิงภาษา

4. รูปแบบเชิงแผนผัง (Schematic Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงออกผ่านทางแผนผัง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ เป็นต้น

5. รูปแบบเชิงสาเหตุ (Causal Model) ได้แก่ ความคิดที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของสภาพการณ์หรือปัญหาใด ๆ ส่วนใหญ่มักเป็นรูปแบบด้านศึกษาศาสตร์

จากการนำเสนอข้างต้น พบว่า รูปแบบทางด้านศึกษาศาสตร์มักเป็นรูปแบบเชิงสาเหตุและมักใช้คำว่ารูปแบบการเรียนการสอนซึ่งมีความหมายเดียวกับระบบการเรียนการสอน หากพิจารณาตามคุณสมบัติอันเป็นองค์ประกอบสำคัญ กล่าวคือ เป็นลักษณะของการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบตามปรัชญา ทฤษฎี หลักการ หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญ ๆ ของระบบนั้น ๆ และได้รับการยอมรับหรือพิสูจน์ทดสอบถึงประสิทธิภาพของระบบนั้น ๆ มาแล้ว แต่ตามความหมายทั่วไป นักการศึกษาโดยทั่วไปนิยมใช้คำว่า “ระบบ” หรือการเรียนการสอนในภาพรวมและนิยมใช้คำว่า “รูปแบบ” กับระบบย่อยกว่าโดย เฉพาะกับ “วิธีการสอน”

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงนิยามได้ว่า “รูปแบบการเรียนการสอน คือ สภาพหรือลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งได้จัดไว้อย่างเป็นระบบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ ประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอนรวมทั้งวิธีสอนหรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่ช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ โดยรูปแบบจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับแล้วว่ามีประสิทธิภาพสามารถใช้เป็นแบบแผนในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ได้”

2.1.4 องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ทิศนา (2545) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้

1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ๆ

2. การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักการที่ยึดถือ

3. การจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4. การอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รูปแบบการเรียนการสอนจะต้องได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ ทำนายผลได้ และมีศักยภาพในการสร้างความคิดรวบยอดและความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ได้

2.1.5 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

องค์ประกอบสำคัญของการจัดการศึกษา นอกเหนือจากหลักสูตรที่เป็นตัวกำหนดว่าจะสอนอะไรให้กับผู้เรียน อีกส่วนหนึ่งคือวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ และความพยายามนี้จะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเมื่อได้ผ่านกระบวนการกำหนดและเลือกใช้วิธีดำเนินการดีที่สุดที่เรียกว่า “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน” (Reigeluth, 1991: 7-11) กล่าวสั้น ๆ คือการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่ช่วยในการตัดสินใจว่าวิธีการใดของการเรียนการสอนเป็นวิธีที่ดีที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ต้องการในตัวผู้เรียน ซึ่งเป็นประชากร กลุ่มเป้าหมายทั้งด้านความรู้และทักษะที่กำหนด

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้น

ขั้นที่ 1 การกำหนดความต้องการ

ขั้นที่ 2 การออกแบบวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 การนำวิธีการไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 การประเมินผลลัพธ์

Joyce & Weil (1986) กล่าวถึงการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สรุปขั้นตอนการพัฒนาได้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบการเรียนการสอน

2. นำเสนอแนวคิดสำคัญของข้อมูลที่ได้จากกการวิเคราะห์มากำหนดเป็นหลักการ เป้าหมายและองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อทำให้รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3. กำหนดแนวทางในการนำรูปแบบไปใช้ โดยให้รายละเอียดเกี่ยวกับเงื่อนไขวิธีการใช้รูปแบบ

4. ประเมินรูปแบบโดยทดสอบประสิทธิภาพที่ได้สร้างขึ้นและองค์ประกอบต่าง ๆ โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนทั้งในด้านทฤษฎีและปฏิบัติ

5. ปรับปรุงรูปแบบก่อนนำไปทดลองโดยนำข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและข้อมูลหลังจากการทดลองใช้รูปแบบเพื่อปรับปรุง

จากแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสร้างรูปแบบให้ชัดเจน มีการศึกษาหลักการ แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดองค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบการเรียนการสอน รวมทั้งจัดกลุ่มขององค์ประกอบให้มองเห็นความสัมพันธ์กัน มีการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างและพัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ

2.2 ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ

รายเอียดข้อมูลสำหรับแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยของสุจิตรา (2550) สามารถสังเคราะห์และสรุปได้ดังนี้

2.2.1 ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บ

การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบันและมีรูปแบบที่หลากหลาย โดยอาศัยทรัพยากรต่าง ๆ ที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บไว้ดังนี้

ถนอมพร (2544) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา โดยประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเวิล์ดไวด์เว็บในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนบนเว็บนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

วิชุดา (2545) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนทางไกลที่ใช้บริการเวิล์ดไวด์เว็บเป็นสื่อกลาง สามารถช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้โดยที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในสถานที่เดียวกันและในเวลาเดียวกัน

ใจทิพย์ (2547) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียและคอมพิวเตอร์เครือข่าย ซึ่งรวมถึงเครื่องมือสื่อสารในการสรรค์สร้างกิจกรรมการเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้โดยผู้เรียน ผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่พร้อมกัน ณ สถานที่เดียวกัน

กิดานันท์ (2548) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน เพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติหรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบ การสอน รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่าง ๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การโต้ตอบทางอีเมล์ และการพุดคุยสดด้วยข้อความ เป็นต้น

Clark (1996) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่นำเสนอโดยการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะหรือส่วนบุคคลและแสดงผลในรูปของการใช้เว็บบราวเซอร์ สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ติดตั้งไว้ได้โดยผ่านเครือข่าย

Khan (1997) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการประยุกต์ใช้รูปแบบการนำเสนอข้อมูลแบบไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) โดยการใช้ทรัพยากรและศักยภาพของเวิล์ดไวด์เว็บเพื่อจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยช่วยให้ผู้เรียนสร้างปัญญาหรือความรู้

Parson (1997) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการสอนที่นำเสนอสิ่งที่ต้องการบางส่วนหรือทั้งหมดโดยอาศัยเว็บ โดยเว็บสามารถกระทำได้ในหลายรูปแบบและหลายขอบเขตที่เชื่อมโยงกัน ไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อบทเรียน วัสดุช่วยการเรียนรู้และการศึกษาทางไกล

Hannum (1998) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต โดยมีการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ

จากความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บ สรุปว่า การเรียนการสอนบนเว็บเป็นการใช้โปรแกรมสื่อหลายมิติที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตและเวิล์ดไวด์เว็บมาออกแบบเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน

2.2.2 การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ

สิ่งที่สำคัญของการเรียนการสอนบนเว็บคือ คุณลักษณะทางการศึกษาของการสอนหรือบทเรียน ซึ่งเป็นกลวิธีต่างๆ ทางการสอนที่สามารถทำให้เกิดขึ้นโดยประยุกต์ใช้ศักยภาพของเวิล์ดไวด์เว็บ มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบและหลักการในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บดังนี้

วิชุดา (2545) ได้สรุปหลักการพื้นฐานการจัดการเรียนการสอนบนเว็บดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาบทเรียนได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ โดยผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในห้องเรียนเดียวกันและในเวลาพร้อมกัน

2. สนับสนุนให้มีการปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับบทเรียนบนเว็บกับผู้สอนและกับกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกันหรือเข้าถึงบทเรียนบนเว็บได้ตลอดเวลาด้วยความสะดวก

3. ควรสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เนื่องจากกิจกรรมการเรียนแบบร่วมมือจะช่วยพัฒนาความคิด ความเข้าใจของผู้เรียนได้ดีกว่าการทำงานคนเดียวอีกทั้งยังสร้างความสัมพันธ์เป็นทีม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน

4. ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Active Learning) หลีกเลี่ยงการกำกับโดยให้ผู้สอนเป็นผู้ป้อนข้อมูลหรือคำตอบ ผู้เรียนควรใฝ่หาข้อมูลองค์ความรู้ต่างๆ เองโดยการแนะนำของผู้สอน

5. การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันที ช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบความสามารถของตนเองอีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับแนวทาง วิธีการหรือพฤติกรรมให้ถูกต้องได้

6. ควรสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มีขีดจำกัด

ใจทิพย์ (2547) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการเรียนการสอนบนเว็บ ดังนี้

1. สร้างความรู้สึกให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าที่จะได้รับจากการเรียนด้วยเว็บและความคาดหวังที่เป็นรูปธรรมในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรม

2. สร้างบรรยากาศของการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมด้วยการท้าทายหรือสร้างปัญหาให้คิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม การปฏิสัมพันธ์และการโต้ตอบ

3. จัดกิจกรรมการเรียนให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนด้วยการสื่อสารที่ต่างเวลาโดยต้องคำนึงถึงปัจจัย 2 ประการคือ ความพร้อมในเรื่องของเทคโนโลยีและภาระในกิจกรรม

4. การออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและกับผู้สอนนั้นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมกลุ่มบนเครือข่าย เนื่องจากปฏิสัมพันธ์บนเครือข่ายนั้นผู้เรียนกับผู้สอนไม่ได้พบปะกันจริงในเวลาหรือสถานที่เดียวกัน

Oliver (1999) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญในการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บไว้ 3 องค์ประกอบดังนี้

1. ภาระเพื่อการเรียนรู้ (Learning Task) ได้แก่ กิจกรรม ปัญหา การปฏิสัมพันธ์ที่ใช้เพื่อดึงดูดความสนใจผู้เรียนและเพื่อการเรียนรู้

2. แหล่งเรียนรู้ (Learning Resource) ได้แก่ เนื้อหา ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนรู้

3. การสนับสนุนการเรียนรู้ (Learning Support) ได้แก่ การช่วยเสริมศักยภาพ โครงสร้างการกระตุ้น การจูงใจ การช่วยเหลือ และการเชื่อมโยงที่ใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้

Khan (2000, 2005) กล่าวถึงโครงสร้างหลักของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญ 8 ด้าน

ภาพที่ 2-5 ปัจจัยสำคัญของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ตามแนวคิด Khan (2000)

1. ศาสตร์การสอน (Pedagogy) ของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์เป้าหมาย การวิเคราะห์สื่อ วิธีการออกแบบ การจัดการและวิธีการของสภาพแวดล้อมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์

2. เทคโนโลยี (Technology) เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ของสภาพแวดล้อมทางการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย การวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์

3. การออกแบบส่วนติดต่อประสานผู้ใช้ (Interface Design) หมายถึง ภาพรวมด้านรูปร่างหน้าตาและความรู้สึกของโปรแกรมการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย การออกแบบเพจ (Page) และไซต์ (Site) การออกแบบเนื้อหา การนำทาง (Navigation) และการทดสอบการใช้

4. ประเมินผล (Evaluation) ประกอบด้วย การประเมินผู้เรียนและการประเมินการสอนและสภาพแวดล้อมทางการเรียน

5. การจัดการ (Management) เป็นการจัดการสภาพแวดล้อมทางการเรียนและการเสนอข้อมูลสารสนเทศ

6. แหล่งข้อมูลที่สนับสนุน (Resource Support) หมายถึง การสนับสนุนและแหล่งข้อมูลออนไลน์ที่ช่วยสนับสนุนให้เป็นสภาพการเรียนอย่างมีความหมาย

7. จริยศาสตร์ (Ethic) ของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของสังคมการเมือง ความแตกต่างทางวัฒนธรรม สภาพภูมิศาสตร์และผู้เรียนที่หลากหลาย การเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย จรรยาบรรณและกฎหมาย

8. สถาบัน (Institution) เกี่ยวข้องกับงานบริหาร งานวิชาการ และการบริการผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์

2.2.3 การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สามารถทำให้การเรียนการสอนนั้นบรรลุเป้าหมายที่ต้องการ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางในการออกแบบไว้ดังนี้

ใจทิพย์ (2547: 78-97) กล่าวว่า การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บเป็นการประยุกต์หลักการเรียนรู้เข้ากับคุณสมบัติของเทคโนโลยีเวิล์ดไวด์เว็บและคุณสมบัติของเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างบทเรียนและกิจกรรมในการเรียนรู้ โดยได้กล่าวถึงหลักในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บว่า ควรพิจารณาองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ (1) ด้านการปฏิสัมพันธ์ทางการเรียน (2) ด้านมิติและเวลา และ (3) ด้านวิธีวิทยาการสอนหรือการประเมิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนการสอนบนเว็บ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน

1.1 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาสาระ (Learner-Content Interaction) หมายถึง กิจกรรมการเรียนในรูปของบทเรียนที่สร้างด้วยไฮเปอร์มีเดียที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้แล้วอย่างเป็นระบบ โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา

1.2 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและผู้สอน เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดระหว่างบุคคล

2. มิติเวลาในการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ การเรียนในมิติประสานเวลาและการเรียนในมิติต่างเวลา

3. ด้านวิธีวิทยาการสอนและการประเมิน

การเรียนการสอนบนเว็บที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้สอนควรคำนึงถึงกระบวนการสำคัญในการจัดการเรียนรู้เช่นเดียวกับการเรียนการสอนในห้องเรียน คือ การเรียนการสอนและการวัดและประเมิน

Arend (1999) ได้กล่าวถึงการออกแบบการสอนสำหรับการเรียนการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไว้ว่า ควรมีการเตรียมการสอนบนเครือข่ายไว้ล่วงหน้า เช่น โครงสร้าง เนื้อหา งานที่มอบหมายและกระบวนการประเมิน โดยจะต้องเตรียมการให้เสร็จสิ้นก่อนผู้เรียนจะเข้าศึกษาใน

ระบบเครือข่าย และขั้นตอนการออกแบบการสอนที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ADDIE Model ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (1) การวิเคราะห์ (2) การออกแบบ (3) การพัฒนา (4) การนำไปใช้ และ (5) การประเมินผล

Mcmanus (2000) กล่าวถึง การออกแบบระบบการสอนที่นำมาใช้ในการออกแบบการสอนบนเครือข่ายไว้ 7 ประการ

1. กำหนดเป้าหมายของการสอนให้ชัดเจนว่าต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอย่างไรได้บ้างเมื่อจบการเรียนการสอน

2. แยกแยะพฤติกรรมที่กำหนดดังกล่าวให้เป็นทักษะย่อย ๆ เป็นขั้นตอน

3. ตรวจสอบขั้นตอนหรือลำดับของทักษะและกำหนดระดับขั้นต่ำของทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรม

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แตกต่างจากจุดมุ่งหมายของการเรียน

5. สร้างหรือกำหนดการทดสอบที่ต้องการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียน

6. พัฒนาและปรับปรุงการสอนให้เป็นปัจจุบันมากที่สุด

7. การประเมินเพื่อดูว่าผู้เรียนกระทำในสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องการหรือไม่

Hall, Watkins & Eller (2003) ได้เสนอรูปแบบการออกแบบสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Learning Environment) โดยมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1. การกำหนดแนวทาง (Directionality) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการออกแบบโดยสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณา ได้แก่ ผู้เรียน บริบท และเป้าหมายในการเรียน

2. การออกแบบ (Design) ในขั้นตอนนี้เป็นการออกแบบองค์ประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมดุลระหว่างความเรียบง่ายกับความซับซ้อน องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการออกแบบ ได้แก่ ความเรียบง่าย (Simplicity) การใช้งานได้ง่าย (Usability) ความคงที่ (Consistency) และความซับซ้อน (Complexity) การปฏิสัมพันธ์ (Interactivity) การนำเสนอหลายช่องทาง (Multi-modality) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนได้ (Adaptability) การเพิ่มระดับความซับซ้อน (Progressive Complexity) เป็นต้น

3. การประเมินผล (Accountability) เป็นการวัดและการประเมินผลระหว่างเรียนและการประเมินผลขั้นสุดท้าย คุณลักษณะสำคัญในการประเมิน ประกอบด้วย ตัวแปรด้านผู้เรียน วิธีการใช้ผลลัพธ์และวิธีการวัด

Toporski & Foley (2004) นำเสนอกลยุทธ์การเรียนในสภาพแวดล้อมแบบออนไลน์ไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. จัดให้มีการปฏิสัมพันธ์ โดยการจัดสภาพการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กระตุ้นการเรียนรู้โดยการค้นพบ การทดลอง การลงมือปฏิบัติที่มีการนำเสนอความรู้ที่หลากหลาย

2. สร้างความสนใจและแรงจูงใจ ได้แก่ (1) จัดให้มีสิ่งแปลกใหม่ (2) ตั้งคำถามหรือปัญหาให้ผู้เรียนหาคำตอบ (3) สับเปลี่ยนองค์ประกอบต่าง ๆ ในการสอน และ (4) ใช้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม

3. ใช้สิ่งที่มีอยู่ในบริบท ผู้เรียนต้องแก้ไขปัญหาโดยใช้ความรู้และทักษะในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ต้องไม่แยกออกจากบริบทซึ่งสร้างความหมายให้การเรียนนั้น

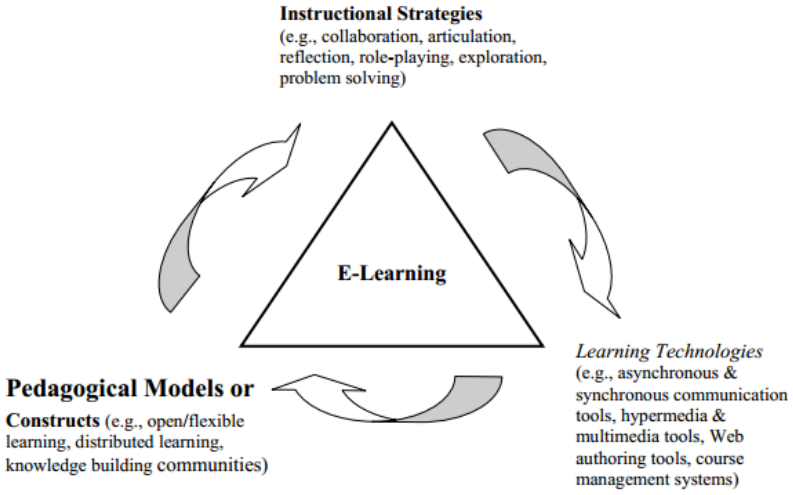
4. จัดให้มีความหลากหลาย โดยสามารถใช้สื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น เพื่อทำให้การเรียนรู้สามารถเกิดขึ้นโดยใช้ช่องทางการรับรู้ต่าง ๆ

5. ใช้กลยุทธ์การร่วมมือ ผู้เรียนสามารถมีระดับการเรียนรู้สูงขึ้นเมื่อมีการทำงานแบบร่วมมือ เนื่องจากความแตกต่างของกลุ่มและประสบการณ์เป็นผลดีต่อกระบวนการเรียนรู้

6. ลดภาระด้านพุทธิปัญญา ซึ่งเป็นระดับของพลังงานของสมองที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลที่ได้รับเมื่อปริมาณข้อมูลที่จะรับเพิ่มมากขึ้นจะมีผลต่อภาระด้านพุทธิปัญญา การให้ข้อมูลที่มากเกินไปพร้อม ๆ กัน อาจทำให้เกิดความซับซ้อนของข้อมูล การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ ดึงความสนใจโดยคำอธิบาย ลดการให้ข้อมูลมากเกินไปและจัดการสนับสนุนที่เหมาะสมสามารถช่วยลดภาระด้านพุทธิปัญญาได้

7. จัดการช่วยเสริมศักยภาพที่พอเพียงและเหมาะสมให้กับผู้เรียน

Dabbagh (2005) เสนอกรอบแนวคิดในการออกแบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 องค์ประกอบของกรอบแนวคิดในการออกแบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ตามแนวคิด Dabbagh (2005)

1. รูปแบบของวิธีการสอน ได้แก่ รูปแบบทางพุทธิปัญญาหรือแนวคิดทางทฤษฎี ซึ่งเป็นพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นกลไกที่เราใช้ในการเชื่อมโยงทฤษฎีสู่การปฏิบัติ

2. กลยุทธ์การสอน คือ สิ่งที่ผู้สอนหรือระบบการสอนกระทำเพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. เทคโนโลยีการเรียน ได้แก่ เทคโนโลยีต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ตามกลยุทธ์การสอน เช่น เครื่องมือสื่อสารแบบประสานเวลาและไม่ประสานเวลา ระบบจัดการรายวิชา เป็นต้น

2.3 ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนแบบร่วมมือเป็นอีกรูปแบบที่นิยมใช้จนกระทั่งปัจจุบัน เนื่องจากการเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการใช้ความรู้ ความสามารถเฉพาะตัวและศักยภาพในตนเองช่วยกันร่วมมือปัญหาให้ลุล่วงโดยสมาชิกมีความรู้สึกตระหนักถึงการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม (Slavin, 1995; Clark & Mayer, 2003; Cohen & Spencer, 1993 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์, 2551) ไม่ว่าการแก้ปัญหานั้นจะสำเร็จหรือล้มเหลว การที่สมาชิกพูดคุยให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ดังนั้นจึงได้รับความรู้จากเพื่อนไปด้วย (เสาวลักษณ์, 2551)

2.3.1 ความหมายของการเรียนแบบร่วมมือ

จากการประมวลความหมายของคำว่า Cooperative Learning การเรียนแบบร่วมมือจากหลายแหล่งข้อมูลทั้งบทความและงานวิจัย ได้ความหมายดังต่อไปนี้

Johnson & Johnson (1987) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนที่มีการอภิปรายกับผู้เรียนคนอื่นและมีการแบ่งวัสดุอุปกรณ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม โดยผู้เรียนแต่ละคนต้องเอาใจใส่รับผิดชอบต่อตนเองและใช้ทักษะกลุ่มย่อยได้อย่างเหมาะสม

Smith & McGregor (1992) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการแสดงถึงโครงสร้างที่วางไว้อย่างรัดกุมเพื่อนำไปสู่ Collaborative Learning สามารถให้ความหมายได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นการเรียนการสอนกลุ่มเล็กๆ ที่ทำงานด้วยกันเพื่อเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคน

Slavin (1995) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือ หมายถึง วิธีการสอนแบบหนึ่งซึ่งกำหนดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยปกติจะมีผู้เรียน 4 คน ประกอบด้วย ผู้เรียนระดับเก่ง 1 คน ผู้เรียนระดับปานกลาง 2 คน และผู้เรียนระดับอ่อน 1 คน การทดสอบผลการเรียนของผู้เรียนจะแบ่งเป็น 2 ตอน (1) พิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม และ (2) พิจารณาคะแนนทดสอบเป็นรายบุคคล ในการทดสอบผู้เรียนต่างคนต่างทำแบบทดสอบแต่เวลาเรียนต้องร่วมมือกันการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนร่วมกันรับผิดชอบงานของกลุ่มร่วมกัน โดยที่กลุ่มจะประสบความสำเร็จได้เมื่อสมาชิกทุกคนได้เรียนรู้บรรลุจุดมุ่งหมายเดียวกัน

Panitz (1996) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นกระบวนการต่างๆ ที่จัดขึ้นมาเพื่อช่วยให้คนได้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเพื่อที่จะให้ประสบผลสำเร็จในเป้าหมายเฉพาะที่กำหนดไว้และได้ผลิตผลตามที่ต้องการ เป็นเรื่องของการชี้นำ หรือเป็นมาตรการ (Directive) มากกว่าการร่วมมือ (Collaborative) หรือมีลักษณะเหมือนกับการควบคุมของครู

Payton (2004) ให้ความหมายของคำว่า Cooperative ไว้ดังนี้ คือ กลยุทธ์ทางการสอนที่ใช้ได้ผลดีในกลุ่มเล็กๆ ที่สมาชิกแต่ละคนมีความสามารถต่างกัน โดยมีการใช้กิจกรรมการเรียน

หลากหลายเพื่อพัฒนาความเข้าใจในวิชาที่เรียน สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะต้องรับผิดชอบทั้งการเรียนของตัวเองและคำนึงถึงความสำเร็จของกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบแต่ละส่วนของงานบ่อยครั้งที่ครูจะรู้ถึงปัญหาและสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องพบอยู่ก่อนแล้ว

พัชรี (2543) ให้ความหมายว่า การเรียนแบบร่วมมือ คือการเรียนที่ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันและเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และเครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งให้กำลังใจซึ่งกันและกัน สมาชิกแต่ละคนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองและสมาชิกในกลุ่ม

ทิศนา (2547) การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative & Collaborative Learning) หมายถึงการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถต่างกันประมาณ 3-6 คน ช่วยกันเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมายของกลุ่ม

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือ คือ การจัดการเรียนการสอนที่ใช้หลักการเรียนแบบร่วมมือที่มีลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สมาชิกมีความสามารถต่างกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้ได้ผลงานสำเร็จตามเป้าหมาย

2.3.2 องค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ

การเรียนแบบร่วมมือมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการดังนี้ (Johnson & Johnson, 1987, 2003)

1. การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence)

โดยสมาชิกแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วยเพื่อประโยชน์ร่วมกันการจัดกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือกันนี้ทำให้หลายทาง เช่น การให้ผู้เรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงานและการเรียนรู้ร่วมกัน (Positive Goal Interdependence) การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม (Positive Reward Interdependence) การให้งานหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานร่วมกัน (Positive Resources Interdependence) การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (Positive Role Interdependence)

2. การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด (Face to Face Promotion Interaction)

เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ไว้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability)

สมาชิกในกลุ่มจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบและพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ดังนั้นกลุ่มจึงจำเป็นต้องมีระบบการตรวจสอบผลงานทั้งที่เป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม วิธีการที่สามารถส่งเสริมให้ทุกคนได้ทำหน้าที่ของตนอย่างเต็มที่มีหลายวิธี เช่น การจัดกลุ่มให้เล็กเพื่อจะได้มีการเอาใจใส่กันและกันได้อย่างทั่วถึง การทดสอบเป็นรายบุคคล เป็นต้น

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills)

การเรียนรู้แบบร่วมมือจะประสบความสำเร็จได้ ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน ซึ่งครูควรสอนและฝึกให้แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้ดำเนินงานไปได้

5. การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing)

เพื่อช่วยให้กลุ่มเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น โดยการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มต้องครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่มและผลงานของกลุ่ม การวิเคราะห์การเรียนรู้นี้อาจทำโดยครูหรือผู้เรียนหรือทั้งสองฝ่าย การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่มเป็นยุทธวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมให้กลุ่มตั้งใจทำงานเพราะรู้ว่าจะได้รับข้อมูลป้อนกลับ และช่วยฝึกทักษะการรู้คิด

Kagan (1995) ได้อธิบายถึงการเรียนแบบร่วมมือไว้อีก 6 ประการคือ

1. กลุ่มหรือทีม (Group/Team) หมายถึง การจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มจะต้องมีกลุ่มขนาดเล็กประมาณ 2-6 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันคละกันขนาดของกลุ่มที่เหมาะสมที่สุด คือ 4 คน ที่จะเปิดโอกาสให้ทุก ๆ คนในกลุ่มได้ร่วมมือกันอย่างเท่าเทียมกัน รวมทั้งสามารถแบ่งให้งานทำเป็นคู่ได้สะดวก

2. มีความเต็มใจ (Willing) หมายถึง สมาชิกในกลุ่มมีความเต็มใจที่จะร่วมมือกันในการเรียนและทำงานเป็นกลุ่ม มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้น เอาใจใส่ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันโดยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และมีการยอมรับกันและกันเพื่อให้งานสำเร็จไปได้ด้วยดี

3. มีการจัดการ (Management) หมายถึง การจัดการเพื่อให้การทำงานกลุ่มแบบร่วมมือเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4. มีทักษะสังคม (Social Skill) หมายถึง มีทักษะในการทำงานร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. มีหลักการพื้นฐาน (Basic Principles) 4 ประการ ประกอบด้วย (1) มีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Positive Interdependence) (2) มีความรับผิดชอบเป็นรายบุคคล (Individual Accountability) (3) มีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน (Equal Participation) และ (4) มีการปฏิสัมพันธ์ไปพร้อม ๆกัน (Simultaneous Interaction)

6. มีรูปแบบการจัดกิจกรรม (Structure) เช่น เทคนิคการพูดเป็นคู่ เทคนิคการเขียนเป็นคู่ เทคนิคตรวจสอบ เป็นต้น เทคนิคต่าง ๆ จะต้องเลือกใช้ให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการ แต่ละเทคนิคนั้นได้ออกแบบเหมาะสมกับเป้าหมายที่ต่างกัน

Borih (2004) ได้จำแนกองค์ประกอบของการเรียนการสอนแบบร่วมมือไว้ ดังต่อไปนี้

1. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน (Teacher-student Interaction) การเรียนการสอนแบบร่วมมือจำเป็นต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ตลอดจนเป็นผู้แนะนำแหล่งข้อมูลและชี้แนวทางในการทำงานกลุ่มในระหว่างที่ผู้เรียนทำงานกลุ่ม ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่สังเกตการณ์และพร้อมที่จะช่วยเหลือกลุ่มที่ต้องการความช่วยเหลือตลอดเวลาผู้สอนควรให้ความสนใจกลุ่มต่าง ๆ เท่าเทียมกัน ไม่ควรใช้เวลากับกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมากเกินไป

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน (Student-student Interaction) ในการเรียนการสอนแบบร่วมมือ ผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา โดยเฉพาะในการทำกิจกรรมกลุ่มผู้เรียนจะต้องรับผิดชอบในการเรียนรู้ของเพื่อนร่วมทีมไปพร้อม ๆ กับการรับผิดชอบ

3. งานที่เฉพาะเจาะจงและเอกสารประกอบการเรียน (Task Specialization and Materials) การเรียนการสอนแบบร่วมมือจะต้องมีสิ่งที่ต้องเรียนรู้ กิจกรรมหรืองานที่ต้องทำอย่างเฉพาะเจาะจงตลอดจนมีเอกสารในการศึกษาค้นคว้าอย่างพอเพียง ผู้สอนต้องเตรียมกิจกรรมและเอกสารไว้ล่วงหน้า เพื่อให้ผู้เรียนมุ่งไปสู่กิจกรรมหรือเนื้องานได้ในทันที

4. ความคาดหวังในบทบาทและความรับผิดชอบ (Role Expectation and Responsibility) นอกจากกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำงานหรือกิจกรรมเฉพาะเจาะจงจากผู้สอนแล้ว สมาชิกกลุ่มแต่ละคนยังต้องได้รับการมอบหมายให้ทำหน้าที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะอีกด้วย เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานกลุ่มสมาชิกกลุ่มจะต้องแบ่งปันภาระและความรับผิดชอบเช่นบางคนทำหน้าที่เป็นประธาน บางคนเป็นผู้จดบันทึก บางคนเป็นผู้หาข้อมูล บางคนเป็นผู้สรุป เป็นต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า องค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ไว้นั้น มีองค์ประกอบที่เหมือนกันที่สำคัญ คือ

1. การปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
2. กระบวนการกลุ่ม (Group Process)
3. การรับผิดชอบของบุคคล (Individual Accountability)
4. การช่วยเหลือพึ่งพาและเกื้อกูลซึ่งกันและกัน (Positive Interdependence)

2.3.3 ประเภทและเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ

เทคนิคของการเรียนแบบร่วมมือ สามารถแบ่งตามประเภทการเรียนแบบร่วมมือได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ (เสาวลักษณ์, 2551: 26)

2.3.3.1 การเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นการจัดการเรียนแบบร่วมมือ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 2-6 คน ผู้เรียนจะเรียนเป็นกลุ่มตลอดทุกขั้นตอนของการเรียน ตลอดระยะเวลาเรียน เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการมีดังนี้ (วรนุช, 2544 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์, 2551)

1. เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) โดยจัดสมาชิกในกลุ่ม 4 คน ระดับสติปัญญาต่างกัน เช่น เก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ครูกำหนดบทเรียนและการทำงานของกลุ่มไว้แล้วครูสอนบทเรียนให้ผู้เรียนทั้งชั้น

(Class Presentation) จากนั้นให้กลุ่มทำงานตามที่กำหนด (Team Study) ผู้เรียนในกลุ่มช่วยเหลือกัน คนเก่งช่วยเหลือและตรวจงานของเพื่อนให้ถูกต้องก่อนนำส่งครู การสอบ(Test) ผู้เรียนต่างคนต่างทำข้อสอบ (Individual Improvement) แล้วนำคะแนนของทุกคนมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม ผู้สอนจัดลำดับคะแนนของทุกกลุ่มให้ทราบ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงที่สุดได้รับการยกย่องหรือได้รับรางวัล (Team Recognition)

องค์ประกอบเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย (Slavin, 1986)

1. การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)

ผู้สอนเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น โดยใช้กิจกรรมที่เหมาะสมกับบทเรียน ทั้งนี้ต้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการของ STAD อย่างแจ่มชัดเพราะผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ แล้วนำไปทดสอบซึ่งส่งผลถึงคะแนนของกลุ่ม ดังนั้นผู้เรียนจึงจำเป็นต้องรู้ทั้งวิธีการของ STAD และบทเรียนที่ต้องเรียนอย่างชัดเจน

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study)

การทำกิจกรรมกลุ่มย่อยโดยสมาชิกในกลุ่มจะทำการปรึกษาหารือร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนช่วยแก้ไขสิ่งที่เพื่อนร่วมกลุ่มทำผิดพลาด หน้าที่ของทีมและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มจึงต้องเกื้อกูลกัน กล่าวคือ สมาชิกในกลุ่มจะทำทุกอย่างให้ดีที่สุดเพื่อคะแนนของกลุ่ม

3. การทดสอบย่อย (Test) โดยผู้เรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน ทุกคนจะต้องทำคะแนนให้ดีที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อให้กลุ่มบรรลุเป้าหมายได้

4. คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores) เป็นการนำคะแนนพื้นฐานสำหรับแต่ละคนจากผลสอบครั้งหลังสุดมาวิเคราะห์เพื่อหาคะแนนความก้าวหน้า

5. กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition) กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับจะได้รับการรับรองรางวัลต่าง ๆ ก็ต่อเมื่อสามารถทำคะแนนของกลุ่มได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือมากกว่ากลุ่มอื่น

ตารางที่ 2-1 การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม

ระดับผู้เรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม	ระดับผู้เรียน	อันดับ	ชื่อกลุ่ม
ผู้เรียนเก่ง	1	A	ผู้เรียนปานกลาง	19	A
	2	B		20	B
	3	C		21	C
	4	D		22	D
	5	E		23	E
	6	F		24	F
	7	G		25	G
	8	H		26	H
ผู้เรียนปานกลาง	9	H	ผู้เรียนอ่อน	27	H
	10	G		28	G
	11	F		29	F
	12	E		30	E
	13	D		31	D
	14	C		32	C
	15	B		33	B
	16	A		34	A
	17	*			
	18	*			

ที่มา : ธนาวุฒิ (2553: 51-54)

จากตารางที่ 2-1 จะเห็นว่า ผู้เรียนคนที่ 17 และ 18 ยังไม่ได้เข้ากลุ่มทั้งนี้เพราะผู้เรียนทั้งหมดมี 34 คน ถ้าแบ่งกลุ่มละ 4 คน จะได้ 8 กลุ่ม และเหลือเศษอีก 2 คน ฉะนั้นจะมีอยู่ 2 กลุ่มที่สมาชิกได้กลุ่มละ 5 คน นั่นคือ ผู้เรียนคนที่ 17 และ 18 อาจเป็นสมาชิกของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งแล้วแต่การพิจารณาของผู้สอนว่าจะให้อยู่กลุ่มใด องค์ประกอบหนึ่งที่ควรพิจารณาจากความสมดุลเรื่องเรียนหรือผลการสอบที่ผ่านมา การคิดคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคนและทีม คะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคนในทีมคิดคำนวณจากผลต่าง ๆ ระหว่างคะแนนของผลการสอบครั้งใหม่กับคะแนนฐานของแต่ละคน ซึ่งมีเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 การคิดคะแนนความก้าวหน้า

คะแนนจากการทดสอบ	คะแนนความก้าวหน้า
คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10%	0
คะแนนต่ำกว่าคะแนนฐานตั้งแต่ 1-10%	10
คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานตั้งแต่ 0-10%	20
คะแนนสูงกว่าคะแนนฐานมากกว่า 10%	30

ที่มา : ธนาวุฒิ (2553: 51-54)

คะแนนความก้าวหน้าของทีมคิดคำนวณจากการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกแต่ละคนในทีม

2. เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม (Team Games Tournament: TGT) เป็นเทคนิคการจัดกลุ่มผู้เรียนเช่นเดียวกับเทคนิค STAD แต่ไม่มีการสอบในทุกสัปดาห์ แต่ละทีมที่มีความสามารถเท่ากันจะแข่งขันตอบปัญหา มีการจัดกลุ่มใหม่ทุกสัปดาห์โดยพิจารณาจากความสามารถของแต่ละบุคคล คะแนนของกลุ่มจะได้จากคะแนนของสมาชิกที่เข้าแข่งขันร่วมกับกลุ่มอื่น ๆ รวมกัน แล้วจัดให้มีการให้รางวัลกับกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. เทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (Team Assisted Individualization: TAI) คือ การจัดสมาชิกของกลุ่ม 4 คนที่มีระดับความรู้แตกต่างกัน โดยผู้สอนเรียกผู้เรียนที่มีความรู้ระดับเดียวกันของแต่ละกลุ่มมาสอน ความยากง่ายของเนื้อหาวิชาแตกต่างกัน จากนั้นผู้เรียนกลับไปยังกลุ่มของตนและต่างคนต่างทำงานที่ได้รับมอบหมาย แต่ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทุกคนสอบข้อสอบโดยไม่มีการช่วยเหลือกัน และมีการให้รางวัลทีมที่ทำคะแนนได้ดีกว่าเดิม

4. เทคนิคการต่อภาพ (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้กับบทเรียนที่มีเนื้อหาบทเรียนแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้

5. เทคนิคแบบกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation) สมาชิกในกลุ่มมี 2-6 คน แต่ละกลุ่มเลือกหัวเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้า จากนั้นแบ่งงานกันทั้งกลุ่ม มีการวางแผน ดำเนินงานตามแผน การวิเคราะห์และสังเคราะห์งานที่ทำ การนำเสนอผลงาน การให้รางวัลหรือคะแนนให้เป็นกลุ่ม

6. เทคนิคการเรียนร่วมกัน (Learning Together) เป็นเทคนิคการกำหนดสถานการณ์และเงื่อนไขให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแบ่งปันเอกสารการแบ่งงานที่เหมาะสม โดยผู้เรียนช่วยกันคิดและช่วยกันตอบคำถาม

7. เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือร่วมกลุ่ม (Co-op-Co-op) ผู้เรียนช่วยกันอภิปรายหัวข้อที่จะศึกษาแบ่งหัวข้อใหญ่เป็นหัวข้อย่อย แล้วจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มตามความสามารถที่แตกต่างกัน จากนั้นกลุ่มเลือกหัวข้อที่จะศึกษาตามความสนใจ กลุ่มแบ่งหัวข้อย่อยเป็นหัวข้อเล็กเพื่อผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มเลือกไปศึกษาและมีการกำหนดบทบาทและหน้าที่ของแต่ละคนภายในกลุ่ม ผู้เรียนศึกษาเรื่องที่ตนเลือกและนำเสนอต่อกลุ่ม กลุ่มรวบรวมหัวข้อต่าง ๆ จากผู้เรียนทุกคน แล้วรายงานผลงานต่อชั้นและประเมินผลงานของกลุ่ม

จากเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือที่กล่าวมานี้ จะเห็นได้ว่าบางเทคนิควิธีมีลักษณะคล้ายกัน ดังนั้นการจะเลือกใช้เทคนิควิธีใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์รวมถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ของแต่ละเทคนิควิธี

2.3.3.2 การเรียนแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) หมายถึง การจัดการเรียนแบบร่วมมือที่ให้ผู้เรียนได้เรียนร่วมมือเป็นกลุ่มเล็กประมาณ 2-6 คน โดยผู้เรียนจะเรียนร่วมมือเป็นกลุ่มเฉพาะในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการเรียนการสอน และเทคนิควิธีเรียนที่เหมาะสำหรับนำมาจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการนี้จะมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาช่วงสั้นในการศึกษาร่วมกันเพียง 5-10 นาที จนถึง 1 คาบเรียน เพื่อให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มร่วมมือชั่วคราว มีการแสดงความคิดเห็น ซักถามก่อนและหลังเรียนหรือระหว่างการเรียนก็ได้เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาหรือทำงานร่วมกันได้สำเร็จตามเป้าหมายของกลุ่ม ได้แก่ เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือที่มีลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (Kagan, 1995 อ้างถึงใน เสาวลักษณ์, 2551)

1. เทคนิคการพูดรอบวง (Round Robin) เป็นเทคนิคให้ผู้เรียนในกลุ่มทั้ง 4 คน ผลัดกันพูดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนครบทุกคนในกลุ่ม

2. เทคนิคการเขียนรอบวง (Round Table) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในกระดาษแผ่นเดียวกันแล้ววนไปเรื่อย ๆ จนผู้เรียนทุกคนเขียนทั้งหมดแล้วนำมาสรุป

3. เทคนิคการเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous Roundtable) เป็นเทคนิคที่เหมือนการเขียนรอบวง แต่ต่างกันที่เป็นการเน้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเขียนคำตอบพร้อมกัน

4. เทคนิคการพูดเป็นคู่ (R Osborn Robin) เป็นเทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือที่ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อย แล้วครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูด ตอบ แสดงความคิดเห็นเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่จะผลัดกันพูดและฟังโดยใช้เวลาเท่า ๆ กัน

5. เทคนิคการเขียนเป็นคู่ (Rally Table) เป็นเทคนิคคล้ายกับการพูดเป็นคู่ ต่างกันเพียงแต่ละคู่ผลัดกันเขียนหรือวาดแทนการพูด

6. เทคนิคการแก้ปัญหาด้วยการต่อภาพ (Jigsaw Problem Solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนไว้ แล้วนำคำตอบของแต่ละคนมารวมกัน เพื่อแก้ปัญหาให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์เหมาะสมที่สุด

7. เทคนิคการคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think Pair Share) เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วนำคำตอบไปแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนที่เป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคู่มาแสดงความคิดเห็นพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุด จึงนำคำตอบเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

8. เทคนิคการแสดงความคิดเห็นเป็นคู่ (Pair Discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้กันร่วมกันคิดและแสดงความคิดเห็นเป็นคู่

9. เทคนิคการแสดงความคิดเห็นเป็นทีม (Team Discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันระดมความคิด และพูดแสดงความคิดเห็นพร้อมกัน

10. เทคนิคแบบเรียกหมายเลข (Numbered Head Together) เทคนิคนี้แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มด้วยกลุ่มละ 4 คน มีความสามารถคละกันแต่ละคนจะมีหมายเลขประจำตัว แล้วครูถามคำถามหรือมอบหมายงานให้ทำ แล้วให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นในกลุ่มย่อยจนมั่นใจว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจคำตอบ

11. เทคนิคบัตรคำช่วยจำ (Color-code Co-op Cards) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนจดจำข้อมูลจากการเล่นเกมที่ใช้บัตรคำถาม บัตรคำตอบ ซึ่งผู้เรียนแต่ละกลุ่มที่เตรียมบัตรมาเป็นผู้ถามและมีการให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบได้ถูกต้อง

12. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pair Check) เป็นเทคนิคที่ให้สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงาน แต่ละคู่จะนำคำตอบมาและเปลี่ยนและตรวจสอบคำตอบของคู่อื่น

13. เทคนิคเครือข่ายความคิด (Team Word Webbing) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนเขียนแนวคิดหลักและองค์ประกอบย่อยของความคิดหลักพร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับองค์ประกอบย่อยบนแผ่นกระดาษลักษณะของแผนภูมิความรู้

14. เทคนิควงกลมซ้อน (Inside Outside Circle) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนนั่งหรือยืนเป็นวงกลมซ้อนกัน 2 วง จำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันหน้าเข้า ผู้เรียนที่อยู่ตรงกับจับคู่กันเพื่อสัมภาษณ์ซึ่งกันและกัน หรือแสดงความคิดเห็นปัญหาร่วมกัน จากนั้นจะหมุนเวียนเพื่อเปลี่ยนคู่ใหม่ไปเรื่อย ๆ ไม่ซ้ำคู่กัน โดยผู้เรียนวงนอกและวงในเคลื่อนไปในทิศทางตรงข้ามกัน

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนแบบร่วมมือ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ และการเรียนแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ

2.3.4 ขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือ

จากการศึกษางานวิจัยของเสาวลักษณ์ (2551) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือจากนักการศึกษาได้ดังนี้

สรวงสุดา (2545) ได้สรุปขั้นตอนการเรียนแบบร่วมมือดังนี้

1. ครูสอนเนื้อหาบทเรียน

2. เรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยผู้เรียนในกลุ่มทำงานตามที่ครูกำหนด เปรียบเทียบคำตอบ ซักถาม ตรวจคำตอบระหว่างกัน

3. ผู้เรียนอธิบายวิธีทำแบบฝึกหัดให้เพื่อนฟัง

4. เมื่อจบบทเรียน ครูให้ทำแบบทดสอบสั้น ๆ ด้วยตนเองไม่มีการช่วยเหลือกัน

5. ผู้สอนตรวจผลคะแนนของผู้เรียนแต่ละคนแล้วคำนวณค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม

6. ผู้เรียนที่ทำคะแนนได้ดีกว่าครั้งก่อนจะได้รับคำชมเชยหรือรางวัล

อรพรรณ (2540) กล่าวว่า การเรียนแบบร่วมมือมีลำดับขั้นที่คล้ายคลึงกัน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นการเตรียมก่อนการเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนจะเป็นผู้แนะนำทักษะการเรียน จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อย ครูแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนและการทำกิจกรรมร่วมกันและการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนแบบร่วมมือ

2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหาและแหล่งข้อมูล มอบหมายงานให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มและ อธิบายขั้นตอนการทำงาน

3. ขั้นทำงานกลุ่ม ในขั้นนี้ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันตามบทบาทหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย ผู้เรียนรับผิดชอบงานของตนเองและกลุ่ม โดยผู้สอนเป็นผู้กำหนดให้ผู้เรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้งที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ได้ครบถ้วนตามที่มอบหมายหรือไม่ โดยเน้นไปที่ผลงานกลุ่ม ถ้าผู้เรียนยังทำงานบกพร่องต้องได้รับการซ่อมเสริมหรือการช่วยเหลือ

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ขั้นนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน กรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาบทเรียนหรือการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ ผู้สอนและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลงานกลุ่ม และพิจารณาว่าอะไรคือจุดเด่นของงานและสิ่งใดที่ควรปรับปรุง

2.3.5 ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

กรมวิชาการ (2540) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือดังนี้

1. สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกเพราะทุกคนร่วมมือในการทำงานกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน

2. ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

4. ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน

5. ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

2.3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนแบบร่วมมือ

Gokhale (1995) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องของการใช้การเรียนแบบร่วมมือในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาปริญญาตรี สาขา Industrial Technology ที่มหาวิทยาลัย Western จุดประสงค์เพื่อตรวจสอบผลของการเรียนรายบุคคลและการเรียนแบบร่วมมือในการเพิ่มทักษะการฝึกและการปฏิบัติและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ Illinois โดยศึกษากับนักศึกษา จำนวน 48 คน วิชาวงจรไฟฟ้าที่ผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองและเรียนแบบร่วมมือ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ทดลองให้เรียนด้วยตนเองและเรียนแบบร่วมมือด้วยการฝึกด้วยการใช้แบบฝึกและปฏิบัติ และการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษา พบว่าผู้เรียนที่

เรียนแบบร่วมมือด้วยการใช้การฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองด้วยการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่การเรียนด้วยการฝึกด้วยแบบฝึกและปฏิบัติ ผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองและเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

เกษมรัศม์ (2546) ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือบนเว็บที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวการเรียนโปรแกรมศิลปศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวการเรียนโปรแกรมศิลปศึกษาโรงเรียนสายน้ำผึ้งและโรงเรียนยานนาวานิเวศวิทยาคม ที่เรียนวิชาการออกแบบ จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองเรียนแบบร่วมมือกลุ่มละ 3 คน โดยใช้บทเรียนบนเว็บ เก็บข้อมูลการเรียนและวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์และแบบประเมินการใช้สื่อแล้ววิเคราะห์ข้อมูลด้วยการทดสอบค่าที ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ พบว่า รูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือประกอบด้วย บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียนเนื้อหาวิชา สำหรับกระบวนการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นตอนก่อนเรียน ที่บอกให้ผู้เรียนทราบหลักสูตร วัตถุประสงค์ ปัจจัยสนับสนุน การปฐมนิเทศการเรียน (2) ขั้นตอนการร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยการโต้แย้งบนกระดานข่าวและการใช้ E-mail การสืบค้นข้อมูลออนไลน์ การสร้างผลงานและนำเสนอผลงานบนเว็บ (3) ขั้นตอนการประเมินผล ซึ่งการเรียนดังกล่าวสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้สูงกว่าก่อนเรียนพัฒนาความคิดประเภทละเอียดลออออย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างของความคิดคล่องความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

เสาวลักษณ์ (2551) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง ผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานสนทนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการแสดงความคิดเห็นที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างบนเว็บด้วยกระดานสนทนาสำหรับพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณพร้อมกับการศึกษาหาคำตอบว่าการเรียนลักษณะนี้จะเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพอย่างไรเพื่อจะเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้น ม.5 ปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนแม่จันวิทยาคม จ.เชียงราย จำนวน 58 คน แบ่งผู้เรียนเป็น 4 กลุ่มดังนี้ (1) กลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างมากบนเว็บ 15 คน (2) กลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างน้อยบนเว็บ 14 คน (3) กลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างมากบนเว็บ 15 คน (4) กลุ่มผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างน้อยบนเว็บ 14 คน ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) ผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างมากด้วยกระดานสนทนาบนเว็บมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างน้อยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (2) ผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวเรียนด้วยกระดานสนทนาบนเว็บมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (3) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียน

แบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันและบุคลิกภาพของผู้เรียนที่ต่างกันด้วยกระดานสนทนาบนเว็บที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (4) การแสดงความคิดเห็นรายครั้งของผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างมากด้วยกระดานสนทนาบนเว็บมีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (5) การแสดงความคิดเห็นรายครั้งของผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวที่เรียนแบบร่วมมือด้วยกระดานสนทนาบนเว็บมีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าผู้เรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวในครั้งที่ 4 และครั้งที่ 5 ของการแสดงความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (6) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการแสดงความคิดเห็นรายครั้งของการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันและบุคลิกภาพที่ต่างกันของผู้เรียนด้วยกระดานสนทนาบนเว็บที่มีต่อระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ภัทร์พงศ์ (2553) ได้พัฒนางานวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ วิธีการดำเนินการวิจัย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นตอนการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ โดยใช้เทคนิค EDFR และ (2)ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ ด้วยขั้นตอนตามรูปแบบ ADDIE เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แบบทดสอบ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งเป็น 4 กลุ่มย่อย จำนวน 32 คน และกลุ่มผู้เรียน จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ มีองค์ประกอบหลัก ประกอบด้วย 8 โมดูล ได้แก่ โมดูลการเรียนรู้ KWDL โมดูลการจัดกลุ่ม โมดูลการแข่งขัน โมดูลการประเมินผล โมดูลฐานความรู้ โมดูลผู้เรียน โมดูลผู้สอน และโมดูลการติดต่อสื่อสาร ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.614, S.D.=0.533) และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\overline{X}$=4.355, S.D.=0.561) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบทีเคโอ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์มีค่าเท่ากับ 2.171 ดัชนีประสิทธิผลของคะแนนการเรียน มีค่าเท่ากับร้อยละ 51.313 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนสอบเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.661, S.D.=0.545) การวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนและนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิชาด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบออนไลน์ได้

2.4 ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับระบบการสอนอัจฉริยะ

2.4.1 ความหมายของระบบการสอนอัจฉริยะ

ระบบการสอนอัจฉริยะหรือเรียกอีกหลายชื่อ เช่น ระบบการสอนพิเศษอัจฉริยะ ระบบการสอนปัญญาประดิษฐ์ ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ แต่มีความหมายไปในทิศทางเดียวกัน

วิทยา (2548: 72) ได้ให้ความหมายว่า ระบบ ITS ถือเป็นงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ เนื่องจากระบบ ITS จะมีองค์ประกอบที่สำคัญคือฐานองค์ความรู้ หรือ KB (Knowledge Base) และใช้หลักของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อตอบสนองความรู้ และเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนตามศักยภาพ

วัฒนา (2547: 13) ได้ให้ความหมายว่า เป็นระบบที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยทางด้านปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษา ITS ประกอบด้วย การตัดสินใจเชิงการสอน (Pedagogical Decission) ซึ่งทำหน้าที่ตัดสินใจเลือกกลไกหรือแนวทางในการสอน (Teaching Strategy) ตามลักษณะของผู้เรียนและระบบจะปรับเปลี่ยนการทำงานไปตามผลป้อนกลับจากผู้เรียน (Feedback)

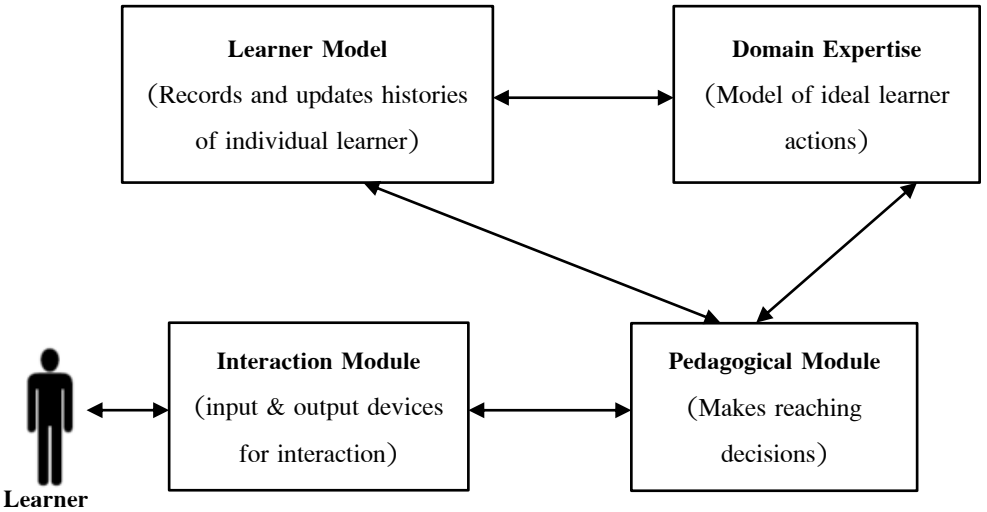
สุรศักดิ์ (2551: 4) ได้ให้ความหมายว่า ระบบสอนเสริมที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ผู้เรียน และสามารถจัดบทเรียนได้เหมาะสมตรงกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล

นพศักดิ์ (2548: 82) ได้ให้ความหมายว่า การนำเสนอสื่อและความสามารถหลากหลายที่จะตอบสนองความต้องการเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นในการทำงานมากขึ้น

จากความหมายของระบบการสอนอัจฉริยะข้างต้น สรุปได้ว่า เป็นระบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ผู้เรียนและให้การสอนที่เป็นไปตามศักยภาพทางการเรียนหรือความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน

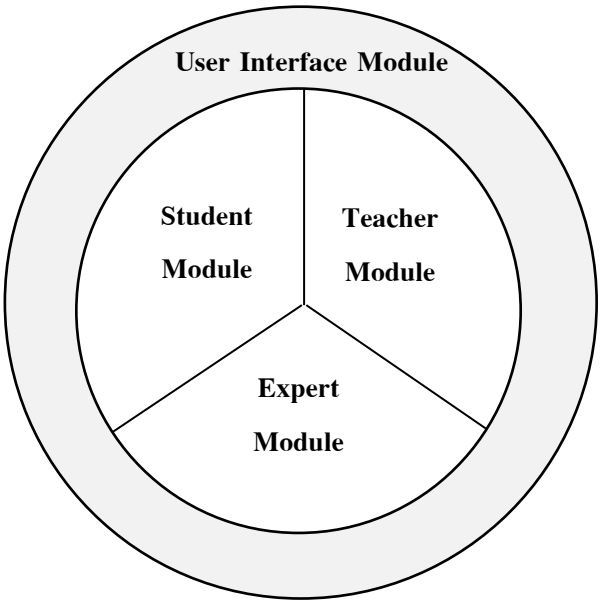
2.4.2 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ

ผู้วิจัยงานด้านระบบการสอนอัจฉริยะหลายท่าน ได้นำเสนอองค์ประกอบ ITS โดยส่วนใหญ่เป็นไปในทางเดียวกันหรืออาจจะแตกต่างกันบ้าง



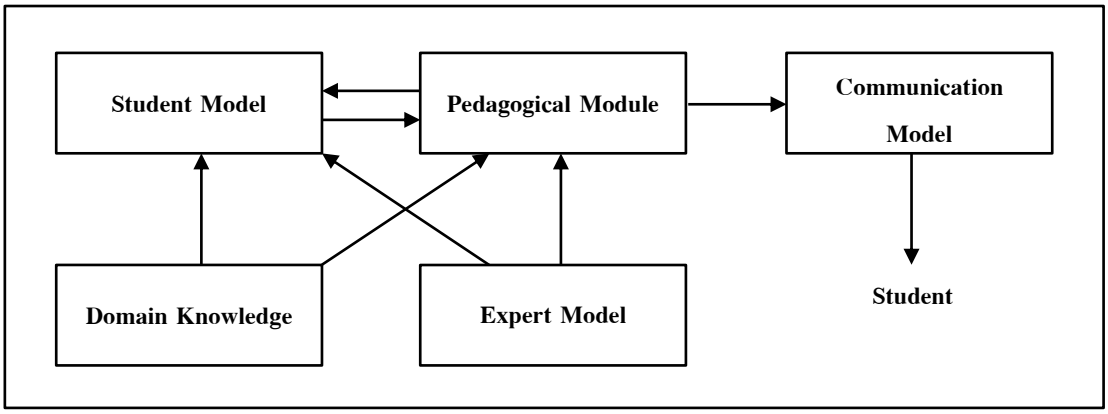
ภาพที่ 2-7 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 1 (McArthur, D., Lewis, M., & Bishay, M, 1993: 5)

จากภาพที่ 2-7 นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ส่วนผู้เรียน (Learner Model) สำหรับบันทึกข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการสอนสำหรับผู้เรียนที่แตกต่างกัน ส่วนเชี่ยวชาญ (Domain Expertise) ถือเป็นหัวใจของบทเรียน เนื่องจากเป็นส่วนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผู้เรียน และส่วนการสื่อสาร (Interaction Module) เป็นส่วนที่สำหรับผู้เรียนใช้ติดต่อกับบทเรียน



ภาพที่ 2-8 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 2 (Stankov et al., 2000: 1)

จากภาพที่ 2-8 นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วย ส่วนผู้เรียน (Student Module) ส่วนผู้สอน (Teacher Module) ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) และส่วนการติดต่อผู้ใช้ (User Interface Module)



ภาพที่ 2-9 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะแบบที่ 3 (Beck, J., Stem, M., & Haugsjaa, E., 1996: 2)

จากภาพที่ 2-9 นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของผู้เรียน (Student Model) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ระบบสามารถติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อจะเลือกมาใช้สอนผู้เรียน

3. ส่วนการสอน (Pedagogical Module) ทำหน้าที่จัดเก็บโมดูลของกระบวนการสอน เช่น ข้อมูลว่าเมื่อใดระบบควรทบทวนบทเรียน เมื่อใดควรเริ่มบทเรียนใหม่รวมถึงการเลือกหัวข้อใหม่ โดยส่วนการสอนนี้จะรับข้อมูลจากส่วนตัวแบบผู้เรียน แล้วนำมาใช้ตัดสินใจเลือกตัวแบบการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด ส่วนตัวแบบการสอนจึงเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ ITS แตกต่างจาก CAI และ CBT เพราะส่วนตัวแบบการสอนจะนำคุณลักษณะของผู้เรียนมาเป็นข้อมูลสำคัญในการเลือกกระบวนการสอนที่เหมาะสมที่สุด

4. ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) ทำหน้าที่คล้ายส่วนความรู้ คือ จัดการความรู้ต่างๆ ที่จะนำไปใช้สอน แต่ส่วนตัวแบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีความสามารถเพิ่มขึ้น คือ สามารถตรวจสอบความถูกต้อง หรือสร้างตัวแบบสำหรับความรู้ต่างๆ ได้ เช่น ส่วนตัวแบบผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบจากแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำ โดยทั่วไปส่วนผู้เชี่ยวชาญจะประกอบด้วยกฎเกณฑ์ต่างๆ ซึ่งระบบสามารถนำกฎหลายๆ ข้อมาประกอบกันเพื่อนำไปใช้ตัดสินหรือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้จากผู้เรียน

5. ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model) ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เรียนโดยตรง การติดต่อนั้นจะรวมถึงการทำการสอนและการรับผลป้อนกลับจากผู้เรียน

2.4.3 ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ

ระบบ ITS มีเป้าหมายหลักคือ เพื่อช่วยการสอนวิชาทางสายวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะสามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวัดผลผู้เรียนหรือสร้างตัวแบบของผู้เรียนได้ง่ายกว่า ระบบ ITS มีส่วนช่วยผู้สอนอย่างมาก ในกรณีที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ช้ากว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ เพราะ ITS เป็นเสมือนผู้สอนแบบตัวต่อตัว สามารถเลือกใช้วิธีการสอนแบบต่างๆ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้ โดยทั่วไปแล้ว ITS มีประโยชน์ในหลายด้าน (พงษ์ศักดิ์, 2551) คือ

1. การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring)

จุดแข็งของ ITS คือความสามารถที่จะวิเคราะห์คำตอบจากการแก้ปัญหาของผู้เรียนทำให้สามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสม จุดแข็งนี้เป็นส่วนที่ทำให้ ITS แตกต่างจากระบบ CBT หรือ CAI ซึ่งไม่มีการนำข้อมูลต่างๆ จากผู้เรียนไปปรับการทำงานของระบบ

2. การควบคุมการเรียนจากผู้สอน (Tutor Control of Learning)

ในการใช้งานระบบ ITS ส่วนใหญ่ระบบทำหน้าที่วิเคราะห์คำตอบและเสนอบทเรียนต่อไปให้กับผู้เรียน แต่ผู้เรียนก็ยังสามารถเลือกหรือบอกสิ่งที่ตัวเองต้องการรู้ได้ ซึ่งตัวแบบผู้เรียนในระบบจะเก็บข้อมูลระดับความรู้ของผู้เรียน สิ่งที่ต้องเรียนต่อไปหรือสิ่งที่ควรตัดออกเนื่องจากมีเวลาอันจำกัด ทำให้สามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมได้

3. การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching)

คุณสมบัติหนึ่งของระบบ ITS คือสามารถเสนอวิธีการเรียนจากการวิเคราะห์ปัญหาหรือความผิดพลาดของผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนไว้ก่อน

4. บูรณาการความง่ายสู่ห้องเรียน (Easy Integration to Classroom)

มีเหตุผลสนับสนุน 2 ข้อคือ ระบบ ITS ได้รับการออกแบบให้มีเป้าหมายเช่นเดียวกับเป้าหมายของการสอนในชั้นเรียนอยู่แล้ว และส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการสอนในลักษณะเดียวกัน คือ การใช้แบบฝึกหัด ทำให้สามารถนำมาใช้แทนแบบฝึกหัดในชั้นเรียนได้โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง

2.4.4 ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ ระบบ ITS มีข้อจำกัดต่างๆ 2 ประการคือ

1. ข้อจำกัดในส่วนความรู้ ระบบความรู้ใน ITS ในปัจจุบันนั้นยังมีขนาดจำกัดไม่สามารถครอบคลุมความรู้ในวงกว้างได้ ดังนั้นในทุกระบบจึงเหมือนมีสมมติฐานว่าความรู้ทั้งหมดเพียงที่ระบุไว้ในระบบทำให้บางครั้งระบบ ITS อาจจะทำงานไม่ได้ดีพอ ดังนั้น ITS ในปัจจุบันจึงมีเป้าหมายอยู่ที่การสอนซึ่งความรู้มีลักษณะเป็นระบบปิดจึงทำให้สามารถสร้างฐานความรู้ได้ง่าย

2. ข้อจำกัดในส่วนผู้เชี่ยวชาญ ข้อจำกัดนี้ถือว่ามีความสำคัญกว่าข้อจำกัดแรก เพราะตัวแบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน ยังคงอยู่ในกรอบที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์กำหนดขึ้น แม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นสามารถประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้แต่ก็ยังคงมีสถานการณ์ซึ่งอยู่นอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ ทำให้ ITS ไม่สามารถทำงานในสถานการณ์เหล่านั้นได้ดี

2.4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการสอนอัจฉริยะ

Brian, Michael & Susan (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบอัจฉริยะช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอินเตอร์แอ็กทิฟ (The Interactive Multimedia Intelligent Tutoring System: IMITS) โดยออกแบบระบบเพื่อให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าระดับปริญญาตรี เรียนรู้ในวิชาวงจรไฟฟ้า (Circuits Course) ซึ่งสร้างสถานการณ์ด้านวิศวกรรมในชีวิตประจำวันและนักศึกษาเป็นเสมือนวิศวกรที่แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงภายในบริษัท IMITS ที่จำลองขึ้นมาและส่งอีเมล์ไปยังผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรอีกทีหนึ่ง จากการศึกษานี้พบว่า IMITS ทำให้เกิด (1) การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) ซึ่งผู้เรียนเรียนรู้ที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย (2) วิธีการสอนรูปแบบ Guided Constructivism (3) เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ (The Expert System) จะมุ่งเน้นมาที่กลุ่มนักศึกษาที่มีการเรียนรู้อ่อน และแก้ไขโดยการใช้วิธีการสอนแบบลงมือปฏิบัติ (A Learn-By-Doing) (4) นักศึกษามีโอกาสใช้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

Jianhua & Akahori (2001) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบรูปแบบและระบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเว็บ โดยระบบนี้ได้ตั้งชื่อว่า WebICL โดยในการออกแบบได้เน้นด้านความยืดหยุ่นและการผสมผสานระบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน เพื่ออำนวยความสะดวกเรียนรู้ของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายในกรอบของการออกแบบรูปแบบ ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่ การลงทะเบียน (Register) กลุ่มสำหรับการเรียนรู้ (Learning Group) การเรียนรู้เนื้อหา (Knowledge Learning) บทบาทผู้สอน (Teacher Role) การประเมินผล (Evaluation) และเครื่องมือ (Tool)

Suebnukarn & Haddawy (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบช่วยสอนแบบอัจฉริยะสำหรับเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลักและสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมมือกัน และใช้รูปแบบ Problem Based Learning ระบบนี้ชื่อว่า COMET และใช้เทคนิคที่ชื่อว่าโครงข่าย Bayesiam ในการสร้างองค์ความรู้และกิจกรรมสำหรับผู้เรียนแต่ละคนและแต่ละกลุ่ม รวมถึงการนำมัลติมีเดียใหม่ซึ่งนำข้อความและกราฟิกต่าง ๆ มาเป็นช่องทางในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้เรียน กลุ่มผู้เรียนและระบบซึ่งผู้เรียนสามารถร่างภาพทางการแพทย์ สามารถค้นหาข้อมูลทางการแพทย์และสามารถร่างสมมติฐานบนเครือข่ายที่มีการร่วมมือกันได้โดยตรง จากการศึกษาพบว่าผลของ COMET มีความสอดคล้องสูงทางสถิติกับผลของการสอนโดยครู ด้วยค่าการทดสอบ McNemar แสดงค่า p=0.652 และค่า Kappa=0.773

Peter, Elmar & Gerhard (1996) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web งานวิจัยนี้ได้สร้างระบบบทเรียนอัจฉริยะ (ITS) มีชื่อว่า ELM-ART (ELM Adaptive Remote Tutor) ซึ่งระบบที่สร้างขึ้นนี้ประกอบส่วนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคนิคของ Adaptive hypermedia สองอย่างคือ Adaptive Annotation และ Adaptive Sorting of Links และอีกส่วนที่สำคัญคือระบบ Intelligent Problem Solving Support เป็นการเรียนรู้โดยวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งระบบนี้สามารถคัดเลือกตัวอย่างและแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน ถ้าหากผู้เรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดข้อใดก็จะมีคำอธิบายแบบฝึกหัดข้อนั้นเพิ่มมากขึ้นและมีตัวอย่างมาแสดงเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาทางไกล เนื่องจากทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นและทำให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนทุกคนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ทั้งหมด โดยปราศจากการช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้สอน

ธนาวุฒิ (2553) ได้ทำการพัฒนาระบบการสอนแบบปรับเหมาะร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนดำเนินการวิจัยตามแบบจำลอง ADDIE (ADDIE Model) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการกลุ่ม โดยคำนึงถึงเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันภายในกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ฝึกความคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในส่วนของระบบการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Tutorial System) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสาขา (Branching) ซึ่งผู้เรียนมีอิสระในการเลือกทางเดินของบทเรียน การเปลี่ยนเส้นทางของผู้เรียนขึ้นอยู่กับผลของการปฏิสัมพันธ์ที่ผู้เรียนมีต่อบทเรียน ในส่วนของรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative Learning) ผู้วิจัยได้ทำการเลือกรูปแบบการเรียนรู้แบบ STAD ลักษณะของกิจกรรมเน้นการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจแก้ปัญหา

วิทยา (2549) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อ (1) พัฒนารูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือ CICAI

(Collaborative Intelligent Computer-Assisted Instruction) (2) พัฒนาบทเรียน CICAI (3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน (4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียน CICAI กับกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ (5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียน CICAI กับกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย บทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือ ICAI (Intelligent Computer-Assisted Instruction)(6) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียน ICAI กับกลุ่มผู้เรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ (7) หาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียน CICAI และ (8) สำรวจทักษะกระบวนการคิดของผู้เรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียน CICAI และบทเรียน ICAI ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบ CICAI ที่บูรณาการแนวคิดของบทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมแบบออนไลน์ เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นควรจะนำรูปแบบนี้ไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่น ๆ

พงษ์ศักดิ์ (2551) ได้ทำการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำแนวคิดระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) มาสนับสนุนกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันบนเว็บเพื่อให้ตรงตามศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนและให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยได้ศึกษาแนวคิดของ (วิทยา, 2549 : 75) มาประยุกต์ในการทำวิจัยและเพิ่มในส่วนการเรียนรู้ร่วมมือกัน โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนหรือ CSCL ผนวกกับรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้รูปแบบ STAD และในส่วนของเนื้อหาสาระได้นำแนวคิดของพัลลภ (2542, 122-126) ซึ่งได้ออกแบบบทเรียนตามรูปแบบการควบคุมการเรียนรู้ (Locus Of Control) ไว้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการควบคุมการเรียนภายใน (Internal LOC) และรูปแบบการควบคุมการเรียนภายนอก (External LOC) มาใช้สำหรับพัฒนางานวิจัย ผลการวิจัยพบว่า (1) ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่มีศักยภาพทางการเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน (3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงว่าระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนได้และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

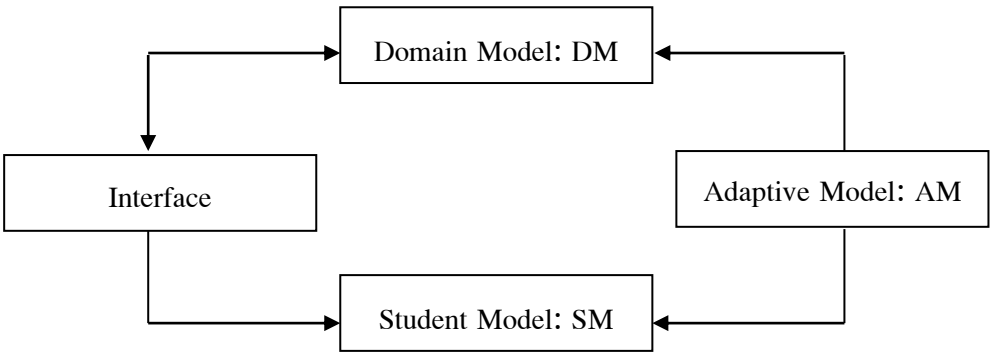
2.5 ตอนที่ 5 แนวคิดเกี่ยวกับสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

2.5.1 สื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypertext/Hypermedia)

สื่อหลายมิติ (Hypermedia) เป็นการนำเสนอข้อมูลเพื่อให้ผู้รับสามารถรับข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่งได้ในทันทีด้วย

ความรวดเร็วในลักษณะของภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพสามมิติ ภาพถ่าย เสียงพูด เสียงดนตรีเข้าไว้ในเนื้อหา เป็นต้น (กิดานันท์, 2540) จากความสามารถของสื่อหลายมิติที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสืบค้นข้อมูลที่เชื่อมโยงถึงกันได้หลากหลายรูปแบบได้อย่างรวดเร็ว จึงได้มีการนำมาปรับใช้ในการศึกษาที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดความสนใจในบทเรียนจากสื่อหลายมิติและผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความต้องการและตามศักยภาพ โดยสถาบันการศึกษาหลายแห่งมีการใช้สื่อหลายมิติในการเรียนการสอนในระดับชั้นและวิชาเรียนต่าง ๆ แล้วในปัจจุบัน

ปัจจุบันสื่อหลายมิติได้มีการพัฒนาโดยผสมผสานเทคนิคและเทคโนโลยีที่ทันสมัยไปอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปนั้นส่วนใหญ่เป็นการผสมผสานสื่อหลากหลายชนิดและเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลอื่นที่น่าสนใจ ซึ่งไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ จนกระทั่งเกิดการคิดหาวิธีและพัฒนาไปสู่แนวทางใหม่ของสื่อหลายมิติ ที่เรียกว่า “สื่อหลายมิติแบบปรับตัว” (Adaptive Hypermedia) หมายถึง ความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหลายมิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปกติสื่อหลายมิติจะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่เป็นเนื้อหา ลิงค์ หรือสื่ออื่น ๆ ที่ออกแบบสำหรับผู้เรียนทุกคน แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกันในการรับข้อมูลจากสื่อหลายมิติ ดังนั้นสื่อหลายมิติแบบปรับตัวจึงเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหลายมิติและระบบการสอนที่ฉลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน (Petr Stengl, Ivan Jelinek., 2006) ให้สามารถปรับตัวและตอบสนองผู้เรียนเป็นรายบุคคล เช่น ระบบจะเลือกข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนแต่ละคนในแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ รูปแบบการเรียนรู้ หรือข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ และสามารถปรับเปลี่ยนระบบให้ตอบสนองตรงตามความต้องการสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลสารสนเทศตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ (De La Passardiere & Dufresne., 1992) ทั้งนี้สื่อหลายมิติที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องและเป็นระบบจะช่วยตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ได้ตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียน เป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามศักยภาพได้ โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบหลัก คือ (1) รูปแบบหลัก (Domain Model -DM) (2) รูปแบบผู้เรียน (Student Model -SM) (3) รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model - AM) โดยผ่านการติดต่อระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์หรือระบบ (Interface) แสดงดังภาพที่ 2-10

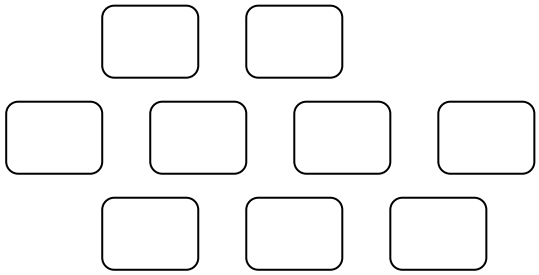


ภาพที่ 2-10 องค์ประกอบหลักของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

1. รูปแบบหลัก (Domain Model: DM) เป็นรูปแบบโครงสร้างหลักของข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดที่นำเสนอให้แก่ผู้เรียน โดยรูปแบบหลัก (DM) เปรียบเสมือนคลังของข้อมูล ประกอบด้วย เนื้อหา ประวัติหรือแฟ้มข้อมูลของผู้เรียน และรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เป็นต้น ทั้งนี้ รูปแบบหลัก (DM) จะให้ความสำคัญกับการออกแบบโครงสร้างของสื่อหลายมิติที่เหมาะสมกับความต้องการและลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการค้นหาข้อมูลหรือหัวข้อที่ต้องการ โดยการออกแบบที่ดีควรจะต้องวางโครงสร้างให้มีความสมดุล มีการเชื่อมต่อสัมพันธ์กันระหว่างรายการ (Menu) กับหน้าเนื้อหาอื่น ๆ รวมถึงการเชื่อมโยงไปยังสื่อมัลติมีเดียที่นำเสนอไม่ว่าจะเป็น รูปภาพ ข้อความ วีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว เสียง เป็นต้น โดยรูปแบบหลักจะเป็นการวางแผนโครงสร้างเพื่อป้องกันอุปสรรคที่จะเกิดต่อผู้ใช้ เช่น การหลงทางของผู้ใช้ ในขณะเข้าสู่เนื้อหาในจุดร่วม (Node) ต่าง ๆ เป็นต้น (Lynch & Horton, 1999)

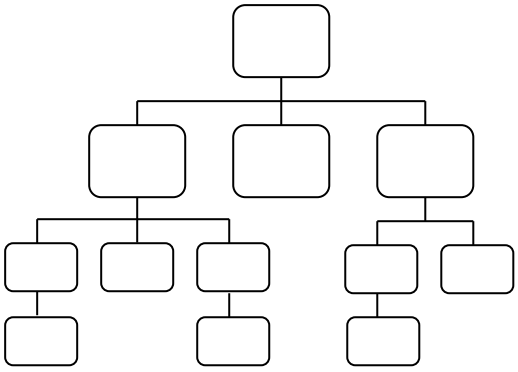
ลักษณะโครงสร้างของสื่อหลายมิติ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 แบบดังนี้ (Yang & Moore, 1995)

1.1 แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) เป็นแบบที่ไม่มีโครงสร้างความรู้ ผู้เรียนต้องเปิดเข้าไปโดยมีการเชื่อมโยงระหว่างหน้าจอแต่ละเรื่อง มีความยืดหยุ่นสูงสุดของการจัดรวบรวม เป็นการให้ผู้เรียนได้กำหนดความก้าวหน้าและตอบสนองความสำเร็จด้วยตนเองแสดงดังภาพที่ 2-11



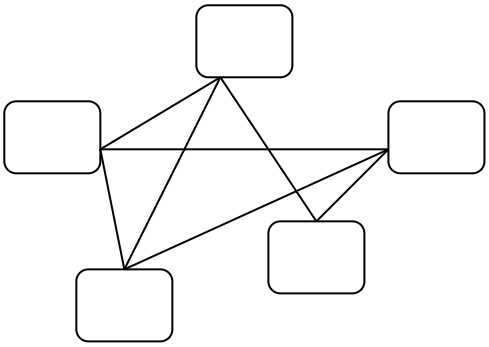
ภาพที่ 2-11 รูปแบบไม่มีโครงสร้าง (Yang & Moore, 1995)

1.2 แบบเป็นลำดับขั้น (Hierarchical) มีลักษณะการจัดเก็บความรู้เป็นลำดับขั้น มีโครงสร้างเป็นลำดับขั้นแบบต้นไม้ โดยให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าไปทีละขั้นได้ทั้งจากบนลงล่างและจากล่างขึ้นบน ดังภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 รูปแบบเป็นลำดับชั้น (Yang & Moore, 1995)

1.3 แบบเครือข่าย (Network) มีลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างจุดร่วมของฐานความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ความซับซ้อนของเครือข่ายพึ่งพาความสัมพันธ์ระหว่างจุดร่วมต่าง ๆ ที่มีอยู่แสดงดังภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 รูปแบบเครือข่าย (Yang & Moore, 1995)

2. รูปแบบของผู้เรียน (Student Model: SM) เป็นการออกแบบระบบที่ให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคนที่เหมาะสมกับข้อมูลสารสนเทศและเนื้อหาที่นำเสนอเพื่อการตอบสนองแบบรายบุคคล ซึ่งเป็นหลักการสำคัญของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว โดยรูปแบบของผู้เรียนอาจแบ่งแยกคุณลักษณะของผู้เรียนออกเป็น ระดับความรู้ความสามารถ รูปแบบการเรียนรู้ ประสบการณ์ และข้อมูลอ้างอิงของผู้เรียนต่าง ๆ รวมทั้งการวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละรายวิชา ทั้งนี้ลักษณะของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันไปจะส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรม การรับรู้ การจดจำ การแก้ปัญหา ความสนใจ ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบการเรียนหรือวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบต่าง ๆ

Rita Dunn & Ken Dunn (1987) ได้แบ่งแบบการเรียนของผู้เรียนออกเป็น 5 แบบ ดังนี้

1. ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการฟัง ผู้เรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการฟังและมักใช้การพูดโต้ตอบมากกว่าการอ่าน

2. ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการสัมผัส ผู้เรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการสัมผัส แตะต้อง เช่น การเขียน การวาดภาพ การมีส่วนร่วมในประสบการณ์ตรง เป็นต้น

3. ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการเคลื่อนไหว ผู้เรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการลงมือกระทำและด้วยการเคลื่อนที่ไปมา ผู้เรียนจึงชอบกิจกรรมที่มีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตจริง

4. ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการสัมผัสและเคลื่อนไหว ผู้เรียนแบบนี้ต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ชอบกิจกรรมบทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง ชอบเดินไปมาในห้องอย่างอิสระ

Kolb (1981) ได้จำแนกแบบการเรียนเป็น 4 แบบ โดยยึดหลักการเรียนรู้อิงประสบการณ์ได้ดังนี้

1. แบบปรับปรุง (Accommodators) บุคคลแบบนี้ชอบลงมือปฏิบัติทดลองสิ่งใหม่ ๆ ทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องใช้การปรับตัว ชอบสร้างสรรค์ ลองผิดลองถูก

2. แบบคิดเอกนัย (Converges) บุคคลแบบนี้ต้องการรู้เฉพาะเรื่องที่มีประโยชน์และใช้ได้กับสถานการณ์หนึ่ง ๆ เท่านั้น

3. แบบดูดซึม (Assimilators) บุคคลแบบนี้ชอบการค้นคว้า อ่าน วิจัย และศึกษาอย่างเจาะลึก มีความเพียรพยายามที่จะศึกษาหาข้อมูล ชอบข้อมูลที่เป็นนามธรรม เชื่อว่าตนเองเรียนรู้ได้ดีจากประสบการณ์ที่ผ่านมาและจากผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบอเนกนัย (Divergers) บุคคลแบบนี้ให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมรอบตัวที่สุขสบาย ชอบเรียนรู้จากคนอื่นด้วยการพูดคุยสนทนา ชอบแสวงหาทางเลือกหลาย ๆ ทางและเรียนรู้เพื่อสร้างสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อคนส่วนรวม

3. รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model: AM) เป็นรูปแบบที่แสดงถึงความสามารถในการปรับตัวของระบบที่สอดคล้องกับรูปแบบหลัก (Domain Model) และรูปแบบของผู้เรียน (User Model) โดยส่วนใหญ่นิยมพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีเว็บเป็นฐาน (Web-Based Instruction) หรือระบบบริหารการเรียนการสอน (Learning Management System-LMS) ภายใต้สภาพแวดล้อมเสมือน (Learning environment) โดยรูปแบบการปรับตัว (AM) สรุปได้ดังนี้ (วัฒนา, 2547)

3.1 การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) เป็นแนวคิดสำหรับการปรับเปลี่ยนในระดับเนื้อหา กล่าวคือ ระบบจะวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนเพื่อนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป เช่น ผู้เรียนที่มีพื้นฐานมาก่อน ก็จะมีการแสดงเนื้อหาในระดับลึกทำให้ผู้เรียนเข้าใจในรายละเอียดมากยิ่งขึ้น แต่กรณีที่ผู้เรียนไม่มีพื้นฐานมาก่อน ระบบอาจจะเริ่มจากความรู้พื้นฐานของเนื้อหาก่อนแล้วค่อยลงรายละเอียดในภายหลัง

3.2 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) เป็นแนวคิดเพื่อช่วยสนับสนุนกันเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้โดยไม่หลงทาง จากแนวคิดนี้มีวิธีการสนับสนุนหลายแบบดังนี้

3.2.1 การแนะโดยตรง (Direct Guidance) เป็นระบบที่ง่ายที่สุด คือ เมื่อผู้เรียนจะไปยังหน้าถัดไป ระบบจะเสนอหน้าถัดไปที่เหมาะสมที่สุดให้กับผู้เรียน และเมื่ออ่านตามลำดับแล้วจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีที่สุด ทั้งนี้การเสนอหน้าต่อไปนั้นระบบจะพิจารณาจากเป้าหมายที่ผู้เรียนกำหนด

3.2.2 การเรียงแบบปรับตัว (Adaptive Ordering) เป็นแนวคิดในการจัดเรียงหน้าของเนื้อหาให้เป็นไปตามโมเดลของผู้เรียนเพื่อให้การเชื่อมโยงเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

3.2.3 การซ่อน (Hiding) เป็นแนวคิดที่จะซ่อนหน้าที่ไม่เกี่ยวข้องเพื่อกันผู้เรียนจากการเข้าไปอ่านในส่วนที่ไม่จำเป็นหรือไม่เกี่ยวข้อง

3.2.4 บรรณนิทัศน์ปรับตัว (Adaptive Annotation) เป็นแนวคิดที่เสริมเนื้อหาเพิ่มเข้าไปเพื่ออธิบายภาพรวมของแต่ละหน้า ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายก่อนที่จะศึกษาในรายละเอียด ตัวอย่างที่ง่ายที่สุดของบรรณนิทัศน์ปรับตัว คือ การเปลี่ยนสีของลิงค์ในเบราว์เซอร์เมื่อลิงค์นั้นเคยถูกเลือกไปแล้ว ลิงค์นั้นจะเกิดการเปลี่ยนสี

Brusilovsky (2000: 2) กล่าวว่าการนำเสนอข้อมูลหรือบทเรียนเป็นแบบไฮเปอร์มีเดียในรูปแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Hypermedia) หมายถึงว่าผู้เรียนในระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้จะได้รับการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาโดยปรับไปตามความรู้ของแต่ละคนที่มีอยู่ ระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้จะจัดแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การนำเสนอแบบปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งจะมีเป้าหมายคือ การนำเสนอจะเป็นไปตามเป้าหมายของผู้เรียนหรือระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่อาจจะไม่เหมือนกัน ในการจัดเตรียมวัสดุการสอน (Teaching Materials) หรือหน้าเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ อาจจำเป็นต้องจัดเตรียมไว้หลายแบบโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ใส่เข้าไปในเนื้อหา และ (2) การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว หมายถึงระบบที่จะนำทางให้ผู้เรียนได้เลือกทางเดินหรือลิงค์ (Link) เพื่อไปสู่เป้าหมายตามความต้องการ เทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ได้ ได้แก่ การแนะนำโดยตรง (Direct Guidance) การจัดลำดับหัวข้อลิงค์ (Link Sorting) การใช้สัญลักษณ์กำกับ (Link Annotation) หรือ การเปิด/ปิดลิงค์ (Enable/Disable)

Sanrach & Grandbastien (2000: 8) ได้นำเสนอไว้ 3 แบบ ได้แก่ การบรรยาย (Normal) การให้ตัวอย่างประกอบ (Examples) และการสรุปความ (Summary) นอกจากนี้ ระบบ ACE (Adaptive Courseware Environment) ได้จัดแบบวัสดุการศึกษาได้หลายประเภทได้แก่ รูปแบบแนะนำเบื้องต้น (Introduction) รูปแบบข้อความ (Texts) รูปแบบตัวอย่าง (Example) รูปแบบทดสอบ (Test) หรือรูปแบบการสรุปความ (Summary)

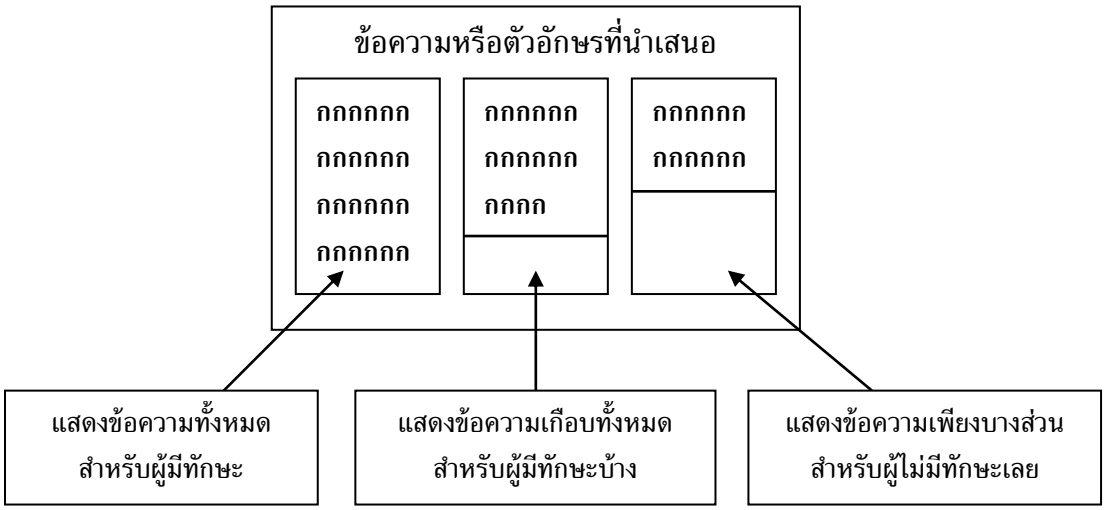
2.5.2 ระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypertext/Hypermedia System)

แม้ว่าระบบไฮเปอร์เท็กซ์จะมีประโยชน์เหนือกว่าการอ่านข้อความในหนังสือทั่วไป แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบมักจะเกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานที่มักจะหลงทางเข้าไปติดอยู่ในวังวนและการแสดงผลของข้อมูลที่พบเจอนั้นมีมากจนเกินไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้สภาพการณ์ของระบบที่ได้ออกแบบไว้ยังไม่ดีพอ ดังนั้นแนวทางแก้ไขจึงได้พยายามค้นหาวิธีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูล (Presentation) และการนำทาง (Navigation) เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุม

การทำงานได้อย่างอิสระและมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้นโดยเรียกวิธีการนี้ว่า “Adaptive Hypertext/ Hypermedia System” (อัครเดช, 2547: 23-27)

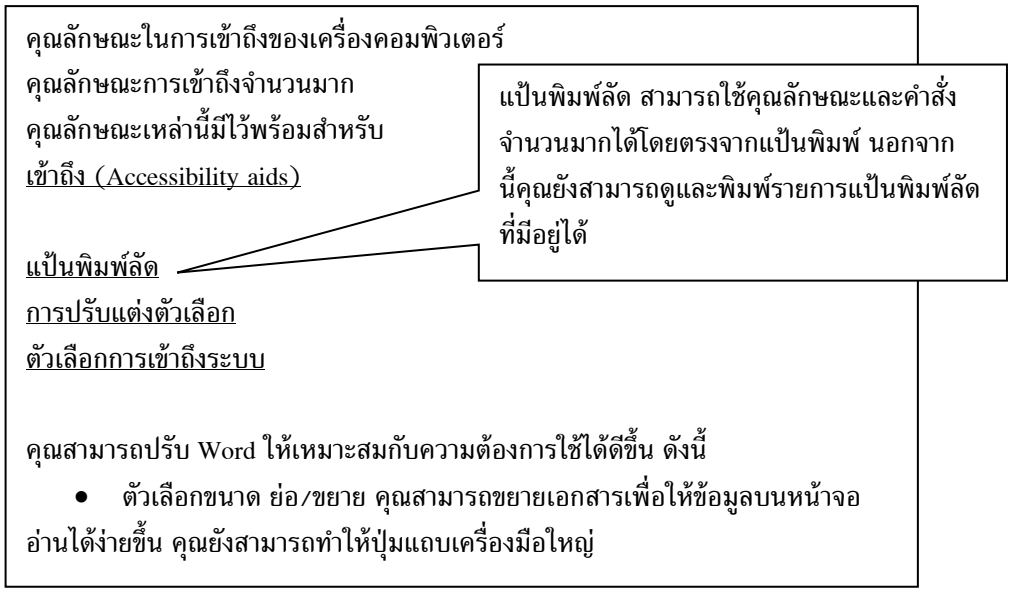
สำหรับวิธีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูล (Presentational Adaptation) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นข้อมูลได้อย่างทั่วถึงและเข้าถึงข้อมูลได้ตรงประเด็นมากที่สุด โดยมีเทคนิคในการนำเสนอทั้งหมด 5 วิธี ประกอบด้วย

1. คอนดิชั่นแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดงกลุ่มของข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ทั้งที่มีทักษะและไม่มีทักษะในการใช้งานมาก่อน ดังภาพที่ 2-14



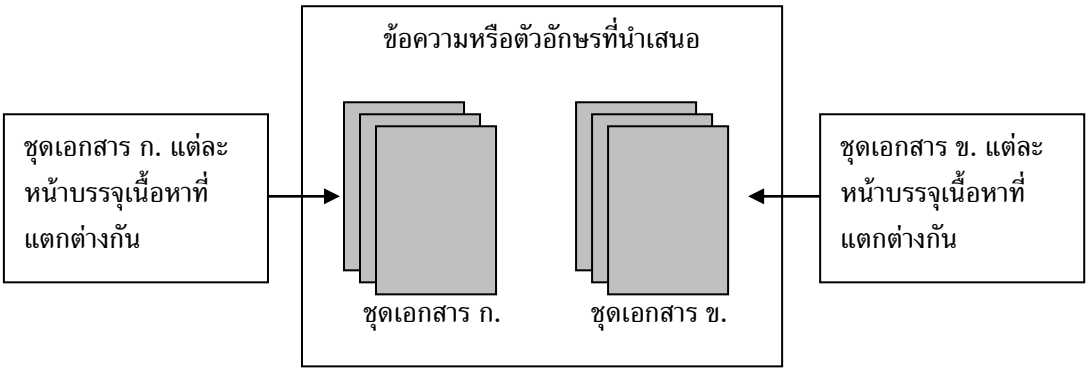
ภาพที่ 2-14 รูปแบบ Conditional Text

2. สเตรทช์เท็กซ์ (Stretch Text) เป็นวิธีการแสดงคำอธิบายของข้อความที่ต้องการขยายความแทนที่จะต้องแสดงข้อความของคำอธิบายเดียวกันนี้ไปไว้อีกหนึ่งหน้าเอกสารโดยไม่จำเป็น เพียงแค่คลิกที่ข้อความที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้ ก็จะปรากฏคำอธิบายภายในกรอบสี่เหลี่ยมขึ้นมา เรียกกันโดยทั่วไปว่า “เมนูป๊อปอัพ (Menu Popup)” ดังภาพที่ 2-15



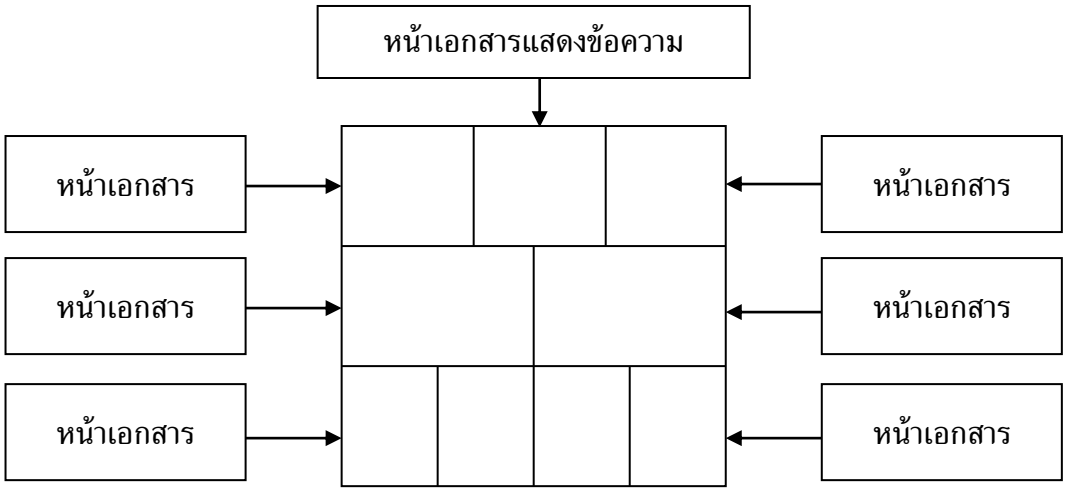
ภาพที่ 2-15 รูปแบบสแตรทเท็กซ์หรือเมนูป๊อปอัพ

3. เพจวาเรี่ยน (Page Variant) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารจะแสดงข้อมูลที่ไม่เหมือนกันตามแต่ละระดับความแตกต่างหรือรูปแบบที่ใช้งาน โดยระบบจะแสดงหน้าเอกสารที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้ได้เลือกใช้งาน ดังภาพที่ 2-16



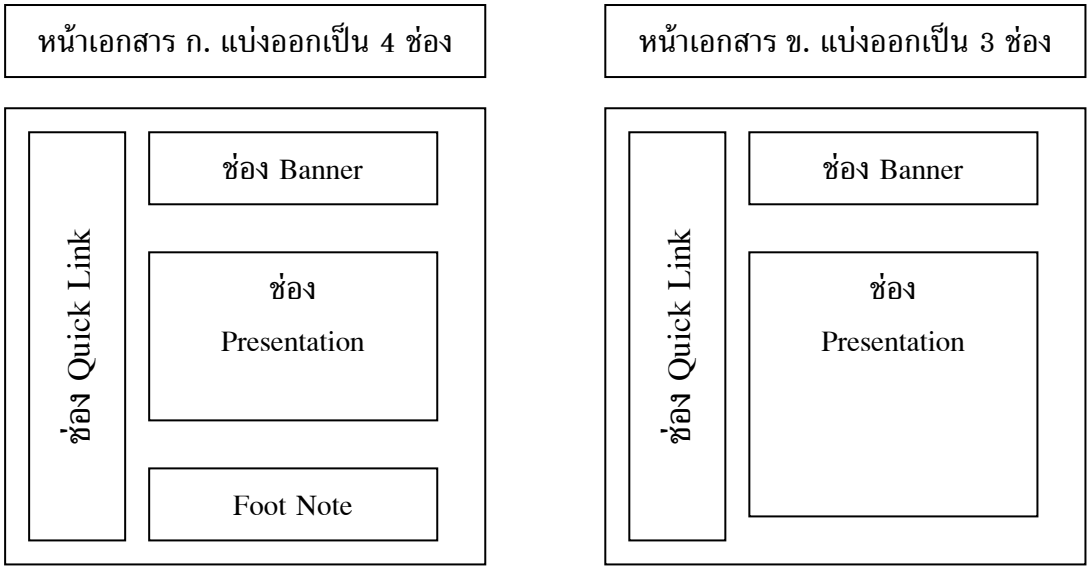
ภาพที่ 2-16 รูปแบบ Page Variant

4. แฟรกเมนท์วาเรี่ยนท์ (Fragment Variant) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสาร ซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการพร้อมกับบรรจุข้อมูลลงไปในแต่ละชิ้นส่วน โดยที่ระบบจะแสดงข้อมูลภายในของชิ้นส่วนนั้น ๆ ให้กับผู้ใช้ ดังภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2-17 รูปแบบ Fragment Variant

5. เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสารโดยกำหนดพื้นที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรม ๆ เพื่อใช้แสดงข้อมูลของเอกสารปลายทางตามที่ได้เชื่อมโยงไว้ให้มาปรากฏอยู่ภายในช่องตามที่ต้องการ ดังภาพที่ 2-18



ภาพที่ 2-18 รูปแบบ Frame-Based

ส่วนวิธีการดัดแปลงให้เหมาะสมกับการนำทาง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วจะมีเทคนิคในการนำเสนอทั้งหมด 5 วิธี

1. แอนโนเตชั่น (Annotations) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยใช้คำอธิบายประกอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อความหรือไอคอนที่แสดงให้เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้ทราบข้อมูลก่อนที่จะตัดสินใจเลือกใช้เส้นทางนี้

2. ออเดอริ่งหรือลิงค์ซอร์สดิ้ง (Ordering or Link Sorting) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยการเรียงลำดับตัวเชื่อมโยงได้ใหม่ โดยส่วนใหญ่มักจะนำมาใช้งานร่วมกับระบบฐานข้อมูล (Database System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent System) เพื่อช่วยในการค้นหาและเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นระบบช่วยเหลือ (Help System) หรือเครื่องมือประเภทค้นหา (Search Engine)

3. ไดเร็กไกด์แดนซ์ (Direct Guidance) เป็นวิธีเชื่อมโยงโดยใช้เครื่องช่วยนำทาง โดยที่ระบบสามารถนำพาผู้ใช้ไปยังปลายทางตามเส้นทางที่ได้สร้างไว้อย่างเป็นขั้นตอน

4. ฮีดดิ้ง (Hiding) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยการซ่อนเร้นข้อมูลเพื่อไม่ให้แสดงข้อมูลทั้งหมด โดยจะแสดงข้อมูลเพียงบางส่วนเท่านั้นหากผู้ใช้ต้องการดูในรายละเอียดสามารถคลิกที่ข้อความหรือไอคอนเพื่อขยายส่วนข้อมูลที่ซ่อนไว้ให้ปรากฏเห็นได้ดังตัวอย่าง เช่น การใช้งานสารบัญ (Table of Content) ผู้ใช้สามารถคลิกที่หัวเรื่องเพื่อขยายหัวข้อย่อยที่ได้ซ่อนไว้ให้ปรากฏขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อคลิกที่หัวเรื่องอีกครั้ง หัวข้อย่อยทั้งหมดก็จะถูกเก็บซ่อนไว้ไม่ให้แสดงดังเดิม

5. แมพพิ่ง (Mapping) เป็นวิธีการเชื่อมโยงโดยตามรอยแผนที่ ระบบจะช่วยนำพาผู้ใช้ไปในส่วนต่าง ๆ ภายในโครงสร้างได้ทั้งหมด ตลอดจนผู้ใช้รับรู้ได้ว่าขณะนั้นตนเองอยู่จุดใดในระหว่างใช้งานอยู่

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อหลายมิติแบบปรับตัว

Mahkameh & Ardeshir (2010) ทำการวิจัยเรื่อง ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวโดยใช้ตัวแทน วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือการออกแบบระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวที่สามารถบูรณาการกับระบบ LMS และเนื้อหาของการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้และใช้งานร่วมกันระหว่างรูปแบบที่มีความแตกต่างกัน โดยนำเสนอรูปแบบสำหรับการปรับเปลี่ยนเนื้อหาการเรียนรู้ในระบบการจัดการการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บนความต้องการของผู้เรียนในแต่ละคนหรือในแต่ละกลุ่ม อุปกรณ์ในการเรียนรู้มีลักษณะเป็นแบบปรับเปลี่ยนและสามารถจัดส่งให้กับผู้เรียนได้ทุกคน โดยระบบจะทำการจัดส่งเนื้อหาการเรียนรู้จากหัวข้อที่ผู้เรียนได้ทำการเลือกไว้ ระบบการปรับตัวจะทำการเลือกจากลำดับที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ในการเรียงลำดับเนื้อหาการเรียนรู้จะมีความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

Judy, et al. (2007) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบประยุกต์โดยใช้ข้อมูลส่วนตัวสองแหล่ง ได้นำเสนอนวัตกรรมการเรียนรู้แบบประยุกต์โดยใช้ข้อมูลส่วนตัวสองแหล่ง ประกอบด้วย พฤติกรรมการเรียนรู้และลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีการนำสื่อหลายมิติมาใช้กับการศึกษาเพื่อช่วยให้สามารถควบคุมได้หลากหลายขึ้น สามารถพัฒนาการอบรมหรือ

ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้โดยการระบุลักษณะส่วนบุคคลของผู้เรียนและประยุกต์เนื้อหาและการแสดงผลเพื่อให้เหมาะกับความต้องการ นอกจากนั้น สื่อหลายมิติยังช่วยให้สามารถสร้างลำดับการเรียนรู้ได้หลากหลาย โดยการเลือกเนื้อหาและลำดับที่ต่างกัน จากผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีคะแนนที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ 1 นั้นมีประสิทธิผลในการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบประยุกต์โดยการใช้ข้อมูลจากสองแหล่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ได้

N. Veerman (1999) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Adaptive Hypermedia: Technique and Purposes ได้ศึกษารูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ของ Adaptive Hypermedia (AH) ของงานวิจัยที่ผู้อื่นได้สร้างไว้ ซึ่งรูปแบบที่นำมาศึกษาเป็นบทเรียนรูปแบบสำหรับเฉพาะบุคคล (Individual user) ในการให้ตัวอย่างหรือการให้เนื้อหาแบบปรับเปลี่ยนตามพื้นฐานของผู้เรียน ผลการวิจัยในส่วนของระยะเวลาของการอ่านเนื้อหาของบทเรียน ปรากฏว่างานวิจัยของ Boyle and Encarnacion (1994) ที่ได้สร้าง MetaDoc: An Adaptive Hypertext Reading System ซึ่งเป็น Adaptive Hypermedia แบบ Adaptive Presentation ได้ทำให้เวลาการศึกษาเนื้อหาระหว่างผู้เรียนระดับเก่งกับผู้เรียนระดับทั่วไปลดลงมากที่สุด ขณะที่ผู้เรียนยังคงมีความเข้าใจในเนื้อหาเท่าเดิม ลำดับรองลงมาคือ Adaptive Hypermedia แบบ Stretch Text และสุดท้ายคือบทเรียนแบบ Hypertext ธรรมดาให้ความแตกต่างน้อยที่สุดและผลการวิจัยอีกส่วนหนึ่งพบว่า การเรียนด้วยบทเรียน Adaptive Annotation and Hiding ทำให้ลดขั้นตอนในการศึกษาลงมากกว่าบทเรียนที่เป็น Non-Adaptive ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

Peter, Elmar & Gerhard (1996) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ELM-ART: An Intelligent Tutoring System on World Wide Web งานวิจัยนี้ได้สร้างระบบบทเรียนอัจฉริยะ (ITS) มีชื่อว่า ELM-ART (ELM Adaptive Remote Tutor) ซึ่งระบบที่สร้างขึ้นนี้ประกอบส่วนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เทคนิคของ Adaptive hypermedia สองอย่างคือ Adaptive Annotation และ Adaptive Sorting of Links และอีกส่วนที่สำคัญคือระบบ Intelligent Problem Solving Support เป็นการเรียนรู้โดยวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งระบบนี้สามารถคัดเลือกตัวอย่างและแบบฝึกหัดให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน ถ้าหากผู้เรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดข้อใดก็จะมีคำอธิบายแบบฝึกหัดข้อนั้นเพิ่มมากขึ้นและมีตัวอย่างมาแสดงเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาทางไกล เนื่องจากทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นและทำให้มั่นใจได้ว่าผู้เรียนทุกคนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ทั้งหมด โดยปราศจากการช่วยเหลือจากอาจารย์ผู้สอน

อัครเดช (2547) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยใช้เทคนิค Page Variants ซึ่งทำให้บทเรียนมีวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้ามีข้อมูลไม่เหมือนกันซึ่งระบบจะแสดงหน้าเอกสารที่เหมาะสมตามระดับความแตกต่างของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่าย

แบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยใช้เทคนิค Page Variants นี้มีประสิทธิภาพ 87.81/86.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 85/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พินันทา (2551) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งมีลักษณะการนำเสนอของแบบทดสอบจะถูกปรับเปลี่ยนระดับความยากง่ายตามระดับความสามารถของผู้เรียน (Adaptive Testing) และเทคนิค Online Help นำมาใช้เพื่ออธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมหลังการทดสอบ ซึ่งเนื้อหานำเสนอด้วยสื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia) ที่นำเสนอสื่อได้หลายรูปแบบ (Presentation Adaptation) ประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เสียง เป็นต้น สื่อที่ถูกนำเสนอจะปรับเปลี่ยนด้วยเทคนิค Fragment Variant เพื่อช่วยให้การทบทวนบทเรียน ผู้เรียนจะได้รับเนื้อหาและสื่อที่นำเสนออย่างเหมาะสมตามระดับความสามารถ กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนวิชาสถิติการศึกษา รวม 24 คน ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนนี้มีประสิทธิภาพ 86.29/85.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 85/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้บทเรียนมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.25 อยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งสรุปได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

2.6 ตอนที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

2.6.1 ความหมายและหลักการในการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล นักทดสอบบางท่านเรียกแบบทดสอบนี้ว่า แบบทดสอบเฉพาะบุคคล (Tailored Test) หรือแบบทดสอบทรงพีระมิด (Pyramidal Test) ตามลักษณะของการเรียงข้อทดสอบตามระดับความยากเป็นรูปพีระมิดและการปรับเปลี่ยนข้อทดสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคลโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ เรียกว่าแบบทดสอบปรับเปลี่ยนโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computerized Adaptive Test: CAT) และถ้าหากปรับเปลี่ยนข้อสอบไม่ได้ใช้เกณฑ์ความยากของข้อสอบเท่านั้น แต่อาศัยการโยงเนื้อหาและใช้เครื่องคอมพิวเตอร์สุ่มข้อทดสอบเรียกว่าแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนโยงเนื้อหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ (Computerized Content-based Adaptive Test หรือ CCAT) โดยหลักการการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบปรับเปลี่ยน ผู้สอบแต่ละคนไม่จำเป็นต้องตอบข้อสอบเหมือนกันทุกข้อ จำนวนข้อทดสอบไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลของการตอบข้อทดสอบแต่ละข้อของผู้สอบแต่ละคน (ธัญญรัตน์, 2548: 15-18)

หลักการทั่วไปของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน คือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับยาก ปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อทดสอบข้อนั้นถูกข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อทดสอบข้อนั้นผิดข้อต่อไปที่ดีรับจะง่ายขึ้น การทำข้อทดสอบขั้นต่อไปจะดำเนินการจนสิ้นสุดการทดสอบ

2.6.2 ส่วนประกอบของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

1. การวิเคราะห์ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้กับการทดสอบวิธีนี้อาจเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อทดสอบหรือตามประเพณีนิยมมาแล้ว แต่หากเป็นไปได้ควรวิเคราะห์ข้อสอบตามแบบทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ เพราะจะได้ค่าสถิติที่คงที่มากกว่าทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าคุณลักษณะที่ทดสอบต้องเป็นมิติเดียว ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบมีความคงที่ข้ามกลุ่มและมีความเป็นอิสระในการตอบข้อทดสอบ ดังนั้นการทดสอบวิธีนี้สามารถประยุกต์ได้กับแบบการวิเคราะห์ข้อสอบที่มี 1, 2 หรือ 3 พารามิเตอร์ การเลือกใช้แบบใดนั้นควรพิจารณาธรรมชาติของข้อทดสอบและต้องเหมาะสมกับข้อมูลการตอบข้อทดสอบด้วย แต่จากการวิจัยของแมกคินเลย์และเรกเคสโดยการเปรียบเทียบการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน โดยใช้แบบการตอบข้อทดสอบที่มี 1 พารามิเตอร์และ 3 พารามิเตอร์ พบว่าแบบที่มี 3 พารามิเตอร์มีความเหมาะสมมากกว่าแบบ 1 พารามิเตอร์

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าความสามารถของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยนขึ้นอยู่กับจำนวนขั้นและค่าอำนาจจำแนก กล่าวคือ ข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการประมาณค่าก็จะลดลง โดยปกติแล้วถ้าข้อทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกโดยเฉลี่ย 0.7 ควรใช้ข้อทดสอบประมาณ 10 ถึง 15 ขั้น (ข้อ)

2. กลุ่มข้อสอบ (Item Pool) จะต้องประกอบด้วยข้อทดสอบที่ประมาณค่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อทดสอบ พารามิเตอร์ของข้อสอบทุกข้อต้องได้รับการจัดให้อยู่ในมาตราเดียวกัน โดยใช้กระบวนการที่เหมาะสมข้อทดสอบในกลุ่มทดสอบจะต้องครอบคลุมช่วงระดับความสามารถของประชากรและวัดความสามารถมิติเดียวกัน กล่าวว่ากลุ่มข้อทดสอบควรจะประกอบด้วยข้อทดสอบอย่างน้อย 100 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเกิน 0.8 ระดับความยากกระจายอยู่ในช่วง -3.00 ถึง 3.00 และค่าการเดาต้องน้อยกว่า 0.3

3. ระดับในการเริ่มต้น (Entry Level) ในการทดสอบแบบปรับเปลี่ยนผู้สอบแต่ละคนจะตอบข้อทดสอบต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถที่จะให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่ระดับความยากที่ต่างกันได้ การเริ่มทำข้อสอบที่คลาดเคลื่อนไปจากความสามารถที่เหมาะสมไม่มีผลกระทบต่อการประมาณความสามารถเท่าใดนัก แต่ถ้าให้ผู้สอบเริ่มทำข้อสอบที่ตรงกับความสามารถของผู้สอบจะทำให้ลดจำนวนข้อที่ใช้ในการทดสอบลงได้

4. กฎการเลือกข้อทดสอบ (Item Selection Rule) จะเลือกใช้ข้อสอบที่สามารถให้สารสนเทศสูงสุด ณ ระดับความสามารถของผู้สอบ การเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบนอกจากจะพิจารณาจากข้อที่ให้สารสนเทศสูงสุดแล้ว ผลการศึกษาเชิงประจักษ์ของลอร์ดชี้ให้เห็นว่าคะแนนจากแบบทดสอบจะสะท้อนให้เห็นความสามารถของแต่ละบุคคลได้แม่นยำ

เมื่อความน่าจะเป็นในการตอบข้อทดสอบได้ถูกต้องของแต่ละบุคคลเป็น 0.50 ดังนั้นแบบทดสอบจะมีความแม่นยำของการวัดต่ำ เมื่อความน่าจะเป็นในการตอบถูกมีค่ามากหรือน้อยกว่า 0.50 และจะมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดสูง

5. เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Terminal Criterion) จะขึ้นอยู่กับการทดสอบของแต่ละบุคคลและแบบของการทดสอบปรับเปลี่ยนที่เลือกใช้ เช่น แบบพีระมิดขนาดคงที่ 10 ขั้น จะยุติการทดสอบเมื่อผู้สอบทำข้อทดสอบครบ 10 ข้อ เป็นต้น

2.6.3 การดำเนินการทดสอบ ผู้สอบจะสอบทีละข้อ ผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อจะถูกประมาณความสามารถเพื่อคัดเลือกข้อทดสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและมีเนื้อหาในปริเขตเดียวกันกับข้อเดิมเพื่อใช้เป็นกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผู้ดำเนินการทดสอบจะจัดเตรียมเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมที่จะทดสอบ เครื่องคอมพิวเตอร์จะให้คำแนะนำในการตอบและรับข้อมูลส่วนตัวของผู้สอบ หลังจากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อทดสอบที่มีระดับความยากเพิ่มขึ้นแต่ถ้าตอบผิดข้อถัดไปจะเป็นข้อที่มีระดับยากลดลงจากนั้นก็จะประมาณค่าความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบ การทดสอบจะดำเนินไปตามแนวทางต่อไปนี้

1. หลังจากประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะคัดเลือกข้อทดสอบข้อใหม่ที่มีประโยชน์ในการกำหนดความสามารถจริงของผู้ตอบ

2. แสดงข้อทดสอบใหม่บนจอภาพ และผู้สอบตอบข้อทดสอบโดยการเลือกตัวเลือกที่ต้องการเลือก คอมพิวเตอร์จะรับคำตอบแล้วตรวจข้อสอบ

3. ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบอีกครั้งหนึ่งตามผลการตอบข้อทดสอบข้อที่ผ่านมา

4. พิจารณาว่าผู้สอบควรจะทำข้อทดสอบต่อไปหรือไม่ตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนดไว้

5. ถ้าผู้สอบจะต้องทำข้อทดสอบต่อไปก็ย้อนกลับไปทำ 1 อีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบสารสนเทศเกี่ยวกับการตอบข้อสอบของผู้สอบก็จะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบ

2.6.4 ประเภทของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้ดังนี้ (สุพัฒน์, 2539: 40-49)

1. กลวิธีสองขั้นตอน (Two-Stage Strategies)

2. กลวิธีหลายขั้นตอน (Multi-Stage Strategies)

2.1 แบบพีระมิด (Pyramidal Model) ประกอบด้วย (1) แบบแยกคงที่ (Fixed Branching Model) ได้แก่ แบบพีระมิดชนิดขนาดขั้นคงที่ (Constant step Size Pyramidal Model) แบบพีระมิดชนิดขนาดขั้นแปรผัน (Constant Step Size Pyramidal Model) แบบพีระมิดชนิดข้างตัด (Truncated Pyramidal Model) แบบพีระมิดชนิดมีหลายข้อในแต่ละชั้น (Multiple-item Pyramidal Model) และแบบพีระมิดชนิดให้น้ำหนักตัวเลือกเพื่อแยกทาง (Differential Response Option Branching Pyramidal Model) (2) แบบระดับยืดหยุ่น (Flexi Level Model) (3) แบบปรับระดับชั้น (Stradaptive Model)

2.2 แบบแยกแปรผัน (Variable Branching Model) ได้แก่ กลวิธีของเบส์ (Bayesian Strategies) และกลวิธีการประมาณค่าความเป็นได้สูงสุด (Maximum Likelihood Estimation Strategies)

2.6.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

Verschoor & Strartmans (1999) ได้ทำการพัฒนาระบบ MATHCAT (A flexible testing system in mathematics education for adults) ให้วิทยาลัย Dutch สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาระบบจัดการทดสอบผ่านเครือข่ายและใช้หลักการทดสอบแบบปรับเปลี่ยนที่มีขั้นตอนวิธีการในการเลือกข้อสอบตามระดับความสามารถ ระบบจะแบ่งข้อสอบวัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ โดยค่าความสามารถที่ $\theta \leq -0.544$ จะสุ่มเลือกข้อทดสอบนี้เหมาะสำหรับผู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ 1,2 ถ้าค่าความสามารถมีค่า $-0.544 \leq \theta \leq -0.021$ จะสุ่มเลือกข้อทดสอบที่เหมาะสำหรับผู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับ 1, 2 และ 3 โดยกำหนดเงื่อนไขถ้าค่าความสามารถ $-0.021 \leq \theta \leq -0.21$ จะสุ่มเลือกข้อสอบที่เหมาะสำหรับผู้มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ระดับ 2 และ 3 ซึ่งการใช้งาน MATHCAT มีประโยชน์การใช้งานหลายอย่าง เช่น มีความถูกต้องแม่นยำใช้ระยะเวลาในการทดสอบน้อยและสะดวกในการใช้งานคิดเป็น 89.9% ในขณะที่แบบเดิมมีเพียง 87.3% แต่ข้อดีที่เห็นได้ชัดเจนคือ ความง่ายในการใช้งานทั้งการจัดเตรียมการสอบของผู้สอนและการสอบของผู้เรียน

Barra, et al. (1999) ได้พัฒนาระบบการสอบแบบปรับเปลี่ยน Test++ (Adaptive Testing By Test++) เพื่อนำมาใช้ในการฝึกอบรมและการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมุ่งเน้นที่การจัดเตรียมการฝึกอบรมหรือการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับแต่ละบุคคล โดยรูปแบบการทดสอบจะปรับเปลี่ยนจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเรื่อง ระบบออกแบบรูปแบบการทำงานไว้ 2 โหมดคือ Self-Training และ Virtual Classroom การทดสอบในโหมด Self-Training จะนำเสนอแบบทดสอบที่สามารถวัดผลได้สำหรับผู้สอนแต่ละคนให้กับผู้เรียน แบบทดสอบสร้างขึ้นมาโดยการสุ่มข้อสอบจากข้อสอบทั้งหมดไว้ด้วย XML แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่ใช้กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อที่จะถูกเลือกไปไว้ในแบบทดสอบ โดยวัตถุประสงค์ของระบบคือการแทรกข้อสอบและเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาตามที่ผู้เรียนต้องการ ผลการสุ่มข้อสอบนี้ระบบจะนำเสนอให้กับผู้สอนด้วย ผู้วิจัยคาดว่าระบบจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเนื้อหาที่ต้องการศึกษา โดยแบบทดสอบที่ระบบจัดให้สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่ควรสอนได้อย่างแม่นยำ วิธีการทดสอบในโหมด Self-Training การสอบจะเริ่มต้นด้วยการจัดให้ผู้สอบได้สอบทุก ๆ หัวข้อในหลักสูตร เพื่อค้นหาหัวข้อที่เป็นจุดอ่อนนี้ระบบกำหนดค่าตัวพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบทดสอบ

ธัญญรัตน์ (2548) ได้ทำการพัฒนาระบบจัดการและประเมินผลการสอบ ที่ทำงานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้หลักการ “การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Computerized Adaptive Testing)” ซึ่งเป็นระบบการจัดสอบโดยเลือกข้อสอบให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของผู้สอบ และรายงานผลการสอบของผู้สอบได้ทันที ในการเลือกข้อสอบใช้ทฤษฎี

Items Response Theory ซึ่งเป็นทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อทดสอบที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการตอบข้อทดสอบกับระดับความสามารถที่มีอยู่ภายในตัวผู้สอบ โดยใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดด้วยฟังก์ชั่นที่เรียกว่า ฟังก์ชั่นลักษณะเฉพาะของข้อทดสอบ (Item Characteristic Function) หรือ เส้นโค้งลักษณะเฉพาะของข้อทดสอบ (Item Characteristic Curve : ICC) ระบบแบ่งการทำงานตามลักษณะผู้ใช้ออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) อาจารย์หรือผู้ออกแบบทดสอบสามารถจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับระบบ เช่น ข้อมูลรายวิชา วัตถุประสงค์ โครงสร้างการสอน และข้อสอบในแต่ละวัตุประสงค์ (2) ผู้สอบมีความสามารถในการลงทะเบียนสอบในระบบเพื่อดำเนินการสอบผ่านระบบได้ (3) ผู้ดูแลระบบมีความสามารถในการตรวจสอบและจัดการข้อมูลของผู้ใช้งานระบบ ผลการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามพบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ความคิดเห็นของผู้ออกแบบทดสอบมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และความคิดเห็นของผู้สอบมีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.58 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี ดังนั้นสามารถสรุปประสิทธิภาพของระบบโดยรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

ศิริลักษณ์ (2553) ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่องการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะ สำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีการนำแบบทดสอบแบบปรับเหมาะและนำเสนอรูปแบบการสอนของผู้สอนที่ไม่เหมือนกันเพื่อตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีศักยภาพที่แตกต่างกัน การใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะตามความสามารถของผู้สอบ (Adaptive Testing) จะทำให้ผู้สอบแต่ละคนได้ทำแบบทดสอบแตกต่างกันตามความสามารถ โดยระบบจะคัดเลือกข้อสอบในแบบทดสอบจากคลังข้อสอบตามระดับความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบข้อแรกจะมีระดับความสามารถปานกลางกรณีผู้สอบตอบถูกข้อสอบถัดไปจะยากขึ้น หรือกรณีผู้สอบตอบผิดข้อสอบถัดไปจะง่ายลง เมื่อทดสอบเสร็จผู้สอบจะได้รับคะแนนต่างกันไปตามระดับความยากของข้อสอบที่ได้ทำ ซึ่งจะช่วยวัดระดับความสามารถของผู้สอบได้ดีกว่าเดิม ผลการวิจัยพบว่า การประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 อยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อและนำเสนอโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ปรากฏว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 อยู่ในระดับดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และผลการประเมินของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก แสดงว่าการใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะสำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

2.7 ตอนที่ 7 การช่วยเสริมศักยภาพ

สุจิตรา (2550: 54) กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพ มาจากคำภาษาอังกฤษ คือ Scaffold หรือ Scaffolding สำหรับการใช้คำภาษาไทย มีการใช้คำแตกต่างออกไป เช่น การช่วยเสริมศักยภาพ ฐานความช่วยเหลือ วิธีการแบบสแกฟโฟลด์ สำหรับการวิจัยนี้ใช้คำว่า การช่วยเสริมศักยภาพ

2.7.1 ความหมายของการช่วยเสริมศักยภาพ

การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือ สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบโดยบุคคลและเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ในกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานที่ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ด้วยตนเองให้สำเร็จได้ วิธีการช่วยเหลือนี้จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเองและเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเองอย่างอิสระแล้วการช่วยเหลือนั้นจะยุติลง

2.7.2 องค์ประกอบของการช่วยเสริมศักยภาพ

Puntambekar & Kolodner (2005: 189 อ้างถึงใน สุจิตรา, 2550) อธิบายองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอนแบบช่วยเสริมศักยภาพไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างความเข้าใจในเป้าหมายของกิจกรรมร่วมกัน

2. การวินิจฉัยระดับความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถจัดการและสนับสนุนอย่างเหมาะสม

3. การสนับสนุนที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ การวินิจฉัยระดับความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องนำไปสู่การให้การช่วยเหลืออย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งผู้สอนจะให้การช่วยเหลือผู้เรียนทีละขั้นตอน

4. การสนทนาและปฏิสัมพันธ์ สามารถช่วยให้ผู้สอนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

5. การลดการช่วยเหลือและถ่ายโอนความรับผิดชอบสู่ผู้เรียน

2.7.3 กลวิธีและเทคนิคในการช่วยเสริมศักยภาพในห้องเรียน

การช่วยเสริมศักยภาพของผู้เรียนสามารถทำได้หลายรูปแบบตามระดับความสามารถของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกสรรกลยุทธ์ที่ช่วยเหลือผู้เรียนให้เหมาะสม นักการศึกษาได้แบ่งกลวิธีในการช่วยเสริมศักยภาพไว้ดังนี้

Wood, et al. (1976) ได้เสนอวิธีการที่ผู้สอนจะให้การเสริมศักยภาพแก่ผู้เรียนไว้ 6 ประการคือ

1. การคัดสรรงาน (Recruitment) ผู้สอนต้องเลือกงานที่เหมาะสม ทำการแจกแจงประเด็นที่ผู้เรียนสนใจ และให้มีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในงานนั้น เช่น การสร้างความสนใจในงานที่ทำ โดยทำให้เห็นความสำคัญและเป้าหมายของงาน

2. การลดงาน (Reduction in Degree of Freedom) ซึ่งเป็นการแจกแจงงานเป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลงให้งานมีลักษณะที่ง่ายขึ้น

3. การสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่อง (Direction Maintenance) เป็นการรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่สม่ำเสมอ โดยสร้างความท้าทายให้ผู้เรียนทำงานที่อยู่ในระดับที่เหนือจากระดับที่ผู้เรียนเพิ่งทำงานได้สำเร็จ

4. การชี้จุดสำคัญ (Making Critical Feature) เป็นการชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติสำคัญที่แสดงให้เห็นว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการบอกข้อบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนของงานที่ทำอยู่

5. การควบคุมปัญหา (Frustration Control) ผู้สอนจะต้องดึงส่วนที่ผู้เรียนพอใจมาเป็นประโยชน์หรือผู้สอนอาจใช้วิธีการอื่น ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเครียดเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญคือ ผู้สอนต้องระวังการที่ผู้เรียนจะพึ่งพาผู้สอนมากเกินไปในระหว่างการทำกิจกรรม

6. การสาธิต (Demonstration) เป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเผชิญอยู่ รวมถึงการให้ผู้เรียนเกิดการเลียนแบบและสร้างเสริมคุณลักษณะเฉพาะตัวของผู้เรียน

Eggen & Kauchak (1997) ได้แบ่งประเภทกลวิธีในการช่วยเสริมศักยภาพไว้ 5 ประเภท ดังนี้

1. การเป็นตัวแบบ (Modeling) เช่น การแสดงวิธีแก้ปัญหา

2. การคิดดัง (Think Aloud) เป็นตัวแบบของกระบวนการโดยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงกระบวนการคิดของผู้สอนในขณะที่กำลังแก้ปัญหา

3. การใช้คำถาม (Question) การใช้คำถามจะเป็นการช่วยเหลือเจาะประเด็นความสนใจและการแนะนำทางเลือก

4. การปรับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน (Adapting Instructional Material) เช่น การปรับงานให้มีความง่ายหรือเป็นลำดับงานย่อย ๆ

5. การใช้การชี้นำหรือการชี้แนะ (Prompts and Cues) เช่น การวางแผนการเขียนที่จะช่วยให้ผู้เรียนจัดการระบบการคิดของตนเองก่อนเขียนงานที่ได้รับมอบหมาย การช่วยเหลือนี้จะหยุดลงเมื่อผู้เรียนซึมซับเอาแผนงานหรือขั้นตอนต่าง ๆ ไว้ในตนเองแล้วอย่างอัตโนมัติ

McLoughlin (2002) กล่าวว่า การช่วยเสริมศักยภาพมีระดับการสนับสนุนรูปแบบ เนื้อหาและความซับซ้อนที่หลากหลายขึ้นอยู่กับบริบทในการเรียนการสอน ประกอบด้วยรูปแบบในการสนับสนุนดังนี้

1. การให้แบบอย่าง (Assisted Modeling) โดยให้การชี้แนะที่ช่วยให้สามารถทำงานได้สำเร็จ

2. การระบุองค์ประกอบ (Element Identification) โดยการระบุองค์ประกอบของวิธีการหรือกลวิธีที่ทำให้ผู้เรียนทำงานได้สำเร็จ

3. การระบุกลวิธี (Strategy Naming)

2.7.4 รูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพในการสอนทางไกลและการสอนบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 2-3 รูปแบบการช่วยเสริมศักยภาพ

การเสริมศักยภาพ	ลักษณะ
การนิเทศ การสื่อสารถึงความคาดหวัง (Orientation)	การอธิบายให้ผู้เรียนทราบอย่างชัดเจนถึงเป้าหมายการเรียนรู้
การสอนแนะ (Coaching)	ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนผ่านทางซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เพื่อช่วยในการปฏิบัติงาน เช่น การนำเสนอ การสาธิต โดยใช้คอมพิวเตอร์
กระตุ้นการแสดงความคิด (Eliciting Articulation)	มีการกระตุ้นให้มีการแสดงความคิดออกมาเพื่อแสดงถึงความเข้าใจ และการสะท้อนความคิด เช่น การสื่อสารกับเพื่อนโดยใช้กระดานสนทนา
การสนับสนุนการทำงาน (Task Support)	มีการจัดโครงสร้างของงานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำงานนั้น ๆ ได้ เช่น การจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่ช่วยในการทำงานและกิจกรรม
การชี้นำโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Regulation)	มีการสนับสนุนโดยผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษา โดยแสดงให้เห็นตัวอย่างและผลการเรียนรู้ที่ต้องการ
การเสริมศักยภาพด้านมโนทัศน์ (Conceptual Scaffolding)	มีการจัดการช่วยเหลือเมื่อมีการเสนอปัญหา โดยการทำให้ผู้เรียนเข้าใจนิยามของปัญหาในกรณีที่สามารถตีความได้หลากหลาย
การเสริมศักยภาพด้านเมตาคอคนิชัน (Metacognitive Scaffolding)	การสนับสนุนด้านเมตาคอคนิชั่นของผู้เรียนนี้จัดทำได้โดยมีการจัดเครื่องมือทางพุทธิปัญญา เช่น สมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Notepad) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถบันทึกความคิดของตนเองในขณะที่แก้ไขปัญหา
การเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ (Procedural Scaffolding)	เป็นการสนับสนุนผู้เรียนในการใช้เครื่องมือและแหล่งข้อมูลที่มีในการเรียนบนเว็บ การเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ อาจอยู่ในรูปของการเข้าถึงฐานข้อมูล หรือการสนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือและการแลกเปลี่ยนแหล่งข้อมูล
การเสริมศักยภาพด้านกลยุทธ์ (Strategic Scaffolding)	เป็นการเน้นทางเลือกในการกระทำ และเส้นทางการเรียนรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ การเสนอสถานการณ์ มุมมองที่หลากหลายช่วยให้ผู้เรียนสามารถวางแผนและตัดสินใจได้

ที่มา : สุจิตรา (2550: 64)

Hannafin (1999 อ้างถึงใน สุจิตรา, 2550) ได้แบ่งการช่วยเสริมศักยภาพออกเป็น 4 ชนิด คือ (1) การช่วยเสริมศักยภาพด้านมโนทัศน์ (Conceptual Scaffold) (2) การช่วยเสริมศักยภาพด้านเมตาคอคนิชั่น (Metacognitive Scaffold) (3) การช่วยเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ (Procedural Scaffold) และ (4) การช่วยเสริมศักยภาพด้านกลวิธี (Strategic Scaffold) มีรายละเอียดดังนี้

1. การช่วยเสริมศักยภาพด้านมโนทัศน์ เป็นการแนะนำถึงสิ่งที่จะต้องพิจารณาโดยช่วยให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในปัญหาที่ซับซ้อนรวมทั้งสิ่งที่สามารถเข้าใจผิดได้ง่าย โดยการจัดโครงสร้างมโนทัศน์ให้เห็นชัดเจน การจัดการช่วยเสริมศักยภาพสามารถทำได้โดยใช้กลไกที่หลากหลาย

2. การช่วยเสริมศักยภาพด้านเมตาคอคนิชัน เป็นการช่วยเหลือในกระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการจัดการการเรียนรู้ของบุคคล โดยให้การแนะนำวิธีการคิดในระหว่างการเรียนรู้อาจเป็นแบบเจาะจงเนื้อหาหรือเป็นแบบกว้าง ๆ

3. การช่วยเสริมศักยภาพด้านกระบวนการ เน้นที่การใช้แหล่งข้อมูลที่มีอยู่และเครื่องมือต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับองค์ประกอบและหน้าที่ระบบหรือเป็นการช่วยนำทาง (Navigation) ส่วนมากจะเป็นการอธิบายถึงการกลับไปสู่ตำแหน่งที่ต้องการหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้บ่อย ๆ

4. การช่วยเสริมศักยภาพด้านกลวิธี เป็นการแนะนำทางเลือกของวิธีการในระหว่างการวิเคราะห์วางแผน การตัดสินใจเลือกกลยุทธ์ โดยช่วยในการระบุและเลือกข้อมูลที่จำเป็นประเมินแหล่งข้อมูลที่มีและเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้และประสบการณ์เดิม

Randoll & Kali (2004) เสนอหลักการออกแบบและการใช้การช่วยเสริมศักยภาพไว้ดังนี้

1. ออกแบบการช่วยเสริมศักยภาพภายใต้บริบทการใช้งาน โดยคำนึงถึงบทบาทหน้าที่ของผู้สอน การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนในสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

2. ออกแบบการช่วยเสริมศักยภาพให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน เช่น ความแตกต่างด้านแบบการเรียน ระดับความสามารถ ความรู้ด้านเนื้อหา โดย Randoll & Kali (2004) ได้เสนอว่าการช่วยเสริมศักยภาพที่เหมาะสมที่สุดคือ การช่วยเสริมศักยภาพที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

3. ออกแบบเนื้อหาไปพร้อมกับการออกแบบการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อจัดให้มีการช่วยเหลือศักยภาพที่เหมาะสมในกระบวนการเรียนรู้

Brush & Saye (2002) แบ่งการช่วยเสริมศักยภาพออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. การช่วยเหลือศักยภาพแบบเปลี่ยนแปลง (Soft Scaffolding) หมายถึง ความช่วยเหลือที่สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามสถานการณ์ โดยผู้สอนจะต้องมีการวินิจฉัยความเข้าใจของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องและจัดการช่วยเหลือโดยดูจากการตอบสนองของผู้เรียน

2. การช่วยเหลือศักยภาพแบบไม่เปลี่ยนแปลง (Hard Scaffolding) เป็นการช่วยเหลือที่คงที่โดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าและมีพื้นฐานอยู่บนปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนทั่วไปพบในการทำภาระงาน

2.7.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเสริมศักยภาพ

Li (2001) ได้ศึกษาผลการใช้กลวิธีการช่วยเสริมศักยภาพในการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่ต่างกัน 3 รูปแบบคือ (1) ควบคุมโดยระบบ (System Controled) (2) ควบคุมโดยผู้เรียน (Learner Controled) และ (3) แบบผสม คือ ระบบเสนอแนะ ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Hybrid Condition) ผลการวิจัยพบว่า การช่วยเสริมศักยภาพทั้ง 3 รูปแบบทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีกว่าผู้เรียนในกลุ่มควบคุมสำหรับผู้เรียนทั้งหมด รองมาคือรูปแบบควบคุมโดยระบบและแบบผสม ตามลำดับ สภาพการช่วยเสริมศักยภาพมีผลต่อการ

เรียนรู้แตกต่างกันระหว่างเพศ แต่ไม่แตกต่างกันในกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกันและในสภาพการช่วยเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันผู้เรียนมีรูปแบบการแก้ไขปัญหาและพฤติกรรมการแสวงหาความช่วยเหลือแตกต่างกัน และผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่าการช่วยเสริมศักยภาพช่วยพัฒนาการเรียนรู้และการถ่ายโยงความรู้

สุมาลี (2548) ศึกษากระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนจากสื่อบนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และรูปแบบการใช้ฐานความรู้ความช่วยเหลือในขณะเรียน ผลการวิจัยพบว่า (1) ลักษณะของการช่วยเหลือตามหลักการของ Hannafin (1999) ด้านความคิดรวบยอดช่วยในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดของเนื้อหา รวมทั้งสรุปจุดเน้นที่สำคัญของปัญหาและเนื้อหา ฐานความช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ช่วยในการแนะนำวิธีการและการเข้าถึงแหล่งข้อมูลด้วยตนเอง ส่วนฐานการช่วยเหลือด้านความคิดและฐานการช่วยเหลือด้านกระบวนการ พบว่าผู้เรียนไม่ได้ใช้ในการแก้ปัญหา เนื่องจากผู้เรียนสามารถพบแนวทางแก้ปัญหาที่สมบูรณ์ได้หลังจากการเข้าไปศึกษาจากฐานความช่วยเหลือด้านกลยุทธ์และฐานการช่วยเหลือด้านความคิดรวบยอด และถ้าสงสัยหรือไม่แน่ใจก็จะใช้การสอบถามผ่านการสนทนาบนเครือข่ายเพื่อขอข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญหรือกลุ่มเพื่อน (2) รูปแบบการใช้ฐานความช่วยเหลือจากสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ ที่เป็นกระบวนการซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีการใช้ฐานความช่วยเหลือ 3 ลักษณะคือ (1) ใช้เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขปัญหา (2) ใช้เพื่อยืนยันแนวทางในการแก้ไขปัญหาและ (3) ไม่ใช้ฐานความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหา

พงศ์ธนัช (2554) ได้ทำการพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่นโดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งและสแคฟโฟลด์ดิ้ง ซึ่งเป็นแนวคิดของ John (1979) ที่กล่าวถึงการตระหนักรู้ของผู้เรียนเอง จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นระบบและช่วยให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น ฟลาเวลล์ได้แบ่งเนื้อหาของเมตาคอกนิชั่น ออกเป็นสองด้านคือด้านความรู้ของเมตาคอกนิชั่นและด้านกระบวนการของเมตาคอกนิชั่น การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ (1) เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคนิคการคัดแยกของเทคนิคดาต้าไมนิ่ง (2) ศึกษาและสังเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการด้านเมตาคอกนิชั่นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (3) พัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้และเตรียมระบบฐานข้อมูล (4) พัฒนาระบบสแคฟโฟลด์ดิ้งเพื่อช่วยให้ผู้เรียนใช้งานได้สะดวกมากขึ้น (5) พัฒนาแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผู้เรียน (6) ตรวจสอบประสิทธิภาพและทดลองใช้เครื่องมือก่อนนำไปใช้จริง (7) นำเครื่องมือไปทดลองจริงกับกลุ่มทดลอง และ (8) เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผลทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า การดำเนินการวิจัยได้ผลดังนี้ (1) เทคนิคการคัดแยกนาอีฟเบย์ เป็นเทคนิคการคัดแยกคุณลักษณะของข้อมูลที่มีการทำนายได้แม่นยำและเหมาะสมที่สุดคือร้อยละ 92.04 (2) ขั้นตอนของกระบวนการเมตาคอกนิชั่นที่สังเคราะห์ได้มี 4 ขั้นตอนคือ การวางแผนการเรียนรู้ (Planning), การทบทวน (Monitoring and Control), การประเมินผล (Evaluation), และการแก้ไขปรับปรุง(Revising) (3) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 10 คนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่นโดย

แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและวิธีการด้านละ 5 คน มีความคิดเห็นว่าสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่นมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนด และประสิทธิผลของเครื่องมือมีมากกว่า 0.50 (4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (5) ความคงที่ของพฤติกรรมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่นที่ระดับร้อยละ 60 ขึ้นไปมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 และ (6) ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยภาพรวมของผู้เรียนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่น โดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งและสแคฟโฟลด์ดิ้งอยู่ในระดับมากที่สุด

สุจิตรา (2550) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบสอบ และแนวคิดเกี่ยวกับการช่วยเสริมศักยภาพมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีลักษณะสำคัญ คือ มีการใช้กระบวนการสืบสอบเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และมีการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย (1) หลักการ (2) วัตถุประสงค์ (3) กระบวนการสอน และ (4) การวัดและการประเมินผล หลักการของรูปแบบเน้นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย กระบวนการสืบสอบ การช่วยเสริมศักยภาพโดยผู้สอนและเครื่องมือซอฟท์แวร์และภาระงานที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน วัตถุประสงค์ของรูปแบบมุ่งพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กระบวนการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ (1) ขั้นเตรียม (2) ขั้นการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลใช้การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ผลการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2.8 ตอนที่ 8 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

รายเอียดข้อมูลสำหรับแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยของวิลาวัณย์ (2554) และบทความวิชาการของวิลาวัณย์ และ ณมน (2556) สามารถสังเคราะห์และสรุปได้ดังนี้

2.8.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

สมศักดิ์ (2537) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนของสมองในการรวบรวมและเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างมีจุดหมาย

Osborn (1979) กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นความสามารถของมนุษย์ที่สร้างขึ้นให้เต็มศักยภาพของแต่ละคนได้ เป็นความพยายามของมนุษย์ในการเอาชนะอุปสรรคด้วยวิธีการระดมสมองหาแนวคิดเพื่อขจัดให้หมดไป

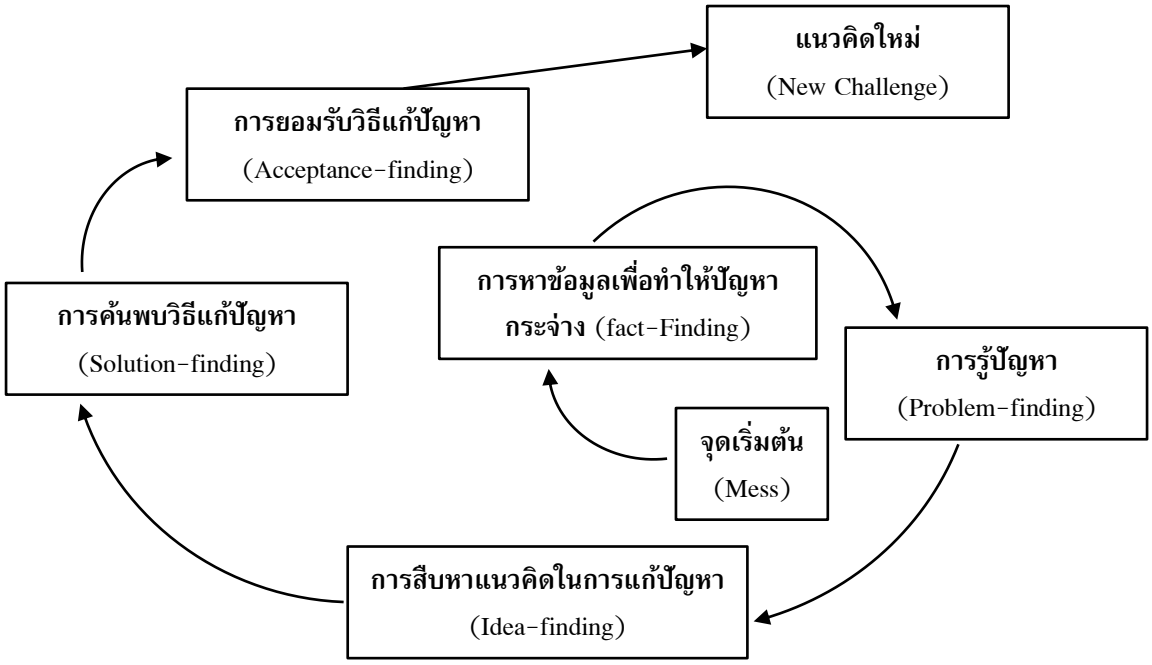
สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดเพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการแก้ไขปัญหาให้หมดไป เป็นทักษะซึ่งสามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

2.8.2 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

นักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้อย่างหลากหลายดังนี้

Torrance (1962) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง
2. การรู้ปัญหา
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา แล้วจึงนำไปสู่การค้นพบที่จะทำให้เกิดแนวคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า New Challenge



ภาพที่ 2-19 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance
(Torrance & Myers, 1972 อ้างถึงใน วิลาวัณย์, 2554: 54)

Osborn (1963: 115-116) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ประสบ โดยความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นตามลำดับขั้น ประกอบด้วย 7 ขั้น คือ

1. ชี้ประเด็นปัญหาที่ต้องการใช้ความคิดสร้างสรรค์สำหรับแก้ปัญหา
2. เตรียมตัวและรวบรวมข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา

3. วิเคราะห์ข้อมูลและแจกแจงข้อมูล

4. ใช้ความคิดอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลายแนวทาง

5. วิเคราะห์ความคิดและทำให้กระจ่างชัดเจน

6. สังเคราะห์หรือรวบรวมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

7. ประเมินผล เพื่อคัดเลือกคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

Basadur (1995) กล่าวถึงกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์หรือกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างทางเลือก เป็นการสร้างทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาในแนวทางที่เป็นไปได้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การค้นพบปัญหา และการค้นพบความจริง

2. ขั้นสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อทำความเข้าใจและระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การระบุปัญหาและการค้นพบแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหา

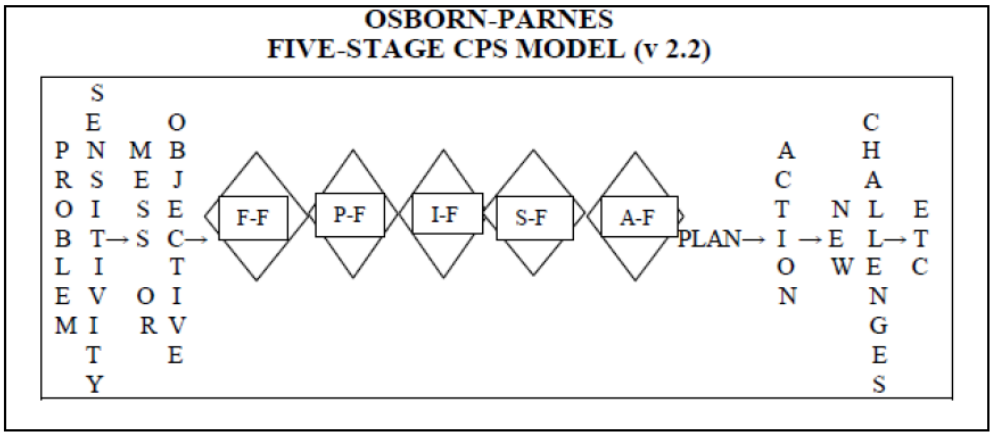
3. ขั้นการทำให้สมบูรณ์หรือมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างทางเลือก เพื่อแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การประเมินและการเลือกวิธีการแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือวิธีการแก้ปัญหา

4. การนำไปใช้ เป็นการสร้างทางเลือกที่หลากหลาย ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การยอมรับผลจากการนำไปใช้ และการลงมือปฏิบัติตามแผนหรือวิธีการแก้ปัญหา

2.8.3 โมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

นักการศึกษาและนักทฤษฎีหลายท่านได้คิดค้นและพัฒนารูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Model) สรุปได้ดังนี้ (วิลาวัณย์, 2554: 56-64)

Osborn เป็นผู้ริเริ่มในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เหมาะสมกับทางด้านการศึกษาในช่วงกลางปี 1950 และได้ร่วมทีมกับ Sidney Parnes ซึ่งเป็นหนึ่งผู้บุกเบิกเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยได้พัฒนารูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งมี 5 ขั้นตอน และถือว่าเป็นโมเดลต้นแบบที่เป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ CPS Model (ฉบับ 2.2) ดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-20 โมเดลกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Osborn-Parnes (v 2.2) (Noller, R. B., Parnes, S. J., & Biondi, A. M., 1976)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน อธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นการค้นหาความจริง (F-F = Fact Finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นด้วย ใคร ทำอะไร ที่ไหน ทำไม และอย่างไร

2. ขั้นการค้นหาปัญหา (P-F = Problem Finding) เป็นขั้นพิจารณาเปรียบเทียบมูลเหตุทั้งหลายของปัญหาแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุดเป็นประเด็นสำหรับค้นหาวิธีแก้ไขต่อไป

3. ขั้นการค้นหาความคิด (I-F = Idea Finding) เป็นขั้นการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระไม่มีการสกัดกั้นความคิด ไม่คำนึงด้านความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้ในขั้นตอนนี้เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายที่สุด

4. ขั้นการค้นหาคำตอบ (S-F = Solution Finding) เป็นขั้นการพิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการที่หามาได้ในขั้นที่ 3 โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็วเป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

5. ขั้นการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ (A-F = Acceptance Finding) เป็นขั้นพิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นไปใช้จริง

ต่อมา Isaksen & Treffinger ได้เรียนรู้และประยุกต์รูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบดั้งเดิมจาก 5 ขั้นเป็น 6 ขั้น โดยทำการเพิ่มสภาพปัญหา (Mess-finding) เข้าไปเป็นส่วนแรกของแบบแผนในปี 1985 (Isaksen & Treffinger, 1985) และยังได้เปลี่ยนชื่อขั้นการค้นหาความจริง (Fact-finding) เป็นขั้นการค้นหาข้อมูล (Data-finding) ดังภาพที่ 2-21

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ฉบับ 3.0 (Creative Problem Solving v.3.0)		
การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Phase)	**ความไวต่อปัญหา (Problem Sensitive)**	**การคิดแบบเอกนัย (Convergent Phase)**
ค้นหาปัญหาจากประสบการณ์ ตามบทบาท และสถานภาพโดยพยายามเปิดประสบการณ์ และมองว่าการแก้ปัญหาเป็นการสร้างโอกาส	1. สภาพปัญหา (Mess-finding)	ยอมรับสภาพปัญหาและมองว่าเป็นหน้าที่ของตนที่จะหาทางแก้ไข
เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาโดยมองจากหลาย ๆ มุมมอง และเก็บข้อมูลทั้งในด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้สึกของผู้เกี่ยวข้อง	2. ค้นหาข้อมูล (Data-finding)	ให้คำนิยามและวิเคราะห์ข้อมูลสำคัญ
พยายามคิดค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด	3. ค้นหาปัญหา (Problem-finding)	เลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด
คิดหาวิธีการหรือหนทางแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้	4. ค้นหาความคิด (Idea-finding)	เลือกความคิดที่น่าสนใจหรือความคิดที่จะสามารถที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายได้
คิดหาเกณฑ์ที่จะนำมาซึ่งการประเมินความคิดที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว	5. ค้นหาวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)	เลือกเกณฑ์ที่ได้มาตรฐานพอที่จะสามารถคัดเลือกความคิดได้ดีที่สุดได้
อธิบายถึงทรัพยากรที่ต้องใช้และที่มีอยู่เพื่อรองรับการดำเนินการแก้ปัญหา	6. ค้นหาการยอมรับ (Acceptance-finding)	เจาะจงวิธีการแก้ปัญหาและวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา
	ปัญหาใหม่ (New Challenges)	

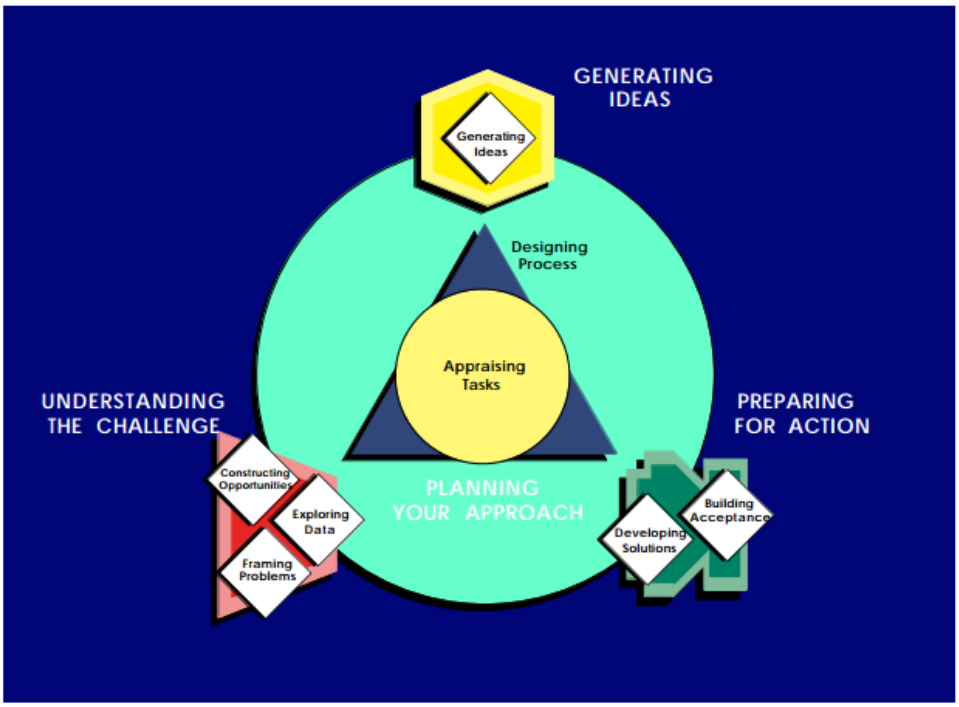
ภาพที่ 2-21 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับ 3.0 (CPS Version 3.0) (Isaksen & Treffinger, 1985 อ้างถึงใน วิลาวัณย์, 2554: 58)

Isaksen & Treffinger (2004) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ เพื่อให้ง่ายในการนำไปใช้จึงได้มีการปรับแผนภูมิให้ดูง่ายยิ่งขึ้นดังภาพที่ 2-22

องค์ประกอบและขั้นตอนในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ฉบับ 4.0 (CPS Components and Stages v.4.0)	
ทำความเข้าใจปัญหา (understanding the problem)	
1. สภาพปัญหา (Mess Finding)	ค้นหาโอกาสสำหรับการแก้ไขปัญหา สร้างเป้าหมายแบบกว้างๆ เพื่อจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา
2. ค้นหาข้อมูล (Data Finding)	พิจารณาถึงรายละเอียด มองสภาพปัญหาโดยรอบด้าน พิจารณาข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การนิยามปัญหา
3. คัดเลือกปัญหา (Problem Solving)	พิจารณาปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด
ก่อกำเนิดความคิด(Generating Idea)	
4. ค้นหาความคิด (Idea Finding)	พยายามคิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลายและแปลกใหม่ นิยามเป้าหมายที่จะเป็นไปได้สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา
วางแผนปฏิบัติงาน (Planning for Action)	
5. หาหนทางแก้ปัญหา (Solution Finding)	- คิดพัฒนาเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกและกลั่นกรองเป้าหมายให้เป็นไปได้มากที่สุด - เลือกเกณฑ์และประยุกต์ใช้ในการคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา
6. การค้นหาการยอมรับ (Acceptance Finding)	- พิจารณาด้านทรัพยากรที่จะช่วยสนับสนุนส่งเสริมและเอื้อต่อการแก้ปัญหา - วางแผนแก้ปัญหา

ภาพที่ 2-22 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับ 4.0 (CPS Version 4.0) (Treffinger, 1995 อ้างถึงใน วิลาวัณย์, 2554: 59)

ปัจจุบันโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ฉบับล่าสุดคือ CPS ฉบับ 6.1 พัฒนาโดย Donald J. Treffinger, Scott G. Isaksen & K. Brian Dorval ในปี ค.ศ. 2000 ซึ่ง CPS ฉบับ 6.1 นี้ จะเป็นแนวทางสำหรับบุคคลในการใช้ทักษะการคิดทั้งทักษะความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปอย่างกลมกลืนกันด้วยตัวบุคคลหรือกลุ่มบุคคล เพื่อจะเข้าใจในสิ่งที่ท้าทายและโอกาสที่ดีที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น และพัฒนาการวางแผนสำหรับการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและการจัดการกับสิ่งแปลกใหม่ CPS ฉบับ 6.1 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก และ 6 ขั้นย่อย ดังภาพที่ 2-23 ซึ่งเป็นแบบแผนที่มีความยืดหยุ่นและเหมาะกับทุกสภาพปัญหา (Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B., 2003)



ภาพที่ 2-23 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ฉบับ 6.1 (CPS Version 6.1) (Treffinger, D. J., Isaksen, S. G., & Dorval, K. B., 2003)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามโมเดลที่ได้พัฒนาขึ้นโดย Isaksen, Dorval & Treffinger (2003) แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ในองค์ประกอบนี้จะเป็นการทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งในองค์ประกอบนี้ประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) เป็นขั้นที่เปลี่ยนสภาพจากขั้นการค้นหาสภาพปัญหา (Mess Finding) ทำให้แก้ปัญหารู้สึกมีพลังและมองในด้านบวกทั้งยังมีกำลังใจ มีความมั่นใจและมีความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น

1.2 ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploring Data) เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ความพึงพอใจ ข้อยืนยัน ข้อขัดแย้ง และพิจารณาบริบทโดยรวม โดยผู้เรียนต้องตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูล คือ ใคร อะไร เมื่อไหร่ ที่ไหน อย่างไรและทำไม เพื่อให้ได้ความกระจ่างเกี่ยวกับสภาพบริบทของปัญหา ในขั้นนี้จะเป็นการเก็บรวบรวมเกี่ยวกับข้อมูลและสารสนเทศทำความเข้าใจ และความรู้สึก ซึ่งจะทำให้สามารถเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น

1.3 ขั้นกำหนดกรอบของปัญหา (Framing Problem) ในขั้นนี้จะอนุญาตให้ผู้แก้ปัญหาได้พูดถึงสภาพปัญหาด้วยความกระตือรือร้นที่จะหาทางแก้ไขและกระตุ้นให้เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาต่อไป

2. การก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas) เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาหรือตอบคำถามจากขั้นที่ผ่านมาซึ่งแตกต่างจากทุกขั้นตอนขององค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหา Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J (1994) กล่าวถึงขั้นนี้ไว้ว่าเป็นขั้นที่ต้องการความคิดที่มีความหลากหลาย ใหม่ และเป็นความคิดที่ไม่ธรรมดาทั่วไปเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาบางครั้งมีการเข้าใจผิดว่าขั้นนี้เป็นขั้นระดมสมอง (Brainstorming) ในองค์ประกอบนี้ใช้เพื่อจะกำหนดแนวทางที่เป็นไปได้และแนวทางที่คาดหวังว่าในองค์ประกอบนี้ประกอบด้วย 1 ขั้น คือ

2.1 ขั้นก่อกำเนิดความคิด (Generating Ideas) จุดเด่นของขั้นนี้คือการที่ได้ขยายความคิดโดยการคิดในกรอบ (Inside the Box) และการคิดนอกกรอบ (Outside the Box)

3. วางแผนปฏิบัติการ (Preparing for Action) เป็นการเตรียมการและพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาเพื่อที่จะได้แนวปฏิบัติในการดำเนินการ ซึ่งผลผลิตจากขั้นตอนนี้คือ แผนการทำงานเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J, 1994) และ Treffinger (1995) กล่าวว่าความใหม่และความแปลกนั้นจะไม่มีความหมายหากเป็นสิ่งที่คิดแล้วไม่สามารถทำได้ ในขั้นตอนนี้จะประกอบไปด้วยขั้นค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (Solution Finding) และค้นหาการยอมรับ (Acceptance Finding)

3.1 ขั้นพัฒนาวิธีแก้ปัญหา (Developing Solution) หลักสำคัญขององค์ประกอบนี้คือ การกลั่นกรองบนความเป็นไปได้ในการปฏิบัติ การคัดเลือกทางเลือกที่สามารถจัดการได้และมีประสิทธิภาพต่อผลงานมากที่สุด (Treffinger, 1995) จุดเด่นของขั้นนี้คือให้ผู้แก้ปัญหาเลือกเครื่องมือที่สามารถปฏิบัติได้โดยการคัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด

3.2 ขั้นสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) คือการหาข้อสนับสนุนข้อโต้แย้งเพื่อให้ได้วิธีการในการแก้ปัญหา

4. การประเมินงานและผลงาน (Appraising Tasks) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นมีประสิทธิผลและมีความยืดหยุ่นเพื่อช่วยในการจัดการเลือก และประยุกต์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการนี้ก็ใช่ว่าจะเหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ความต้องการหรือว่าทุกโอกาสเสมอไปและจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรหากยึดติดกับทุกขั้นตอนโดยไม่มีการปรับให้เหมาะสมกับบุคคล ประเภทของปัญหาหรือสถานการณ์ (Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J, 1994)

จากโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปตารางจำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พฤติกรรมของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แต่ละขั้น และกลุ่มผู้ที่ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสรรค์ได้ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ผลการจำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance กับนักทฤษฎีท่านอื่น

ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาฯ	พฤติกรรมของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	นักทฤษฎี
สภาพปัญหา Mess Finding	- ค้นหาโอกาสสำหรับการแก้ไขปัญหา - สร้างเป้าหมายแบบกว้าง ๆ เพื่อจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหา	Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)
การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง Fact Finding/Data Finding	- รวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา - พิจารณาถึงรายละเอียด มองสภาพปัญหาโดยรอบด้าน -พิจารณาข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การนิยามปัญหา	- Torrance (1962) - Osborn (1979) และ Parnes (1967) - Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)
การรู้ปัญหา Problem Finding	- เปรียบเทียบมูลเหตุของปัญหาแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด - พิจารณาปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด - ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโจทย์ที่กำหนดให้ - กำหนดกรอบของปัญหา	- Torrance (1962) - Osborn (1979) และ Parnes (1967) - Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)
การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา Idea Finding	- ระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ - คิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	- Torrance (1962) - Osborn(1979) & Parnes(1967) - Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)
การค้นพบวิธีแก้ปัญหา Solution Finding	- คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็วเป็นเกณฑ์ - คัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด	- Torrance (1962) - Osborn (1979) และ Parnes (1967) - Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)

ตารางที่ 2-4 (ต่อ)

ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาฯ	พฤติกรรมของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	นักทฤษฎี
การยอมรับวิธีแก้ปัญหา Acceptance Finding	- พิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นไปใช้จริง - ให้ข้อสนับสนุนรับรองวิธีแก้ปัญหา	- Torrance (1962) - Osborn (1979) และ Parnes (1967) - Isaksen & Treffinger, 1985 (V.3,4,5,6)

จากตารางที่ 2-4 แสดงให้เห็นว่านักทฤษฎีส่วนใหญ่มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอนคือ (1) การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (2) การรู้ปัญหา (3) การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) การค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (5) การยอมรับวิธีแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ซึ่งเป็นนักทฤษฎีท่านแรก ๆ ในการคิดค้นกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเป็นโมเดลการแก้ปัญหาปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบดั้งเดิม แต่จะมีนักทฤษฎีอีกกลุ่มหนึ่งคือ Isaksen & Treffinger ซึ่งได้ทำการประยุกต์รูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบดั้งเดิม 5 ขั้น เป็น 6 ขั้น คือ (1) สภาพปัญหา (2) การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (3) การรู้ปัญหา (4) การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (5) การค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (6) การยอมรับวิธีแก้ปัญหา ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จะแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่แตกต่างกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้โมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยเหตุผลที่ว่าโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ทั้ง 5 ขั้นตอนมีความสอดคล้องกับลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักทฤษฎีส่วนใหญ่และยังเป็นโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบดั้งเดิมที่ได้รับความนิยมและความเชื่อถือในการนำไปพัฒนาต่อยอดจากนักการศึกษาหลายท่าน

จากโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปเป็นตารางจำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละขั้นสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ผลการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และพฤติกรรมในการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับงานวิจัย

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของ Torrance (1962)	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง	ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด
2. การรู้ปัญหา	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา วิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา

2.8.4 อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

หัวใจสำคัญของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ การได้แนวความคิดที่แปลกใหม่ที่ทำให้เกิดการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นกว่าเดิมและมีผลการวิจัยที่แสดงว่า แม้มนุษย์มีความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แต่ก็มีอุปสรรคหลายประการที่ทำให้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไม่เกิดขึ้นมากเท่าที่ควร

ประสาร (2536) กล่าวถึง อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ 3 ประเภทคือ

1. อุปสรรคทางการรับรู้ คือ การมองไม่เห็นปัญหาที่แท้จริง โดยเกิดจากสิ่งต่อไปนี้

1.1 การแยกปัญหาไม่ออกหรือตีปัญหาไม่แตก

1.2 การมองเห็นปัญหาในวงแคบ ไม่ให้ความสนใจสภาพแวดล้อมหรือวิธีอื่นที่ต่างออกไป

1.3 ไม่สามารถอธิบายถึงปัญหาได้

1.4 การไม่สังเกตและเก็บข้อมูลที่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา

1.5 การมองไม่เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1.6 การไม่ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่รอบตัว

1.7 การไม่สามารถแยกแยะเหตุและผลจากปัญหานั้นได้

2. อุปสรรคด้านความเชื่อและค่านิยม ซึ่งอาจเกิดจากความเคยชินกับการปฏิบัติตามระเบียบประเพณีสังคมกำหนดไว้ ประกอบด้วย

2.1 ความต้องการที่จะคิดและแก้ปัญหาตามรูปแบบเดิมแบบซ้ำ ๆ

2.2 การถูกครอบงำด้วยหลักการเดิม ๆ

2.3 ความเชื่อที่ผิดที่กล่าวว่าการถามและการโต้แย้งเป็นมารยาทที่ไม่เหมาะสมกับวัฒนธรรมไทย

2.4 การมุ่งเน้นการแข่งขันหรือร่วมมือมากเกินไปโดยมุ่งรักษามิตรภาพหรือกำจัดคู่แข่งตลอดเวลา

2.5 การเชื่อตัวเองมากเกินไป

2.6 การเชื่อในสิ่งที่มีอยู่แล้ว

2.7 การยึดหลักเหตุผลและตรรกศาสตร์มากจนเกินไป

2.8 การมีทัศนะคติสุดโต่ง ไม่ผ่อนปรน ดื้อรั้น

2.9 การมีความรู้มากเกินไปหรือน้อยเกินไปในเรื่องที่แก้ปัญหา

2.10 เชื่อว่าการจินตนาการเป็นเรื่องไร้สาระ

3. อุปสรรคทางอารมณ์ ซึ่งเกิดจากความเครียด การขาดความมั่นใจในตนเองและความวิตกกังวล มีสาเหตุดังต่อไปนี้

3.1 กลัวทำผิดหรือเสียหน้า

3.2 รีบด่วนตัดสินใจ

3.3 มีอคติ

3.4 มุ่งมั่น ต้องการความสำเร็จมากเกินไป

3.5 ยึดถือความมั่นคงปลอดภัยมากเกินไป

3.6 ความกลัวและไม่ไว้วางใจผู้อื่น

3.7 ขาดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา

3.8 ขาดความกล้าที่จะแก้ปัญหาแบบใหม่ ๆ

2.8.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Parnes (1967) ทดลองโดยใช้วิธีระดมสมองในการหาวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา ทดลองโดยให้ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 ทำการระดมสมองและทำการแสดงความคิดเห็นออกมาเท่าที่รับรู้โดยไม่จำเป็นต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดี สำหรับผู้เรียนกลุ่มที่ 2 ให้ทำการเสนอปัญหาที่คิดว่าเป็นวิธีการที่ดีและมีความเหมาะสมโดยสัมพันธ์กับเรื่องที่จะแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า เวลาในการแก้ปัญหาที่เท่ากัน กลุ่มที่ใช้วิธีระดมสมองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวนมากและได้ผลมากกว่ากลุ่มที่ต้องออกความคิดแก้ปัญหาที่อยู่ในกรอบเท่านั้น

วิลาวัณย์ (2554) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของ

นักศึกษาระดับปริญญาตรี การออกแบบสื่อเว็บแบบลดภาระทางปัญญา อันเกิดจากภาระแทรกซ้อนโดยการลดผลกระทบหลัก 3 ประการของทฤษฎีภาระทางปัญญาได้แก่ การลดการแยกความสนใจ การลดความซ้ำซ้อน และการใช้สื่อผสมลดภาระเพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล และประยุกต์เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เข้ามาใช้ในการจัดเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนมากขึ้น ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นผ่านการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 13 คน โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (2) นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นมีคะแนนผลการรู้คิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิจัยข้อ (3) พบว่าผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านรับรองรูปแบบโดยเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและสามารถนำไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้

ศศิรัศม์ (2540) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torracne มาใช้ในการสอนเนื้อหาวิชาภาษาไทย เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากการทำแบบสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ t-test ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สรวงสุดา (2545) เสนองานวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ (1) ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้การเรียนแบบร่วมมือส่งเสริมให้บุคลากรมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (2) สร้างรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต (3) นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต วิธีดำเนินการวิจัยมี 4 ขั้นตอนคือ (1) สร้างรูปแบบการเรียนรู้ (2) ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิและทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ (3) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ และ (4) ศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ ผลการวิจัย พบว่า (1) การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ พบว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มี 5 ขั้นตอนตามลำดับ ได้แก่ การค้นหาความจริง การค้นหาปัญหา การค้นหาความคิด การค้นหาคำตอบ และการค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ และรูปแบบการเรียนรู้มี 3 ส่วนคือ องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนแบบร่วมมือเป็นสภาพการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็ก โดยอาศัยเทคนิคคิดเดี่ยวคิดคู่

ร่วมกันคิดและกรณีศึกษา เพื่อใช้นำเสนอสถานการณ์และสภาพปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุดในสภาวการณ์นั้น (2) ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย (1) องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ 9 องค์ประกอบ (2) วิธีการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นเรียน ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ และขั้นตอนระบบปฏิบัติการสำหรับผู้เรียนและผู้อำนวยความสะดวก (3) กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ กิจกรรมในห้องเรียน คือการปฐมนิเทศ กิจกรรมการเรียนบนเว็บ

2.9 ตอนที่ 9 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์

2.9.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง กิจกรรมทางความคิดในการรวบรวม วิเคราะห์และตรวจสอบข้อเพื่อตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อเสนอแนวทางในการขจัดอุปสรรคหรือสภาพการณ์ที่ไม่ต้องการให้ลดน้อยลงหรือหมดไป

2.9.2 การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา

การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหานั้นควรใช้กระบวนการสืบสอบซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง และเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป ซึ่งพรรณี (2538: 219) ได้สรุปลักษณะการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. สอนการจำแนก ความคิดรวบยอดและหลักการ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการแสวงหาความรู้ต่อไป
2. สร้างบรรยากาศที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเป็นอิสระที่จะซักถาม บรรยากาศต้องไม่เข้มงวดหรือตึงเครียด
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและให้อิสระในการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ต่อชั้นเรียนที่พร้อมจะเข้าใจและรับฟัง

ทิศนา (2533) เสนอแนวคิด ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำได้โดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม โดยผู้สอนต้องหาวิธีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการฝึกฝน ในการเลือกปัญหาให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขแล้วผู้สอนต้องฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต เกิดความสงสัยและอยากรู้คำตอบและฝึกให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การคิดคาดคะเน การอ้างอิง การพิจารณาข้อมูล การทดลองและใช้หลักเหตุผลในการสรุป และที่สำคัญคือ ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ เพื่อค้นหาคำตอบจนเป็นที่พอใจและผู้สอนต้องให้การเสริมแรงและให้กำลังใจแก่ผู้เรียนด้วย

สุมน (2527) กล่าวว่า ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาได้หลายวิธีการ เช่น ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและหัดแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน

และการจัดกิจกรรมการเรียนโดยจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมาให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์เหล่านี้

สรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยผู้สอนจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้กับผู้เรียนได้ฝึกการแก้ไขปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการฝึกฝนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ

2.9.3 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกกล่าวถึงโดยนักการศึกษาหลายท่านในการนำเสนอขั้นตอนและกระบวนแก้ปัญหา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.9.3.1 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

Polya (1977) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นข้อมูลและเงื่อนไข จากนั้นทำการวาดแผนผังเพื่อแสดงให้เห็นถึงจุดที่สำคัญและแยกเงื่อนไขออกเป็นตอน ๆ

2. วางแผนการแก้ปัญหา โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ต้องการค้นหา ในการคิดวางแผนต้องพิจารณาว่าเคยเห็นปัญหานั้นมาก่อนหรือไม่ ทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องหรือทฤษฎีที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ โดยต้องมีการทบทวนขั้นตอนแต่ละขั้นตอน พิจารณาว่าเป็นขั้นตอนที่ถูกต้องหรือไม่

4. ตรวจสอบการดำเนินการ โดยการทบทวนผลลัพธ์จากการดำเนินการแก้ปัญหาและพิจารณาว่าสามารถใช้วิธีการนี้กับปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่

2.9.3.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกิ๊ค

Gick (1986) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การสร้างตัวแทนปัญหา โดยสร้างสัญลักษณ์ วาดรูป ทำแผนผังหรือแผนภูมิเพื่อให้เข้าใจปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหาเป็นการรวบรวมวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบ

3. การดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการปฏิบัติตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาว่าการแก้ปัญหานั้นบรรลุเป้าหมายหรือไม่

2.9.3.3 ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทอลตัน

Talton (1966) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. อ่านโจทย์

2. วางแผนการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-6 ผลการวิเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอน	พฤติกรรม
ทำความเข้าใจปัญหา	- พิจารณาว่าอะไรเป็นข้อมูลและเงื่อนไข - รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา - ระบุว่าโจทย์ถามอะไรและให้ข้อมูลใดมาบ้าง - นิยามข้อความที่สำคัญ - สร้างตัวแทนความคิดในลักษณะต่าง ๆ - เลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ - ใช้สัญลักษณ์ วาดรูป เขียนตาราง เขียนแผนภูมิ - บอกข้อความสำคัญในโจทย์
การสร้างตัวแทนปัญหา	- เลือกใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ - ใช้สัญลักษณ์วาดรูป เขียนตาราง เขียนแผนภูมิ
การคิดวิธีการแก้ปัญหา	- รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหา - หาแนวทางในการแก้ปัญหา - จัดแบ่งขั้นตอนการแก้ปัญหา - จัดลำดับขั้นตอนของปัญหา - คาดคะเนคำตอบ - หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับสิ่งที่ต้องการหา - เลือกทฤษฎีสูตรหลักการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
การดำเนินการแก้ปัญหา	- ลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ - ใช้ทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ - ใช้ทักษะทางด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ - บอกเหตุผลในการดำเนินการ - ใช้กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ
การประเมินผลการแก้ปัญหา	- ทบทวนการดำเนินการตามขั้นตอน - ทบทวนขั้นตอนในการแก้ปัญหา - ทบทวนคำตอบโดยพิจารณาจากการลงมือแก้ไขปัญหา - ตรวจสอบความถูกต้องของค่าคำตอบ - ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหากับวิธีการอื่น เช่น การประมาณค่า

2.9.4 ทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์

วราพร (2542: 27-28) กล่าวไว้ว่า ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกอันเป็นผลจากการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาของนักการศึกษาต่าง ๆ จำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา พฤติกรรมของกระบวนการแก้ปัญหาและกลุ่มผู้ที่ศึกษากระบวนการปัญหา และทำการศึกษาและสังเคราะห์ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะย่อย ๆ ที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Gick (1986) สรุปได้ในแต่ละขั้นดังนี้

1. การสร้างตัวแทนปัญหา

1.1 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา โดยบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และบอกคำยากต่อการเข้าใจ

1.2 ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา โดยเชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่

1.3 ทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา โดยสร้างตัวแทนความคิดในรูปแบบต่าง ๆ คือ ใช้การวาดรูป สร้างแผนภูมิ แผนภาพ แทนสิ่งต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนด การเขียนสัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนข้อความในโจทย์และการจัดระบบข้อมูลใหม่

2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา

2.1 ทักษะการระบุเงื่อนไข โดยการระลึกรูปแบบพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ ข้อมูลข้างเคียงและสิ่งที่ต้องการหา แล้วระบุเงื่อนไขที่สอดคล้องกับโจทย์

2.2 ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยการเลือกขั้นตอน แบ่งขั้นตอนและจัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

2.3 ทักษะเลือกแนวทางการแก้ปัญหา โดยเลือกวิธีการ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา

2.4 ทักษะการประมาณค่าคำตอบ โดยการตั้งสมมติฐานและคาดคะเนคำตอบ

3. การดำเนินการแก้ปัญหา

3.1 ทักษะการดำเนินงาน โดยการลงมือแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

3.2 ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยคิดคำนวณตามความรู้ กฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

3.3 ทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ โดยระบุความถูกต้องในการคำนวณจากการใช้กฎเกณฑ์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา

4.1 ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบการดำเนินการแต่ละขั้นตอนว่าตรงกับสิ่งที่ต้องการ

4.2 ทักษะการทบทวนคำตอบ พิจารณาจากการคิดคำนวณและการประมาณค่า

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะย่อย ๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับรายวิชาวงจรดิจิตอลซึ่งเป็นรายวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ โดยสังเคราะห์ให้สอดคล้อง

กับโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ทั้ง 5 ขั้นตอนมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ แสดงดังตารางที่ 2-7

ตารางที่ 2-7 สรุปผลการสังเคราะห์กระบวนการปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	**พฤติกรรม**	**กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์**	**คุณลักษณะที่ต้องการวัด**
1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)	- รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา - พิจารณาถึงรายละเอียดมองสภาพปัญหาโดยรอบด้าน -พิจารณาข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การนิยามปัญหา	**กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง** 1. ทักษะการสืบค้นข้อมูลกำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น - สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบ	ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด
2. การรู้ปัญหา (Problem-finding)	- เปรียบเทียบมูลเหตุของปัญหาแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด - พิจารณาปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด - ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโจทย์ที่กำหนดให้ - กำหนดกรอบของปัญหา	**กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 2. ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา 3. ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา - เชื่อมโยงปัญหากับความเดิมหรือข้อมูลที่ค้นพบ	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	พฤติกรรม	กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)	- ระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ - คิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	**กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 4. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา - กำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)	- คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็วเป็นเกณฑ์ - คัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด	**กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 5. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการที่เป็นไปได้มากที่สุดและเหมาะสมที่สุด	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)	- พิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นไปใช้จริง - ให้ข้อสนับสนุนรับรองวิธีแก้ปัญหา	**กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 6. ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ - คิดคำนวณ และลงมือแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา

ตารางที่ 2-7 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	พฤติกรรม	กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)		**กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 7. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา - ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน 8. ทักษะการทบทวนคำตอบ - ทบทวนคำตอบ ผลการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน	

จากทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING SKILLS) 8 ด้าน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์จากนักทฤษฎีต่างๆ และวราพร (2542) ข้างต้น เพื่อให้สอดคล้องกับรายวิชาวงจรดิจิตอล ซึ่งเป็นทักษะย่อยๆ ที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาและมีความสำคัญสำหรับผู้เรียนในการเรียนการสอนการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งระดับเบื้องต้นและระดับที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการแก้ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING SKILLS) ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน เป็นทักษะย่อยๆ ที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สรุปได้ในแต่ละขั้นดังนี้

1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง

1.1 ทักษะการสืบค้นข้อมูลกำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น โดยการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบ

2. การรู้แก้ปัญหา

2.1 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา โดยการบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

2.2 ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา โดยการเชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ค้นพบ

3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา

3.1 ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยการกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา

4.1 ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา โดยเลือกวิธีการที่เป็นไปได้มากที่สุดและเหมาะสมที่สุด

5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา

5.1 ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยคิดคำนวณและลงมือแก้ปัญหา

5.2 ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา โดยตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

5.3 ทักษะการทบทวนคำตอบ โดยทบทวนคำตอบในการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน

2.9.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการคิดทางด้านคณิตศาสตร์

Garrison (1997) ได้ทำการทดลองและแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของผู้เรียนที่ได้รับการส่งเสริมให้ใช้ทักษะการคิดชั้นสูงในการแก้ปัญหา โดยนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยเป็นสื่อชี้นำจะส่งเสริมผู้เรียนในการพัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 32 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน วิธีการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้ กลุ่มทดลองได้รับการส่งเสริมกระบวนการคิดขั้นสูงโดยการชี้นำ ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่มีการชี้นำกระบวนการคิดขั้นสูง โดยการเตรียมการคิดขั้นสูงจะมี 2 ทางคือ การแจ้งข้อผิดพลาดทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และการให้ผู้เรียนบันทึกสิ่งที่ผู้เรียนคิดลงในสมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เมื่อทำการวัดผลการเรียนรู้ 34 ข้อ พบว่า มีความแตกต่างระหว่างสองกลุ่ม โดยคำถามที่เป็นปริศนาไม่พบความแตกต่างแต่กลุ่มทดลองจะใช้เวลามากกว่ากลุ่มควบคุม ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งนี้คือ ควรมีการส่งเสริมให้ใช้การเรียนการสอนด้วยเว็บในการสอนเพื่อฝึกกระบวนการคิดขั้นสูงเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

สุวรรณา (2552) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาสำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแนว STAD และขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya, 1957) มาบูรณาการเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนใช้ความสามารถเฉพาะตัวและศักยภาพในตนเองร่วมมือกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามขั้นตอน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วราพร (2542) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้การสอนตนเองกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยนำกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Gick (1986) และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์มาสังเคราะห์และสรุปเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นตอนดังนี้ (1) การสร้างตัวแทนปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา และทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา (2) การคิดวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการระบุเงื่อนไข ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทักษะเลือกแนวทางการแก้ปัญหา และทักษะการประมาณค่าคำตอบ (3) การดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการดำเนินงาน ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ (4) การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ ผลการวิจัยพบว่า (1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนแบบกลุ่ม การสอนตนเอง การเรียนการสอนแบบรายบุคคล ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือหรือกระบวนการในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลการเรียนการสอน ในส่วนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนนั้นมี 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ ขั้นเตรียมการเรียนการสอน ขั้นดำเนินการเรียนการสอน ขั้นสรุปเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ โดยในขั้นดำเนินการเรียนการสอนจะมีการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐาน การสอนตนเอง การฝึกกระบวนการแก้ปัญหาและการประเมินกระบวนการแก้ปัญหา (2) เมื่อนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้พบว่า (2.1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (2.2) คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักศึกษากลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนการสอนกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.10 ตอนที่ 10 แนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.10.1 ความหมาย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Effectiveness) หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง หลังจากที่ศึกษา

เนื้อหาบทเรียนจบแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสามารถแสดงผลได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แต่ไม่นิยมนำเสนอเป็นค่าโดดๆ มักเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ เงื่อนไขหรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน เช่น มีค่าสูงขึ้นหรือมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียน 2 กลุ่ม (มนต์ชัย, 2548)

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงเป็นการประเมินผลที่สำคัญเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ยืนยันความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ได้รับจากบทเรียน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อนให้สามารถทำได้และเกิดประสิทธิผลขึ้น จึงเรียกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกอย่างหนึ่งว่า การหาหรือการทดสอบประสิทธิผล ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า Performance Test หรือ Achievement Test ซึ่งมีความหมายเหมือนกับ Effectiveness Test

แม้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะสามารถแสดงผลได้ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติมักนิยมจะนำเสนอในเชิงคุณภาพมากกว่า เช่น หลังจากศึกษาบทเรียนแล้ว ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบก่อนการเรียน เป็นต้น ถ้าเป็นการแสดงผลในเชิงปริมาณการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจะหมายถึง ค่าระดับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ เช่น หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบแล้ว ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น 15% เป็นต้น การนำเสนอกรณีนี้สามารถทำได้เช่นกัน แต่ได้รับความนิยมน้อยกว่าเนื่องจากไม่เห็นผลของการเปรียบเทียบ

แนวทางการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีดังนี้

1. แนวทางการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียน เช่น

1.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเรียน

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. แนวทางการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ เช่น

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียกับผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบไฮเปอร์มีเดียไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. แนวทางการเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ เช่น

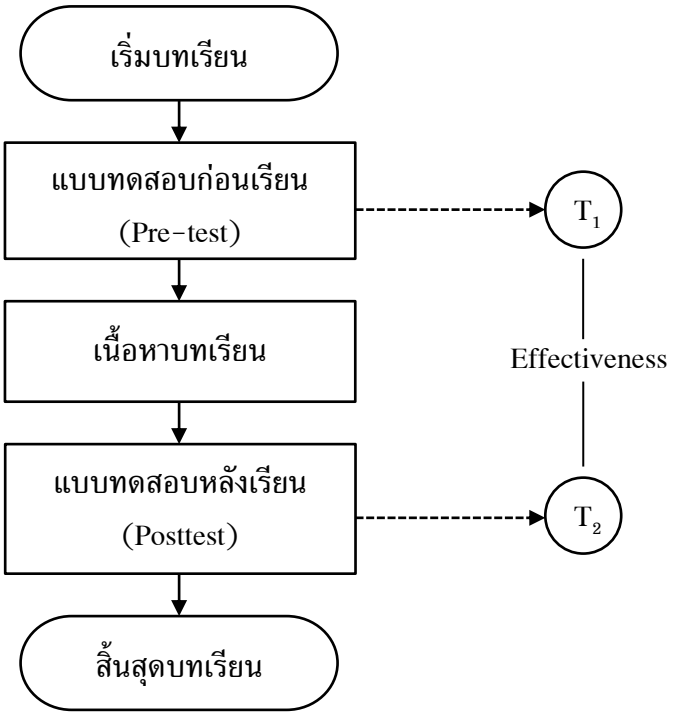
3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนในระบบศูนย์การเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ในเขตกรุงเทพมหานครกับผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่อยู่ต่างจังหวัดแตกต่างกัน

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ตามแบบแผนการทดลองที่ใช้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ จึงต้องใช้หลักสถิติเพื่อสรุปความหมายในเชิงของการเปรียบเทียบแต่ละ

แนวทาง สถิติที่ใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ z-test, t-test, f-test และ Chi-Square Test เป็นต้น โดยแปลความหมายในเชิงคุณภาพหรือการเปรียบเทียบ ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับการวิจัยนั้นเพื่อยืนยันด้านคุณภาพของบทเรียน นอกจากจะต้องหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 ยังอาจจะต้องเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เรื่องดังกล่าวด้วย ถ้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีค่าสูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเรียน ก็จะเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ถึงความสามารถของผู้เรียนที่เกิดการเรียนรู้ขึ้นจากการศึกษาบทเรียนเรื่องดังกล่าว

เมื่อพิจารณาโครงสร้างบทเรียนที่ออกแบบไว้แล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ต้องการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้จะต้องประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนบทเรียนและแบบทดสอบหลังบทเรียน จึงจะหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ หากไม่มีแบบทดสอบก่อนบทเรียนก็จะไม่สามารถหาค่าในส่วนนี้ได้ การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำได้โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนบทเรียน (T_1) และหลังจากจบการศึกษาเนื้อหาบทเรียนจึงทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (T_2) หลังจากนั้นจึงนำค่า T_1 และ T_2 ไปเปรียบเทียบความแตกต่างตามแบบแผนการทดลอง โดยใช้สถิติเปรียบเทียบความสัมพันธ์และสรุปผลที่ได้ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



ภาพที่ 2-24 ค่าของ T_1 และ T_2 ตามแบบแผนการทดลองเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.10.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กรรณิกา (2547) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ วิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบและเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่เรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบรวม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ วิทยาลัยชุมชนเพชรอรุณ จำนวน 35 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย วิธีดำเนินการวิจัย เริ่มจากให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบรวม หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลตามหลักสถิติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.19/85.14 สูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์วิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้และได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไปว่าควรมีการดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือบนเว็บในการอำนวยความสะดวกในเรื่องของการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Collaborative Learning) ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โฆษิต (2543) ได้ศึกษาบทเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 78 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 39 คน และกลุ่มควบคุม 39 คน กลุ่มทดลองเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคล โดยเรียน 13 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นระยะเวลา 1 เดือน กลุ่มควบคุมเรียนตามปกติ เก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติทดสอบที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัย พบว่า ผู้เรียนทุกระดับมีความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนทุกระดับมีความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนในระดับเดียวกันที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 หลังการทดลองผู้เรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันระหว่างผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ปานกลาง ต่ำ แต่มี

ความแตกต่างระหว่างผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลางและสูงกับต่ำ

2.11 ตอนที่ 11 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่จะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนจึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรงแต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อม โดยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นและแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงจะสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ (ธนาวุฒิ, 2553)

2.11.1 ความหมาย

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายไว้ว่า “พึง” เป็นคำช่วยกริยาอื่น ๆ หมายความว่า “ควร” เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า “พอ” หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เต็มความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำ 2 คำมาผสมกัน “พึงพอใจ” จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจตามที่ต้องการ

พรศักดิ์ (2541: 345) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมายและความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาที่ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนแต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มี จากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น การที่จะทำให้เกิดความพึงพอใจจะต้องศึกษาปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

สุรพล (2541) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่จะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตได้โดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรงแต่สามารถวัดได้โดยอ้อมโดยใช้มาตราวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น ได้แก่ การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกต

2.11.2 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นคุณลักษณะทางจิตใจของบุคคลที่ไม่อาจวัดได้โดยตรง ดังนั้นการวัดความพึงพอใจจึงเป็นการวัดโดยอ้อม จากการศึกษาวิธีการวัดความพึงพอใจของนักวิชาการหลายท่านพบประเด็นของวิธีการวัดที่คล้ายกัน สรุปได้ดังนี้

สุรพล (2541) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจมี 3 วิธี

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงานและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจวิธีหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

บุญเรียง (2529) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจ ทัศนคติหรือเจตคติเป็นนามธรรม เป็นการแสดงออกที่ค่อนข้างซับซ้อนจึงเป็นการยากที่จะวัดทัศนคติได้โดยตรง แต่สามารถวัดโดยทางอ้อมด้วยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน ฉะนั้นการวัดความพึงพอใจจึงมีขอบเขตที่จำกัด อาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้นถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดโดยทั่วไป

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจ นักการศึกษาส่วนใหญ่จะใช้วิธีการวัดโดยใช้แบบสอบถามสำหรับใช้ในการรวบรวมข้อมูล งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจของประคอง (2538) มีลักษณะเป็นข้อคำถามเป็น 5 ระดับ (Rating Scale) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
3	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ปรับปรุงโครงสร้างและวิธีการดำเนินการวิจัยจากงานวิจัยของปณิตา (2551: 131) แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ระยะดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ระยะที่ 2 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3 ระยะที่ 3 พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4 ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5 ระยะที่ 5 รับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทั้งนี้สามารถแสดงรายละเอียดการดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะดังนี้

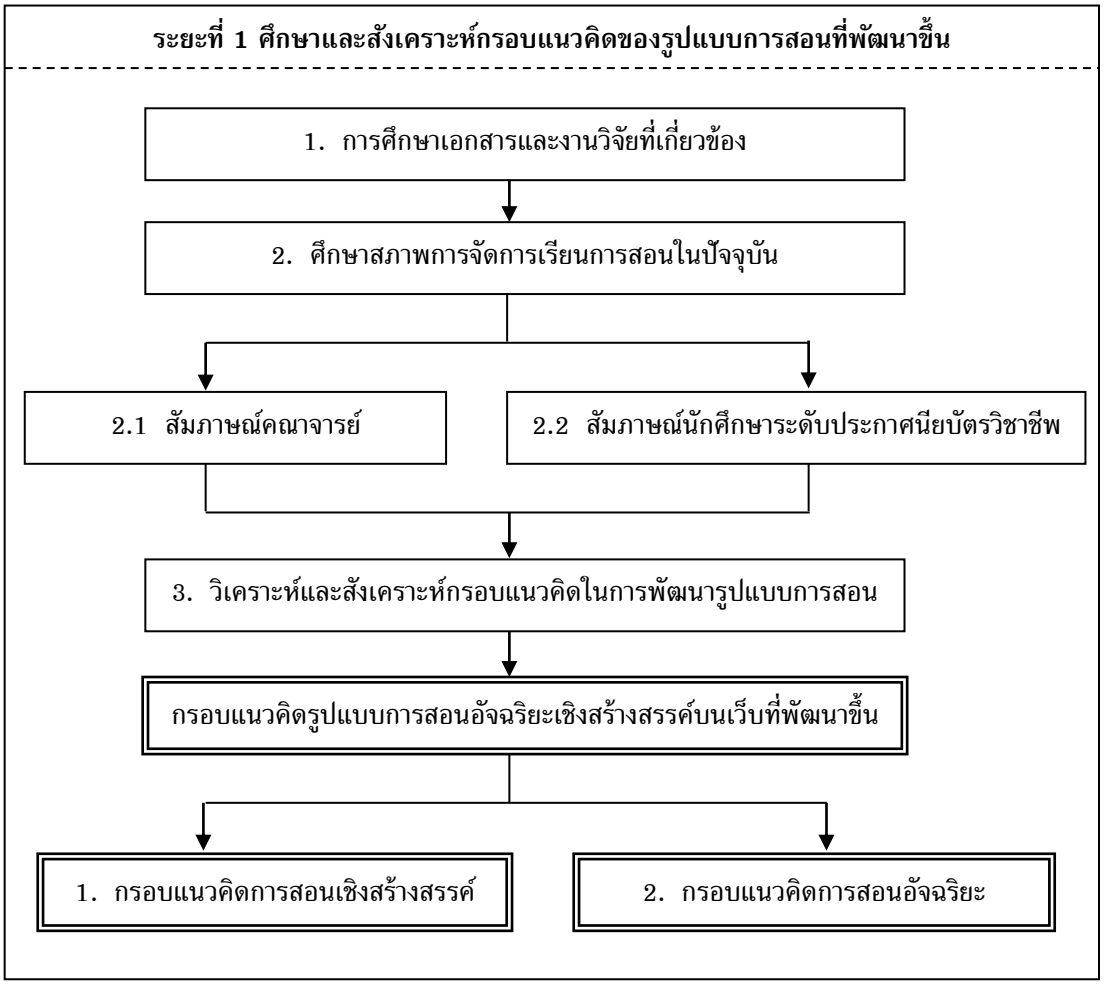
3.1 ระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 1 คือเพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 สามารถเขียนเป็นภาพที่ 3-1 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 1 มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1.1.1 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนและองค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน ดำเนินการโดยศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนและระบบการเรียนการสอนของนักออกแบบ คือ Reigeluth (1991), Joyce & Weil (2000 อ้างถึงใน ปณิตา, 2551: 137), สงัด (2525) และทิศนา (2553) โดยนำหลักการ แนวคิดที่สอดคล้องกันมากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนและระบบการเรียนการสอน รายละเอียดผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบและระบบการเรียนการสอน

Reigeluth (1991)	Joyce & Weil (2000 อ้างถึงใน ปณิตา, 2551: 137)	สงัด อุทรานันท์ (2525)	ทิศนา แขมมณี (2553: 199)	สรุป
รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ 1. การกำหนดความต้องการ 2. การออกแบบวิธีการเพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ 3. การนำวิธีการไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพ 4. การประเมินผลลัพธ์	องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1. ทฤษฎี หรือหลักการที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ 2. แนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน และสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน 3. วิธีการสอน และวิธีเรียนที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ 4. การประเมินผลที่จะชี้ให้เห็นผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนอันเป็นผลจากการใช้รูปแบบนั้น	องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1. สิ่งนำเข้า (Input) หมายถึง การกำหนดประเด็นแผนงานในลักษณะของแผนยุทธศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา 2. กระบวนการ (Process) หมายถึง การลงมือตามแผนงานที่กำหนด 3. ผลผลิต (Output) หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการทำตามแผนงาน และหมายความรวมถึงผลลัพธ์ (outcome) ที่เกิดขึ้นด้วย 4. ผลย้อนกลับ (Feedback) หมายถึง การตรวจสอบผลผลิต/ผลลัพธ์ เพื่อศึกษาผลงานและผลกระทบเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาหรือปรับปรุง 5. สภาพแวดล้อม (Environment) หมายถึง ความความหวังของสังคมที่มีต่อการจัดระบบ	องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1. ตัวป้อน (Input) คือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบ 2. กระบวนการ (Process) หมายถึง การจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ 3. ผลผลิต (Product/Output) คือผลที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทำงาน 4. กลไกการควบคุม (Control) คือกลไกหรือวิธีการที่ใช้ในการควบคุมหรือตรวจสอบกระบวนการให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ 5. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) คือข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับจุดมุ่งหมายซึ่งจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่กระบวนการและตัวป้อน	องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1. หลักการหรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ 2. วัตถุประสงค์ 3. วิธีการเรียนการสอน 4. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ องค์ประกอบของระบบการเรียนการสอน มีดังนี้ 1. ตัวป้อนหรือปัจจัยนำเข้า 2. กระบวนการ 3. ผลผลิต 4. กลไกการควบคุม 5. ข้อมูลป้อนกลับ

สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่

1. หลักการหรือแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ
2. วัตถุประสงค์
3. วิธีการเรียนการสอน
4. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้

สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการเรียนการสอน ได้แก่

1. ตัวป้อนหรือปัจจัยนำเข้า
2. กระบวนการ
3. ผลผลิต
4. กลไกและการควบคุม
5. ข้อมูลป้อนกลับ

1.1.2 การศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือในด้านของคุณลักษณะ องค์ประกอบ เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และทรัพยากรที่สนับสนุนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดองค์ประกอบของการเรียนแบบร่วมมือ ดำเนินการโดยศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนแบบร่วมมือของนักการศึกษา คือ Johnson & Johnson (1987, 2003), เสาวลักษณ์ (2551) และกรมวิชาการ (2540) รายละเอียดผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ
การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) การเรียนแบบร่วมมือเป็นการเรียนที่มีการอภิปรายกับผู้เรียนคนอื่นและมีการแบ่งวัสดุอุปกรณ์ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม โดยผู้เรียนแต่ละคนต้องเอาใจใส่รับผิดชอบต่อตนเองและใช้ทักษะกลุ่มย่อยได้อย่างเหมาะสม (Johnson and Johnson, 1987) ประเภทของการเรียนแบบร่วมมือ ได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ (เสาวลักษณ์ , 2551) (1) การเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดเวลาเรียน หรือตลอดกิจกรรมในการเรียนการสอน (2) การเรียนแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งเฉพาะในขั้นตอนใด	**1. ประเภทของการเรียนแบบร่วมมือ** ได้เป็น 2 ประเภท 1.1 การเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดเวลาศึกษาบทเรียน หรือตลอดกิจกรรมในการเรียนการสอน 1.2 การเรียนแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งเฉพาะในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการเรียนการสอน

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ
ขั้นตอนหนึ่งของการเรียนการสอน เช่น อาจใช้ในขั้นนำ สอดแทรกใน ขั้นสอนตอนใด ๆ ก็ได้ หรือขั้นสรุป ขั้นทบทวนหรือวัดผล เป็นต้น องค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือ มีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ (Johnson & Johnson, 1987, 2003) ดังนี้ (1) การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน (Positive Interdependence) สมาชิกแต่ละคนต้องรับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ของตนและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือสมาชิกคนอื่น ๆ ด้วยเพื่อประโยชน์ร่วมกัน การจัดกลุ่มเพื่อให้นักเรียนมีการพึ่งพาช่วยเหลือกันนี้ทำได้หลายทาง เช่น การให้นักเรียนมีเป้าหมายเดียวกัน หรือให้นักเรียนกำหนดเป้าหมายในการทำงาน และการเรียนรู้ร่วมกัน การให้รางวัลตามผลงานของกลุ่ม การให้งานหรือวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้งานร่วมกัน การมอบหมายบทบาทหน้าที่ในการทำงานร่วมกันให้แต่ละคน (2) การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด (Face to Face Promotion Interaction) เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่มบรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใย ไว้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงานต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน (3) ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน (Individual Accountability) สมาชิกในกลุ่มการเรียนรู้ทุกคน จะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ และพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ (4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills) เช่น ทักษะทางสังคม ทักษะการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสาร และทักษะการแก้ปัญหาขัดแย้ง รวมทั้งการเคารพ ยอมรับ และไว้วางใจกันและกัน (5) การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม (Group Processing) ครอบคลุมการวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม และผลงานของกลุ่ม	**2. องค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือ** มีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ 2.1 การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน 2.2 การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด 2.3 ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิก แต่ละคน 2.4 การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และทักษะการทำงานกลุ่มย่อย 2.5 การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม **3. ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ** ประกอบด้วย 3.1 สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก 3.2 ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน 3.3 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน 3.4 ส่งเสริมทักษะทางสังคม 3.5 ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ
ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ (กรมวิชาการ, 2540) (1) สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกเพราะทุกคนร่วมมือในการทำงานกลุ่มทุกคนมีส่วนร่วมเท่าเทียมกัน (2) ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน (3) ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน (4) ส่งเสริมทักษะทางสังคม ทำให้ผู้เรียนรู้จักปรับตัวในการอยู่ร่วมกันด้วยมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อกันเข้าใจกันและกัน (5) ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	

จากตารางที่ 3-2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ สรุปสาระสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือ ได้ดังนี้

1. ประเภทของการเรียนแบบร่วมมือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1 การเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดเวลาเรียน หรือตลอดกิจกรรมในการเรียนการสอน

1.2 การเรียนแบบร่วมมือที่ไม่เป็นทางการ (Informal Cooperative Learning) เป็นการเรียนโดยใช้เทคนิควิธีเรียนแบบร่วมมือวิธีใดวิธีหนึ่งเฉพาะในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของการเรียนการสอน

2. องค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือ มีองค์ประกอบที่สำคัญครบ 5 ประการ

2.1 การพึ่งพาและเกื้อกูลกัน

2.2 การปรึกษาหารืออย่างใกล้ชิด

2.3 ความรับผิดชอบที่ตรวจสอบได้ของสมาชิกแต่ละคน

2.4 การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย

2.5 การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม

3. ประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือ

3.1 สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิก

3.2 ส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนมีโอกาสคิด พูด แสดงออก แสดงความคิดเห็น ลงมือกระทำอย่างเท่าเทียมกัน

3.3 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

3.4 ส่งเสริมทักษะทางสังคม

3.5 ส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

1.1.3 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะ ดำเนินการโดยศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะ องค์ประกอบ และประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะตามแนวคิดของนักการศึกษา คือ McArthur, D., Lewis, M., & Bishay, M. (1993), Stankov et al. (2000), Beck, J., Stem, M., & Haugsjaa, E. (1996) และพงษ์ศักดิ์ (2551) โดยนำหลักการ แนวคิดที่สอดคล้องกันมากำหนดเป็นองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ รายละเอียดผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ
ระบบการสอนอัจฉริยะ เป็นระบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ผู้เรียนและให้การสอนที่เป็นไปตามศักยภาพทางการเรียนหรือความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดองค์ประกอบ ดังนี้ (1) McArthur, D., Lewis, M., & Bishay, M. (1993) นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะจำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ส่วนผู้เรียน (Learner Model) สำหรับบันทึกข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) เป็นส่วนที่จะใช้เพื่อการจัดรูปแบบการสอนสำหรับผู้เรียนที่แตกต่างกัน ส่วนเชี่ยวชาญ (Domain Expertise) ถือเป็นหัวใจของบทเรียน เนื่องจากเป็นส่วนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผู้เรียน และส่วนสุดท้าย ได้แก่ ส่วนการสื่อสาร (Interaction Module) เป็นส่วนผู้เรียนใช้ติดต่อกับบทเรียน (2) Stankov et al. (2000) นำเสนอองค์ประกอบ 4 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนผู้เรียน (Student Module) ส่วนผู้สอน (Teacher Module) ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) และส่วนการติดต่อผู้ใช้ (User Interface Module) (3) Beck, J., Stem, M., & Haugsjaa, E. (1996) นำเสนอองค์ประกอบ 4 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนผู้เรียน (Student Model) ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) ส่วนเชี่ยวชาญ (Expert Model) และส่วนการสื่อสาร (Communication Model)	**1. องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ** ประกอบด้วย 5 ส่วน 1.1 ส่วนผู้เรียน (Student Model) 1.2 ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) 1.3 ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) 1.4 ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) 1.5 ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model) **2. ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ** มีหลายด้าน 2.1 การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring) 2.2 การควบคุมการเรียนจากผู้สอน (Tutor Control of Learning) 2.3 การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching) 2.4 บูรณาการความง่ายสู่ห้องเรียน (Easy Integration to Classroom)

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ
ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ (พงษ์ศักดิ์, 2551) ประกอบด้วย (1) การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring) จุดแข็งของ ITS คือความสามารถที่จะวิเคราะห์คำตอบจากการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยละเอียดทำให้สามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสม จุดแข็งนี้เป็นส่วนที่ทำให้ ITSแตกต่างจากระบบ CBT หรือ CAI ซึ่งไม่มีการนำข้อมูลต่าง ๆ จากผู้เรียนไปปรับการทำงานของระบบ (2) การควบคุมการเรียนจากผู้สอน (Tutor Control of Learning) ในการใช้งานระบบ ITS ส่วนใหญ่ระบบทำหน้าที่วิเคราะห์คำตอบ และเสนอบทเรียนต่อไปให้กับผู้เรียน แต่ผู้เรียนก็ยังสามารถเลือกหรือบอกสิ่งที่ตัวเองต้องการรู้ได้ ซึ่งตัวแบบนักเรียนในระบบจะเก็บข้อมูลระดับความรู้ของผู้เรียน สิ่งที่ต้องเรียนต่อไปหรือสิ่งที่ควรตัดออกเนื่องจากมีเวลาอันจำกัด ทำให้สามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมได้ (3) การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching) คุณสมบัติอีกส่วนหนึ่งของ ITS คือสามารถเสนอวิธีการเรียนจากการวิเคราะห์ปัญหาหรือความผิดพลาดของผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนไว้ก่อน (4) บูรณาการความง่ายสู่ห้องเรียน (Easy Integration to Classroom) ความง่ายในการนำมาใช้ในการห้องเรียน ซึ่งมีเหตุผลสนับสนุน 2 ข้อคือ ระบบ ITS ได้รับการออกแบบให้มีเป้าหมายเช่นเดียวกับเป้าหมายของการสอนในชั้นเรียนอยู่แล้ว และส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการสอนในลักษณะเดียวกัน คือ การใช้แบบฝึกหัด ทำให้สามารถนำมาใช้แทนแบบฝึกหัดในชั้นเรียนได้โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอะไรมากนัก ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ ระบบ ITS มีข้อจำกัดต่าง ๆ 2 ประการ ได้แก่ 1. ข้อจำกัดในส่วนความรู้ ระบบความรู้ใน ITS ในความรู้ในวงกว้างได้ ดังนั้นในทุกระบบจึงเหมือนมีสมมติฐานว่าความรู้ทั้งหมดเพียงที่ระบุไว้ในระบบทำให้บางครั้งระบบ ITS อาจจะทำงานไม่ได้ดีพอ ดังนั้น ITS ในปัจจุบันจึงมีเป้าหมายอยู่ที่การสอนซึ่งความรู้มีลักษณะเป็นระบบปิดจึงทำให้สามารถสร้างฐานความรู้ได้ง่าย	**3. ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ** มี 2 ประการ ได้แก่ 3.1 ข้อจำกัดในส่วนความรู้ ระบบความรู้ใน ITS ในปัจจุบันนั้น ยังมีขนาดจำกัดไม่สามารถครอบคลุมความรู้ในวงกว้างได้ 3.2 ข้อจำกัดในส่วนผู้เชี่ยวชาญ ระบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน ยังคงอยู่ในกรอบที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์กำหนดขึ้น แม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นสามารถประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้ แต่ก็ยังคงมีสถานการณ์ซึ่งอยู่นอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ ทำให้ ITS ไม่สามารถทำงานในสถานการณ์เหล่านั้นได้ดี

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ
ปัจจุบันนั้น ยังมีขนาดจำกัดไม่สามารถครอบคลุม 2. ข้อจำกัดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ ข้อจำกัดนี้ถือว่ามีความสำคัญกว่าข้อจำกัดแรก เพราะตัวแบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน ยังคงอยู่ในกรอบที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์กำหนดขึ้น แม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นสามารถประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้ แต่ก็ยังคงมีสถานการณ์ซึ่งอยู่นอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ ทำให้ ITS ไม่สามารถทำงานในสถานการณ์เหล่านั้นได้ดี	

จากตารางที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของระบบการสอนอัจฉริยะ สรุปสาระสำคัญ ได้ดังนี้

1. องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย 5 ส่วน
   - 1.1 ส่วนผู้เรียน (Student Model)
   - 1.2 ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module)
   - 1.3 ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge)
   - 1.4 ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model)
   - 1.5 ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model)
2. ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ มีหลายด้าน
   - 2.1 การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring)
   - 2.2 การควบคุมการเรียนจากผู้สอน (Tutor Control of Learning)
   - 2.3 การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching)
   - 2.4 บูรณาการความง่ายสู่ห้องเรียน (Easy Integration to Classroom)
3. ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ มี 2 ประการ

   3.1 ข้อจำกัดในส่วนความรู้ ระบบความรู้ใน ITS ในปัจจุบันนั้น ยังมีขนาดจำกัดไม่สามารถครอบคลุมความรู้ในวงกว้างได้

   3.2 ข้อจำกัดในส่วนระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบัน ยังคงอยู่ในกรอบที่ผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นมนุษย์กำหนดขึ้น แม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นสามารถประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้ แต่ก็ยังคงมีสถานการณ์ซึ่งอยู่นอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ ทำให้ ITS ไม่สามารถทำงานในสถานการณ์เหล่านั้นได้ดี

1.1.4 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบรูปแบบปรับตัว ได้แก่ สื่อหลายมิติแบบปรับตัว เนื้อหาแบบปรับตัว และการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน ดำเนินการโดยศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับคุณลักษณะ องค์ประกอบ วิธีการและประโยชน์ของรูปแบบปรับตัวตามแนวคิดของนักการศึกษา คือ Petr Stengl & Ivan Jelinek. (2006), Brusilovsky P. (2000), อัครเดช (2545), วัฒนา (2547) และ ธัญญรัตน์ (2548) โดยนำหลักการ แนวคิดที่สอดคล้องกันมากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบปรับตัว รายละเอียดผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของรูปแบบปรับตัว

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
สื่อหลายมิติแบบปรับตัว	Petr Stengl & Ivan Jelinek. (2006) สื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia) หมายถึง ความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหลายมิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปกติสื่อหลายมิติจะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่เป็นเนื้อหา ลิงค์ หรือสื่ออื่น ๆ ที่ออกแบบสำหรับผู้เรียนทุกคน แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกันในการรับข้อมูลจากสื่อหลายมิติ ดังนั้นสื่อหลายมิติแบบปรับตัวจึงเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหลายมิติและระบบการสอนที่ฉลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน โดยสื่อหลายมิติแบบปรับตัวเป็นการพยายามที่จะพัฒนารูปแบบ (Model) ให้สามารถปรับตัวและตอบสนองผู้เรียนเป็นรายบุคคล Brusilovsky (2000: 2) กล่าวว่าในปัจจุบันการนำเสนอข้อมูลหรือบทเรียนเป็นแบบไฮเปอร์มีเดียในรูปแบบปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive Hypermedia) หมายถึงว่าผู้เรียนในระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้ จะได้รับการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาโดยปรับไปตามความรู้ของแต่ละคนที่มีอยู่ ระบบไฮเปอร์มีเดียแบบปรับเปลี่ยนได้จะจัดแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การนำเสนอแบบปรับเปลี่ยน และ (2) เทคโนโลยีที่สนับสนุนนำทางที่ปรับเปลี่ยน	**1. องค์ประกอบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว** ประกอบด้วย 3 รูปแบบ 1.1 รูปแบบหลัก (Domain Model: DM) 1.2 รูปแบบของผู้เรียน (Student Model: SM) 1.3 รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model: AM) **2. ลักษณะของรูปแบบการปรับตัว** สรุปได้ดังนี้ 2.1 การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) เป็นแนวคิดสำหรับการปรับเปลี่ยนในระดับเนื้อหา 2.2 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) เป็นแนวคิดเพื่อช่วยสนับสนุนกันเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้โดยไม่หลงทาง

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
สื่อหลายมิติแบบปรับตัว	องค์ประกอบสื่อหลายมิติแบบปรับตัวประกอบด้วย 3 รูปแบบ (1) รูปแบบหลัก (Domain Model: DM) เป็นรูปแบบโครงสร้างหลักของข้อมูลสารสนเทศทั้งหมดที่นำเสนอให้แก่ผู้เรียน โดยรูปแบบหลัก (DM) เปรียบเสมือนคลังของข้อมูลไม่ว่าจะเป็น เนื้อหา ประวัติหรือแฟ้มข้อมูลของผู้เรียน และรูปแบบการนำเสนอข้อมูล เป็นต้น (2) รูปแบบของผู้เรียน (Student Model: SM) เป็นการออกแบบระบบที่ให้ความสำคัญกับรูปแบบการเรียนรู้และคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคนที่เหมาะสมกับข้อมูลสารสนเทศและเนื้อหาที่นำเสนอเพื่อการตอบสนองแบบรายบุคคล ซึ่งเป็นหลักการสำคัญของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว โดยรูปแบบของผู้เรียนอาจแบ่งแยกคุณลักษณะของผู้เรียนออกเป็น ระดับความรู้ความสามารถ รูปแบบการเรียนรู้ประสบการณ์ และข้อมูลอ้างอิงของผู้เรียนต่าง ๆ (3) รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model: AM) เป็นรูปแบบของความสามารถในการปรับตัวของระบบที่สอดคล้องกับรูปแบบหลัก (Domain Model) และรูปแบบของผู้เรียน (User Model) โดยรูปแบบการปรับตัวเป็นการพัฒนาโปรแกรมหรือระบบที่สามารถนำมาปรับใช้ในสื่อหลายมิติแบบปรับตัวได้ ลักษณะของรูปแบบการปรับตัว (AM) สรุปได้ดังนี้ (วัฒนา, 2547) (1) การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) เป็นแนวคิดการปรับเปลี่ยนในระดับเนื้อหา โดยระบบจะวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนเพื่อนำเสนอข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป	

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
สื่อหลายมิติแบบปรับตัว	(2) การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) เป็นแนวคิดเพื่อช่วยสนับสนุนกันเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้โดยไม่หลงทาง	
การนำเสนอแบบปรับตัว หรือ เนื้อหาแบบปรับตัว	Brusilovsky P. (2000) การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) หรือเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) เป็นวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดียโดยในการนำเสนอจะเป็นไปตามเป้าหมายของผู้เรียนหรือระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่อาจจะไม่เหมือนกัน ในการจัดเตรียมวัสดุการสอน (Teaching Materials) หรือหน้าเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ อาจจำเป็นต้องจัดเตรียมไว้หลายแบบโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ใส่เข้าไปในเนื้อหา เทคนิคในการนำเสนอ ประกอบด้วย 5 วิธี (อัครเดช, 2547) (1) คอนดิชั่นแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดงกลุ่มของข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ทั้งที่มีทักษะและไม่มีทักษะในการใช้งานมาก่อน กล่าวคือการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้กับผู้ใช้ที่มีทักษะมาก่อนจะมีรายละเอียดมากกว่าการนำเสนอข้อมูล (เพียงบางส่วน) ให้กับผู้ใช้ที่ไม่เคยมีทักษะมาก่อนเลย (2) สเตรทช์เท็กซ์ (Stretch Text) เป็นวิธีการแสดงคำอธิบายของข้อความที่ต้องการขยายความแทนที่จะต้องแสดงข้อความของคำอธิบายเดียวกันนี้ไปไว้อีกหนึ่งหน้าเอกสาร โดยไม่จำเป็นเพียงแค่คลิกที่ข้อความที่ได้ทำการเชื่อมโยงไว้ ก็จะปรากฏคำอธิบายภายในกรอบสี่เหลี่ยมขึ้นมาเรียกกันโดยทั่วไปว่า “เมนูป็อปอัพ (Menu Popup)”	**1. เทคนิคในการนำเสนอ** ประกอบด้วย 5 วิธี ดังนี้ 1.1 คอนดิชั่นแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดง กลุ่มของข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ทั้งที่มีทักษะและไม่มีทักษะในการใช้งานมาก่อน 1.2 สเตรทช์เท็กซ์ (Stretch Text) เป็นวิธีการแสดงคำอธิบายของข้อความที่ต้องการขยายความ 1.3 เพจวาเรี่ยน (Page Variants) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารจะแสดงข้อมูลที่ไม่เหมือนกันตามแต่ละระดับความแตกต่างหรือรูปแบบที่ใช้งาน 1.4 แฟรกเมนท์วาเรี่ยนท์ (Fragment Variant) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสาร ซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการพร้อมกับบรรจุข้อมูลลงไปในแต่ละชิ้นส่วน 1.5 เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสารโดยกำหนดพื้นที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรม ๆ

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
การนำเสนอแบบปรับตัว หรือ เนื้อหาแบบปรับตัว	(3) เพจวาเรี่ยน (Page Variants) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารแสดงข้อมูลที่ไม่เหมือนกันตามแต่ละระดับความแตกต่าง (4) แฟรกเมนท์วาเรี่ยนท์ (Fragment Variant) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสารซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการพร้อมกับบรรจุข้อมูลลงไปในแต่ละชิ้นส่วน โดยที่ระบบจะแสดงข้อมูลภายในของชิ้นส่วนนั้น ๆ ให้กับผู้ใช้ (5) เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสารโดยกำหนดพื้นที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรม ๆ เพื่อใช้แสดงข้อมูลของเอกสารปลายทางตามที่ได้เชื่อมโยงไว้ให้มาปรากฏอยู่ภายในช่องตามที่ต้องการ	
การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน	ธัญญรัตน์ (2548) การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)หมายถึงแบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล นักทดสอบบางท่านเรียกแบบทดสอบนี้ว่าแบบทดสอบเฉพาะบุคคล (Tailored Test) หรือแบบทดสอบทรงพีระมิด (Pyramidal Test) ตามลักษณะของการเรียงข้อทดสอบตามระดับความยากเป็นรูปพีระมิดและการปรับเปลี่ยนข้อทดสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคลโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ หลักการทั่วไปของการทดสอบปรับเปลี่ยน คือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับยากปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อทดสอบข้อนั้นถูกข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อทดสอบข้อนั้นผิดข้อต่อไปที่ดีรับจะง่ายขึ้น การทำข้อทดสอบขั้นต่อไปจะดำเนินการจนสิ้นสุดการทดสอบ	**1. หลักการทั่วไปของการทดสอบปรับเปลี่ยน** คือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับยาก ปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อสอบข้อนั้นถูกข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อสอบข้อนั้นผิด ข้อต่อไปที่ได้รับจะง่ายขึ้น **2. ส่วนประกอบของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน** 2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ 2.2 กลุ่มข้อสอบ 2.3 ระดับในการเริ่มต้น 2.4 กฎการเลือกข้อทดสอบ 2.5 เกณฑ์การยุติการทดสอบ

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน	ส่วนประกอบของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (1) การวิเคราะห์ข้อสอบ ข้อสอบที่ใช้กับการทดสอบวิธีนี้อาจเป็นข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ข้อทดสอบตามทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อทดสอบหรือตามประเพณีนิยมมาแล้ว แต่หากเป็นไปได้ควรวิเคราะห์ข้อสอบตามแบบทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ เพราะจะได้ค่าสถิติที่คงที่มากกว่า (2) กลุ่มข้อสอบ (Item Pool) จะต้องประกอบด้วยข้อทดสอบที่ประมาณค่าลักษณะเฉพาะของข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองต่อข้อสอบ พารามิเตอร์ของข้อสอบทุกข้อต้องได้รับการจัดให้อยู่ในมาตราเดียวกันโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม (3) ระดับในการเริ่มต้น (Entry Level) ในการทดสอบแบบปรับเปลี่ยนผู้สอบแต่ละคนจะตอบข้อทดสอบต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถที่จะให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่ระดับความยากที่ต่างกันได้ การเริ่มทำข้อสอบที่คลาดเคลื่อนไปจากความสามารถที่เหมาะสมไม่มีผลกระทบต่อการประมาณความสามารถเท่าใดนัก แต่ถ้าให้ผู้สอบเริ่มทำข้อสอบที่ตรงกับความสามารถของผู้สอบจะทำให้ลดจำนวนข้อที่ใช้ในการทดสอบลงได้ (4) กฎการเลือกข้อทดสอบ (Item Selection Rule) จะเลือกใช้ข้อสอบที่สามารถให้สารสนเทศสูงสุด ณ ระดับความสามารถของผู้สอบ การเลือกข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบนอกจากจะพิจารณาจากข้อที่ให้สารสนเทศสูงสุดแล้ว (5) เกณฑ์การยุติการทดสอบ (Terminal Criterion) จะขึ้นอยู่กับการทดสอบของแต่ละบุคคลและแบบของการทดสอบปรับเปลี่ยนที่เลือกใช้ เช่น แบบพีระมิดขนาดคงที่ 10 ชั้น จะยุติการทดสอบเมื่อผู้สอบทำข้อทดสอบครบ 10 ข้อ เป็นต้น	**3. การดำเนินการทดสอบ** ตามแนวทางต่อไปนี้ 3.1 หลังจากประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะคัดเลือกข้อทดสอบข้อใหม่ที่มีประโยชน์ในการกำหนดความสามารถจริงของผู้ตอบ 3.2 แสดงข้อทดสอบใหม่บนจอภาพ และผู้สอบตอบข้อทดสอบโดยการเลือกตัวเลือกที่ต้องการเลือก คอมพิวเตอร์จะรับคำตอบแล้วตรวจข้อสอบ 3.3 ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบอีกครั้งหนึ่งตามผลการตอบข้อทดสอบข้อที่ผ่านมา 3.4 พิจารณาว่าผู้สอบควรจะทำข้อทดสอบต่อไปหรือไม่ตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนดไว้ 3.5 ถ้าผู้สอบจะต้องทำข้อทดสอบต่อไปก็ย้อนกลับไปทำ 1 อีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบสารสนเทศเกี่ยวกับการตอบข้อสอบของผู้สอบก็จะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบ

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

รูปแบบปรับตัว	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน	การดำเนินการทดสอบ ผู้สอบจะสอบทีละข้อ ผลการตอบข้อสอบแต่ละข้อจะถูกประมาณความสามารถเพื่อคัดเลือกข้อทดสอบให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ การทดสอบจะดำเนินไปตามแนวทางต่อไปนี้ (1) หลังจากประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะคัดเลือกข้อทดสอบข้อใหม่ที่มีประโยชน์ในการกำหนดความสามารถจริงของผู้ตอบ (2) แสดงข้อทดสอบใหม่บนจอภาพ และผู้สอบตอบข้อทดสอบโดยการเลือกตัวเลือกที่ต้องการเลือก คอมพิวเตอร์จะรับคำตอบแล้วตรวจข้อสอบ (3) ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบอีกครั้งหนึ่งตามผลการตอบข้อทดสอบข้อที่ผ่านมา (4) พิจารณาว่าผู้สอบควรจะทำข้อทดสอบต่อไปหรือไม่ตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนดไว้ (5) ถ้าผู้สอบจะต้องทำข้อทดสอบต่อไปก็ย้อนกลับไปทำ 1 อีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ สารสนเทศเกี่ยวกับการตอบข้อสอบของผู้สอบก็จะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบ	

จากตารางที่ 3-4 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของรูปแบบปรับตัว สรุปสาระสำคัญ ได้ดังนี้

1. สื่อหลายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia)
   1.1 องค์ประกอบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ประกอบด้วย 3 รูปแบบ
      1.1.1 รูปแบบหลัก (Domain Model: DM)
      1.1.2 รูปแบบของผู้เรียน (Student Model: SM)
      1.1.3 รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Model: AM)

1.2 ลักษณะของรูปแบบการปรับตัว สรุปได้ดังนี้

1.2.1 การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) เป็นแนวคิดสำหรับการปรับเปลี่ยนในระดับเนื้อหา

1.2.2 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) เป็นแนวคิดเพื่อช่วยสนับสนุนกันเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาแต่ละหน้า เพื่อให้ผู้เรียนสามารถติดตามเนื้อหาได้โดยไม่หลงทาง

2. การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) หรือเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content)

2.1 เทคนิคในการนำเสนอ ประกอบด้วย 5 วิธี ดังนี้

2.1.1 คอนดิชั่นแนลเท็กซ์ (Conditional Text) เป็นวิธีการแสดงกลุ่มของข้อความหรือตัวอักษรที่กำหนดเงื่อนไขตามประเภทของผู้ใช้ทั้งที่มีทักษะและไม่มีทักษะในการใช้งานมาก่อน

2.1.2 สเตรทช์เท็กซ์ (Stretch Text) เป็นวิธีการแสดงคำอธิบายของข้อความที่ต้องการขยายความ

2.1.3 เพจวาเรี่ยน (Page Variants) เป็นวิธีการแสดงหน้าเอกสารที่มีจำนวนมากกว่า 2 หน้าขึ้นไป โดยแต่ละหน้าเอกสารจะแสดงข้อมูลที่ไม่เหมือนกันตามแต่ละระดับความแตกต่างหรือรูปแบบที่ใช้งาน

2.1.4 แฟรกเมนท์วาเรี่ยนท์ (Fragment Variant) เป็นวิธีการแยกส่วนของหน้าเอกสาร ซึ่งทุกหน้าจะถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนที่ต้องการพร้อมกับบรรจุข้อมูลลงไปในแต่ละชิ้นส่วน

2.1.5 เฟรมเบส (Frame-Based) เป็นวิธีการแบ่งช่อง (เฟรม) ของหน้าเอกสารโดยกำหนดพื้นที่หน้าเอกสารออกเป็นเฟรม ๆ

3. การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)

3.1 หลักการทั่วไปของการทดสอบปรับเปลี่ยน คือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง ข้อสอบในข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อสอบข้อนั้นผิด ข้อสอบในข้อต่อไปที่ได้รับจะง่ายขึ้น

3.2 ส่วนประกอบของการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน

3.2.1 การวิเคราะห์ข้อสอบ

3.2.2 กลุ่มข้อสอบ

3.2.3 ระดับในการเริ่มต้น

3.2.4 กฎการเลือกข้อทดสอบ

3.2.5 เกณฑ์การยุติการทดสอบ

3.3 การดำเนินการทดสอบ ตามแนวทางต่อไปนี้

3.3.1 หลังจากประมาณค่าความสามารถของผู้สอบแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะคัดเลือกข้อสอบข้อใหม่ที่มีประโยชน์ในการกำหนดความสามารถจริงของผู้ตอบ

3.3.2 แสดงข้อสอบในข้อใหม่บนจอภาพ และผู้สอบตอบข้อสอบโดยการเลือกตัวเลือกที่ต้องการเลือก คอมพิวเตอร์จะรับคำตอบแล้วตรวจข้อสอบ

3.3.3 ประมาณค่าความสามารถของผู้สอบอีกครั้งหนึ่งตามผลการตอบข้อสอบข้อที่ผ่านมา

3.3.4 พิจารณาว่าผู้สอบควรจะทำข้อสอบต่อไปหรือไม่ตามเกณฑ์การยุติการทดสอบที่กำหนดไว้

3.3.5 ถ้าผู้สอบจะต้องทำข้อสอบต่อไปก็ย้อนกลับไปทำในข้อที่ 1 อีกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ สารสนเทศเกี่ยวกับการตอบข้อสอบของผู้สอบก็จะถูกบันทึกไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดสอบให้ผู้สอบทราบ

1.1.5 การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์หลักการและกระบวนแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้แก่ ความหมายของการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ และการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ดำเนินการโดยศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของนักการศึกษา คือ Torrance (1962, 1965), Osborn (1979), ประสาร (2536), ทิศนา (2533), สุมน (2527), วราพร (2542) และสมศักดิ์ (2537) รายละเอียดผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของหลักการและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

หัวข้อ	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
การแก้ปัญหา	สมศักดิ์ (2537) การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนของสมองในการรวบรวมและเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างมีจุดหมาย Osborn (1979) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถของมนุษย์ที่สร้างขึ้นให้เต็มศักยภาพของแต่ละคนได้ เป็นความพยายามของมนุษย์ในการเอาชนะอุปสรรคด้วยวิธีการระดมสมองหาแนวคิดเพื่อขจัดให้หมดไป จึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดเพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการแก้ไขปัญหาให้หมดไป เป็นทักษะซึ่งสามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้	**การแก้ปัญหา** เป็นกระบวนการทางความคิดเพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการแก้ไขปัญหาให้หมดไป เป็นทักษะซึ่งสามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

หัวข้อ	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	Torrance (1965) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการของการรับรู้ต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไปและรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น จากนั้นรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นต่อไปเพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป กล่าวได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทอร์แรนซ์เรียกว่า กระบวนการนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หรือ “The Creative Problem Solving Process” การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางความคิดในการรวบรวมหรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการขจัดปัญหาให้หมดไปเป็นทักษะซึ่งสามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้ Torrance (1962) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ดังนี้ 1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง 2. การรู้ปัญหา 3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา 4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา 5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา แล้วจึงนำไปสู่การค้นพบ ที่จะทำให้เกิดแนวคิดใหม่หรือสิ่งใหม่ต่อไป ที่เรียกว่า New Challenge <u>อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์</u> ประสาร (2536) ได้จำแนกอุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้เป็น 3 ประเภท คือ 1. อุปสรรคทางการรับรู้ คือ การมองไม่เห็นปัญหาที่แท้จริง 2. อุปสรรคด้านความเชื่อ และค่านิยม 3. อุปสรรคทางอารมณ์ มักเกิดจากความเครียด การขาดความมั่นใจในตนเอง และความวิตกกังวล	**1. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** ประกอบด้วย 1.1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง 1.2 การรู้ปัญหา 1.3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา 1.4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา 1.5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา **2. อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** ประกอบด้วย 2.1 อุปสรรคทางการรับรู้ คือการมองไม่เห็นปัญหาที่แท้จริง 2.2 อุปสรรคด้านความเชื่อ และค่านิยม 2.3 อุปสรรคทางอารมณ์ มักเกิดจากความเครียด การขาดความมั่นใจในตนเอง และความวิตกกังวล

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

หัวข้อ	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
ทักษะการแก้ปัญหา	ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง กิจกรรมทางความคิดในการรวบรวม วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลเพื่อตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อเสนอแนวทางในการขจัดอุปสรรคหรือสภาพการณ์ที่ไม่ต้องการให้ลดน้อยลงหรือหมดไป <u>แนวทางการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา</u> ทิศนา (2533) ได้เสนอแนวคิด ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทำได้โดยผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม โดยผู้สอนต้องหาวิธีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการฝึกฝน ในการเลือกปัญหาให้ผู้เรียนฝึกแก้ไขแล้วผู้สอนต้องฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต เกิดความสงสัยและอยากรู้คำตอบและฝึกให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การคิดคาดคะเน การอ้างอิง การพิจารณาข้อมูล การทดลองและใช้หลักเหตุผลในการสรุป และที่สำคัญคือ ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในการเรียนให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากสืบเสาะ เพื่อค้นหาคำตอบจนเป็นที่พอใจและผู้สอนต้องให้การเสริมแรงและให้กำลังใจแก่ผู้เรียนด้วย สุมน (2527) กล่าวว่า ผู้สอนสามารถฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาได้หลายวิธีการ เช่น ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและหัดแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นปัญหาจริงในชีวิตประจำวันและการจัดกิจกรรมการเรียนโดยจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับชีวิตจริงมาให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์เหล่านี้	การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนสามารถทำได้โดยการที่ผู้สอนจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ไขปัญหา หาวิธีช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมมาใช้ในการฝึกฝนและใช้กระบวนการสืบสอบ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง และเป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

หัวข้อ	หลักการ แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	สาระสำคัญ
ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์	<u>ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์</u> ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกอันเป็นผลจากการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วราพร (2542) ศึกษาและสังเคราะห์ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะย่อย ๆ ที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้ 1. การสร้างตัวแทนปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา และทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา 2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการระบุเงื่อนไข ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทักษะเลือกแนวทางการแก้ปัญหา และทักษะการประมาณค่าคำตอบ 3. การดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการดำเนินการ ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ 4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทักษะการทบทวนคำตอบ	การศึกษาและสังเคราะห์ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะย่อย ๆ ที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ในแต่ละขั้นตอนดังนี้ (วราพร, 2542) 1. การสร้างตัวแทนปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา และทักษะการสร้างตัวแทนของปัญหา 2. การคิดวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการระบุเงื่อนไข ทักษะการสร้างขั้นตอนของการแก้ปัญหา ทักษะเลือกแนวทางการแก้ปัญหา และทักษะการประมาณค่าคำตอบ 3. การดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการดำเนินการ ทักษะด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทักษะการระบุเหตุผลในการดำเนินการ 4. การประเมินผลการดำเนินการแก้ปัญหา ประกอบด้วย ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา ทักษะการทบทวนคำตอบ

จากตารางที่ 3-5 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์สาระสำคัญของหลักการและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สาระสำคัญได้ดังนี้

1. การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดในการรวบรวมหรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเข้าด้วยกันเพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรคที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการขจัดปัญหาให้หมดไปเป็นทักษะซึ่งสามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

2. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Torrance (1965) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นกระบวนการของการรับรู้ต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไปและรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น จากนั้นรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นต่อไปเพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป กล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และทอร์แรนซ์เรียกว่ากระบวนการลักษณะนี้ว่ากระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หรือ “The Creative Problem Solving Process”

2.1 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.1.1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง

2.1.2 การรู้ปัญหา

2.1.3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา

2.1.4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา

2.1.5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา

2.2 อุปสรรคต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.2.1 อุปสรรคทางการรับรู้

2.2.2 อุปสรรคด้านความเชื่อและค่านิยม

2.2.3 อุปสรรคทางอารมณ์

3. ทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง กิจกรรมทางความคิดในการรวบรวม วิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลเพื่อตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อเสนอแนวทางในการขจัดอุปสรรคหรือสภาพการณ์ที่ไม่ต้องการให้ลดน้อยลงหรือหมดไป

การวิจัยครั้งนี้ ทักษะการแก้ปัญหาสามารถวัดได้จากคะแนนที่ได้จากแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ออกเป็น 5 ขั้นตอนตามทฤษฎีของ Torrance (1962) ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 การวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง	ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด
2. การรู้ปัญหา	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา วิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา

1.2 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน

1.2.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอน โดยสัมภาษณ์คณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสบการณ์ในจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปรับตัวและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาและแนวทางในการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ รวมถึงคุณลักษณะของผู้เรียนเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบการจัดการเรียนการสอนสำหรับออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับแบบสัมภาษณ์ที่นำไปเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์จากงานวิจัยของปณิตา (2551: 329)

1.2.2 ศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอน โดยสัมภาษณ์คณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ถึงความต้องการในสร้างต้นแบบ ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบคำถามให้สอดคล้องกับโครงสร้างและองค์ประกอบของรูปแบบการสอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบการสอนและพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ สำหรับ

แบบสัมภาษณ์ที่นำไปเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์จากงานวิจัยของปณิตา (2551: 335)

1.2.3 ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของผู้เรียน โดยการสัมภาษณ์นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ ประสบการณ์ ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต การสืบค้นข้อมูลผ่านเว็บ และสิ่งที่นักศึกษาต้องการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนและการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับแบบสัมภาษณ์ที่นำไปเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแบบสัมภาษณ์จากงานวิจัยของปณิตา (2551: 342)

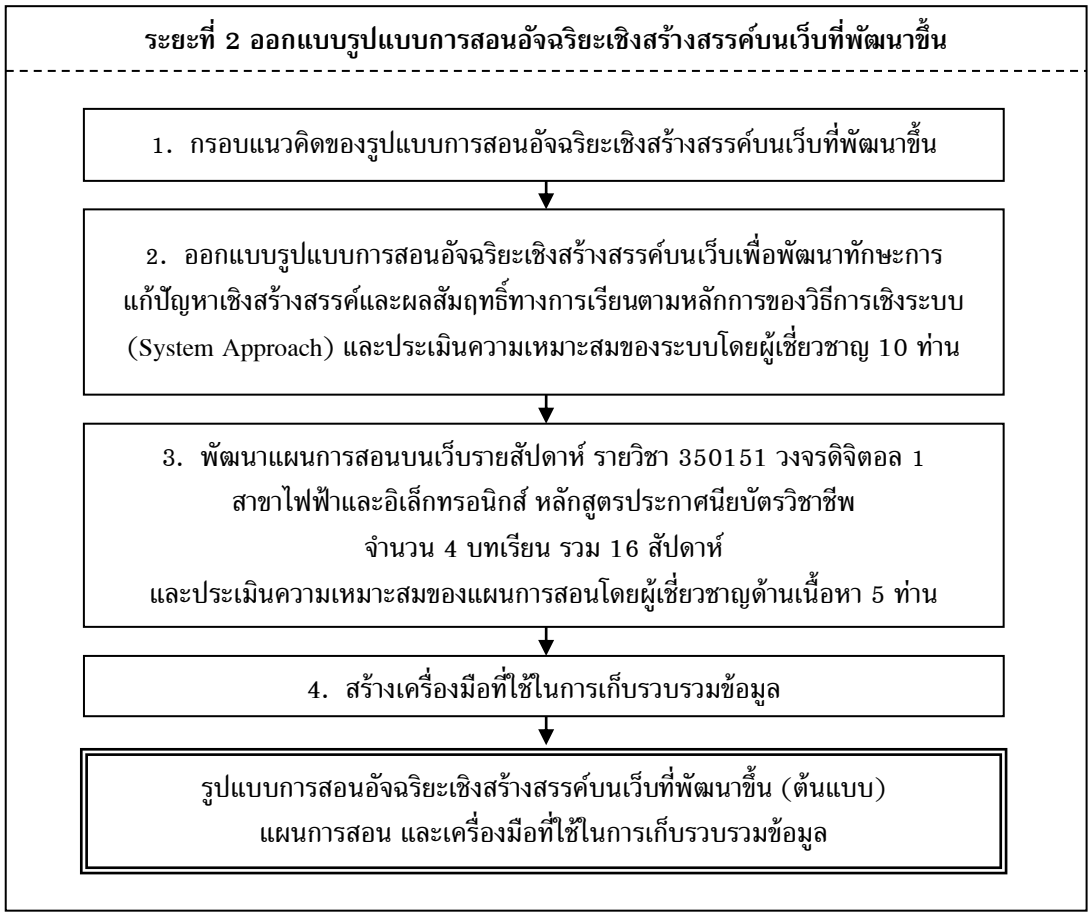
3.2 ระยะที่ 2 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้แนวคิดในการออกแบบระบบการเรียนการสอนโดยเน้นองค์ประกอบ กระบวนการ ขั้นตอนที่มีความเป็นระบบ (System Approach) ในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ (วิชุดา, 2548 อ้างถึงใน ปณิตา, 2551) โดยนำหลักการและองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือและเทคนิคการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญผสมผสานกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น นำมาใช้ในการออกแบบรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 2 คือเพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 2 สามารถเขียนเป็นภาพที่ 3-2 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 2 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 2 มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.1 กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบ

2.2 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้องค์ประกอบและแนวคิดที่ได้จากระยะที่ 1 มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นองค์ประกอบ กระบวนการ ขั้นตอนที่มีความเป็นระบบ (System Approach) ในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์เพื่อกำหนดรายละเอียดและองค์ประกอบสำหรับออกแบบรูปแบบการสอนและกระบวนการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์บริบท

เป็นการวิเคราะห์ความต้องการเบื้องต้น (Front-end Analysis) ก่อนทำการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model) ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและความต้องการรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับคณาจารย์และนักศึกษาในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2) ศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ และ (3) ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนและการออกแบบรูปแบบการสอน

1.2 การวิเคราะห์ผู้เรียน

ในการวิเคราะห์ผู้เรียนถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากเพื่อให้ผู้สอนสามารถคัดเลือกระบบการสอนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับความรู้ ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน จำเป็นที่ผู้สอนจะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้เรียน อาทิ ความรู้พื้นฐาน ระดับความสามารถก่อนเข้าเรียน ทักษะพื้นฐาน วิธีการเรียนรู้ ความสนใจความถนัดของผู้เรียน เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การคัดเลือกรูปแบบการสอนและเนื้อหาที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน

1.3 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักการทำงานให้สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) ประกอบด้วย (1) ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (2) ขั้นการรู้ปัญหา (3) ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (5) ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่

พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 การวิเคราะห์เนื้อหา

เนื้อหาบทเรียนที่ใช้สำหรับทดลอง คือรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน ซึ่งเป็นรายวิชาบังคับสำหรับนักศึกษาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 4 บทเรียน คือ บทที่ 1 ระบบลอจิกตัวเลขและคณิตศาสตร์ลอจิก บทที่ 2 รหัสไบนารี่ บทที่ 3 ลอจิกเกต บทที่ 4 การวิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรลอจิก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดเนื้อหารายวิชาดังกล่าวโดยสร้างความสัมพันธ์ของเนื้อหาในลักษณะของแผนภูมิปะการัง (Coral Pattern) (ดังภาคผนวก ข หน้า 321)

1.5 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอนคาดหวังเมื่อสิ้นสุดจากการศึกษาเนื้อหาบทเรียนผ่านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยวิธีการวัดและการประเมินผลเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จหรือบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ผู้สอนคาดหวังไว้หรือไม่ ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา โดยทำการกำหนดขอบเขตของสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนทั้งหมดในเนื้อหาวิชา หลักสูตร จำแนกเป็นวัตถุประสงค์ของรายวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียน โดยต้องจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับบทเรียนซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นในการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน และช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบต่าง ๆ ได้

2. ขั้นการออกแบบ

เป็นการออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดที่ได้จากข้อ 2.1 มาใช้สำหรับออกแบบโครงสร้างและองค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

2.1.1 เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

2.1.2 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ (1) กำหนดปัจจัยนำเข้า (2) กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (3) ประเมินผลผลิต และ (4) ป้อนกลับผลผลิต มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 กำหนดปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน วิเคราะห์ผู้เรียน กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย ขั้นเตรียมการและขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

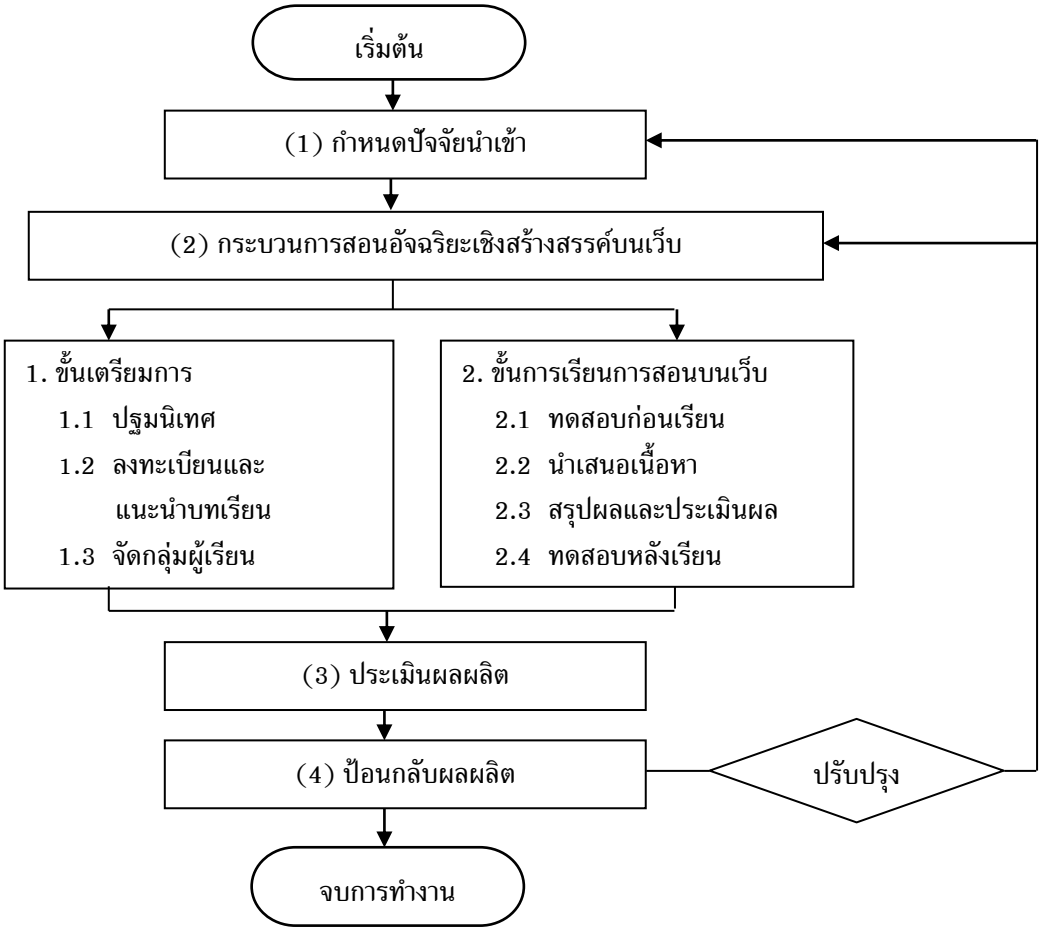
2.2.3 ประเมินผลผลิต ประกอบด้วย ประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.2.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ด้านพุทธิพิสัย) โดยประเมินผลจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน รวมทั้งแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนในแต่ละบทเรียน

2.2.3.2 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (ด้านทักษะพิสัย) เป็นการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น ผ่านการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรมผ่านห้องสนทนากลุ่มในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้วิจัยใช้หลักการวัดและประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงโดยการวัดผลการเรียนรู้เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนโดยประเมินจากงานที่ส่ง สถิติการเข้าร่วมกิจกรรม การแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายระดมสมอง ประเมินผลงานภาคปฏิบัติตามงานที่ได้รับมอบหมาย และวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics) ที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.2.4 ป้อนกลับผลผลิต เป็นการนำข้อมูลจากขั้นประเมินผลผลิต และขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและปัจจัยนำเข้าให้มีความเหมาะสมตามแต่ละขั้นตอนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำหนดขึ้นให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากกรอบแนวคิดที่ได้ในข้อ 2.1 และการวิเคราะห์องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการสอนทำให้ได้โครงสร้างรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บสำหรับใช้เป็นโครงสร้างต้นแบบในการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 โครงสร้างรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

3. ขั้นการพัฒนา

เป็นการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากโครงสร้างและองค์ประกอบที่ได้จากขั้นออกแบบข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 พัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 นำรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่ออกแบบขึ้นไปปรึกษาและขอข้อเสนอแนะจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.3 นำต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นที่ปรับปรุงตามคำแนะนำจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ด้านเทคนิค และด้านกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 10 ท่าน (รายชื่อดัง

ภาคผนวก ก หน้า 256) ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง คือผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนระดับอุดมศึกษาอย่างน้อย 5 ปีหรือมีผลงานวิจัย ผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง พิจารณาความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4. ขั้นการนำไปใช้

นำรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เพื่อทดสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของรูปแบบการสอน ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นสร้างเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับสนับสนุนการเรียนการสอนในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น และทำการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ และด้านเทคนิค จำนวน 8 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก หน้า 259) ประกอบด้วย การทดสอบโดยผู้พัฒนา การทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และการทดสอบโดยผู้ใช้งาน (ชัยยงค์, 2520) ตามลำดับ (รายละเอียดสรุปผลการทดสอบดังหน้าที่ 133-134) หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอน

5. ขั้นการประเมินผล

เป็นการประเมินผลการเรียนการสอนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นนั้นบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 33 คน

2.3 พัฒนาแผนการสอนบนเว็บรายสัปดาห์สำหรับรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ในการพัฒนาแผนการสอนมีลำดับขั้นตอนดังนี้

2.3.1 นำแผนการสอนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ จากนั้นนำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก หน้า 258) ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการสอนที่สร้างขึ้น

2.3.2 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความเหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.4 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบปรนัย มี 4 ตัวเลือก ลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (ด้านพุทธิพิสัย) จำแนกระดับการวัด 3 ระดับ (Bloom, et.al, 1956) คือ ขั้นการฟื้นคืนความรู้ ขั้นการประยุกต์ความรู้ และขั้นการส่งถ่ายความรู้ โดยมีคำตอบให้ผู้เรียนเลือกตอบตามลำดับ จะมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 331-357)

2.4.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นข้อสอบปรนัย มี 4 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 2 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 30 ข้อ รวม 40 ข้อ ลักษณะของ

ข้อสอบแต่ละข้อจะสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน (ด้านทักษะพิสัย) โดยมีคำตอบให้ผู้เรียนเลือกตอบตามลำดับ ตัวเลือกการแก้ปัญหา 4 ข้อ จะมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน (รายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 371-413)

2.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ลักษณะเป็นข้อคำถามเป็น 5 ระดับ (Rating Scale)

2.4.4 แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นลักษณะเป็นข้อคำถามเป็น 5 ระดับ ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน (ประคอง, 2538)

5	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
3	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
2	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย

4.50-5.00	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจมากที่สุด
3.50-4.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจมาก
2.50-3.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจปานกลาง
1.50-2.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจน้อย
1.00-1.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าพึงพอใจน้อยที่สุด

2.4.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของข้อคำถาม

2.4.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 126 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบวัด ประกอบด้วย ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (บุญชม, 2545)

3.3 ระยะที่ 3 พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

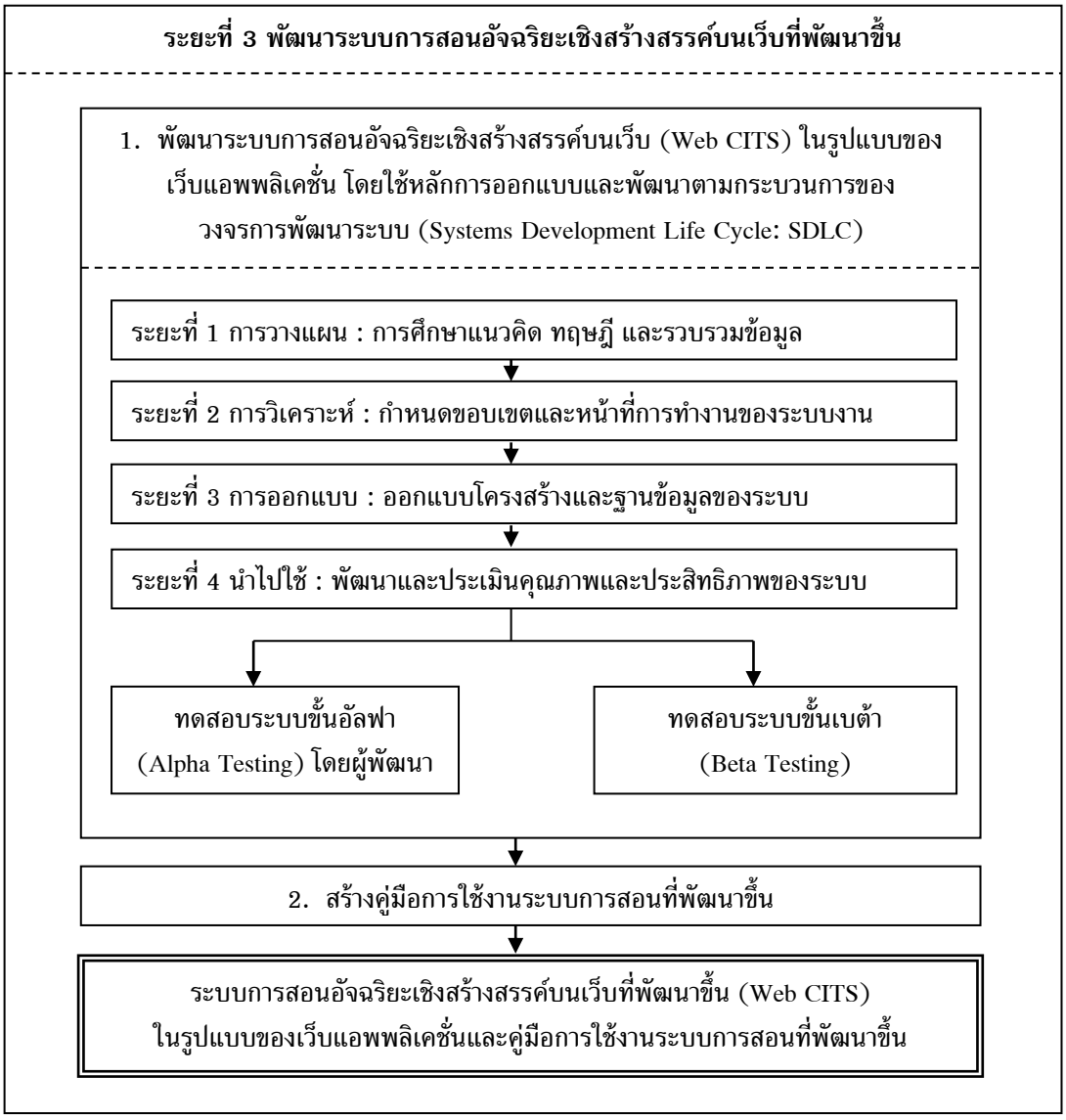
การพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนสำหรับใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่สอดคล้องตามระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

ในขั้นการออกแบบระบบการสอนในระยะที่ 2 ในระยะนี้ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบและพัฒนาระบบที่สอดคล้องกับกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) ของ Robert, Alan & Barbara (2013)

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 3

วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 3 คือเพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 3 สามารถเขียนเป็นภาพที่ 3-4 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 3 พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น)

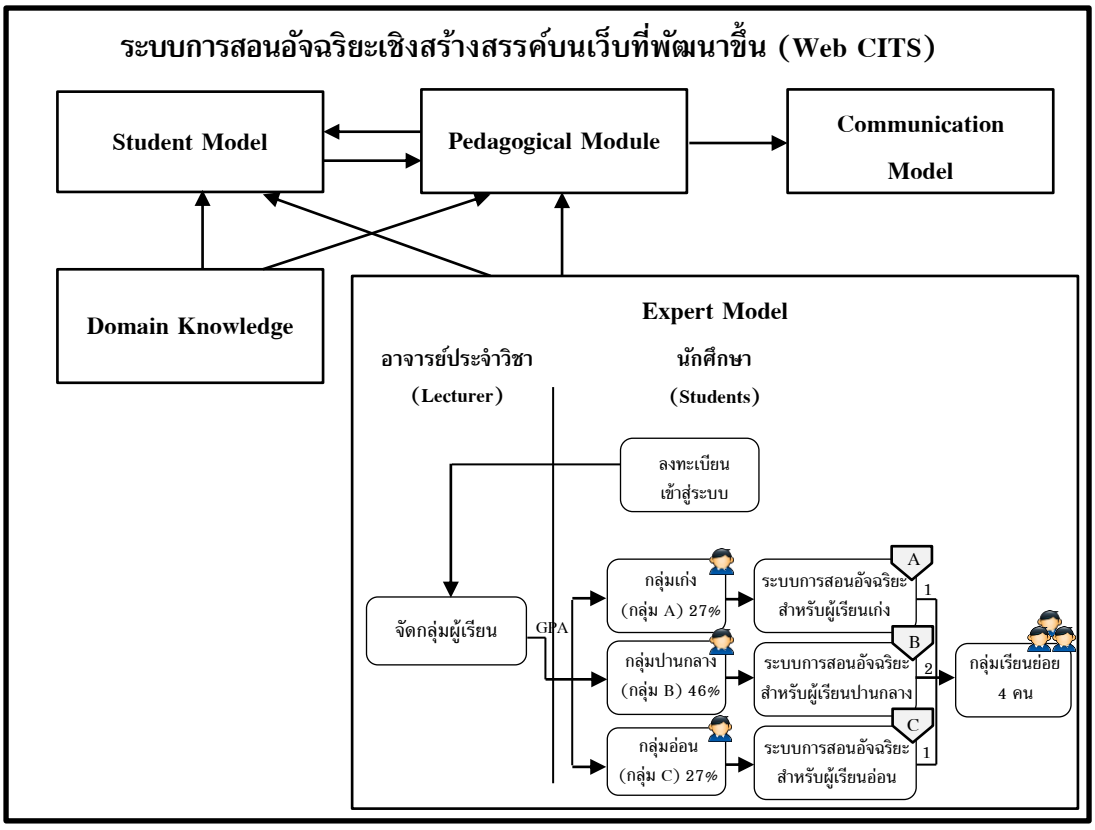
การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 3 มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.1 พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นโดยใช้หลักการออกแบบและพัฒนาตามกระบวนการของวงจรการพัฒนาระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC) (Robert, Alan & Barbara, 2013) แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 การวางแผน (Planing Phase) เป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และรวบรวมข้อมูลสำหรับพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยทำการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ข้อมูล และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องสำหรับพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ รวมถึงการสอบถามผู้ใช้งานเกี่ยวกับระบบการสอนแบบเดิมและระบบการสอนที่ผู้ใช้ต้องการ

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis Phase) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ข้อมูลและการรวบรวมความต้องการจากผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อกำหนดขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบงานทั้งหมด โดยใช้คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) และแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram: DFD)

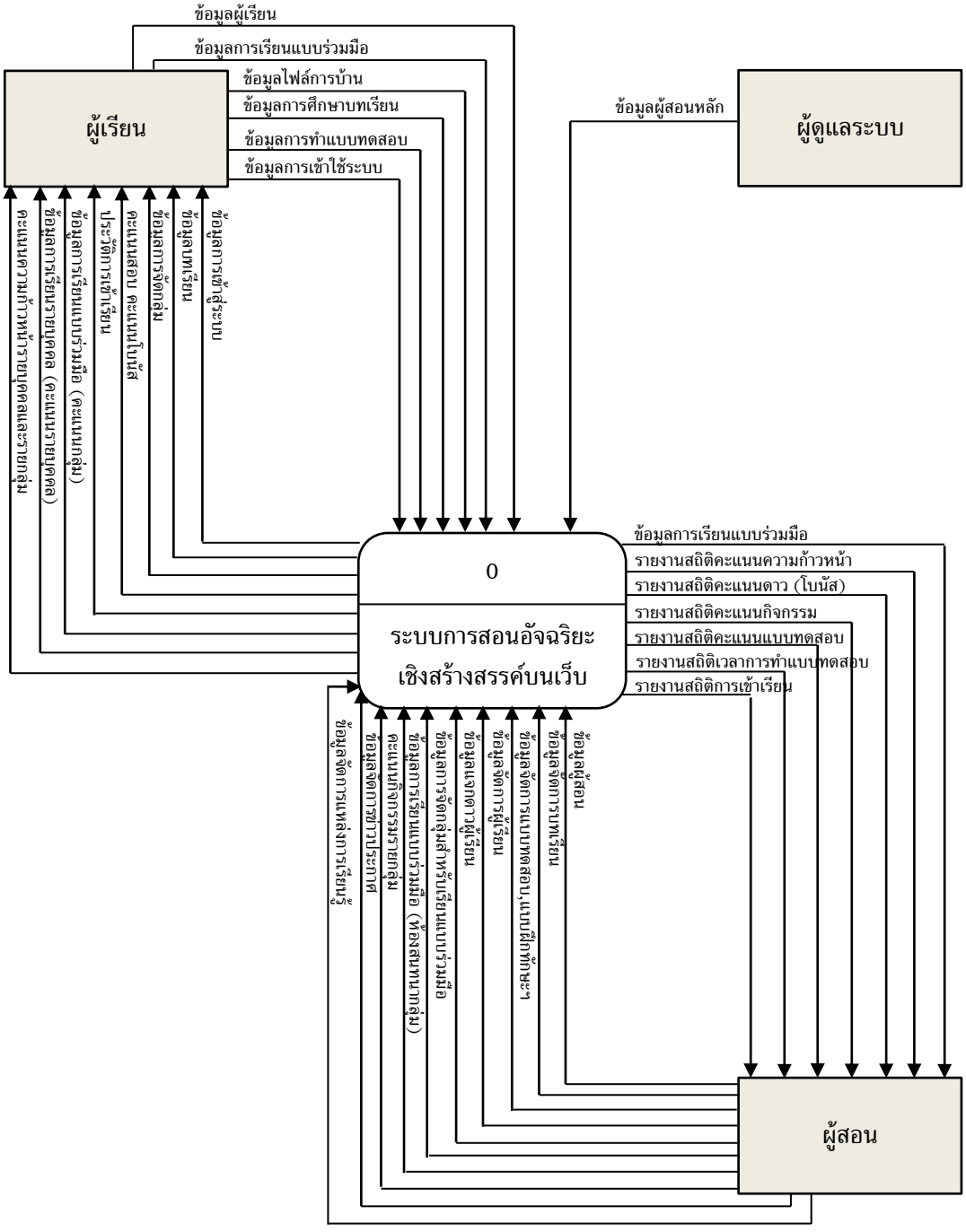
ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับใช้ในการพัฒนาเป็นระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบให้ครอบคลุมตามองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะของ Beck, J., Stem, M., & Haugsjaa, E., (1996: 2) ซึ่งออกแบบไว้ 5 ส่วนดังนี้ ส่วนของผู้เรียน ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ ส่วนการสอน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ และส่วนการติดต่อสื่อสาร ดังภาพที่ 3-5 เพื่อใช้เป็นองค์ประกอบสำหรับพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะฯ ในระยะที่ 4



ภาพที่ 3-5 องค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

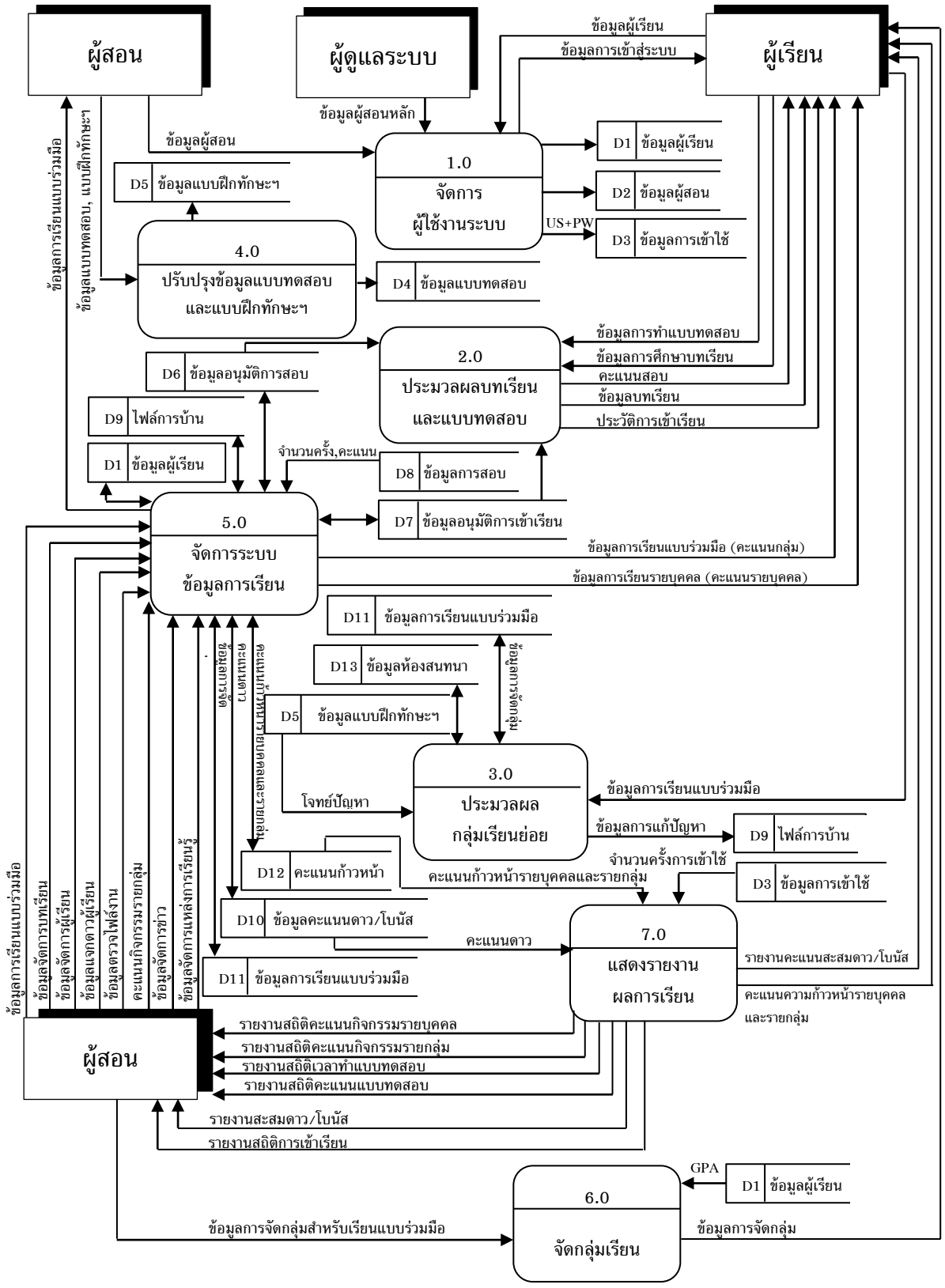
การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแสดงขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบงานทั้งหมดมีดังนี้

2.1 คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของการทำงานภายในระบบ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ทำให้ทราบขอบเขตของระบบอย่างชัดเจน แสดงดังภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 คอนเท็กซ์ไดอะแกรมระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

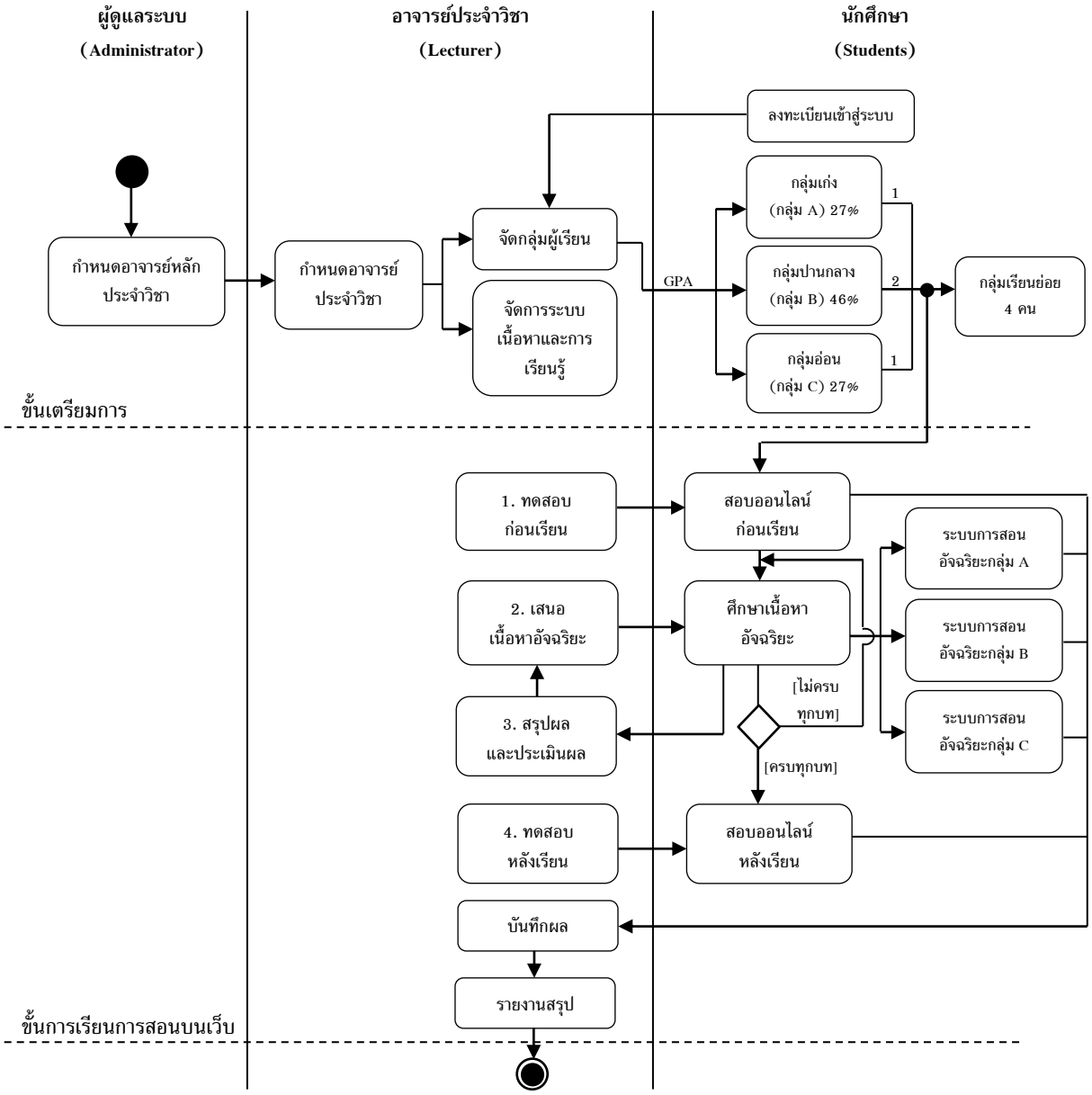
2.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0: DFD Level 0) แสดงขอบเขตการทำงานทั้งหมดของระบบ รวมถึงความสัมพันธ์ของการทำงานภายในระบบ โดยอธิบายการทำงานในภาพรวมของผังแสดงการไหลของข้อมูลทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 Data Flow Diagram Level 0 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

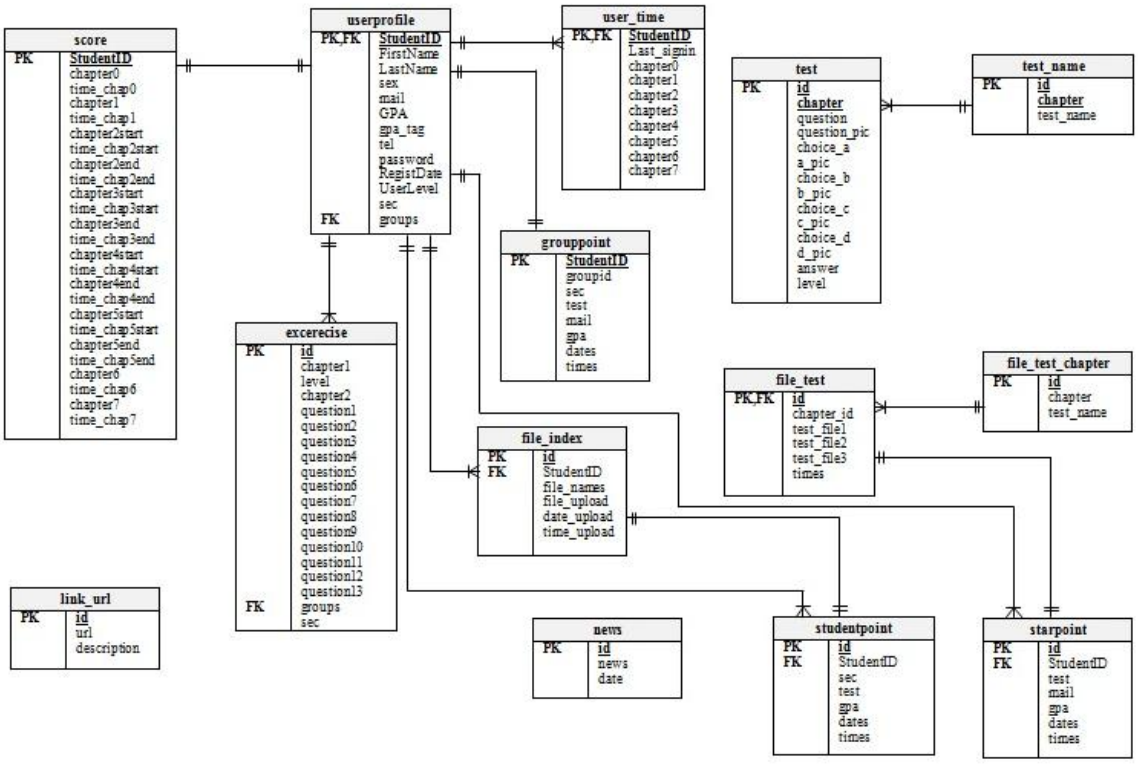
ระยะที่ 3 การออกแบบ (Design Phase) เป็นการออกแบบโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยใช้ผังโครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บไปใช้งาน (Swim Lane Diagram) ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ(ภาคผนวก ฉ หน้า 577-578) และผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ภาคผนวก ฉ หน้า 579-580) ก่อนนำไปเขียนเป็นโปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบขึ้นมาใช้งานจริง และใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram: ERD) ในการออกแบบฐานข้อมูล

3.1 ผังโครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บไปใช้งาน (Swim Lane Diagram)



ภาพที่ 3-8 ภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบไปใช้งาน

3.2 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram: ERD) แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 13 เอนทิตี้ คือ เอนทิตี้ประวัติผู้เรียน (userprofile) เอนทิตี้ประวัติการเข้าเรียน (user_time) เอนทิตี้คะแนนของผู้เรียน (score) เอนทิตี้คะแนนโบนัส (starpoint) เอนทิตี้ชื่อแบบทดสอบ (test_name) เอนทิตี้ข้อมูลแบบทดสอบ (test) เอนทิตี้คะแนนแบบฝึกฯ รายบุคคล (student point) เอนทิตี้คะแนนแบบฝึกฯ รายกลุ่ม (grouppoint) เอนทิตี้ข้อมูลข่าวสาร (news) เอนทิตี้ข้อมูลแหล่งการเรียนรู้ (link_url) เอนทิตี้เพิ่มชื่อบทเรียนและแบบฝึกกิจกรรมฯ (file_test_chapter) เอนทิตี้จัดการไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ (file_test) เอนทิตี้ไฟล์งานผู้เรียนรายบุคคล (file_index) และเอนทิตี้ไฟล์งานผู้เรียนรายกลุ่ม (exercise) ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสำหรับระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

ระยะที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation Phase) เป็นการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยใช้ภาษาพีเฮชพี (PHP) ในการพัฒนาโปรแกรม และสร้างฐานข้อมูลโดยโปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL) หลังจากนั้นทำการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขระบบ โดยทำการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบโดยใช้เทคนิคการทดสอบกล่องดำ (Black- box Testing) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 องค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

4.1.1 ระบบผู้เรียน เป็นส่วนของระบบการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บภายใต้การทำงานของระบบการสอนแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ผสมผสานกับระบบผู้เชี่ยวชาญและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย เมนู 3 ส่วน คือ เมนูหลัก เมนูเข้าสู่บทเรียน และเมนูระบบจัดการผู้เรียน

4.1.2 ระบบผู้สอน เป็นส่วนของระบบบริหารจัดการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บประกอบด้วย 7 เมนูหลัก คือ เมนูปรับแต่งบทเรียน เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล เมนูการเรียนแบบร่วมมือ เมนูรายงานผลการเรียน เมนูจัดการส่วนอื่นๆ เมนูกระดานสนทนา และเมนูเพิ่มอาจารย์

4.2 ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบ มีขั้นตอนการทดสอบ 4 ขั้นตอน

4.2.1 ทดสอบหน่วยย่อย (Unit Testing) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในโมดูลโดยผู้วิจัยทำการทดสอบ

4.4.2 ทดสอบการทำงานระหว่างโมดูล (Integration Testing) เป็นการนำแต่ละโมดูลมารวมกันและทำการตรวจสอบความถูกต้องและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำงานระหว่างโมดูลโดยผู้วิจัยทำการทดสอบ

4.2.3 ทดสอบทั้งระบบ (System Testing) เป็นการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานทั้งหมดในระบบว่าทำงานได้ถูกต้อง และครบถ้วนตามความต้องการของผู้ใช้หรือไม่ รวมทั้งทดสอบประสิทธิภาพของระบบว่ามีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใดโดยผู้วิจัยทำการทดสอบ

4.2.4 ทดสอบการยอมรับในระบบ (Acceptance Testing) เป็นการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การทดสอบขั้นอัลฟา (Alpha Testing) และการทดสอบขั้นเบต้า (Beta Testing)

4.2.4.1 การทดสอบขั้นอัลฟา (Alpha Testing) เป็นการทดสอบความสมบูรณ์ของระบบโดยผู้พัฒนาระบบ โดยใช้ข้อมูลที่จำลองขึ้นมาป้อนเข้าสู่ระบบเพื่อประมวลผลและทำการทดสอบซ้ำหลายๆ ครั้งเพื่อค้นหาข้อผิดพลาด หลังจากนั้นจะทำการแก้ไขปรับปรุงระบบและนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

4.2.4.2 การทดสอบขั้นเบต้า (Beta Testing) เป็นการทดสอบความสมบูรณ์ของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานระบบทำการทดสอบ มีกระบวนการทดสอบดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ และด้านเทคนิค จำนวน 8 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก หน้า 259) เพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบก่อนนำไปใช้งานจริง แบ่งการประเมินผลเป็น 3 ส่วน

1. ประเมินผลคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านเนื้อหา เป็นการประเมินคุณภาพในส่วนระบบผู้เรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

ภายใต้กรอบการพิจารณา 6 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ด้านภาพและภาษา ด้านตัวอักษรและสี ด้านแบบทดสอบ และด้านแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (ผลการประเมินแสดงในบทที่ 4 หน้า 156 ตารางที่ 4-8)

2. ประเมินผลคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ เป็นการประเมินคุณภาพในส่วนระบบผู้เรียนและระบบผู้สอนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบบทเรียน ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ผลการประเมินแสดงในบทที่ 4 หน้า 157 ตารางที่ 4-9)

3. ประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เป็นการประเมินประสิทธิภาพในส่วนระบบผู้สอนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ใช้หลักการทดสอบแบบกล่องดำ (Black-box testing) ภายใต้กรอบการพิจารณา 5 ด้าน คือ ด้านความสามารถของระบบ (Functional Requirement Test) ด้านหน้าที่การทำงาน (Functional Test) ด้านความสามารถในการใช้งาน (Usability Test) ด้านระบบความปลอดภัย (Security Test) และด้านประสิทธิภาพการทำงาน (Performance Test) (ผลการประเมินแสดงในบทที่ 4 หน้า 158 ตารางที่ 4-10)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยผู้ใช้งาน (ชัยยงค์, 2520) ตามขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) กับนักศึกษาระดับประกาศนียวัตรวิชาชีพ ปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวนกลุ่มละ 1 คน รวม 3 คน ทำการทดสอบคุณภาพเบื้องต้นในการใช้งานด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้านความเข้าใจเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ สื่อสำหรับการนำเสนอ ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพได้ทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษา พบว่าตัวอักษร รูปภาพ และตัวอย่างในเนื้อหาบทเรียนและแบบทดสอบมีขนาดเล็กเกินไป ผู้วิจัยได้พิจารณาและดำเนินการแก้ไขให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และทำการทดสอบกับนักศึกษาอีกครั้งนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อเตรียมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มต่อไป

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้เรียน 12 คน แบ่งกลุ่มละ 4 คน รวม 3 กลุ่ม ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 6 คน และอ่อน 3 คน เพื่อทดสอบคุณภาพเบื้องต้นด้านการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด แบบทดสอบ กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพได้จับเวลาในการทำกิจกรรมและทำการสังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาหลังจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของบทเรียนจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแล้ว พบว่า นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมทำกิจกรรมกลุ่มย่อย เนื่องจากได้พบปะพูดคุยกับสมาชิกในกลุ่ม แต่นักศึกษาบางคนในกลุ่มไม่กล้าแสดงความคิดเห็นในการทำกิจกรรม ผู้วิจัยจึงทำการสอบถาม

ความคิดเห็นกับนักศึกษา พบว่าเหตุผลที่นักศึกษาไม่กล้าแสดงความคิดเห็นเนื่องจากไม่แน่ใจกับคำตอบเพราะยังขาดแหล่งข้อมูลและสื่อการเรียนรู้เพิ่มเติมในการประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติกิจกรรม ผู้วิจัยได้พิจารณาแก้ไขโดยเพิ่มแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาในรูปแบบของลิงค์เชื่อมโยง (Link) และได้เพิ่มเติมด้วยการทำลิงค์เชื่อมโยงเพื่อให้นักศึกษาสามารถย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างก่อนหน้า เพื่อให้นักศึกษาได้สามารถศึกษาและนำมาประกอบการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย และทำการทดสอบกับนักศึกษาอีกครั้ง นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อเตรียมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามต่อไป

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) โดยให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 26 คน ทำการทดลองเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นที่ปรับปรุงขึ้นจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบก่อนนำไปใช้งานจริง โดยให้นักศึกษาศึกษาเนื้อหาบทเรียนแบบอัจฉริยะและทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล และปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่ม ๆ ละ 4 คน โดยใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ในการจัดกลุ่มผู้เรียน (ภัทรา, 2543: 158) ประกอบด้วยนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ร่วมระดมความคิดและแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยผู้สอนทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในการศึกษาเนื้อหาแบบอัจฉริยะรายบุคคลและการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม จากการทดลองเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่ปรับปรุงขึ้นจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม พบว่า ในการศึกษาเนื้อหาแบบอัจฉริยะรายบุคคลที่เตรียมให้ทำให้นักศึกษาสามารถเกิดการเรียนรู้ตามความสามารถของตนเองด้วยอัตราเร็วในการเรียนและระยะเวลาที่เรียนตามความพึงพอใจของตนเองได้เป็นผลให้นักศึกษาไม่เกิดความเบื่อหน่ายและได้รับเนื้อหาตรงตามระดับความรู้ของตนเอง ในส่วนของการทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มได้สังเกตพฤติกรรมของนักศึกษาแล้วพบว่า นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมทำกิจกรรมกลุ่มย่อย เนื่องจากได้พบปะพูดคุยกับสมาชิกในกลุ่มและได้ร่วมทำกิจกรรมกลุ่มผ่านห้องสนทนากลุ่มที่ระบบจัดเตรียมให้ หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบด้วยการทำแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนแต่ละบท แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนเพื่อนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นให้ได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ 90/90 ผลคะแนนได้คะแนน E1/E2 เท่ากับ 88.41/87.85

3.2 จัดทำคู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยแสดงขั้นตอนและกระบวนการใช้งานของระบบทั้งหมดด้วยการจับหน้าจอการแสดงผล (Capture) และอธิบายในลักษณะสรุปความเรียง (รายละเอียดภาคผนวก ช หน้า 581)

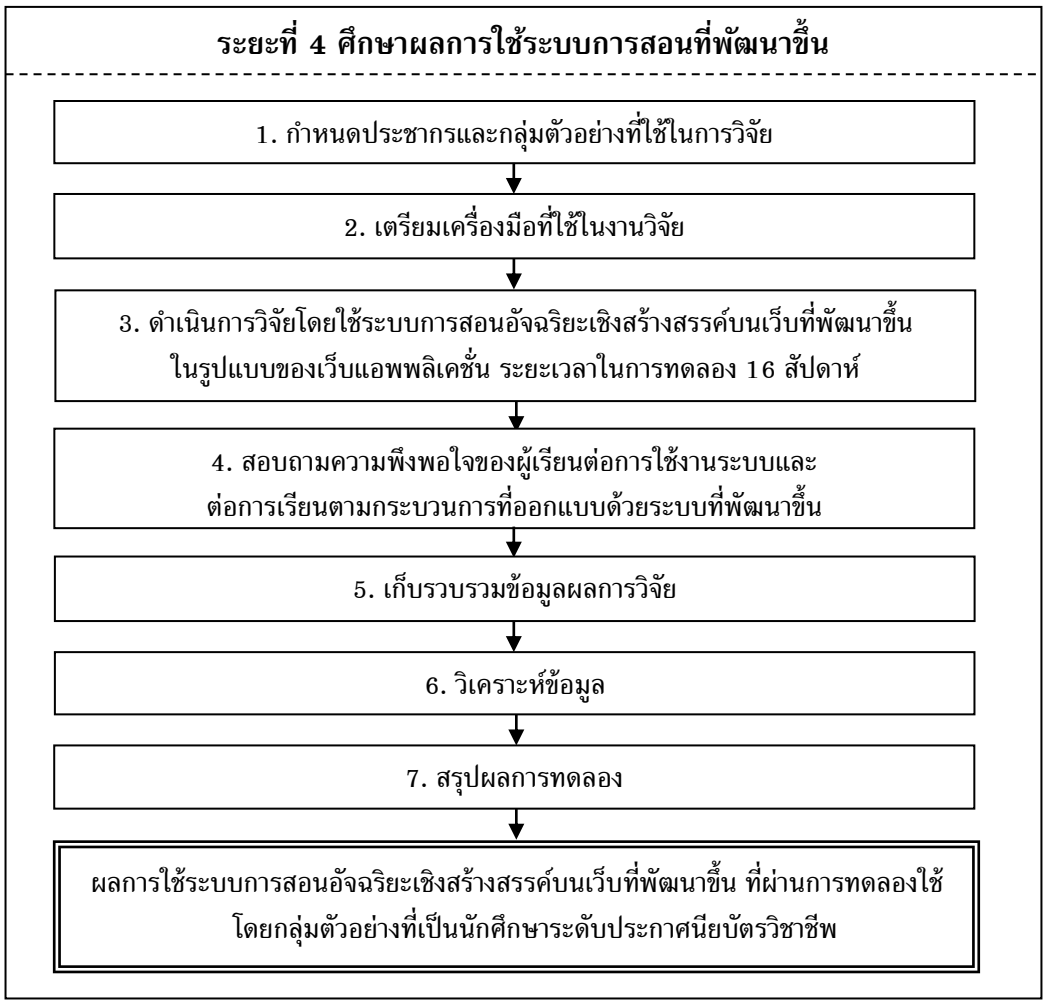
3.4 ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดลองใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 33 คน

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 4

วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 4 คือเพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 4 สามารถเขียนเป็นภาพที่ 3-10 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-10 ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 4 มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 ประชากร

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 4 ตอนเรียน รวม 126 คน

4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม จากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ศึกษารายวิชาวงจรดิจิตอล 1 ทำการเรียนการสอนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ตอนเรียน รวม 33 คน

4.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

4.2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย แผนการสอนบนเว็บรายสัปดาห์ ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น และคู่มือการใช้งาน

4.2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดทักษะแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นในการวิจัยระยะที่ 2

4.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียนต่อการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

4.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยระบบที่พัฒนาขึ้น

4.3 ดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design (ชูศรี, 2528: 63) และสถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล คือการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 3-7 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design

สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
T_1, S_1	X	T_2, S_2

X	แทน	ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
T_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
T_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
S_1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลองด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
S_2	แทน	การทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ในการศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนการสอนที่สอดคล้องตามแนวทางการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 1 ตอนเรียน รวม 33 คน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย จำนวนข้อสอบ 3 ระดับคือ ยาก ปานกลาง และง่าย ระยะเวลา 60 นาที

2. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนโดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ระยะเวลา 90 นาที

3. ดำเนินการวิจัย โดยให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนการสอนรายบุคคลและทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่มที่ปรับปรุงจากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบทั้ง 3 ขั้นตอน (ชัยยงค์, 2520) ตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ จำนวน 4 บทเรียน รวม 16 ครั้ง ระยะเวลา 16 สัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

4. เมื่อสิ้นสุดการดำเนินกิจกรรม ผู้สอนทำการสรุปผลและประเมินผลการเรียนตามสภาพจริง โดยการวัดผลการเรียนรู้เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนโดยประเมินจากงานที่ส่ง สถิติการเข้าร่วมกิจกรรม การแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายระดมสมอง ประเมินผลงานภาคปฏิบัติตามงานที่ได้รับมอบหมาย และวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน โดยใช้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics)

5. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน 25 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย ลักษณะข้อสอบ 3 ระดับคือ ยาก ปานกลาง และง่าย ระยะเวลา 60 นาที

6. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนโดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน จำนวน 25 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก ระยะเวลา 90 นาที

4.4 สอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบและต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean: $\overline{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale)

4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.5.1 รวบรวมคะแนนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน ชุดละ 25 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว มีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูก 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4.5.2 รวบรวมคะแนนจากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคลและรายกลุ่มในแต่ละหน่วยการเรียน มีลักษณะการประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงเพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน โดยใช้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics) ที่ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4.5.3 รวบรวมความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น

4.5.4 รวบรวมความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พัฒนาขึ้น

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.6.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.6.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.6.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของ

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม และใช้สถิติ Scheffe เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

4.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.6.5 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.7 สรุปผลการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการทดลองจากขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเขียนเป็นตารางสรุปผลและอธิบายในลักษณะสรุปความเรียง

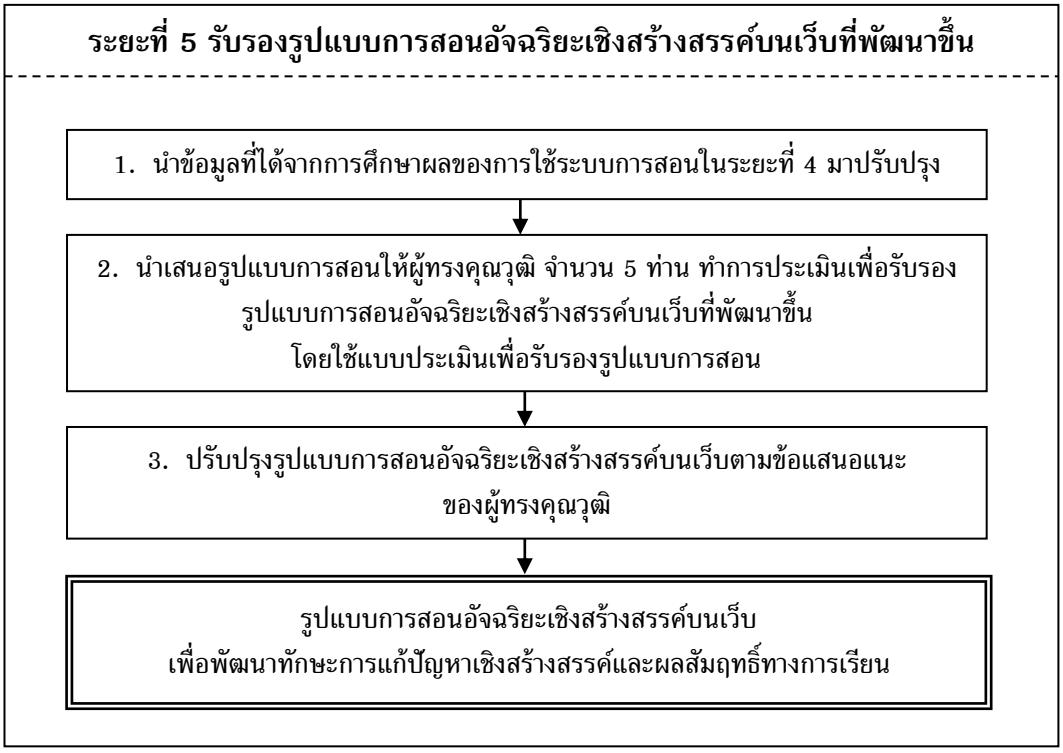
3.5 ระยะที่ 5 รับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวิจัยนี้เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัยระยะที่ 5 คือเพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 5 สามารถเขียนเป็นภาพที่ 3-11 ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-11 ขั้นตอนการวิจัยในระยะที่ 5 รับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การดำเนินการวิจัยในระยะที่ 5 มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนดังนี้

5.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนในระยะที่ 4 มาปรับปรุง

5.2 นำเสนอรูปแบบการสอนให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก หน้า 260) โดยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์วิจัยหรือผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 5 ปี ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงทำการประเมินเพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

5.3 ปรับปรุงรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

5.4 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

4.1 ตอนที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3 ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4 ตอนที่ 4 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละตอน ดังนี้

4.1 ตอนที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการศึกษาและสังเคราะห์รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ขั้นตอน

ตอนที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและความต้องการในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย

ตอนที่ 1.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านผู้เรียน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้

ตอนที่ 1.1.2 ศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 1.1.3 ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตอนที่ 1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)

โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนย่อย ดังนี้

ตอนที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและความต้องการในการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 3 ตอนย่อย

ตอนที่ 1.1.1 ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านผู้เรียน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน และด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้

การศึกษาข้อมูลสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนจากคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 32 ท่าน นำเสนอผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	23	71.87
	หญิง	9	28.13
	รวม	32	100.00
อายุ	น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 ปี	9	28.13
	36 – 40 ปี	6	18.75
	41 – 45 ปี	5	15.62
	46 – 50 ปี	0	00.00
	มากกว่า 50 ปี	12	37.50
ตำแหน่งทางวิชาการ	อาจารย์	18	56.25
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์	9	28.12
	รองศาสตราจารย์	5	15.63
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี	3	9.38
	ปริญญาโท	21	65.62
	ปริญญาเอก	8	25.00
ประสบการณ์ทำงาน	น้อยกว่า 5 ปี	7	21.875
	5 – 10 ปี	7	21.875
	11 – 20 ปี	6	18.75
	มากกว่า 20 ปี	12	37.50

ผลการสำรวจสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า

1. ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน: จุดมุ่งหมายของหลักสูตรส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้นักศึกษามีความรู้ ความสามารถทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กัน เป็นบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านสามารถนำเนื้อหาที่เรียนไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันและต่อยอดสู่อนาคตได้ ในส่วนของปัญหาและอุปสรรคในสาขาวิชา คณาจารย์ส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นตรงกันคือ คณาจารย์ไม่เพียงพอต่อการรองรับการเรียนการสอนของนักศึกษาจึงเป็นผลให้จ้างอาจารย์พิเศษในแต่ละภาคการศึกษามีอัตราเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นผลให้งบประมาณในสาขาวิชาลดน้อยลง สภาพแวดล้อมไม่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา และขาดแหล่งการเรียนรู้

2. ด้านเนื้อหา: ลักษณะของรายวิชาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนบนเว็บมากที่สุดคณาจารย์ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าควรเป็นรายวิชาทฤษฎี คิดเป็นร้อยละ 81.25 และรายวิชาทฤษฎีและปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 18.75 ในส่วนของรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาบนเว็บ ควรมีลักษณะการนำเสนอที่มีความหลากหลายสื่อ เช่น ข้อความ รูปภาพ ตัวอย่าง แบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและความสนใจในการศึกษาเนื้อหารวมทั้งควรมีผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเนื้อหาสำหรับรายวิชาที่ผลิตเพื่อให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3. ด้านผู้สอน: แหล่งสารสนเทศที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลเพื่อเตรียมการสอน คณาจารย์ให้ความสำคัญเป็นอันดับ 1 คือหนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนที่ท่านรวบรวม คิดเป็นร้อยละ 100 อันดับ 2 คือ อินเทอร์เน็ตและฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ คิดเป็นร้อยละ 78.12 และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในรายวิชาดังกล่าว ตามลำดับ ส่วนของเทคนิคและวิธีการสอนในการพัฒนาการสอนของตนเอง คณาจารย์ให้ความสำคัญเป็นอันดับที่ 1 อยู่ที่การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากหนังสือ ตำราและอินเทอร์เน็ต และปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนด้านผู้สอน คืออาจารย์มีภาระงานที่มอบหมายจากการสอนมาก จำนวนอาจารย์ไม่เพียงพอต่อนักศึกษาทำให้ประสิทธิภาพในการสอนลดน้อยลง

4. ด้านผู้เรียน: ความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อพื้นฐานความรู้ ทักษะและคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียน มีดังนี้ คณาจารย์ จำนวน 29 ท่าน มีความคิดเห็นตรงกันว่านักศึกษามีความสามารถใช้ในการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ รองลงมาคือชอบปฏิบัติงานเป็นกลุ่มมากกว่าการปฏิบัติงานโดยลำพัง จำนวน 25 ท่าน ชอบเรียนรู้ด้วยตนเองจำนวน 13 ท่าน มีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์และมีความคิดสร้างสรรค์จำนวน 10 ท่าน ส่วนของพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาได้แก่ ชอบลงมือปฏิบัติมากกว่าเรียนรายวิชาทฤษฎี ไม่ชอบท่องจำหรือจดบันทึก ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น มีความกระตือรือร้นต่อการเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีมากกว่าเรียนในห้องทฤษฎี และชอบค้นคว้าข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ต ปัญหาที่เป็นอุปสรรคด้านผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้สอน คือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนแต่ละคนมีไม่เท่ากัน ทำให้ยากต่อการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันทั้งหมด

5. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน: เทคนิคและวิธีการสอนที่ผู้สอนนิยมใช้มากที่สุดเป็นอันดับ 1 คือการบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 78.12 อันดับ 2 คือ การสาธิตและฝึกปฏิบัติการ คิดเป็นร้อยละ 74.19 ตามลำดับ และสิ่งที่ผู้สอนคำนึงมากที่สุดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน คือกิจกรรมที่จัดนั้นต้องสามารถวัดและประเมินผลได้ในส่วนนี้อาจารย์ผู้สอนมีความคิดเห็นตรงกัน คิดเป็นร้อยละ 93.75 รองลงมาคือ การส่งเสริมให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงและชีวิตประจำวันได้ และความแตกต่างทางการเรียนระหว่างผู้เรียนแต่ละคน ส่วนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนควรมีความหลากหลายสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริงได้ โดยเน้นให้ผู้เรียนคิดและลงมือปฏิบัติงาน ฝึกการทำงานเป็นทีมและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาอยู่ห่าง ๆ สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียน คณาจารย์ส่วนใหญ่ให้ความคิดเห็นว่าควรเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อฝึกกระบวนการการคิดและการแก้ปัญหาผ่านเครื่องมือที่ผู้สอนเตรียมให้ และกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือให้ผู้เรียนฝึกทำใบงาน ใบประลอง แบบฝึกหัด หรือทบทวนด้วยการทำข้อสอบย้อนหลังโดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนภายในห้องเรียน เป็นต้น

6. ด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้: พบว่า คณาจารย์ส่วนใหญ่ใช้สื่อทุกครั้งเมื่อมีการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 87.50 รองลงมาคือใช้เป็นประจำแต่ไม่ทุกครั้ง คิดเป็นร้อยละ 12.50 ในส่วนของวิธีการได้มาของสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ประกอบด้วย การผลิตด้วยตนเอง และนำมาจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยสิ่งแรกที่คำนึงในการเลือกใช้สื่อคณาจารย์มีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกันคือต้องเป็นสื่อที่แปลกใหม่ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสามารถใช้งานได้สะดวกและไม่ซับซ้อน

ตอนที่ 1.1.2 ศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 32 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า

ตารางที่ 4-2 ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านขั้นเตรียมการ

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
1. การปฐมนิเทศผู้เรียน ควรใช้วิธีการอย่างไร		
- ปฐมนิเทศผ่านเว็บ	4	12.50
- ปฐมนิเทศในห้องเรียน	28	87.50
2. การลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน		
- ผู้สอนอธิบาย สาธิต และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในห้องเรียน	12	37.50
- ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งานระบบและฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง	0	0.00
- ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งานระบบจากนั้นผู้สอนอธิบาย สาธิต และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในห้องเรียนอีกครั้งหนึ่ง	20	62.50
3. วิธีการจัดกลุ่มผู้เรียน		
- ผู้เรียนจัดกลุ่มด้วยตนเอง	5	15.63
- ผู้สอนทำการจัดกลุ่ม	27	84.37
4. วิธีการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม		
- ผู้เรียนภายในกลุ่มคัดเลือกด้วยตนเอง	13	40.63
- ผู้สอนทำการคัดเลือก	19	59.37

จากตารางที่ 4-2 ความคิดเห็นของคณาจารย์ด้านขั้นเตรียมการ พบว่า คณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เสนอให้จัดการในขั้นเตรียมดังนี้ การปฐมนิเทศผู้เรียนควรใช้การปฐมนิเทศในห้องเรียน คิดเป็นร้อยละ 87.50 การลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน ควรให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งานระบบจากนั้นผู้สอนอธิบาย สาธิต และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในห้องเรียนอีกครั้งหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 62.50 วิธีการจัดกลุ่มผู้เรียนควรให้ผู้สอนทำการจัดกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 84.37 และวิธีการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่มควรให้ผู้สอนทำการคัดเลือก คิดเป็นร้อยละ 59.37 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
1. ความเหมาะสมของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 ในการนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนบนเว็บ		
- เหมาะสม	26	81.25
- ไม่เหมาะสม	6	18.75
2. กระบวนการสอนที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีลักษณะอย่างไร		
- ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมกลุ่มด้วยตนเองทุกขั้นตอน โดยไม่มีผู้สอนคอยชี้แนะ	0	0.00
- ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองร่วมกับมีผู้สอนคอยชี้แนะในการทำกิจกรรมกลุ่ม	19	59.37
- ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยชี้แนะตลอดการทำกิจกรรม	13	40.63
3. การเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนควรมีวิธีการอย่างไร		
- มีการนำเสนอเนื้อหาระดับเดียวกันทั้งบทเรียนที่สอดคล้องกับระดับความรู้ผู้เรียนที่แบ่งกลุ่ม	10	31.25
- มีการปรับการนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนขณะนั้นตลอดทั้งบทเรียน	18	52.25
- ใช้รูปแบบการนำเสนอแบบเดียวกันทุกบทเรียนที่สอดคล้องกับระดับความรู้ผู้เรียนที่แบ่งกลุ่ม	4	12.50
4. ลักษณะของแบบฝึกหัดทบทวนความรู้สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีลักษณะอย่างไร		
- มีข้อคำถามที่หลากหลายระดับความรู้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	17	53.12
- มีข้อคำถามที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น	12	37.50
- มีข้อคำถามในระดับความรู้ใดระดับความรู้หนึ่งเท่านั้นตลอดทั้งบทเรียน	3	9.38

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
5. โจทย์ปัญหาสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ควรมีลักษณะอย่างไร		
- ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพของผู้เรียน	7	21.88
- ปัญหาที่มีวิธีการแก้ไขมากกว่า 1 วิธี	19	59.37
- ปัญหาทั่วไปที่พบเห็นบ่อยเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	6	18.75
6. ลักษณะของแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีลักษณะอย่างไร		
- แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามที่หลากหลายระดับความรู้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	14	43.75
- แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น	17	53.12
- แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามในระดับความรู้ใดระดับความรู้หนึ่งเท่านั้นตลอดทั้งบทเรียน	1	3.13

จากตารางที่ 4-3 ความคิดเห็นของคณาจารย์ด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ พบว่า คณาจารย์ในสาขาเห็นว่ารายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 มีความเหมาะสมนำมาใช้สำหรับพัฒนาเป็นบทเรียนบทเว็บ คิดเป็นร้อยละ 81.25 กระบวนการสอนที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองร่วมกับมีผู้สอนคอยชี้แนะในการทำกิจกรรมกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 59.37 ในส่วนของการเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน คณาจารย์ในสาขามีความคิดเห็นว่าควรเป็นเนื้อหาที่มีการปรับการนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนขณะนั้นตลอดทั้งบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 52.25 แบบฝึกหัดทบทวนความรู้สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรเป็นแบบฝึกหัดที่มีข้อคำถามที่หลากหลายระดับความรู้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 37.50 โจทย์ปัญหาสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ควรเป็นโจทย์ปัญหาที่มีวิธีการแก้ไขมากกว่า 1 วิธี คิดเป็นร้อยละ 59.37 และลักษณะของแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีรูปแบบการนำเสนอโดยให้แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น คิดเป็นร้อยละ 53.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-4 ความคิดเห็นของคณาจารย์สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ด้านการวัดผลและประเมินผล

ข้อคำถาม	จำนวน	ร้อยละ
1. การส่งไฟล์งานแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียน ควรใช้วิธีการอย่างไร		
- ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS ในรูปแบบคำตอบออนไลน์	5	15.63
- ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS โดยการอัพโหลดไฟล์	27	84.37
2. การส่งข้อมูลแสดงความคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ควรใช้วิธีการอย่างไร		
- ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS ในรูปแบบคำตอบออนไลน์	29	90.62
- ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS โดยการอัพโหลดไฟล์	3	9.38
3. ผู้ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลแสดงความคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม		
- หัวหน้ากลุ่ม	26	81.25
- สมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม	6	18.75
4. รูปแบบการประเมินผลสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ควรมีวิธีการอย่างไร		
- มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้องและเฉลยคำตอบทุกแบบทดสอบ	5	15.63
- มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง และเฉลยคำตอบเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นหลังเรียนเท่านั้น	20	62.50
- มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการเฉลยคำตอบ	7	21.87
5. เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ควรพิจารณาอย่างไร		
- ผลสำเร็จของงาน	21	65.62
- กระบวนการดำเนินงานของกลุ่ม	10	31.25
- ทำข้อสอบวัดความรู้	1	3.13

จากตารางที่ 4-4 ความคิดเห็นของคณาจารย์ด้านการวัดผลและประเมินผล พบว่า การส่งไฟล์งานแบบฝึกหัดที่เหมาะสมสำหรับระบบการสอนที่พัฒนาควรให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS โดยการอัพโหลดไฟล์ คิดเป็นร้อยละ 84.37 ในส่วนของการส่งข้อมูลแสดงความคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม คณาจารย์ในสาขามีความคิดเห็นว่าควรให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS ในรูปแบบคำตอบออนไลน์ คิดเป็นร้อยละ 90.62 บุคคลที่ทำหน้าที่ในการส่งงานควรเป็นหัวหน้ากลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 81.25 ในเรื่องของรูปแบบการประเมินผลสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ผู้สอนควรมีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง และเฉลยคำตอบเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นหลังเรียนเท่านั้น คิดเป็นร้อยละ 62.50 และเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือผลสำเร็จของงาน คิดเป็นร้อยละ 65.62 ตามลำดับ

ตอนที่ 1.1.3 ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การศึกษาข้อมูลคุณลักษณะโดยการสัมภาษณ์นักศึกษาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 43 คน จาก 4 ห้องเรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้ประสบการณ์ ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต การสืบค้นข้อมูลบนเว็บและสิ่งที่นักศึกษาต้องการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนและการออกแบบ สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. นักศึกษามีความคิดเห็นว่าควรให้ผู้สอนทำการอธิบายขั้นตอนการเรียนในห้องเรียนปกติและควรมีการนำเสนอขั้นตอนในลักษณะภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวในหน้าแรกของหน้าเว็บ

2. ลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน ควรเป็นเนื้อหาโดยสรุปนำเสนอด้วยข้อความ ภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว ควรมีการยกตัวอย่างประกอบโดยมีระดับความรู้ที่หลากหลายจากง่ายไปยาก รวมทั้งมีแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนฝึกทบทวน

3. เครื่องมือที่นักศึกษาสามารถใช้เพื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ ห้องสนทนา กระดานสนทนา แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

4. กิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ควรมีลักษณะที่ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดและลงมือปฏิบัติงานด้วยตนเอง ฝึกกระบวนการคิดด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม เช่น การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น

5. กิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกผ่านกระดานสนทนาหรือห้องสนทนา เป็นต้น

6. วิธีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ผู้สอนควรจัดทำแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมหรือแหล่งเชื่อมโยงข้อมูลให้ผู้เรียนในระบบ

7. วิธีประเมินผลงานที่ได้รับมอบหมายในแต่ละหน่วยการเรียน ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าถ้าเป็นแบบทดสอบควรให้อาจารย์เป็นผู้ประเมิน แต่ถ้าเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักศึกษาทำการประเมินร่วมกับอาจารย์

8. วิธีสรุปผลการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียน ควรแสดงเป็นคะแนนหรือผลการเรียนให้ผู้เรียนทราบเป็นระยะในระบบ

9. นักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เคยเรียนตามกระบวนการของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ และพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เคยเรียนบนเว็บเนื่องจากเนื้อหารายวิชาทฤษฎีจะเป็นการศึกษาเนื้อหาในห้องเรียนเน้นการเรียนแบบบรรยายเป็นหลัก แต่นักศึกษายินดีที่จะเรียนเนื่องจากการเรียนบนเว็บมีความน่าสนใจทำให้นักศึกษามีอิสระในการเรียน และสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเองรวมทั้งยังสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตลอดเวลา เข้าเรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา และยังสามารถใช้และนำเทคโนโลยีที่ตนเองสนใจและชื่นชอบมาใช้ในการเรียน

ตอนที่ 1.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)

การศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำต้นแบบของรูปแบบการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการเรียนการสอนบนเว็บ ด้านเนื้อหารายวิชา ด้านเทคนิค ด้านการศึกษาและด้านการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 10 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความเหมาะสม (องค์ประกอบรวม) ของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. รูปแบบการสอนสอดคล้องกับหลักการแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเรียนการสอน	4.30	0.48	มาก
2. องค์ประกอบรูปแบบการสอน ประกอบด้วย	4.50	0.71	มากที่สุด
(1) ปัจจัยนำเข้า			
(2) กระบวนการสอนอัจฉริยะฯ			
(3) ผลผลิต			
(4) ข้อมูลป้อนกลับ			
3. การจัดลำดับองค์ประกอบในการพัฒนารูปแบบการสอนชัดเจน ต่อเนื่อง	4.30	0.67	มาก
4. แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน	4.10	0.57	มาก
5. การเรียบเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบการสอนมีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย	3.90	0.57	มาก
6. ภาพรวมขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4.20	0.79	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมของระบบ (โดยรวม)	**4.22**	**0.64**	**มาก**

จากตารางที่ 4-5 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (องค์ประกอบรวม) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.22, S.D.=0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสมองค์ประกอบรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$=4.50, S.D.=0.71) รองมาได้แก่ รูปแบบการสอนสอดคล้องกับหลักการแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.30, S.D.=0.48) ภาพรวมขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.20, S.D.=0.79) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความเหมาะสม (แยกตามองค์ประกอบ) ของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ปัจจัยนำเข้า			
1.1 กำหนดเป้าหมายในการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	4.30	0.67	มาก
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน	4.10	0.88	มาก
1.3 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่เหมาะสมต่อความสามารถของผู้เรียน	3.70	1.16	มาก
1.4 กำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.30	0.67	มาก
1.5 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.40	0.70	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านปัจจัยนำเข้า	**4.16**	**0.84**	**มาก**
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
1. ขั้นเตรียมการ			
1.1 ปฐมนิเทศ			
1. แจกเอกสารแนะนำระบบการสอนบนเว็บและคู่มือการใช้งาน	4.50	0.53	มากที่สุด
2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการสอน กิจกรรม วันและเวลาเรียน การประเมินผล	4.80	0.42	มากที่สุด
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน			
1. ชี้แจงวิธีการลงทะเบียนเรียน (กำหนดชื่อเรียกและรหัสผ่าน) และการตรวจสอบการลงทะเบียน	4.60	0.52	มากที่สุด
2. แนะนำการใช้เครื่องมือและการทำกิจกรรมการเรียนบนเว็บ	4.70	0.48	มากที่สุด
1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน			
1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 3-4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกัน (คละเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน) โดยใช้เกรดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์	4.30	0.48	มาก

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. มอบหมายความรับผิดชอบของผู้เรียน	4.20	0.42	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นเตรียมการ	**4.52**	**0.50**	**มากที่สุด**
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.40	0.52	มาก
2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ			
1. นำเสนอเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดียที่ตรงตามความสามารถทางการเรียนที่ได้รับของแต่ละบุคคล	4.50	0.71	มากที่สุด
2. ใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) สำหรับทำกิจกรรมกลุ่ม และตอบข้อสงสัยในบทเรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
การเรียนอัจฉริยะแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Intelligent Cooperative Learning using STAD Technique)			
2.2.1 เสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)			
1. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนเก่ง	4.40	0.70	มาก
2. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนปานกลาง	4.40	0.70	มาก
3. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนอ่อน	4.20	0.63	มาก
4. การจัดลำดับขั้นตอนในระบบการสอนอัจฉริยะมีความสัมพันธ์สอดคล้องส่งเสริมซึ่งกันและกัน	4.20	0.63	มาก
5. ความเหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันด้วยระบบการสอนอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น	4.10	0.57	มาก
2.2.2 เรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study)			
1. ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง (Fact-finding)	4.70	0.48	มากที่สุด
2. ขั้นการรู้ปัญหา (Problem-finding)	4.70	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)	4.60	0.52	มากที่สุด
4. ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)	4.50	0.53	มากที่สุด
5. ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา(Acceptance-finding)	4.40	0.70	มาก
2.2.3 ทดสอบย่อย (Test)			
1. ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนของตนเอง (Adaptive Testing) ด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน	4.50	0.53	มากที่สุด
2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores)			
2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition)			
2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล ใช้การวัดและการประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงตลอดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.50	0.53	มากที่สุด
2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	**4.44**	**0.58**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวมด้านกระบวนการสอนอัจฉริยะฯ	**4.46**	**0.56**	**มาก**
3. ผลผลิต			
3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.50	0.71	มากที่สุด
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์			
3.1.1 ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถสรุป และกำหนดประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบ	4.50	0.53	มากที่สุด
3.1.2 ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหา	4.50	0.53	มากที่สุด
3.1.3 ความสามารถในการระบุสาเหตุแยกแยะประเด็นของปัญหา และหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	4.60	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3.1.4 ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา	4.40	0.52	มาก
3.1.5 ความสามารถในการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และยอมรับวิธีแก้ปัญหา	4.30	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านผลผลิต	**4.47**	**0.54**	**มาก**
4. ข้อมูลป้อนกลับ			
4.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	3.90	1.20	มาก
4.2 ความคิดเห็นของผู้เรียน	4.20	0.63	มาก
4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.70	0.48	มากที่สุด
4.4 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.60	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมด้านข้อมูลป้อนกลับ	**4.35**	**0.80**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของระบบภาพรวม	**4.36**	**0.64**	**มาก**

จากตารางที่ 4-6 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (โดยรวมทั้ง 4 องค์ประกอบหลัก) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.36, S.D.=0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ผลผลิตในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.54) รองลงมาได้แก่ กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.56) ข้อมูลป้อนกลับในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.35, S.D.=0.80) ปัจจัยนำเข้าในภาพรวมมีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$=4.16, S.D.=0.08) ตามลำดับ

4.2 ตอนที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ผู้วิจัยได้นำระบบการสอนในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนไปทดสอบประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ และด้านเทคนิค จำนวน 8 ท่าน (รายชื่อดังภาคผนวก ก หน้า 259) เพื่อประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบก่อนนำไปใช้งานจริง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยภาพรวม

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. คุณภาพระบบการสอนด้านเนื้อหา	4.75	0.43	มากที่สุด
2. คุณภาพระบบการสอนด้านการออกแบบการเรียนการสอน	4.83	0.39	มากที่สุด
3. ประสิทธิภาพด้านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	4.47	0.54	มาก
คุณภาพและประสิทธิภาพของระบบในภาพรวม	**4.68**	**0.50**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-7 การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น (องค์ประกอบรวม) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.68, S.D.=0.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสมของระบบด้านการออกแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$=4.83, S.D.=0.39) รองมาได้แก่ ความเหมาะสมของระบบการสอนด้านเนื้อหามีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$=4.75, S.D.=0.43) และประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความเหมาะสมมาก ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.54) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-8 ผลการประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านเนื้อหา	4.79	0.41	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.75	0.44	มากที่สุด
3. ด้านภาพและภาษา	4.65	0.49	มากที่สุด
4. ด้านตัวอักษรและสี	4.75	0.45	มากที่สุด
5. ด้านแบบทดสอบ	4.75	0.44	มากที่สุด
6. ด้านแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน	4.78	0.42	มากที่สุด
คุณภาพของระบบในภาพรวม (ด้านเนื้อหา)	**4.75**	**0.43**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-8 การประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านเนื้อหา (องค์ประกอบรวม) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75, S.D.=0.43) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสมของระบบด้านเนื้อหาเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านมีความเหมาะสมมากที่สุดทั้ง 6 ด้าน โดยความเหมาะสมด้านเนื้อหามีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.79, S.D.=0.41) รองมาได้แก่ ด้านแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน ด้านกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ด้านตัวอักษรและสี ด้านแบบทดสอบ และด้านภาพและภาษา ตามลำดับ

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

รายการประเมิน	**ผลการประเมิน**		**ระดับ ความเหมาะสม**
	$\overline{X}$	S.D.	
1. ด้านการออกแบบบทเรียน	4.85	0.37	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน	4.71	0.46	มากที่สุด
3. ด้านการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	4.94	0.25	มากที่สุด
คุณภาพของระบบในภาพรวม (ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)	**4.83**	**0.39**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-9 การประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ (องค์ประกอบรวม) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83, S.D.=0.39) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสมของระบบด้านการออกแบบการเรียนการสอนเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านมีความเหมาะสมมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน โดยความเหมาะสมด้านการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.94, S.D.=0.25) รองมาได้แก่ ด้านการออกแบบบทเรียน และด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับประสิทธิภาพ
	$\overline{X}$	S.D.	
1. ด้านความสามารถของระบบ	4.53	0.50	มากที่สุด
2. ด้านหน้าที่การทำงาน	4.28	0.58	มาก
3. ด้านความสามารถในการใช้งาน	4.10	0.45	มาก
4. ด้านระบบความปลอดภัย	4.70	0.57	มากที่สุด
5. ด้านประสิทธิภาพการทำงาน	4.58	0.51	มากที่สุด
ประสิทธิภาพของระบบในภาพรวม	**4.47**	**0.54**	**มาก**

จากตารางที่ 4-10 การประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (องค์ประกอบรวม) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ผู้วิจัยใช้หลักการทดสอบแบบกล่องดำ (Black-box Testing) ภายใต้กรอบการพิจารณา 5 ด้าน พบว่า มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ประสิทธิภาพด้านระบบความปลอดภัยมีประสิทธิภาพมากที่สุด ($\overline{X}$=4.70, S.D.=0.57) รองมาได้แก่ ด้านประสิทธิภาพการทำงาน ด้านความสามารถของระบบ ด้านหน้าที่การทำงาน และด้านความสามารถในการใช้งาน ตามลำดับ

4.3 ตอนที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำระบบการสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นที่ปี 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 33 คน แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ตอนย่อย ดังนี้

ตอนที่ 3.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตอนที่ 3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

ตอนที่ 3.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตอนที่ 3.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายละเอียดแต่ละตอนสรุปผลได้ดังนี้

ตอนที่ 3.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างเรียนตามกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและกิจกรรมการเรียนการสอนตามระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ โดยให้ผู้เรียนปฏิบัติงานเป็นกลุ่มย่อยด้วยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหา 5 กิจกรรมที่สอดคล้องตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ได้แก่ การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง การรู้ปัญหา การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา การค้นพบวิธีแก้ปัญหา และการยอมรับวิธีแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ สรุปผลการวิเคราะห์คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ดังตารางที่ 4-11 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ร่วมกับสมมติฐานงานวิจัยดังนี้

H_0 = ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนเท่ากับก่อนเรียน

H_1 = ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4-11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาฯ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ก่อนการทดลอง	33	25	10.12	2.46	10.57	.00**
หลังการทดลอง	33	25	18.21	3.83		

**p < .01

จากตารางที่ 4-11 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน ($\overline{X}$=18.21, S.D.=3.83) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน ($\overline{X}$=10.12, S.D.=2.46) แสดงให้เห็นว่า การเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้น

เมื่อทำการพิจารณาจากค่า t โดยค่า $t_{คำนวณ}$ = 10.57 และค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .00** ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 แสดงให้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างเรียนตามกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ สรุปผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนดังตารางที่ 4-12 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานเพื่อใช้ร่วมกับสมมติฐานงานวิจัยดังนี้

H_0 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับก่อนเรียน

H_1 = ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 4-12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	n	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนการทดลอง	33	25	11.64	3.09	13.26	.00**
หลังการทดลอง	33	25	19.64	1.76		

**p < .01

จากตารางที่ 4-12 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

สูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$=19.64, S.D.=1.76) สูงกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\overline{X}$=11.64, S.D.=3.09) แสดงให้เห็นว่า การเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

เมื่อทำการพิจารณาจากค่า t โดยค่า $t_{คำนวณ}$ = 13.26 และค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .00** ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 แสดงให้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

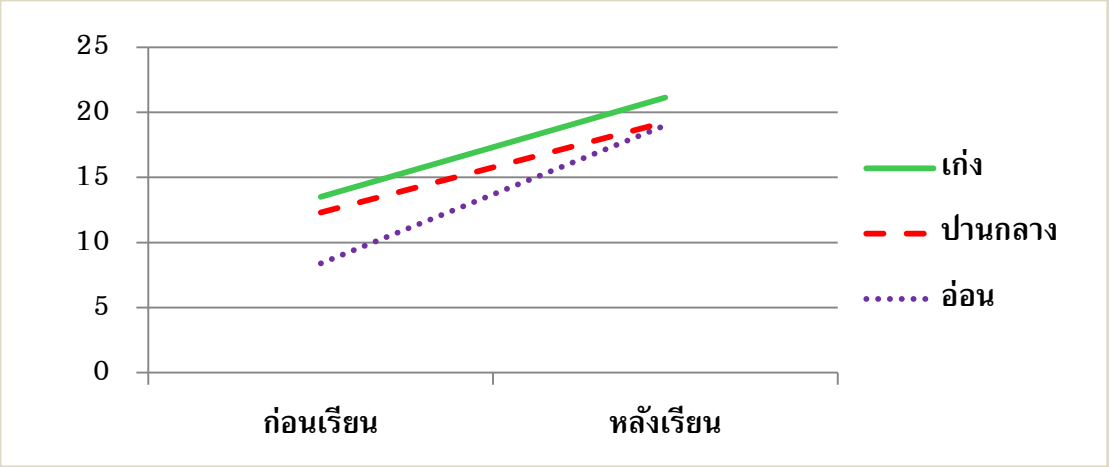
ตอนที่ 3.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนระดับเก่ง กลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนระดับปานกลาง และกลุ่มที่มีระดับความสามารถทางการเรียนระดับอ่อน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ (ภัทรา, 2543: 158) ในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน (n=33)

กลุ่มทดลอง	n	$\overline{X}$	S.D.
กลุ่มผู้เรียนระดับเก่ง	8	21.13	1.81
กลุ่มผู้เรียนระดับปานกลาง	17	19.24	1.52
กลุ่มผู้เรียนระดับอ่อน	8	19.00	1.51

จากตารางที่ 4-13 พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนเก่ง จำนวน 8 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$=21.13, S.D.=1.81) กลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลาง จำนวน 17 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$=19.24, S.D.=1.52) และกลุ่มผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอ่อน จำนวน 8 คน มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$=19.00, S.D.=1.51) สามารถแสดงผลได้ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม มาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม และใช้สถิติ Scheffe เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ในส่วนของสมมติฐานผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ร่วมกับสมมติฐานของงานวิจัย โดยสมมติฐานที่ตั้งใหม่มีดังนี้

H_0 = คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 = คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม แสดงผลดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ผลการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างระหว่างกลุ่มผู้เรียนโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

	SS	df	MS	F	Sig
ระหว่างกลุ่ม	23.703	2	11.851	4.682	.017
กลุ่มเดียวกัน	75.934	30	2.531		
รวม	99.636	32			

$p > .01$

จากตารางที่ 4-14 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .017 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 เป็นผลให้ยอมรับ

สมมติฐาน H_0 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการประเมินเพื่อหาค่าความพึงพอใจของผู้เรียน จำนวน 33 คน ต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น ภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านการเรียนการสอน ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (องค์ประกอบรวม 3 ด้าน)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ภาพรวมด้านเนื้อหา	4.52	0.58	มากที่สุด
2. ภาพรวมด้านการออกแบบ	4.51	0.59	มากที่สุด
3. ภาพรวมด้านการเรียนการสอน	4.48	0.63	มาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อ Web CITS	**4.51**	**0.60**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-15 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บภาพรวมภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.51, S.D.=0.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมด้านเนื้อหามีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.52, S.D.=0.58) รองมาได้แก่ ภาพรวมด้านการออกแบบ มีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.51, S.D.=0.59) และภาพรวมด้านการเรียนการสอนมีความพึงพอใจมาก ($\bar{X}$=4.48, S.D.=0.63) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-16 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้านเนื้อหา

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. เนื้อหาของบทเรียนทำให้เกิดความเข้าใจ	4.39	0.61	มาก
2. เนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอเหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน	4.58	0.61	มากที่สุด
3. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น	4.58	0.56	มากที่สุด
4. ความยาวของเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.42	0.61	มาก
5. การนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Exercise) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น	4.55	0.56	มากที่สุด
6. การนำเสนอบทเรียนเป็นไปตามลำดับ	4.52	0.62	มากที่สุด
7. ภาพประกอบมีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.42	0.66	มาก
8. ตัวอย่างและโจทย์ปัญหามีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น	4.64	0.55	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน	4.61	0.50	มากที่สุด
10. การสนทนากลุ่มเพื่อทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน	4.55	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.52**	**0.58**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-16 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านเนื้อหาภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.52, S.D.=0.58) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ตัวอย่างและโจทย์ปัญหามีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นและสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.64, S.D.=0.55) รองมาได้แก่ เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน เนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอเหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันและการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น เป็นต้น

ตารางที่ 4-17 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้านการออกแบบ

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ความเหมาะสมของการออกแบบส่วนประกอบของจอภาพ	4.67	0.48	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอการปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้งาน (User Interface)	4.61	0.50	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ	4.52	0.62	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการใช้สีและขนาดตัวอักษร	4.58	0.56	มากที่สุด
5. ความต่อเนื่องในการใช้งานระบบ	4.45	0.56	มาก
6. ความสามารถของระบบในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน	4.24	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.51**	**0.59**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-17 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านการออกแบบภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.51, S.D.=0.59) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของการออกแบบส่วนประกอบของจอภาพมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67, S.D.=0.48) รองมาได้แก่ ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอการปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้งาน ความเหมาะสมของการใช้สีและขนาดตัวอักษรความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ ความต่อเนื่องในการใช้งานระบบ และความสามารถของระบบในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-18 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้านการเรียนการสอน

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การลงทะเบียน	4.45	0.75	มาก
2. การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอสื่อตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.58	0.56	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.52	0.62	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.58	0.61	มากที่สุด
6. ความสะดวกในการจัดการข้อมูลส่วนตัว	4.45	0.62	มาก
7. ความสะดวกในการส่งไฟล์แบบฝึกหัด	4.15	0.62	มาก
8. ความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านสื่อการเรียนรู้ อาทิ กระดานสนทนา ห้องสนทนา	4.64	0.49	มากที่สุด
9. ความสะดวกในการตรวจสอบผลการเรียน	4.67	0.48	มากที่สุด
10. ความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน	4.27	0.72	มาก
11. ความเหมาะสมในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาด	4.48	0.67	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.48**	**0.63**	**มาก**

จากตารางที่ 4-18 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.48, S.D.=0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความสะดวกในการตรวจสอบผลการเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67, S.D.=0.48) รองมาได้แก่ ความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านสื่อการเรียนรู้ ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนตามระดับความสามารถทางการเรียน ความเหมาะสมในการนำเสนอสื่อตามระดับความสามารถทางการเรียน การจัดกลุ่มผู้เรียน ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตามระดับความสามารถทางการเรียน

ตอนที่ 3.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากที่กลุ่มตัวอย่างเรียนตามกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและทำกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น สรุปผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจของผู้เรียนจำนวน 33 คน ภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน คือ ด้านขั้นเตรียมการ ด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ และด้านการเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-19 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น
(องค์ประกอบรวม 3 ด้าน)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ภาพรวมด้านขั้นเตรียมการ	4.63	0.55	มากที่สุด
2. ภาพรวมด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	4.47	0.63	มาก
3. ภาพรวมด้านการเรียนด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	4.51	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อ Web CIT Model	**4.54**	**0.59**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-19 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.54, S.D.=0.59) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมด้านขั้นเตรียมการมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.63, S.D.=0.55) รองมาได้แก่ ภาพรวมด้านการเรียนด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.51, S.D.=0.57) และภาพรวมด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บมีความพึงพอใจมาก ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.63) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-20 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นด้านขั้นเตรียมการ

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. การปฐมนิเทศ	4.79	0.42	มากที่สุด
2. แจกเอกสารคู่มือการใช้งาน	4.85	0.36	มากที่สุด
3. การลงทะเบียนและฝึกปฏิบัติ	4.48	0.67	มาก
4. การแนะนำบทเรียน	4.45	0.67	มาก
5. การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.58	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.63**	**0.55**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-20 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบด้านขั้นเตรียมการ ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.63, S.D.=0.55) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า แจกเอกสารคู่มือการใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.85, S.D.=0.36) รองมาได้แก่ การปฐมนิเทศ การจัดกลุ่มผู้เรียน การลงทะเบียนและฝึกปฏิบัติ และการแนะนำบทเรียน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-21 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	4.64	0.49	มากที่สุด
2. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.12	0.78	มาก
3. ทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียน	4.52	0.57	มากที่สุด
4. เสนอเนื้อหาบทเรียนแบบอัจฉริยะ (สอดคล้องกับระดับความสามารถทางการเรียนที่จัดกลุ่ม)	4.52	0.51	มากที่สุด
5. ทำแบบฝึกทบทวนความรู้แต่ละหน่วยการเรียน	4.73	0.45	มากที่สุด

ตารางที่ 4-21 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
6. ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน รวม 5 กิจกรรม	4.48	0.62	มาก
7. ทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียนรายบุคคลที่ตรงกับความสามารถทางการเรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
8. ทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียน	4.52	0.67	มากที่สุด
9. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
10. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	4.12	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.47**	**0.63**	**มาก**

จากตารางที่ 4-21 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทำแบบฝึกทบทวนความรู้แต่ละหน่วยการเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.45) รองมาได้แก่ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียนรายบุคคลที่ตรงกับความสามารถทางการเรียนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียน เสนอเนื้อหาบทเรียนแบบอัจฉริยะ (สอดคล้องกับระดับความสามารถทางการเรียนที่จัดกลุ่ม) ทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียน ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน รวม 5 กิจกรรม วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน และวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน ตามลำดับ

ตารางที่ 4-22 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ด้านการเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. มีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนแต่ละคน	4.45	0.51	มาก
2. มีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตรงตามระดับความสามารถทางการเรียนที่ช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น	4.55	0.71	มากที่สุด
3. มีแบบทดสอบย่อยที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในการพัฒนาความรู้	4.52	0.57	มากที่สุด
4. มีกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องต่อการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาฯ	4.42	0.50	มาก
5. นักศึกษาสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้องเรียนได้มากขึ้นผ่านเครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บ	4.61	0.50	มากที่สุด
6. นักศึกษามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น	4.24	0.75	มาก
7. นักศึกษามีความสุขต่อการเรียนมากขึ้น	4.55	0.67	มากที่สุด
8. นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.67	0.48	มากที่สุด
9. นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ตรงกับระดับความสามารถทางการเรียนมากขึ้น	4.45	0.62	มาก
10. นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.58	0.50	มากที่สุด
11. นักศึกษามีทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มากขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
12. สามารถพัฒนาผลการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น	4.48	0.51	มาก
13. นักศึกษาต้องการให้มีรูปแบบการสอนในลักษณะนี้สำหรับรายวิชาอื่น ๆ	4.52	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.51**	**0.57**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-22 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบด้านการเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.51, S.D.=0.57) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้นมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}$=4.67, S.D.=0.48) รองมาได้แก่ นักศึกษาสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้องเรียนได้มากขึ้นผ่านเครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บ นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น นักศึกษามีความสุขต่อการเรียนมากขึ้น นักศึกษามีทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มากขึ้น มีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตรงตามระดับความสามารถทางการเรียนที่ช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น มีแบบทดสอบย่อยที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในการพัฒนาความรู้ มีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตรงตามระดับความสามารถทางการเรียนที่ช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น นักศึกษาต้องการให้มีรูปแบบการสอนในลักษณะนี้สำหรับรายวิชาอื่นๆ เป็นต้น

4.4 ตอนที่ 4 ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์วิจัยหรือผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงทำการประเมินรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับผลการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. องค์ประกอบรวมของรูปแบบการสอน	4.55	0.51	มากที่สุด
2. กำหนดปัจจัยนำเข้า	4.75	0.44	มากที่สุด
3. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ฯ	4.73	0.45	มากที่สุด
4. ประเมินผลผลิต	4.70	0.48	มากที่สุด
5. ป้อนกลับผลผลิต	4.70	0.48	มากที่สุด
6. ด้านการนำไปใช้งาน	4.47	0.52	มาก
สรุปผลการรับรอง	**4.67**	**0.47**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-23 พบว่า ผลการรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.67, S.D.=0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กำหนดปัจจัยนำเข้าของรูปแบบมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75, S.D.=0.44) รองมาได้แก่ กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73, S.D.=0.45) ประเมินผลผลิตและป้อนกลับผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.70, S.D.=0.48) องค์ประกอบรวมของรูปแบบการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.55, S.D.=0.51) และด้านการนำไปใช้งานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.52) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
องค์ประกอบของรูปแบบการสอน			
1. กำหนดปัจจัยนำเข้า	4.60	0.55	มากที่สุด
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ประเมินผลผลิต	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ป้อนกลับผลผลิต	4.40	0.55	มาก
ภาพรวมด้านองค์ประกอบ	**4.55**	**0.51**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-24 พบว่า ในภาพรวมด้านองค์ประกอบของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.55, S.D.=0.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและประเมินผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.60, S.D.=0.55) ป้อนกลับผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.40, S.D.=0.55) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้า

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. กำหนดปัจจัยนำเข้า			
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.75	0.50	มากที่สุด
1.4 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้า	**4.75**	**0.44**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-25 พบว่า ในภาพรวมขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้า ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.75, S.D.=0.44) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน การวิเคราะห์ผู้เรียน และการเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.80, S.D.=0.45) และการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.55) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ			
2.1 ขั้นเตรียมการ			
2.1.1 ปฐมนิเทศ	4.80	0.45	มากที่สุด
2.1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2.1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นเตรียมการ	**4.73**	**0.46**	**มากที่สุด**
2.2 ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
2.2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ			
1. ขั้นเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ขั้นเรียนเป็นกลุ่มย่อย	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ขั้นทดสอบย่อย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	**4.73**	**0.45**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยรวมกระบวนการสอนอัจฉริยะฯ	**4.73**	**0.45**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-26 พบว่า ในภาพรวมขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.45) เมื่อพิจารณาเป็นรายขั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมขั้นเตรียมการ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.46) และค่าเฉลี่ยรวมขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73, S.D.=0.45) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บขั้นประเมินผลผลิต

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. ประเมินผลผลิต			
3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นประเมินผลผลิต	**4.70**	**0.48**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-27 พบว่า ในภาพรวมขั้นประเมินผลผลิต ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.70, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.80, S.D.=0.45) และการประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.55)

ตารางที่ 4-28 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ขั้นป้อนกลับผลผลิต

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. ป้อนกลับผลผลิต			
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นป้อนกลับผลผลิต	**4.70**	**0.48**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4-28 พบว่า ในภาพรวมขั้นป้อนกลับผลผลิต ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.70, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.80, S.D.=0.45) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.45)

ตารางที่ 4-29 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความเหมาะสมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้านการนำไปใช้งาน

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านการนำไปใช้ของรูปแบบการสอน			
1. ความเหมาะสมของรูปแบบต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.40	0.55	มาก
3. ความเป็นไปได้ของรูปแบบในการนำไปใช้จริง	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการนำไปใช้งาน	**4.47**	**0.52**	**มาก**

จากตารางที่ 4-29 พบว่า ในภาพรวมด้านการนำไปใช้งานของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.47, S.D.=0.52) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความเหมาะสมของรูปแบบต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.60, S.D.=0.55) รองลงมาคือ ความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเป็นไปได้ของรูปแบบในการนำไปใช้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.40, S.D.=0.55) ตามลำดับ

บทที่ 5
ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วยสาระสำคัญ 6 ประการ ดังนี้

5.1 บทสรุป

5.2 บทนำ

5.3 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model)

5.4 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS)

5.5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอน

5.6 การนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้

โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 บทสรุป

การวิจัยเรื่อง ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คัดเลือกจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มจากนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ศึกษาวิชาวงจรดิจิตอล 1 ทำการเรียนการสอนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 33 คน การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ แบบประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของ Web CITS แบบสอบถามและแบบรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ผลงานวิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 องค์ประกอบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model)

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ กำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประเมินผลผลิต และป้อนกลับผลผลิต โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ (1) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน (2) วิเคราะห์ผู้เรียน (3) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (4) เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการและขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

3. ประเมินผลผลิต ประกอบด้วย (1) ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (2) ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

4. ป้อนกลับผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 ขั้นตอนและองค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น แบ่งขั้นตอนการทำงานภายในระบบ 2 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย ขั้นการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ และขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน

2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) เสนอเนื้อหาอัจฉริยะ (3) สรุปผลและประเมินผล และ (4) ทดสอบหลังเรียน

องค์ประกอบภายในระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 ระบบ แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบผู้เรียน เป็นส่วนของระบบการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บภายใต้การทำงานของระบบการสอนแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ผสมผสานกับระบบผู้เชี่ยวชาญและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย เมนู 3 ส่วน คือ เมนูหลัก เมนูเข้าสู่บทเรียน และเมนูระบบจัดการผู้เรียน

2. ระบบผู้สอน เป็นส่วนของระบบบริหารจัดการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 7 เมนูหลัก คือ เมนูปรับแต่งบทเรียน เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล เมนูการเรียนแบบร่วมมือ เมนูรายงานผลการเรียน เมนูจัดการส่วนอื่นๆ เมนูกระดานสนทนา และเมนูเพิ่มอาจารย์

5.2 บทนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในวงการต่าง ๆ ทั้งทางด้านงานวิจัยและทางด้านธุรกิจ โดยคอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล จากความสำเร็จเหล่านี้ทำให้มีความพยายามที่จะนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษา จนทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่ได้รับความสนใจในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย โดยอาศัยเทคโนโลยีดังกล่าวเป็นพื้นฐาน ได้แก่ การเรียนออนไลน์ (Online Learning) และการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Web-Based Instruction) (ถนอมพร, 2544) โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัดและความสามารถของตนเอง ระบบการเรียนออนไลน์นี้จะดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ เสมือนกับการเรียนการสอนในการศึกษาปกติ (มนต์ชัย, 2545)

การเรียนการสอนบนเว็บจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันเนื่องจากสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สามารถทบทวนเนื้อหาบทเรียนและทำแบบฝึกหัดบนเว็บได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ และสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสนองต่อการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แต่เนื่องจากความสำเร็จในสถาบันการศึกษานั้นไม่ได้มุ่งเน้นในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้เพียงด้านเดียว แต่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้และสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้ ในขั้นต้นของการทำให้ผู้เรียนมีความรู้นั้นผู้สอนมักเตรียมเนื้อหาหรือความรู้ไว้ให้ผู้เรียน แต่การได้มาซึ่งความรู้เหล่านี้กับพบว่าเกิดปัญหามากมายกับผู้เรียน ปัญหาหนึ่งที่มักพบในการจัดการเรียนการสอนคือการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนที่มีระดับความรู้ที่แตกต่างกัน เนื่องจากเนื้อหาที่ผู้สอนจัดเตรียมมานั้นอาจไม่สามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับความรู้ที่แตกต่างกันให้เกิดความเข้าใจได้ในทุกระดับความรู้ และผู้เรียนเองก็มีประสบการณ์หรือความเข้าใจเนื้อหาในระดับที่แตกต่างกัน ปัญหาคือทำอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้ได้ตรงกับความสามารถทางการเรียนที่มีความเหมาะสมในแต่ละบุคคลได้

การสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาจัดรูปแบบการสอนโดยใช้หลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ในการนำเสนอระบบการสอนแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนผ่านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนรู้ภายใต้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่อาศัยเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using STAD Technique) นอกจากนี้การจัดการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บได้เน้นกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันร่วมทำกิจกรรมกลุ่มละ 3-4 คน โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ซึ่งเป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยและบทความต่างประเทศ พบว่าเทคนิคการ

แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving: CPS) เป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อีกวิธีหนึ่งและสามารถพัฒนาทักษะพิเศษของบุคคล (Isaksen & Treffinger, 2004)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บขึ้นเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยรายละเอียด 2 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยใช้หลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) ที่นำหลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) มาใช้สำหรับนำเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และ (2) ขั้นตอนกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ด้วยการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรมที่อาศัยหลักการของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ซึ่งเป็นกระบวนการที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดหรือรู้จักคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นอีกทั้งยังเอื้อประโยชน์ให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model) ประกอบด้วยรายละเอียด 3 ส่วน คือ (1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน (2) หลักการและแนวคิดของรูปแบบการสอน และ (3) รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.1 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ

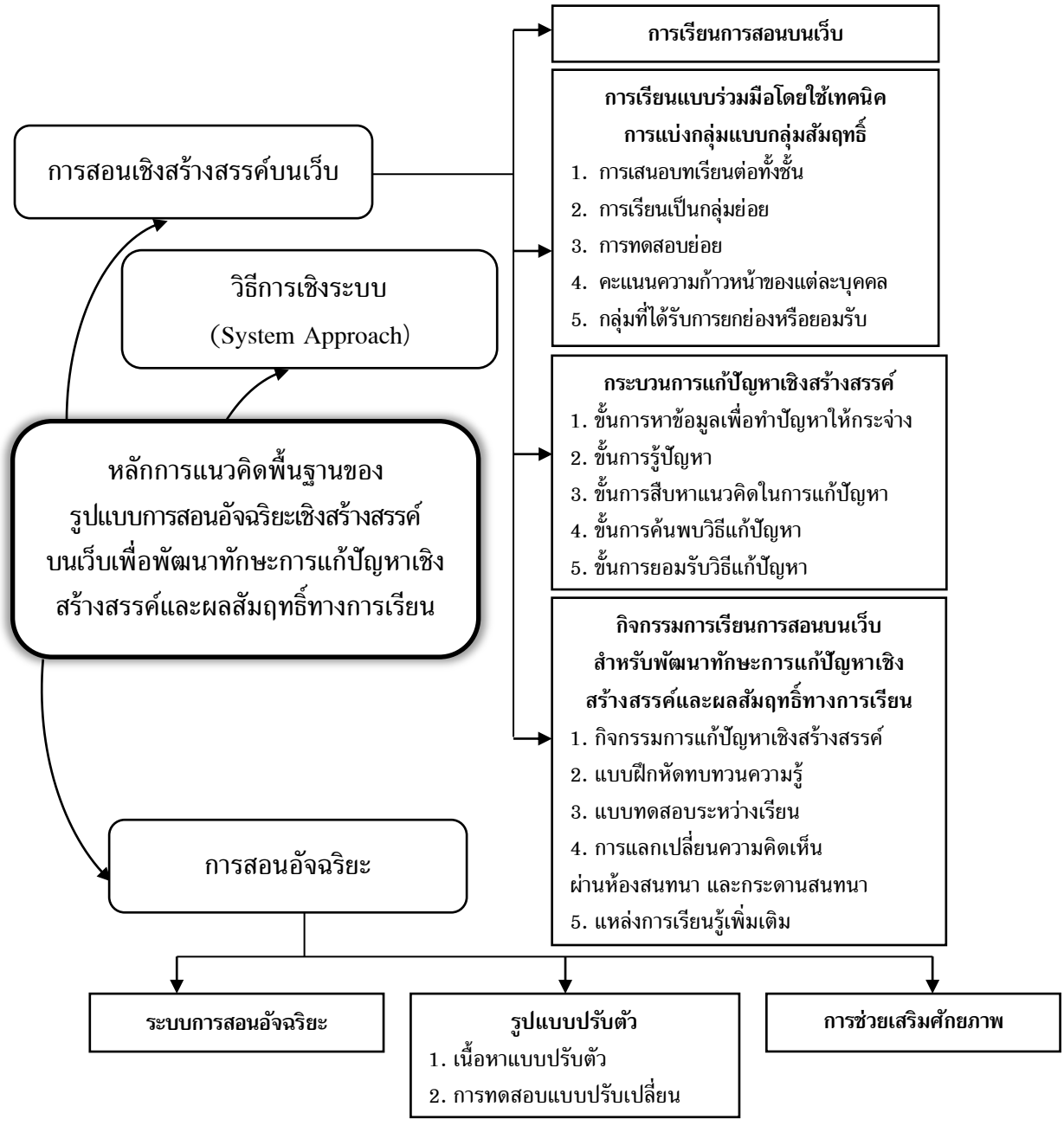
1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักการทำงานให้สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) ประกอบด้วย (1) ขั้นการหาข้อมูล

เพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (2) ขั้นการรู้ปัญหา (3) ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (5) ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.3.2 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการสอน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแนวคิดพื้นฐานจากการบูรณาการแนวคิดที่สำคัญ ๆ สรุปได้ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากหลักการและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากการบูรณาการแนวคิด 3 องค์ประกอบหลักดังนี้

1. วิธีการเชิงระบบ (System Approach) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลักคือ (1) ตัวป้อน (Input) (2) กระบวนการ (Process) (3) ผลผลิต (Product/Output) (4) กลไกการควบคุม (Control) และ (5) ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) (ทิศนา, 2553: 199)

2. การสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web-Based Creative Tutoring)

เป็นการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมีลักษณะการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning for STAD) ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือของ Johnson and Johnson (1987) ผนวกกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1965) และการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้สำหรับการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 การเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) การใช้โปรแกรมสื่อหลายมิติที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บมาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอนที่หวังผลการเรียนรู้เชิงวิชาการ โดยมีกลยุทธการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บดังนี้ (1) ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย (2) ใช้บริบทการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน (3) สร้างความสนใจและแรงจูงใจ (4) จัดปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนที่หลากหลายและใช้กลยุทธ์การร่วมมือ (5) จัดให้มีการสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียน เช่น การให้ผลป้อนกลับ การช่วยเสริมศักยภาพ และ (6) จัดให้มีการประเมินตามสภาพจริง (Toporski & Foley, 2004; Ally, 2005; Dabbagh, 2005)

2.2 การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using STAD Technique) ในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่เป็นทางการ (Formal Cooperative Learning) มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Student Teams Achievement Division: STAD) โดยมีองค์ประกอบ 5 ขั้น (Slavin, 1986) ประกอบด้วย (1) การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (3) การทดสอบย่อย (4) คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (5) กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ

2.3 โมเดลกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Model : CPS) เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving: CPS) เป็นวิธีที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และสามารถส่งเสริมให้บุคคลมีทักษะการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามโมเดลนี้สามารถแบ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาได้ 5 ขั้นของ Torrance ประกอบด้วย (1) การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding) (2) การรู้ปัญหา (Problem-finding) (3) การสืบหา

แนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) (4) การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding) (5) การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)

2.4 กิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) มาช่วยในการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Activities: CPS Activities) การทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน รวมทั้งการติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนในกลุ่ม ประกอบด้วย กระดานสนทนา (Webboard) ห้องสนทนา (Chatroom) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) และการส่งไฟล์ข้อมูล เป็นต้น

3. การสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring)

หมายถึง กระบวนการสอนที่เกิดจากการบูรณาการหลักการปรับตัว (Adaptive) 2 รูปแบบ ได้แก่ เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) และการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) โดยอาศัยหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Toturing System: ITS) ผนวกกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบการสอนและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เหมาะสมกับองค์ความรู้และภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน

3.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) เป็นระบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ผู้เรียนและให้การสอนที่เป็นไปตามศักยภาพทางการเรียนหรือความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ ส่วนผู้เรียน (Student Model) ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) และส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model)

3.2 เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) เป็นวิธีการนำเสนอเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดียโดยในการนำเสนอจะเป็นไปตามเป้าหมายของผู้เรียนหรือระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนที่อาจจะไม่เหมือนกัน ในการจัดเตรียมวัสดุการสอน (Teaching Materials) หรือหน้าเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ อาจจำเป็นต้องจัดเตรียมไว้หลายแบบโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ใส่เข้าไปในเนื้อหา

3.3 การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) เป็นแบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนความยากของข้อสอบแต่ละข้อให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบแต่ละบุคคล โดยมีหลักการทั่วไปของการทดสอบปรับเปลี่ยนคือ ให้ผู้สอบเริ่มต้นทำข้อสอบที่มีระดับยาก ปานกลางก่อน ถ้าผลการตอบข้อทดสอบข้อนั้นถูกข้อต่อไปจะมีความยากมากขึ้น หากตอบข้อทดสอบข้อนั้นผิดข้อต่อไปที่ได้รับจะง่ายขึ้น

3.4 การช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) การช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยบุคคลและเครื่องมือ โดยเป้าหมายของการช่วยเหลือคือ การช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานที่อยู่เหนือระดับความสามารถของตนเองได้ โดยวิธีการช่วยเหลือนี้จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเองของผู้เรียนและเมื่อผู้เรียนสามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองอย่างอิสระความช่วยเหลือนี้จะยุติลง

5.3.3 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ (1) วิเคราะห์บริบท และ (2) องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.3.1 วิเคราะห์บริบท

เป็นการวิเคราะห์ความต้องการเบื้องต้น (Front-end Analysis) ก่อนทำการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model) ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันและความต้องการรูปแบบการสอนสำหรับคณาจารย์และนักศึกษาในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย (1) ศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (2) ศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ และ (3) ศึกษาข้อมูลคุณลักษณะของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนและการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (ผลการวิเคราะห์แสดงในบทที่ 4 ตอนที่ 1 หน้าที่ 141-150)

5.3.3.2 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยใช้แนวคิดในการออกแบบระบบการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบกระบวนการ ขั้นตอนที่มีความเป็นระบบ (System Approach) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

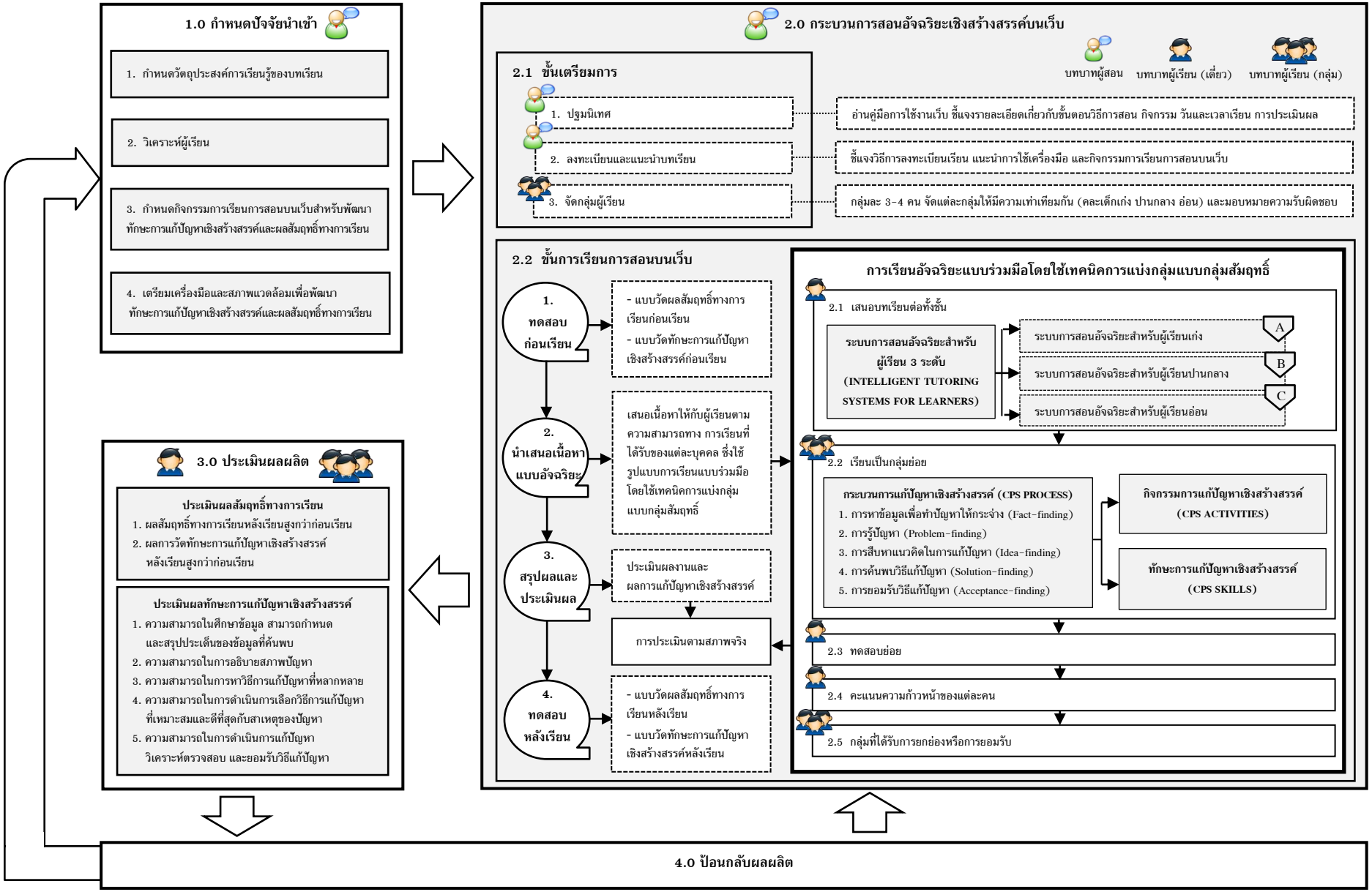
1. กำหนดปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย คือ (1) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน (2) วิเคราะห์ผู้เรียน (3) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (4) เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการและขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

3. ประเมินผลผลิต ประกอบด้วย (1) ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (2) ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

4. ป้อนกลับผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

จากการวิเคราะห์บริบทและองค์ประกอบสามารถนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบได้ดังภาพที่ 5-2



ภาพที่ 5-2 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ อธิบายได้ดังนี้

1. กำหนดปัจจัยนำเข้า

องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยนำเข้าที่จำเป็นในรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน วิเคราะห์ผู้เรียน กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแต่ละองค์ประกอบย่อยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ผู้สอนคาดหวังเมื่อสิ้นสุดจากการศึกษาเนื้อหาบทเรียน ด้วยวิธีการวัดและการประเมินผลเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนประสบความสำเร็จหรือบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ผู้สอนคาดหวังไว้หรือไม่ ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา โดยทำการกำหนดขอบเขตของสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนทั้งหมดในเนื้อหาวิชา หลักสูตร จำแนกเป็นวัตถุประสงค์ของรายวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียน โดยต้องจัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับบทเรียนซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นในการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและช่วยเป็นแนวทางในการออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินผลแบบต่าง ๆ ได้

1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน

ในการวิเคราะห์ผู้เรียนถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพื่อให้ผู้สอนสามารถคัดเลือกระบบการสอนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ตลอดจนจัดกิจกรรมการเรียนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับความรู้ ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน จำเป็นที่ผู้สอนจะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้เรียน อาทิ ความรู้พื้นฐาน ระดับความสามารถก่อนเข้าเรียน ทักษะพื้นฐาน วิธีการเรียนรู้ ความสนใจความถนัดของผู้เรียน เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การคัดเลือกรูปแบบการสอนและเนื้อหาที่เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนเพื่อช่วยในการตอบสนองให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น นอกเหนือจากที่ผู้สอนต้องทราบข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้เรียนในประการแรกแล้ว อีกส่วนหนึ่งที่ผู้สอนควรทราบคือพื้นฐานความสามารถในด้านทักษะการแก้ปัญหา โดยผู้สอนควรมีการวัดทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียน ด้วยการใช้แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อให้ทราบความสามารถของผู้เรียนในด้านกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียน 5 ขั้น ประกอบด้วย (1) การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding) (2) การรู้ปัญหา (Problem-finding) (3) การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) (4) การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding) (5) การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding) เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านให้สูงขึ้นต่อไป

1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถกำหนดกิจกรรมได้ดังนี้

1.3.1 กำหนดกิจกรรมในห้องเรียนปกติ

1. ปฐมนิเทศเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน โดยการทำกิจกรรมสร้างแรงจูงใจ ดังนี้

1.1 ผู้สอนแจ้งถึงเป้าหมายของงาน และความคาดหวังของผู้สอนต่อการเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

1.2 ผู้สอนให้คำแนะนำการเรียนบนเว็บ โดยให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพรวมทั้งหมดว่ามีกระบวนการเรียนรู้ในภาพรวมอย่างไร กิจกรรมใดที่ผู้เรียนต้องทำ การเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาในกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แนะนำเครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บสำหรับทำกิจกรรม เป็นต้น

1.3 ชี้แจงถึงข้อดีของการเรียนการสอนบนเว็บด้วยระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยอธิบายความสามารถของเว็บ สิ่งที่ได้รับจากการเรียนด้วยตนเองบนเว็บ

1.4 ผู้สอนเสนอปัจจัยจูงใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและประสบความสำเร็จจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือจากการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ฝึกทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ตและโปรแกรมในการใช้งาน

1.3.2 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) มาช่วยในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งการติดต่อกับอาจารย์ผู้สอน ประกอบด้วย กระดานสนทนา (Webboard) ห้องสนทนา (Chatroom) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) และการส่งไฟล์ข้อมูล เป็นต้น

1.3.3 กำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้สอนทำการกำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น ของ Torrance (1962) ประกอบด้วย 5 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.4 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการเตรียมเครื่องมือและจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเว็บ ควรประกอบด้วย

1.4.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware) และซอฟท์แวร์ (Software) ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และมีโปรแกรมประเภทบราวเซอร์ อาทิ Internet Explorer เป็นต้น รวมถึงโปรแกรมมัลติมีเดียที่จำเป็นสำหรับการเรียนผ่านรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนา อาทิ Adobe Flash Profressional CS6, Adobe Dreamweaver Profressional CS6, PHP, MySQL เป็นต้น

1.4.2 บุคลากรด้านคอมพิวเตอร์ (Peopleware) ได้แก่ ผู้สอน นักศึกษา และผู้ดูแลระบบเครือข่าย

1.4.3 จัดเวลาในการเรียน (Timing) เป็นการจัดตารางเวลาในการเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนผ่านเว็บ มีการนัดหมายให้คำปรึกษานอกเวลาเรียน เป็นต้น

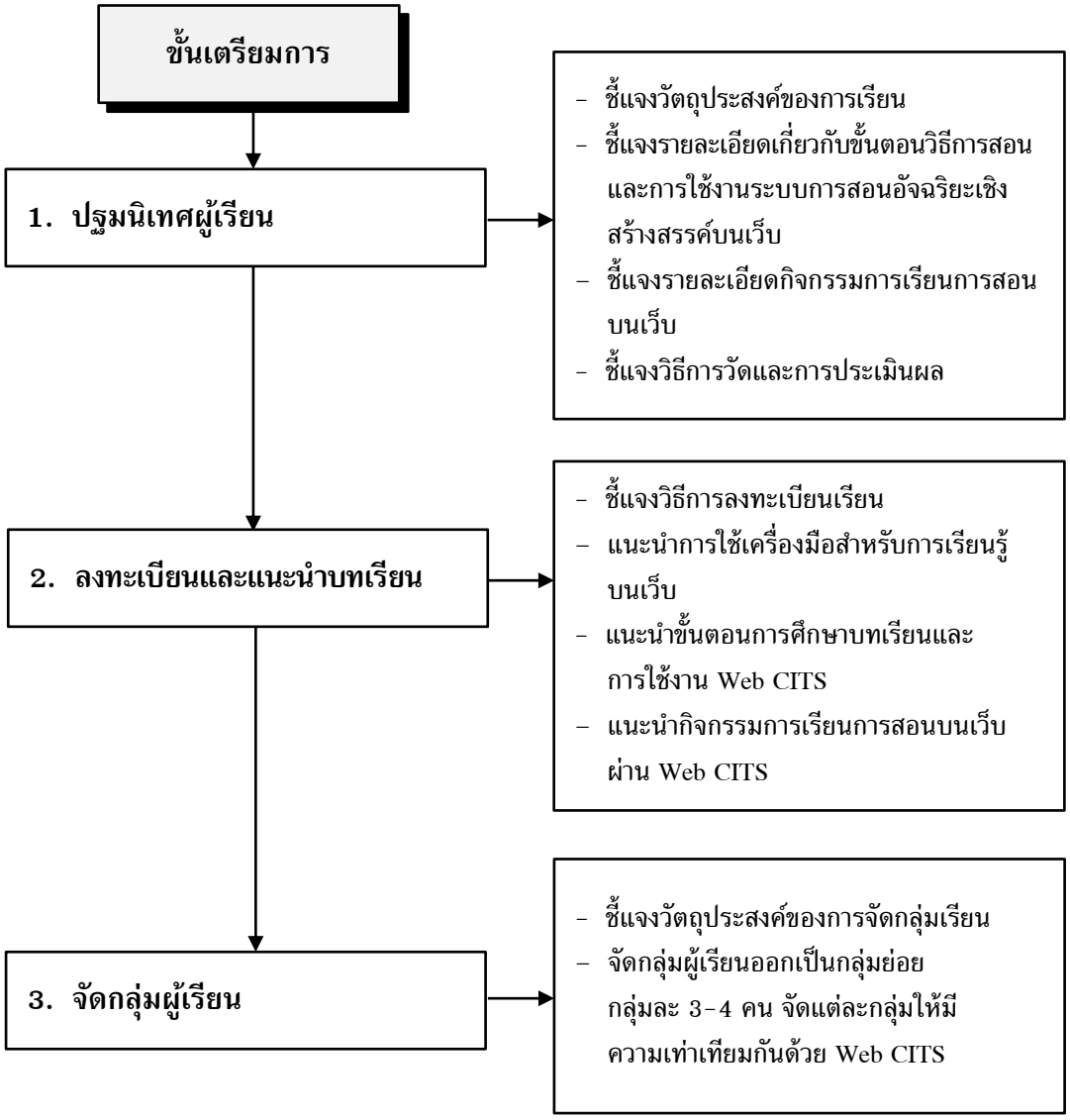
1.4.4 เตรียมเครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการติดต่อสื่อสาร และทำการกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในกลุ่มย่อย อาทิ กระดานสนทนา (Webboard) ห้องสนทนา (Chatroom) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) และการส่งไฟล์ข้อมูล

1.4.5 สร้างสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่สนับสนุนทัศนคติที่ดีระหว่างผู้เรียนผู้สอนและงานที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงสนับสนุนให้ผู้เรียนตระหนักถึงสภาพอารมณ์ต่อการทำกิจกรรมกลุ่มย่อยที่มีผลต่อการเรียนรู้ โดยการให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือการเรียนรู้และทรัพยากรการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างทำกิจกรรม

2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

กระบวนการในรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ และ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

1. ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ ปฐมนิเทศผู้เรียน ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน และจัดกลุ่มผู้เรียน



ภาพที่ 5-3 กระบวนการในขั้นเตรียมการของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

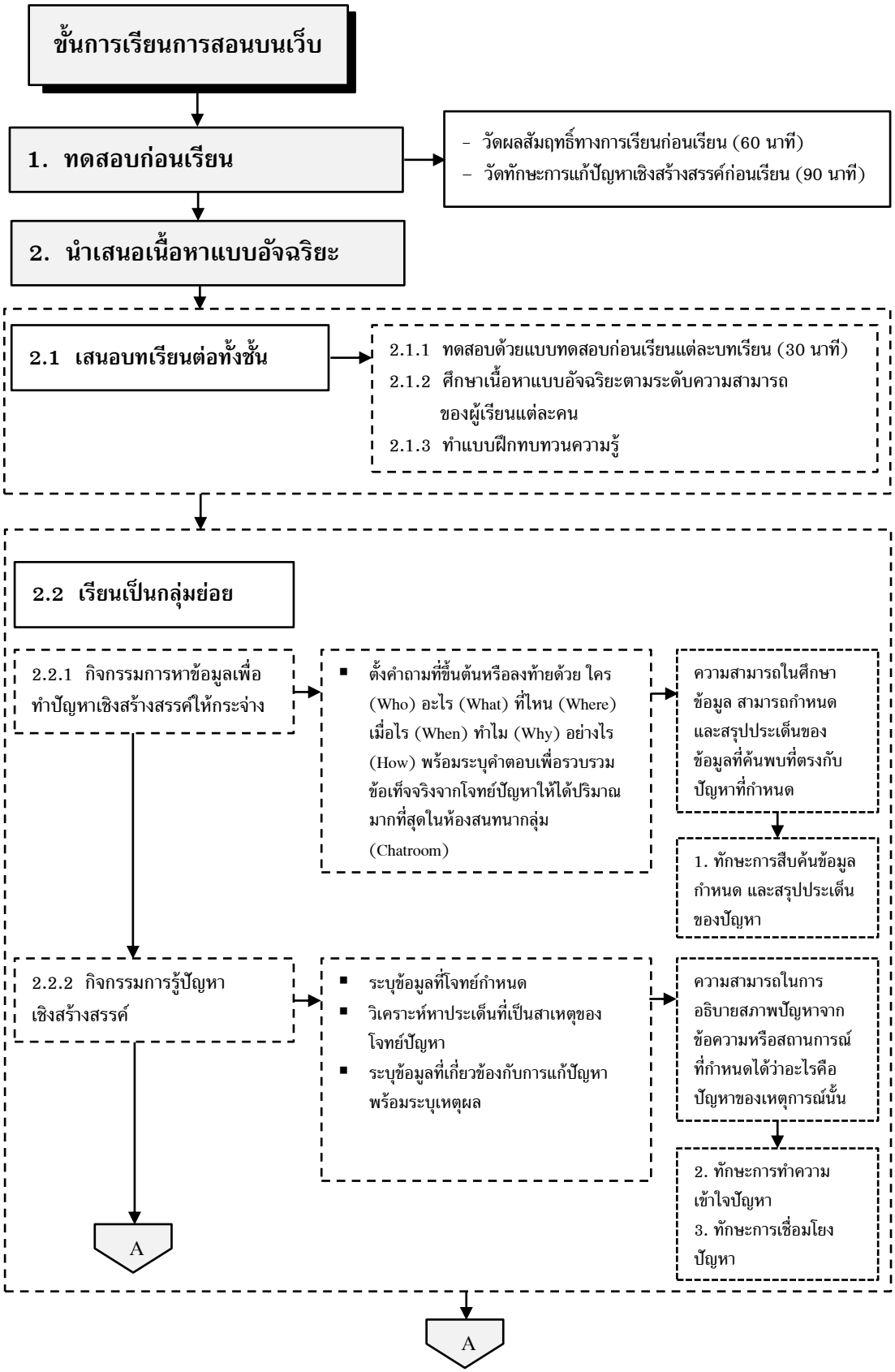
รายละเอียดแต่ละขั้นตอนในขั้นเตรียมการ สามารถอธิบายได้ดังนี้

1.1 ปฐมนิเทศผู้เรียน เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้งานที่ให้คำแนะนำการเรียนการสอนบนเว็บ และรายละเอียดกิจกรรมการเรียนการสอน วันและเวลาเรียน การประเมินผลการเรียน การสอบ วิธีการเรียนโดยใช้กระบวนจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

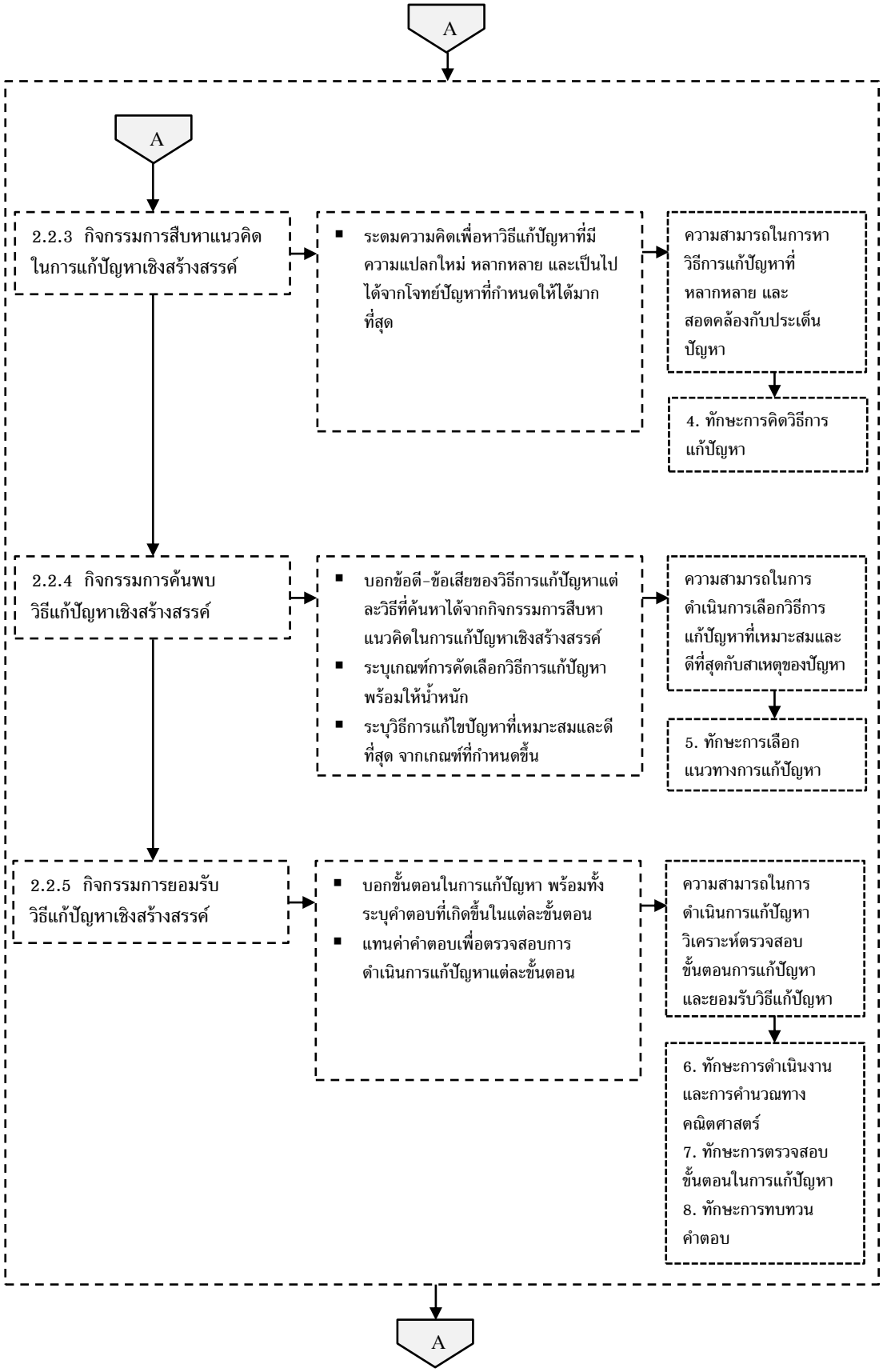
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน โดยให้ผู้เรียนลงทะเบียนเรียนผ่านเว็บเพื่อกำหนดชื่อเรียก (Username) และรหัสผ่าน (Password) สำหรับเข้าสู่ระบบและให้ผู้เรียนฝึกทักษะการใช้เครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บ ได้แก่ กระดานสนทนา (Webboard) ห้องสนทนา (Chatroom) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ฝึกการทำกิจกรรมและการส่งงานผ่านเว็บ

1.3 จัดกลุ่มผู้เรียน โดยจัดให้มีจำนวนสมาชิกในกลุ่ม ๆ ละ 4 คนโดยการแบ่งกลุ่มให้มีความเท่าเทียมกัน (คละเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็นอัตราส่วน 1:2:1) โดยใช้เกรดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์ในการแยกกลุ่ม และมีการมอบหมายความรับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม โดยผู้เรียนแต่ละกลุ่มใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) เพื่อทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Activities: CPS Activities) 5 กิจกรรม ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

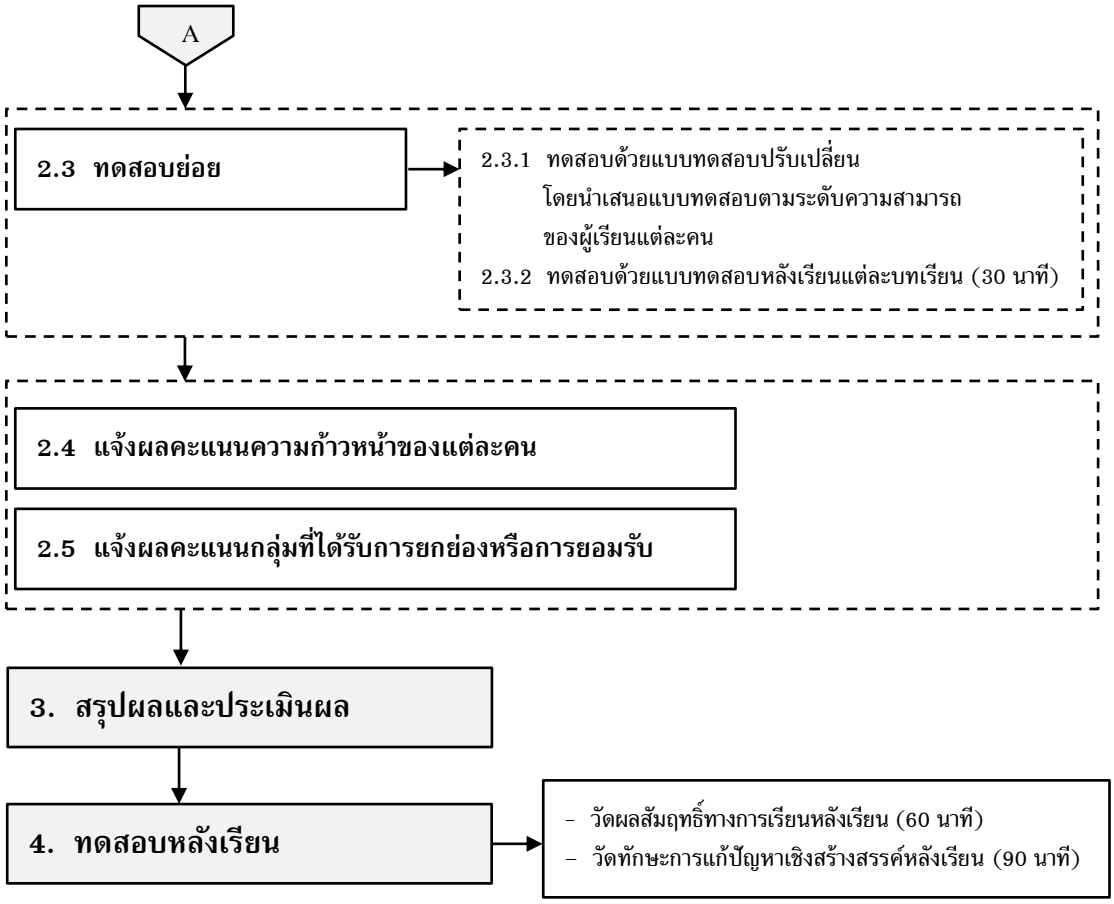
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ 4 ขั้นตอนคือ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) นำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ (3) สรุปผลและประเมินผล และ (4) ทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ 5-4 กระบวนการในขั้นการเรียนการสอนบนเว็บของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น


A
A
2.2.3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด
ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหา
4. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา
2.2.4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีที่ค้นหาได้จากกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาพร้อมให้น้ำหนัก
ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด จากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา
2.2.5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุคำตอบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน
แทนค่าคำตอบเพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา
6. ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์
7. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา
8. ทักษะการทบทวนคำตอบ
A

ภาพที่ 5-4 (ต่อ)



ภาพที่ 5-4 (ต่อ)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนในขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1 ทดสอบก่อนเรียน เป็นขั้นตอนในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนก่อนที่ผู้เรียนจะทำการเรียนการสอนบนเว็บด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน

2.2 นำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ เป็นขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนตามความสามารถทางการเรียนของแต่ละบุคคล โดยผู้เรียนจะได้รับระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) ที่เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนของตนเอง และร่วมทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Activities: CPS Activities) เป็นกลุ่มย่อย 5 กิจกรรม ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving Process: CPS Process) 5 ขั้นของ Torrance เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิง

สร้างสรรค์ โดยในขั้นนี้ผู้สอนได้จัดรูปแบบการเรียนอัจฉริยะแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ โดยยึดหลักการขององค์ประกอบการเรียนรู้ 5 ขั้นของ Slavin (1986)

กระบวนการเรียนอัจฉริยะแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning using Student Teams Achievement Division Technique)

ประกอบด้วย องค์ประกอบ 5 ขั้นของ Slavin (1986) คือ (1) การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (3) การทดสอบย่อย (4) คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล และ (5) กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ แสดงดังตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นของ Slavin (1986)

ขั้นที่ 1 เสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	เป้าหมายที่คาดหวัง
1. ผู้เรียนล็อกอินเข้าสู่ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) 2. ทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียน (30 นาที) 3. ศึกษาเนื้อหาแบบอัจฉริยะโดยใช้โครงสร้างการสอนอัจฉริยะที่เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนของตนเอง โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลด้วยอัตราเร็วในการเรียนและระยะเวลาที่เรียนตามความพึงพอใจของผู้เรียน(Self-paced learning) 4. ทำแบบฝึกทบทวนความรู้	1. ควบคุมและอำนวยความสะดวกในการเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าศึกษาเนื้อหา 2. สังเกตพฤติกรรมการทำแบบทดสอบและการศึกษาเนื้อหาของผู้เรียน 3. คอยชี้แนะในกรณี ที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. กระดานสนทนา	1. ผู้เรียนได้ฝึกความรับผิดชอบในการเข้าเรียน 2. ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาเพื่อเตรียมความพร้อมในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่ม

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นที่ 2 เรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study)
(รายละเอียดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรมแสดงรายละเอียดดังหน้าที่ 207-211)

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	เป้าหมายที่คาดหวัง
1. ผู้เรียนภายในกลุ่มอภิปรายระดมสมองในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรมผ่านห้องสนทนากลุ่มที่สอดคล้องตามกระบวนการเรียนรู้ MIAP 2. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบผ่านห้องสนทนากลุ่ม 3. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในแต่ละกิจกรรม	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณี ที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	1. ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ สังเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มและฝึกความรับผิดชอบในการช่วยกันแก้ปัญหาและแบ่งหน้าที่ตามที่รับมอบหมาย 2. ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน
ขั้นที่ 3 ทดสอบย่อย (Test)			
1. ทดสอบด้วยแบบทดสอบปรับเปลี่ยน โดยนำเสนอแบบทดสอบตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน จำนวน 3 ข้อ 2. ทดสอบด้วยแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียน (30 นาที)	สังเกตพฤติกรรมการทำแบบทดสอบของผู้เรียน	Web CITS	ผู้เรียนได้วัดและประเมินผลความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาเป็นรายบุคคลและการทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม
ขั้นที่ 4 แสดงคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores)			
ตรวจสอบคะแนนความก้าวหน้าของตนเองและรายกลุ่ม	สังเกตพฤติกรรมการสนทนา	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา 3. กระดานสนทนา	คะแนนความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

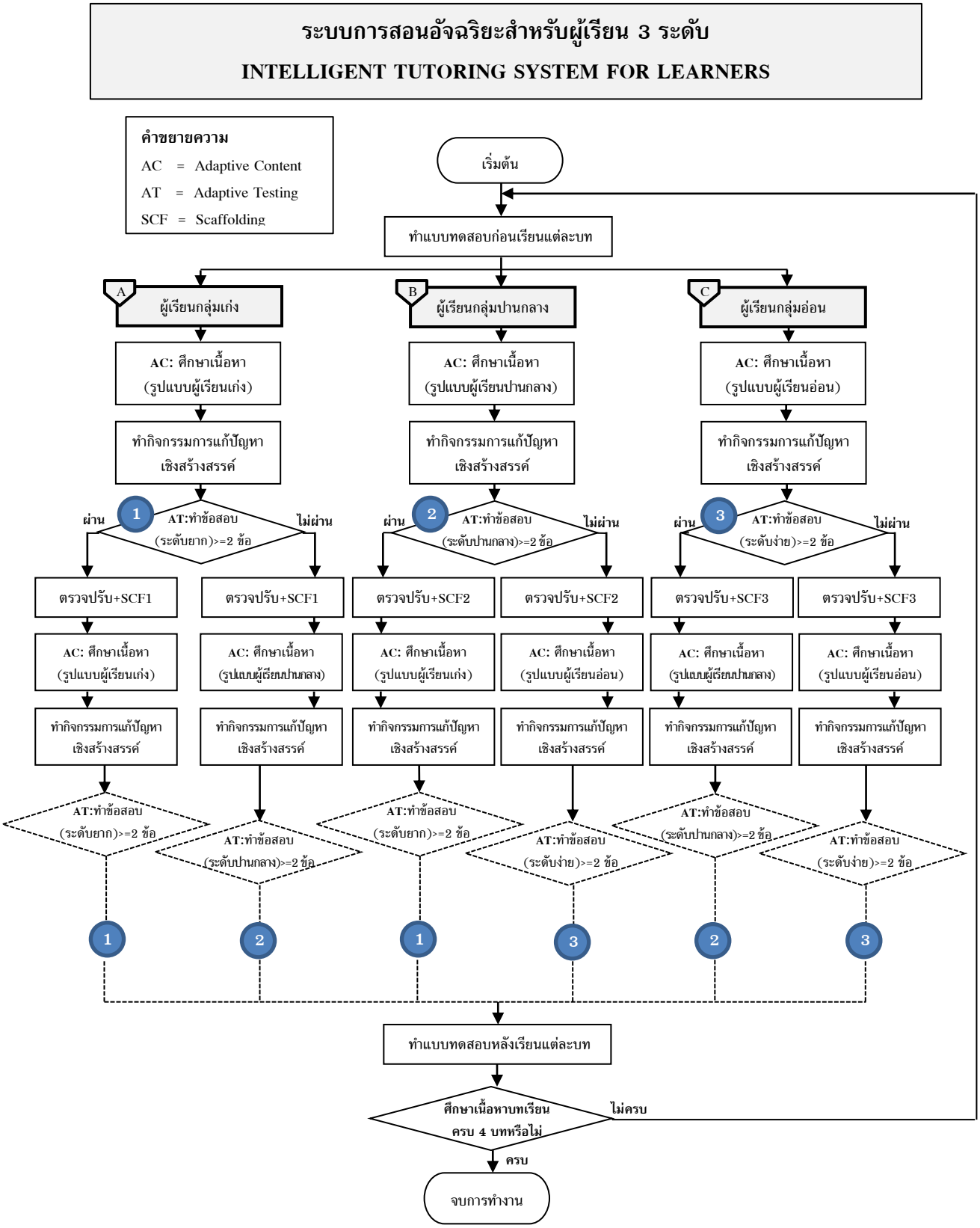
ขั้นที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition)

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	เป้าหมายที่คาดหวัง
ตรวจสอบข้อมูลกลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ	ประชาสัมพันธ์ให้ผู้เรียนทั้งห้องทราบสำหรับกลุ่มที่ได้รับการยกย่อง	1. Web CITS 2. กระดานสนทนา	ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นต่อการศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมฯ บนเว็บเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มเพิ่มขึ้น

รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.2.1 การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)

โดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่มีลักษณะการเสนอเนื้อหาบทเรียนตลอดจนการนำเสนอสื่อในรูปแบบต่าง ๆ โดยผู้สอนเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้นผ่านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นซึ่งเป็นเครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ (Intelligent Tutoring System For Learners) ที่เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนของตนเองที่ผู้สอนพัฒนาขึ้นแสดงดังภาพที่ 5-5



ภาพที่ 5-5 ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ

จากภาพที่ 5-5 แสดงการทำงานภายในระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ ประกอบด้วย ผู้เรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ในการเข้าสู่ระบบผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องปฏิบัติตามกระบวนการดังต่อไปนี้

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละบท (Pre-test for Unit)

2. ศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามระดับความสามารถของตนเองและทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ที่ท้าทายความสามารถ ประกอบด้วย ระดับยากมาก ระดับยาก ระดับปานกลาง และระดับง่าย พร้อมทั้งนำเสนอเครื่องมือการช่วยเสริมศักยภาพสำหรับแบบทดสอบแต่ละระดับ โดยมีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาสำหรับผู้เรียน 3 ระดับมีดังนี้

2.1 ผู้เรียนกลุ่มเก่ง จะทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบสำหรับผู้เรียนเก่ง (Content Style For Good Learners) นั่นคือ เนื้อหาบทเรียนจะนำเสนอในรูปแบบของข้อความลักษณะสรุปความเรียงเพียงอย่างเดียว สำหรับการศึกษาเนื้อหาแต่ละหัวเรื่อง (Topic) ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเรียนเนื้อหาก่อนและหลังด้วยตนเอง

2.2 ผู้เรียนกลุ่มปานกลาง จะทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบสำหรับผู้เรียนปานกลาง (Content Style For Moderate Learners) นั่นคือ เนื้อหาบทเรียนจะนำเสนอในรูปแบบของข้อความลักษณะการอธิบาย และมีตัวอย่างประกอบ สำหรับการศึกษาเนื้อหาแต่ละหัวเรื่อง (Topic) ผู้เรียนไม่มีอิสระในการเลือกเรียนเนื้อหาด้วยตนเองโดยต้องทำการศึกษาหัวเรื่องแบบเรียงลำดับ (Sequence) ตามที่ระบบกำหนด

2.3 ผู้เรียนกลุ่มอ่อน จะทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบสำหรับผู้เรียนอ่อน (Content Style For Poor Learners) นั่นคือ เนื้อหาบทเรียนจะนำเสนอในรูปแบบของข้อความลักษณะการอธิบายอย่างละเอียด และมีตัวอย่างประกอบ สำหรับการศึกษาเนื้อหาแต่ละหัวเรื่อง (Topic) ผู้เรียนไม่มีอิสระในการเลือกเรียนเนื้อหาด้วยตนเองโดยต้องทำการศึกษาหัวเรื่องแบบเรียงลำดับ (Sequence) ตามที่ระบบกำหนด

3. ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4 คน (ผู้เรียนเก่ง 1 คน: ปานกลาง 2 คน: อ่อน 1 คน)

4. ทำการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) ด้วยแบบทดสอบที่เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนในขณะนั้น จำนวน 3 ข้อ โดยมีเงื่อนไขการปรับระดับแบบทดสอบคือ หากผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบได้มากกว่าหรือเท่ากับ 2 ข้อขึ้นไป การแสดงเนื้อหาบทเรียนในหัวข้อถัดไปจะถูกปรับให้มีระดับที่สูงขึ้นต่อไปและได้รับแบบทดสอบในระดับที่ยากขึ้นเช่นกัน ลักษณะการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียน 3 ระดับมีดังนี้

4.1 ผู้เรียนกลุ่มเก่ง จะทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปรับเปลี่ยนระดับยาก หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจปรับพร้อมทั้งนำเสนอการช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 1 ให้กับผู้เรียน (การช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 1 (SCF1) แสดงในรูปแบบข้อความลักษณะสรุปความ)

4.2 ผู้เรียนกลุ่มปานกลาง จะทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปรับเปลี่ยนระดับปานกลาง หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจปรับพร้อมทั้งนำเสนอการช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 2 ให้กับผู้เรียน

(การช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 2 (SCF2) แสดงในรูปแบบข้อความและยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย)

4.3 ผู้เรียนกลุ่มอ่อน จะทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบปรับเปลี่ยนระดับอ่อน หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจปรับพร้อมทั้งนำเสนอการช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 3 ให้กับผู้เรียน (การช่วยเสริมศักยภาพแบบที่ 3 (SCF3) แสดงในรูปแบบการอธิบายข้อความอย่างละเอียดและยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย)

5. ทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละบท (Posttest for Unit)

2.2.2 การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study)

เป็นขั้นตอนการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยภายในกลุ่มจะประกอบด้วยผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจำนวน 4 คน (ผู้เรียนที่มีผลการเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน) โดยผู้วิจัยพิจารณาการแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามระดับความสามารถทางการเรียน 3 ระดับจากผลการเรียนสะสม (GPA) และใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ (ภัทรา, 2543: 158) ในการจัดกลุ่มผู้เรียน โดยผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมอภิปรายและระดมสมองในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรม ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น เพื่อใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์จากนักทฤษฎีต่าง ๆ และวราพร (2542) ซึ่งเป็นทักษะย่อย ๆ ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับรายวิชาวงจรดิจิตอลโดยเป็นรายวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ โดยทำการสังเคราะห์ให้สอดคล้องกับโมเดลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ทั้ง 5 ขั้นตอนมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 สรุปผลการสังเคราะห์กระบวนการปัญหาเชิงสร้างสรรค์กับทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	พฤติกรรม	กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)	- รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา - พิจารณาถึงรายละเอียด มองสภาพปัญหาโดยรอบด้าน -พิจารณาข้อมูลสำคัญที่จะนำไปสู่การนิยามปัญหา	**กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง** 1. ทักษะการสืบค้นข้อมูลกำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น - สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบ	ความสามารถในการสืบค้นข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด
2. การรู้ปัญหา (Problem-finding)	- เปรียบเทียบมูลเหตุของปัญหาแล้วจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกมูลเหตุที่สำคัญที่สุด - พิจารณาปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุด - ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากโจทย์ที่กำหนดให้ - กำหนดกรอบของปัญหา	**กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 2. ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา - บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา 3. ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา - เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ค้นพบ	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น

ตารางที่ 5-2 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	พฤติกรรม	กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)	- ระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาตามประเด็นที่ตั้งไว้ให้ได้มากที่สุดอย่างอิสระ - คิดหาทางแก้ปัญหาให้มีความหลากหลายและแปลกใหม่	**กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 4. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา - กำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)	- คัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากขั้นสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) โดยใช้ความประหยัด ความรวดเร็วเป็นเกณฑ์ - คัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด	**กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 5. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา - เลือกวิธีการที่เป็นไปได้มากที่สุดและเหมาะสมที่สุด	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)	- พิสูจน์ให้เห็นว่าสามารถนำวิธีการที่เลือกไว้แล้วนั้นไปใช้จริง - ให้ข้อสนับสนุนรับรองวิธีแก้ปัญหา	**กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 6. ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ - คิดคำนวณ และลงมือแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา

ตารางที่ 5-2 (ต่อ)

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	พฤติกรรม	กิจกรรม/ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)		**กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** 7. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา - ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน 8. ทักษะการทบทวนคำตอบ - ทบทวนคำตอบในการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน	

จากตารางที่ 5-2 กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 กิจกรรมที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง

กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรมข้างต้น

1. ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการศึกษาข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบจากโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้น โดยทำกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง (Creative Fact-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้นจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดขึ้นได้

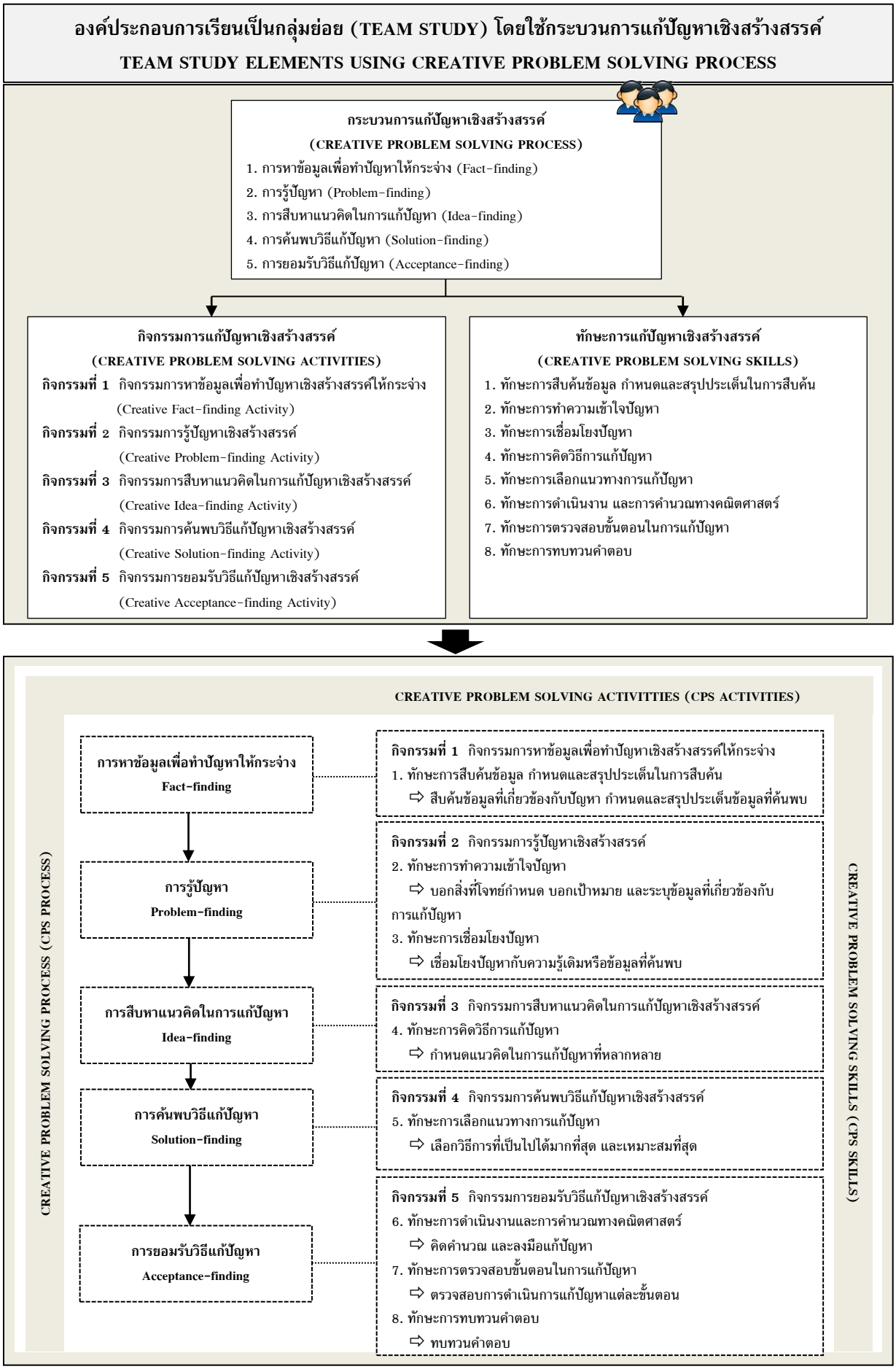
2. ขั้นการรู้ปัญหา (Problem-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด บอกเป้าหมาย และสามารถเชื่อมโยงปัญหาได้ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะแสวงหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นจึงกำหนดให้ผู้เรียนอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่มโดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านกระดานสนทนา เพื่อสะท้อนความคิดและสรุปคำตอบที่ดีที่สุดด้วยการทำกิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการทำความเข้าใจปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงปัญหา

3. ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด โดยผู้สอนทำการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำคำถาม-คำตอบที่ได้จากขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง และขั้นการรู้ปัญหามาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่มแล้วจึงสรุปคำตอบที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ด้วยการทำกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Idea-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหาโดยการตั้งเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาและทำการคัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด ด้วยการทำกิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Solution-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

5. ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding) เป็นขั้นของการวัดความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา และยอมรับวิธีแก้ปัญหา โดยลงมือแก้ปัญหา ทำการทบทวนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนว่าสามารถทำได้ดีเพียงใด มีปัญหาอะไรบ้าง และพิจารณาผลงานของตนเองและกลุ่มว่ามีคุณภาพเป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ ด้วยการทำกิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Acceptance-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

จากรายละเอียดข้างต้นสามารถนำมาเขียนเป็นองค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย ได้ดังภาพที่ 5-8



ภาพที่ 5-6 องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อยโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตารางที่ 5-3 แผนการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องตามกระบวนการเรียนรู้ MIAP

กระบวนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เครื่องมือ	การประเมินผล	เป้าหมายที่คาดหวัง
ขั้นนำ (M)	ผู้สอนทบทวนให้ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคลและรายกลุ่ม	Web CITS	สังเกตการตอบคำถามของผู้เรียน	เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจและความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
ขั้นสอน (I)	1. ผู้สอนแสดงตัวอย่างโจทย์ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทำการแก้ปัญหาตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และเข้าใจลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้กระจ่าง 2. ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปประเด็นหลักการแก้ปัญหา ขั้นตอนการเรียนการสอนรายบุคคลและการเรียนการสอนรายกลุ่มผ่านห้องสนทนา เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างถูกต้อง	1. เอกสารตำราเรียนและเอกสารประกอบการสอน 2. Web CITS 3. ห้องสนทนา	สังเกตพฤติกรรมการสนทนา	1. เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่กำหนด 2. ผู้เรียนมีความเข้าใจในประเด็นที่ตรงกันในกลุ่ม
ขั้นฝึกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา(A)	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มลงมือแก้ปัญหาด้วยโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนด โดยสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านห้องสนทนาที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ โดยมีผู้สอนคอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน	1. ผู้เรียนฝึกการวิเคราะห์ สังเคราะห์ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่ม และฝึกความรับผิดชอบในการช่วยกันแก้ปัญหาและแบ่งหน้าที่ตามที่รับมอบหมาย 2. ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

ตารางที่ 5-3 (ต่อ)

กระบวนการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนการสอน	เครื่องมือ	การประเมินผล	เป้าหมายที่คาดหวัง
ขั้นประเมินผล (P)	ผู้สอนให้ข้อมูลป้อนกลับจากใบเฉลยคำตอบและเสริมแรงผู้เรียนต่อการแก้ปัญหา	ใบเฉลยแบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ประเมินผลทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยใช้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่มและรายบุคคล (Rubric)	ตรวจปรับความรู้ความเข้าใจในการทำโจทย์ปัญหาและเสริมแรงผู้เรียนต่อการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 5-3 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องตามกระบวนการเรียนรู้ MIAP โดยมีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ขั้นนำ (Motivation) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และสร้างทัศนคติเชิงบวกให้กับผู้เรียนในการทำกิจกรรมที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ (2) ขั้นสอน (Information) เป็นขั้นที่ผู้สอนเลือกเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องรู้ (Must Know) มานำเสนอให้กับผู้เรียนเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (3) ขั้นฝึกกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา (Application) เป็นขั้นสำหรับให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ โดยใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาการแก้ไขโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ และ (4) ขั้นประเมินผล (Progress) เป็นขั้นในการตรวจปรับความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน โดยผู้สอนเฉลยคำตอบและเสริมแรงผู้เรียนต่อการแก้ปัญหา จากแผนการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เชิงสร้างสรรค์ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำกระบวนการเรียนรู้ MIAP มาประยุกต์ในการจัดกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ตารางที่ 5-4 แผนการจัดกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)

ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)
กิจกรรมที่ 1 กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. ผู้เรียนตั้งคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) 2. ระบุคำตอบเพื่อรวบรวมข้อมูลจากโจทย์ปัญหาให้ได้ปริมาณมากที่สุด 3. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ 4. บันทึก คำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 1: ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด	1. ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนด และสรุปประเด็นในการสืบค้น

ตารางที่ 5-4 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่างที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ในขั้นที่ 1: การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการศึกษาข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบจากโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้น โดยทำกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง (Creative Fact-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้นจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดขึ้นได้

ตารางที่ 5-5 แผนการจัดกิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)

ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-Finding)
กิจกรรมที่ 2 กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด 2. วิเคราะห์หาประเด็นที่เป็นสาเหตุของโจทย์ปัญหา 3. ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา พร้อมระบุเหตุผล 4. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ 5. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 2: ขั้นการรู้ปัญหา	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น	1. ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา 2. ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา

ตารางที่ 5-5 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ในขั้นที่ 2: การรู้ปัญหา (Problem-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนด บอกเป้าหมายและสามารถเชื่อมโยงปัญหาได้ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะแสวงหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นจึงกำหนดให้ผู้เรียนอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่มโดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านกระดานสนทนา เพื่อสะท้อนความคิดและสรุปคำตอบที่ดีที่สุดด้วยการทำกิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการทำความเข้าใจปัญหา และทักษะการเชื่อมโยงปัญหา

ตารางที่ 5-6 แผนการจัดกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ขั้นที่ 3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)

ขั้นที่ 3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)
กิจกรรมที่ 3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. ผู้เรียนระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่หลากหลาย และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด 2. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ 3. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 3: ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด	1. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5-6 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ในขั้นที่ 3: การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด โดยผู้สอนทำการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำคำถาม-คำตอบที่ได้จากขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง และขั้นการรู้ปัญหามาใช้ในการหาวิธีการแก้ปัญหา และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ จากนั้นจึงอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่มแล้วจึงสรุปคำตอบที่ได้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ด้วยการทำกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Idea-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5-7 แผนการจัดกิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ขั้นที่ 4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)

ขั้นที่ 4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)
กิจกรรมที่ 4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีที่ค้นหาได้จากกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 2. ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก 3. ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดจากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น 4. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ 5. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 4: ขั้นค้นพบวิธีแก้ปัญหา	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา	1. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5-7 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ในขั้นที่ 4: การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding) เป็นขั้นการวัดความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหาโดยการตั้งเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหาและทำการคัดเลือกความคิดที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด ด้วยการทำกิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Solution-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา

ตารางที่ 5-8 แผนการจัดกิจกรรมการยอมรับวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)

ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)
กิจกรรมที่ 5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทบาทผู้เรียน	บทบาทผู้สอน	เครื่องมือ	คุณลักษณะที่ต้องการวัด	ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
1. บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุคำตอบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน 2. แทนค่าคำตอบเพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน 3. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ 4. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 5: ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา	1. สังเกตพฤติกรรมการสนทนาและการตอบคำถามของผู้เรียน 2. กระตุ้นให้ผู้เรียนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและทำหน้าที่ของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. คอยชี้แนะในกรณีที่ผู้เรียนทำผิดพลาด	1. Web CITS 2. ห้องสนทนา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา วิเคราะห์ ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา และยอมรับวิธีแก้ปัญหา	1. ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ 2. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา 3. ทักษะการทบทวนคำตอบ

ตารางที่ 5-8 แสดงแผนการจัดกิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1962) ในขั้นที่ 5: การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding) เป็นขั้นของการวัดความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา และยอมรับวิธีแก้ปัญหา โดยลงมือแก้ปัญหา ทำการทบทวนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนว่าสามารถทำได้ดีเพียงใด มีปัญหาอะไรบ้าง และพิจารณาผลงานของตนเองและกลุ่มว่ามีคุณภาพเป็นที่น่าพึงพอใจหรือไม่ ด้วยการทำกิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Acceptance-finding Activity) เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

2.2.3 ทดสอบย่อย (Test)

เป็นขั้นตอนในการทดสอบหลังจากการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยผู้เรียนแต่ละคนจะทำแบบทดสอบด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกันเหมือนกับการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มย่อย ทุกคนจะต้องทำคะแนนให้ดีที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้เพื่อให้กลุ่มบรรลุเป้าหมายได้ ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับเป็นแบบทดสอบที่เกิดขึ้นตามระดับความสามารถทางการเรียนแต่ละคน (Adaptive Testing)

2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores) ผู้สอนทำการคำนวณจากคะแนนฐานเปรียบเทียบกับคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียนของผู้เรียนแต่ละคน

2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition)

เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเป็นขวัญและกำลังใจในการเรียนและการทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนมอบรางวัลผ่านเว็บให้กับกลุ่มที่สามารถทำคะแนนของกลุ่มได้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือมากกว่ากลุ่มอื่นเป็นสัญลักษณ์รูปดาวให้แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองและได้รับการยอมรับจากเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนที่เกิดจากความใฝ่เรียนรู้ความกระตือรือร้นในการค้นคว้า การทำงานเป็นทีม ความมุ่งมั่นและรับผิดชอบในงาน

2.3 สรุปผลและประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลงานและผลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้การวัดและประเมินผลการเรียนตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ตลอดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.4 ทดสอบหลังเรียน เป็นขั้นตอนในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลังจากที่ผู้เรียนทำการศึกษาบทเรียนบนเว็บด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ด้วยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน

3. ประเมินผลผลิต

ผลผลิตที่ได้จากรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ในการประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้จากการเรียนการสอนบนเว็บและการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance แบ่งการประเมินผลออกเป็น 5 ข้อ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และสรุปเป็นตาราง

จำแนกตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแต่ละขั้นสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ดังตารางที่ 5-9

ตารางที่ 5-9 กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คุณลักษณะที่ต้องการวัด
1. การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง	ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถกำหนดและสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด
2. การรู้ปัญหา	ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหาจากข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ว่าอะไรคือปัญหาของเหตุการณ์นั้น
3. การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และสอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่ตั้งไว้มากที่สุด
4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดกับสาเหตุของปัญหา
5. การยอมรับวิธีแก้ปัญหา	ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาวิเคราะห์ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหาและยอมรับวิธีแก้ปัญหา

4. ป้อนกลับผลผลิต

การป้อนกลับผลผลิตเป็นการนำข้อมูลจากขั้นประเมินผลผลิต และขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้าให้มีความเหมาะสมตามแต่ละขั้นตอนเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กำหนดขึ้นให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

5.4 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS) ประกอบด้วยรายละเอียด 3 ส่วน คือ (1) วัตถุประสงค์ของระบบการสอน (2) หลักการและแนวคิดของระบบการสอน และ (3) ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4.1 วัตถุประสงค์ของระบบการสอน

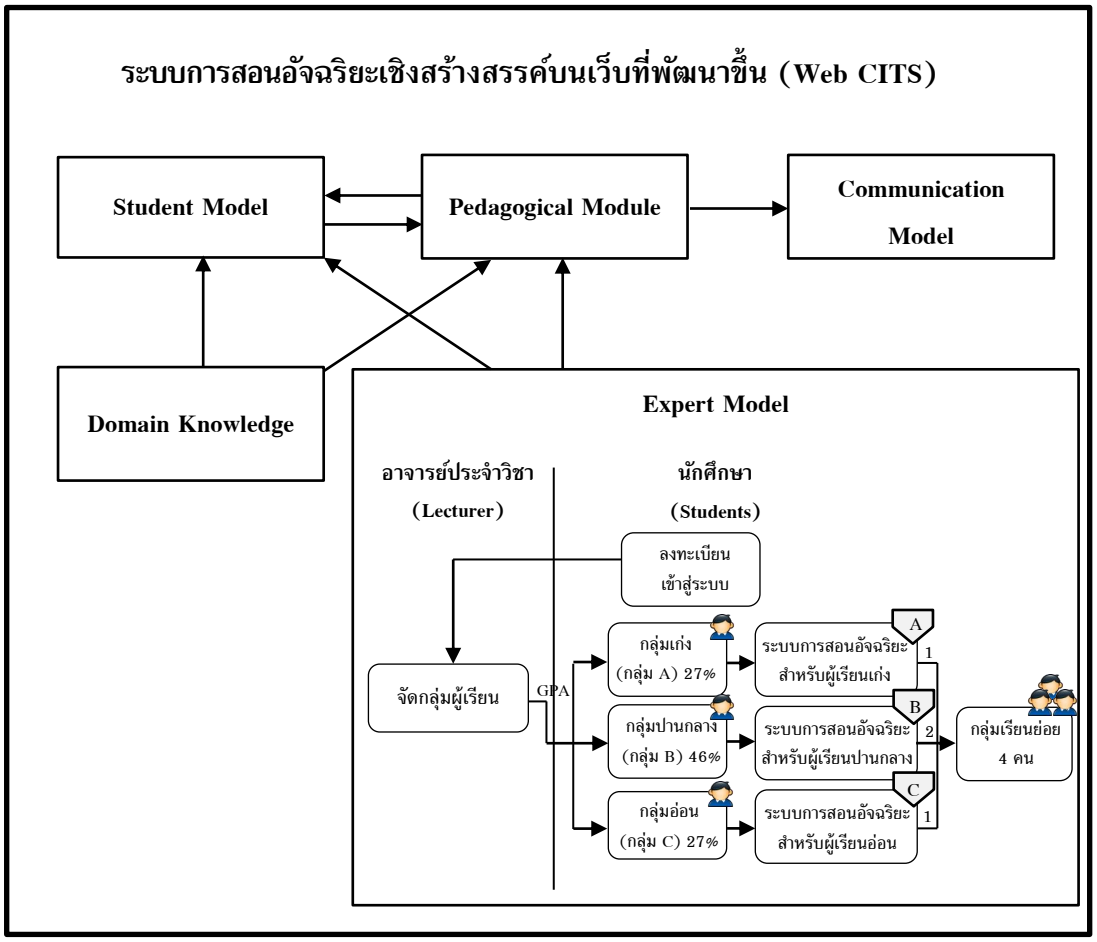
ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงานและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ โดยผู้วิจัยได้ยึดหลักการทำงานให้สอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance (1962) ประกอบด้วย (1) ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (2) ขั้นการรู้ปัญหา (3) ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (4) ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา และ (5) ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5.4.2 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบการสอน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแนวคิดพื้นฐานจากการบูรณาการแนวคิดที่สำคัญ ๆ สรุปได้ดังภาพที่ 5-7



ภาพที่ 5-7 หลักการและแนวคิดของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากหลักการและแนวคิดของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบระบบให้ครอบคลุมและสอดคล้องโดยยึดหลักการ แนวคิดพื้นฐานขององค์ประกอบระบบการสอนอัจฉริยะของ Beck, J., Stem, M., & Haugsjaa, E., (1996: 2) ซึ่งออกแบบไว้ 5 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนของผู้เรียน (Student Model) (2) ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) (3) ส่วนการสอน (Pedagogical Module) (4) ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) (5) ส่วนการติดต่อสื่อสาร (Communication Mudel)

แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนของผู้เรียน (Student Model) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะของนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้ระบบสามารถติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอน ในส่วนนี้คือเนื้อหารายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I) สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ

3. ส่วนการสอน (Pedagogical Module) เป็นส่วนจัดเก็บโมดูลของกระบวนการสอนเพื่อใช้สำหรับนำมาตัดสินใจเลือกรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด โดยวิเคราะห์จากคุณลักษณะของผู้เรียน ในส่วนนี้คือระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

4. ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) เป็นส่วนที่สามารถตรวจสอบความถูกต้องหรือสร้างตัวแบบสำหรับความรู้ต่าง ๆ ได้ โดยทั่วไปส่วนผู้เชี่ยวชาญจะประกอบด้วยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งระบบสามารถนำกฎหลาย ๆ ข้อมาประกอบกันเพื่อนำไปใช้ตัดสินหรือคัดเลือกรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียน ในส่วนนี้คือการปรับเนื้อหา (Adaptive Content) และ การแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) โดยวิเคราะห์จากคะแนนแบบทดสอบของผู้เรียนเพื่อคัดเลือกการนำเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น

5. ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เรียนโดยตรง อาทิ กระดานสนทนา ห้องสนทนา การแจ้งเตือน เป็นต้น

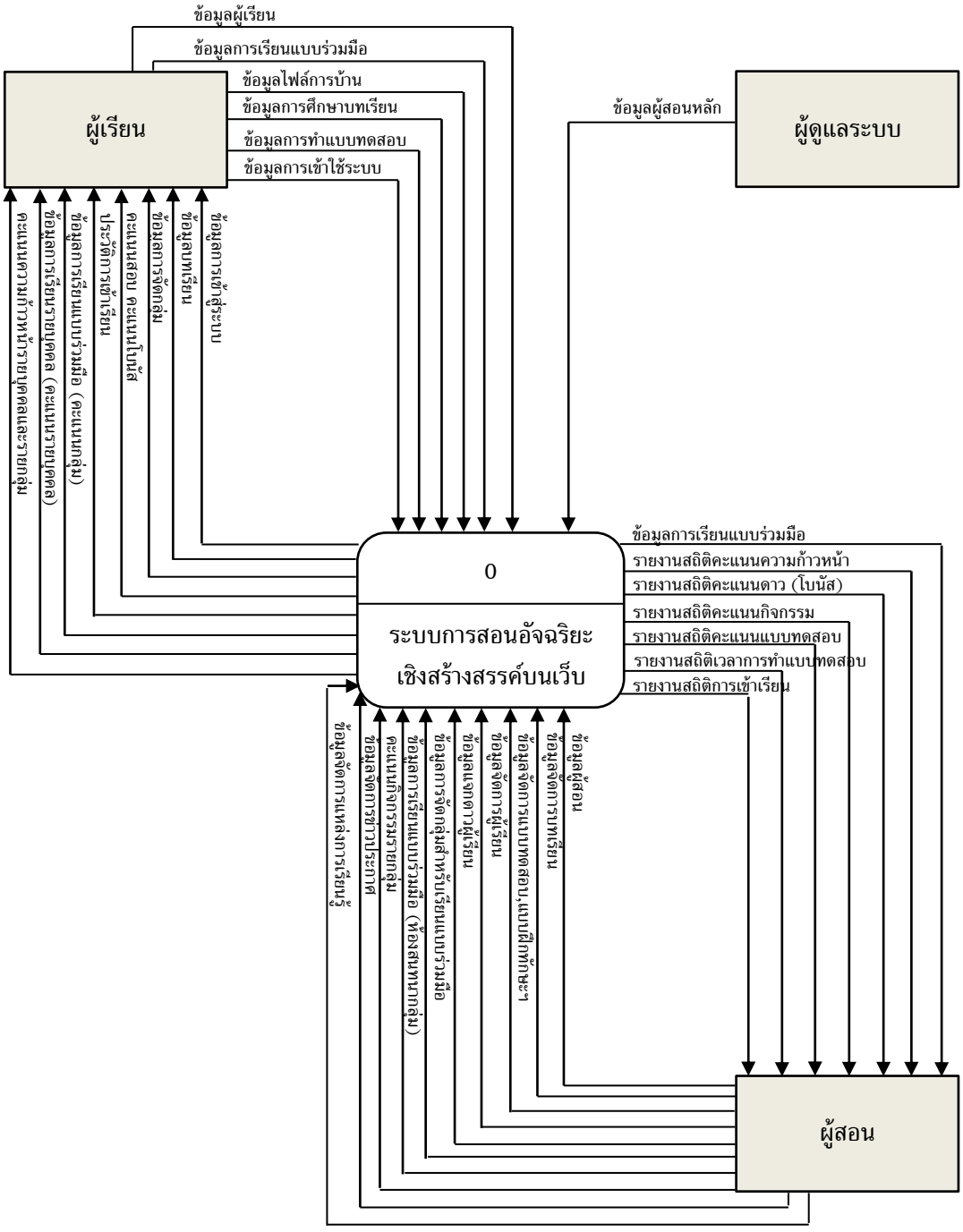
5.4.3 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการทดลองในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่นที่สอดคล้องตามรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย รายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ (1) วิเคราะห์ขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบ และ (2) โครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4.3.1 วิเคราะห์ขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบ

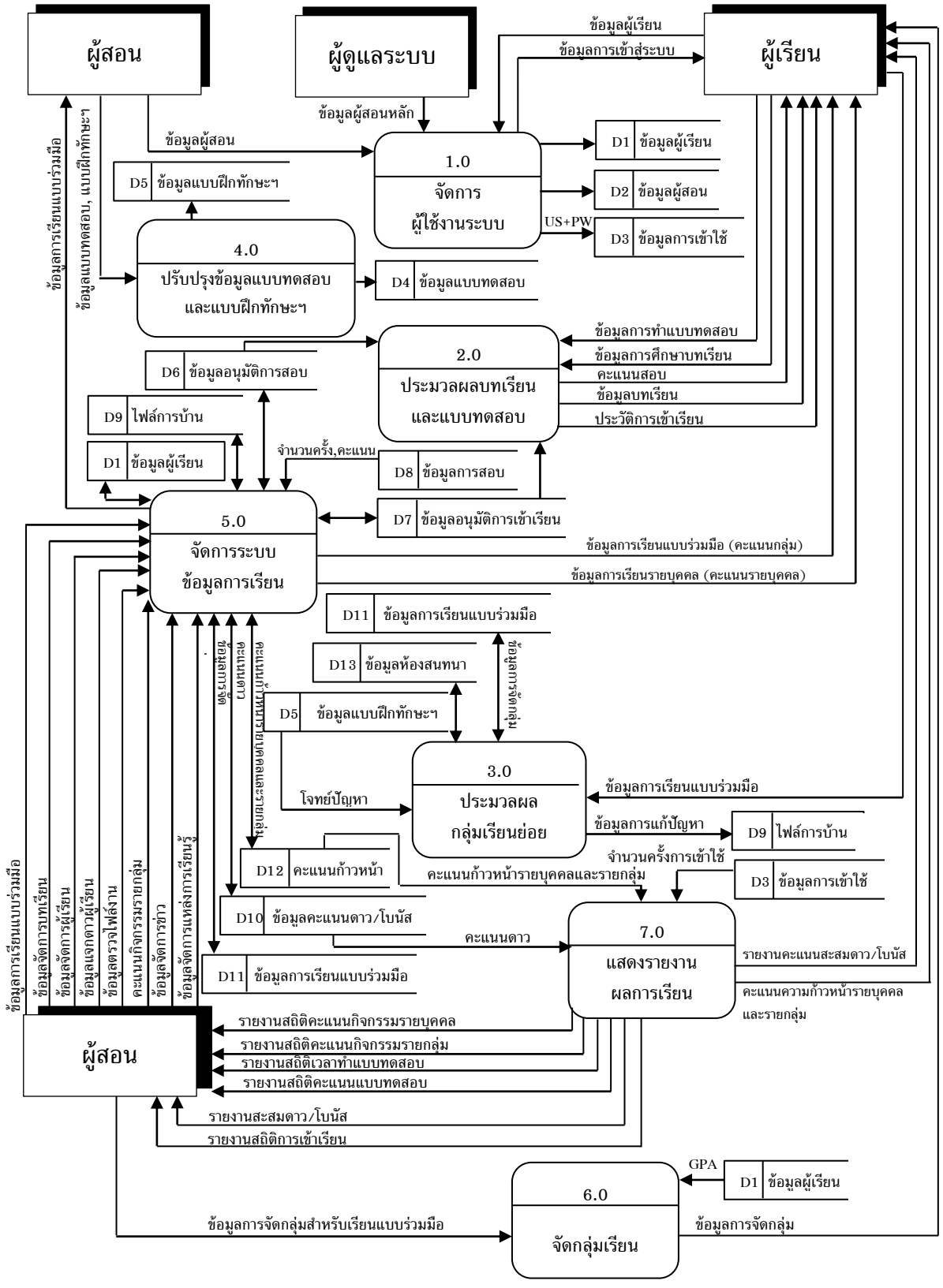
เป็นการวิเคราะห์ภาพรวมของขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) และแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0: DFD Level 0) ด้วยการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ข้อมูลและการรวบรวมความต้องการจากผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ สรุปผลได้ดังนี้

1. คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) แสดงความสัมพันธ์การทำงานภายในระบบและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ ภายในระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยบุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบ 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ ผู้สอน และผู้เรียน แสดงดังภาพที่ 5-8



ภาพที่ 5-8 คอนเท็กซ์ไดอะแกรมสำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

2. แผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 (Data Flow Diagram Level 0: DFD Level 0) แสดงขอบเขตการทำงานทั้งหมดของระบบ รวมถึงความสัมพันธ์ของการทำงานภายในระบบ โดยอธิบายการทำงานในภาพรวมของผังแสดงการไหลของข้อมูลทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 5-9



ภาพที่ 5-9 Data Flow Diagram Level 0 สำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

จากภาพที่ 5-9 แสดงการไหลของข้อมูลในแผนภาพกระแสข้อมูลระดับ 0 ของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 7 กระบวนการหลัก ๆ ดังนี้

กระบวนการที่ 1.0 จัดการผู้ใช้งานระบบ

กระบวนการที่ 2.0 ประมวลผลบทเรียนและแบบทดสอบ

กระบวนการที่ 3.0 ประมวลผลกลุ่มเรียนย่อย

กระบวนการที่ 4.0 ปรับปรุงข้อมูลแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กระบวนการที่ 5.0 จัดการระบบข้อมูลการเรียน

กระบวนการที่ 6.0 จัดกลุ่มผู้เรียน

กระบวนการที่ 7.0 แสดงรายงานผลการเรียน

รายละเอียดการทำงานอธิบายได้ดังนี้

1. กระบวนการจัดการผู้ใช้งานระบบ เป็นกระบวนการลงทะเบียนสำหรับผู้สอนและผู้เรียนในการเข้าใช้งานระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยทำการป้อนข้อมูลส่วนตัวเพื่อให้ระบบทำการจัดเก็บข้อมูล พร้อมทั้งกำหนดชื่อเรียก (Username) และรหัสผ่าน (Password) เพื่อนำไปใช้งานในการเข้าสู่ระบบต่อไป

2. กระบวนการประมวลผลบทเรียนและแบบทดสอบ เป็นกระบวนการจัดการสำหรับนำเสนอแบบทดสอบและบทเรียนให้แก่ผู้เรียนเพื่อวัดความรู้และความสามารถของตนเอง

3. กระบวนการประมวลผลกลุ่มเรียนย่อย เป็นกระบวนการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกลุ่มย่อย

4. กระบวนการปรับปรุงข้อมูลแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการในการจัดการแบบทดสอบและแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนก่อนและหลังเรียนแต่ละบท แบบฝึกษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละบทเรียน เป็นต้น

5. กระบวนการจัดการระบบข้อมูลการเรียน เป็นกระบวนการในการบริหารจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนหลังจากที่ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบ ศึกษาเนื้อหา และกิจกรรมกลุ่มเสร็จสิ้น

6. กระบวนจัดกลุ่มเรียน เป็นกระบวนการในการจัดกลุ่มผู้เรียนในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่มาใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียน โดยวิเคราะห์จากผลการเรียนสะสม (GPA) มาทำการจัดกลุ่มผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์

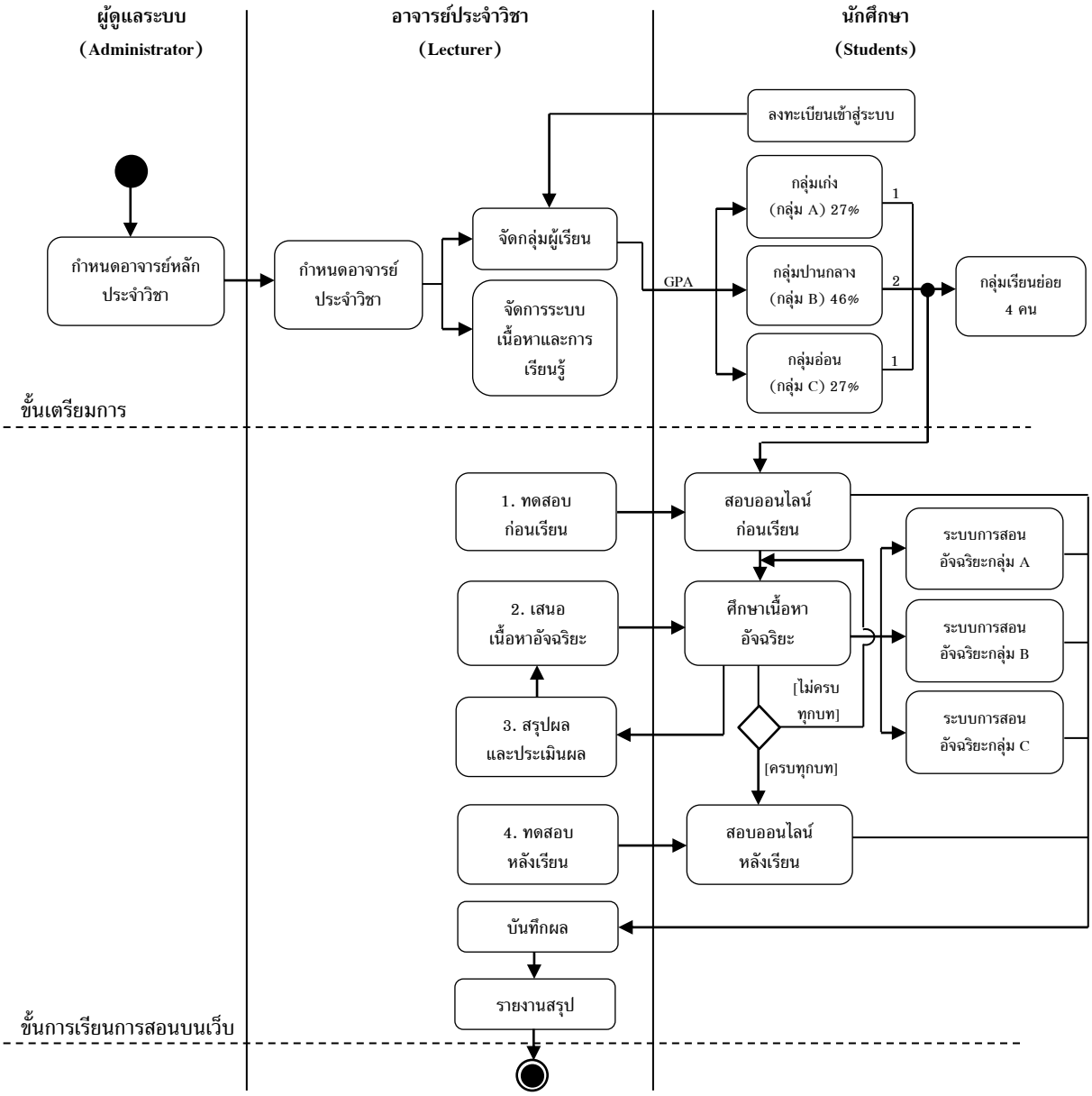
7. กระบวนการรายงานผลการเรียน เป็นกระบวนการแสดงรายงานต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนและผู้สอน

5.4.3.2 โครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการทำงานภายในระบบ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย ขั้นการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ และขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) เสนอเนื้อหาอัจฉริยะ (3) สรุปผลและประเมินผล และ (4) ทดสอบหลังเรียน

จากการวิเคราะห์ขอบเขตและหน้าที่การทำงานของระบบและโครงสร้างภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมระบบการสอน 2 ขั้นตอน สามารถนำมาพัฒนาเป็นภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมภายในระบบได้ดังภาพที่ 5-10



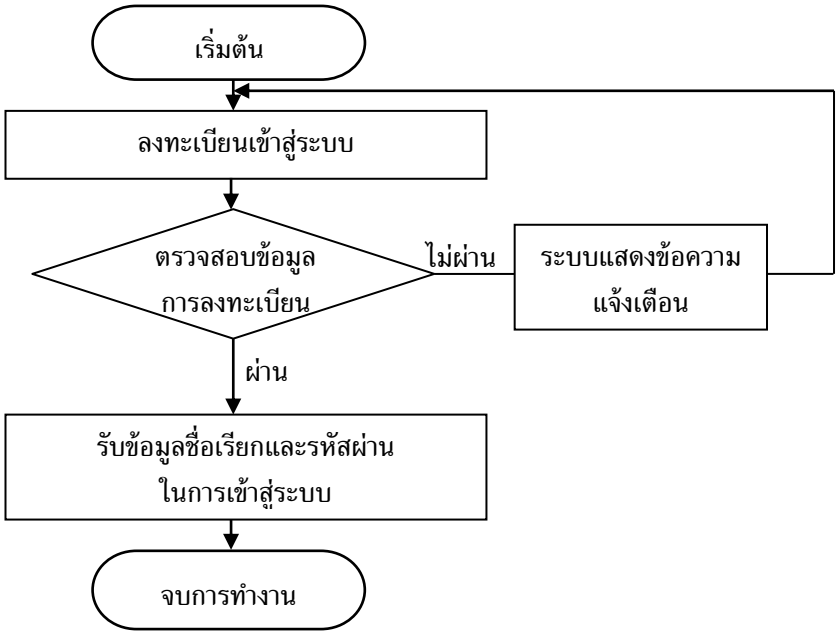
ภาพที่ 5-10 ภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน อธิบายได้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ

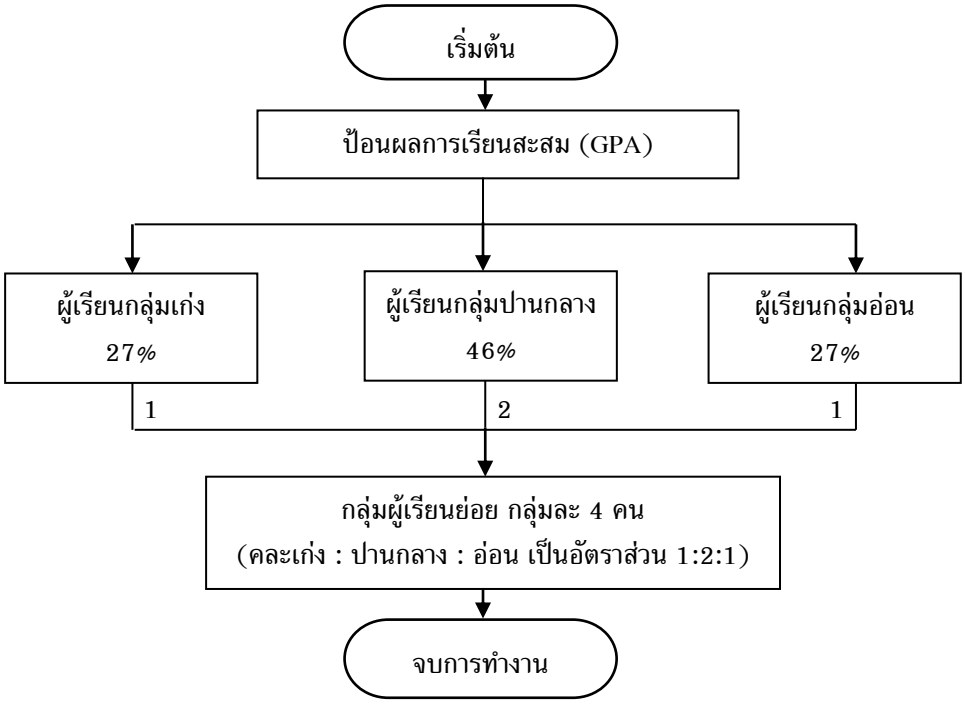
เป็นขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเข้าสู่การเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย คือ การลงทะเบียนเข้าสู่ระบบและขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ โดยให้ผู้เรียนลงทะเบียนผ่านระบบเพื่อกำหนดชื่อเรียก (Username) และรหัสผ่าน (Password) ในการเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 5-11 ขั้นตอนการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ

1.2 จัดกลุ่มผู้เรียน โดยวิเคราะห์จากผลการเรียนสะสม (GPA) มาทำการจัดกลุ่มผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์โดยใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ประกอบด้วย กลุ่มผู้เรียนรายบุคคล (กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน) และกลุ่มผู้เรียนย่อย กลุ่มละ 4 คน (คละเก่ง : ปานกลาง : อ่อน เป็นอัตราส่วน 1:2:1)

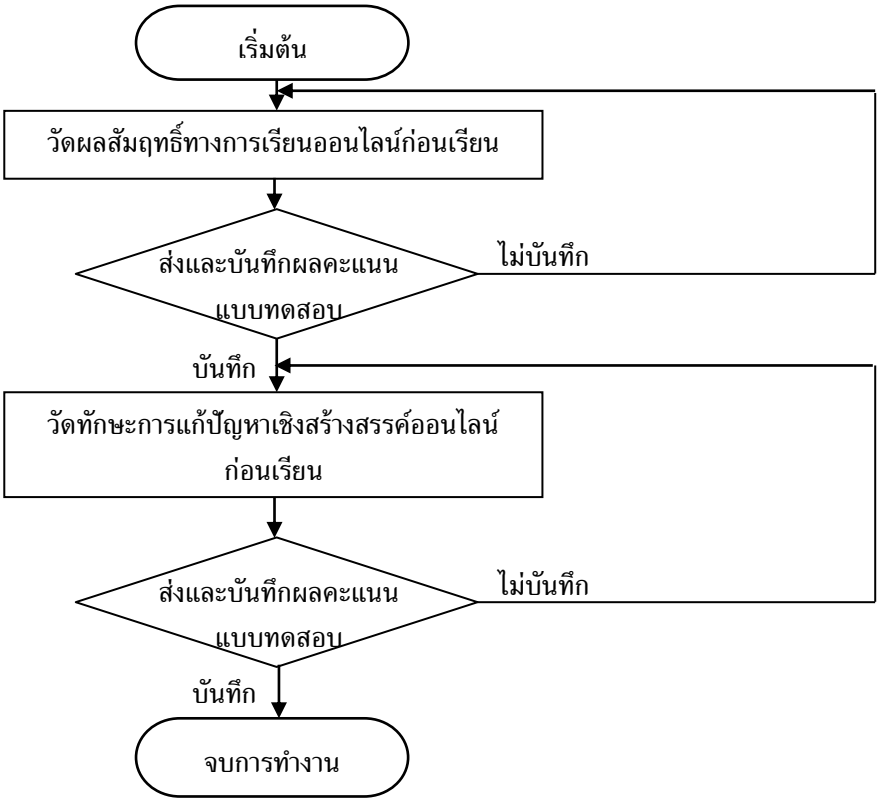


ภาพที่ 5-12 ขั้นตอนการจัดกลุ่มผู้เรียน

2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

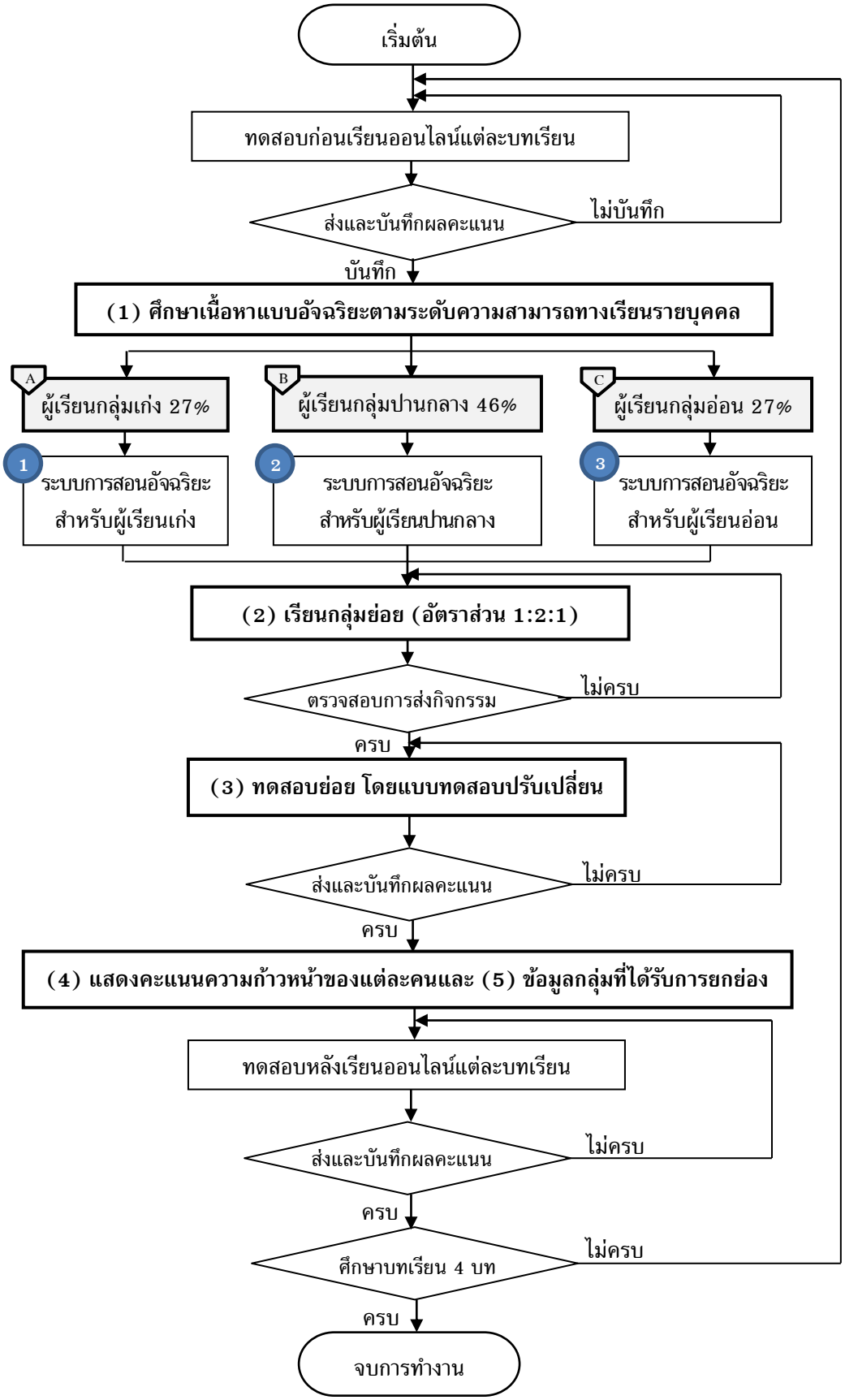
เป็นขั้นสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) เสนอเนื้อหาอัจฉริยะ (3) สรุปผลและประเมินผล และ (4) ทดสอบหลังเรียน โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ทดสอบก่อนเรียน เป็นขั้นตอนในการสอบออนไลน์ก่อนเรียน เมื่อผู้เรียนเข้าสู่ระบบการสอน ผู้เรียนต้องทำการสอบออนไลน์ก่อนเรียนเป็นลำดับแรก ประกอบด้วย การทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนก่อนเรียนตามลำดับ โดยระบบจะทำการตรวจสอบผู้เรียนว่าได้ทำแบบทดสอบครบหรือไม่ หากผู้เรียนทำแบบทดสอบไม่ครบระบบจะไม่อนุญาตให้ผู้เรียนเข้าศึกษาเนื้อหาบทเรียนในขั้นต่อไป



ภาพที่ 5-13 ขั้นตอนการทดสอบก่อนเรียนออนไลน์

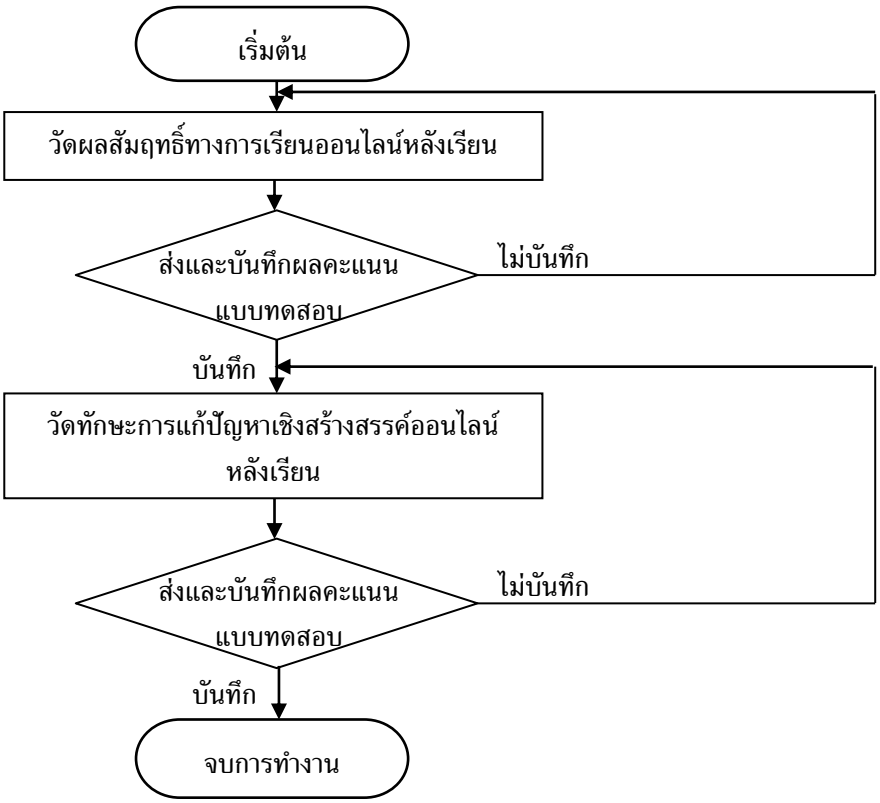
2.2 เสนอเนื้อหาอัจฉริยะ เป็นขั้นตอนสำหรับศึกษาเนื้อหาแบบอัจฉริยะตามระดับความสามารถทางเรียนของผู้เรียน ซึ่งใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD Technique) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อยคือ (1) เสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (2) เรียนเป็นกลุ่มย่อย (3) ทดสอบย่อย (4) แสดงคะแนนความก้าวหน้าของแต่ละคน และ (5) แสดงข้อมูลกลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือการยอมรับ



ภาพที่ 5-14 ขั้นตอนการเสนอเนื้อหาอัจฉริยะโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์

2.3 สรุปผลและประเมินผล เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแบบอัจฉริยะและเรียนเป็นกลุ่มย่อย ระบบการสอนจะทำการประเมินผลงานและผลการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยใช้การวัดและการประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงตลอดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.4 ทดสอบหลังเรียน เป็นขั้นตอนในการสอบออนไลน์หลังเรียน เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจนครบทุกบทเรียน ระบบจะให้ผู้เรียนทำการสอบออนไลน์หลังเรียนเป็นลำดับสุดท้าย ประกอบด้วย การทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางการเรียนหลังเรียน ตามลำดับ โดยระบบจะทำการตรวจสอบผู้เรียนว่าได้ทำแบบทดสอบครบหรือไม่ รวมทั้งทำการเฉลยข้อสอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบถึงจะเป็นการสิ้นสุดกระบวนการเรียนการสอนบนเว็บ



ภาพที่ 5-15 ขั้นตอนการทดสอบหลังเรียนออนไลน์

5.5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอน

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการวัดและประเมินผลทั้งในระหว่างการจัดการเรียนการสอนและหลังการจัดการเรียนการสอนดังนี้

5.5.1 การวัดและประเมินผลระหว่างการเรียนการสอน (Formative Evaluation) จะใช้วิธีการประเมินดังนี้

5.5.1.1 ประเมินผลด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนแต่ละบท เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านภายในบทเรียนด้วยการทำข้อสอบที่มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

5.5.1.2 ประเมินผลด้วยแบบทดสอบระหว่างเรียน เป็นการประเมินด้วยการทำแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) ที่มีลักษณะข้อสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน ลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ข้อ โดยแบบทดสอบชนิดนี้จะใช้เป็นเงื่อนไขในการปรับตัวเนื้อหาสำหรับหน่วยการเรียนถัดไป (Adaptive Content) ให้กับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน นั่นคือเมื่อผู้เรียนทำข้อสอบแบบปรับเปลี่ยนได้ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในหน่วยถัดไปจะปรับรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้น กรณีที่ผู้เรียนทำข้อสอบต่ำกว่า 2 ข้อ เนื้อหาในหน่วยถัดไปจะปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับระดับความรู้ที่ลดลง

5.5.1.3 การประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 กิจกรรม เป็นการประเมินตามสภาพจริงทุกขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มเพื่อใช้ในการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น ผ่านห้องสนทนากลุ่มในแต่ละหน่วยการเรียน โดยการวัดผลการเรียนรู้เมื่อจบกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนโดยประเมินจากงานที่ส่ง สถิติการเข้าร่วมกิจกรรม การแสดงความคิดเห็นในการอภิปรายระดมสมอง ประเมินผลงานภาคปฏิบัติตามงานที่ได้รับมอบหมาย โดยใช้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics)

5.5.2 การวัดและประเมินผลหลังการเรียนการสอน (Summative Evaluation) จะใช้วิธีการประเมินดังนี้

5.5.2.1 ประเมินผลด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทั้ง 4 บท ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายแตกต่างกัน จำนวน 3 ระดับ โดยเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

5.5.2.2 ประเมินผลด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน เพื่อวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังจากการศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทั้ง 4 บท โดยมีลักษณะข้อสอบครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance และทักษะการ

แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วยข้อสอบที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

5.6 การนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้

5.6.1 ข้อชี้แจงสำหรับผู้ใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.6.1.1 เนื่องจากระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการออกแบบเฉพาะอย่าง สถาบันการศึกษาที่นำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้งาน ควรมีการจัดประชุมเพื่อชี้แจงแนวคิดที่สำคัญของระบบ วิธีการ ขั้นตอนและกิจกรรม และควรชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ปฏิบัติในสถานศึกษาให้แก่คณาจารย์ นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องก่อนจะมีการนำไปใช้งานจริง เพราะการใช้ระบบการสอนให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและการเล็งเห็นความสำคัญจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

5.6.1.2 คณาจารย์ที่นำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาที่รับมอบหมาย ควรชี้แจงและทำความเข้าใจกับผู้เรียนถึงประโยชน์ที่จะได้รับในการเรียนด้วยระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น เช่น ข้อดีของการร่วมทำกิจกรรมกลุ่ม ข้อดีของการศึกษาเนื้อหาตามระดับความสามารถของตนเอง ข้อดีของการทำแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน เป็นต้น รวมทั้งชี้แจงถึงข้อดีและประโยชน์ในการเรียนการสอนด้วยบทเรียนบนเว็บ

5.6.1.3 การนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจะต้องมีการเตรียมความพร้อมทางด้านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลสารสนเทศรวมทั้งการอัพโหลดและดาวน์โหลดข้อมูล

5.6.1.4 คณาจารย์ที่นำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ควรมีการตรวจสอบการปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมในการเรียนและการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตลอดระยะเวลาเรียนเพื่อสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในการทำงานรายบุคคลและรายกลุ่มและสามารถให้ข้อเสนอแนะกับผู้เรียนได้ทันทีเมื่อเกิดปัญหาในการศึกษาเนื้อหาบทเรียนหรือการทำกิจกรรมกลุ่ม

5.6.2 เงื่อนไขการนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้งาน

5.6.2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีกระบวนการสอน 5 องค์ประกอบที่สอดคล้องตามเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) คือ (1) การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (3) การทดสอบย่อย (4) คะแนนความก้าวหน้าของ

แต่ละบุคคล และ (5) กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ ในการนำระบบการสอนไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด คณาจารย์ที่นำไปใช้ควรดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ

5.6.2.2 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะการเรียนการสอนบนเว็บ 2 รูปแบบ คือ (1) ศึกษาเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) และทำแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) เป็นรายบุคคล และ (2) ทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ดังนั้นในการนำระบบการสอนไปใช้ ผู้สอนจะต้องเตรียมเนื้อหาบทเรียนทั้ง 3 รูปแบบสำหรับผู้เรียน 3 กลุ่ม (เก่ง ปานกลางและอ่อน) และแบบทดสอบทั้ง 3 ระดับ(ยาก ปานกลาง และง่าย) ให้เพียงพอสำหรับการนำไปใช้งานในระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

5.6.2.3 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีและปฏิบัติได้กับทุกรายวิชา โดยเฉพาะรายวิชาที่เน้นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายกลุ่มและการศึกษาเนื้อหาบทเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนแต่ละบุคคล

บทที่ 6
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ (1) ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (5) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (6) รับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยนำเสนอตามลำดับ ดังนี้

6.1 สรุปผล

6.2 อภิปรายผล

6.3 ข้อเสนอแนะ

โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผล

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยเรียงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังต่อไปนี้

6.1.1 ผลการศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 กรอบแนวคิดหลัก คือ (1) กรอบแนวคิดการสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ และ (2) กรอบแนวคิดการสอนอัจฉริยะ สามารถอธิบายได้ดังนี้

6.1.1.1 การสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web-Based Creative Tutoring) เป็นการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมีลักษณะการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Cooperative Learning for STAD) ที่สอดคล้องกับองค์ประกอบการเรียนแบบร่วมมือของ Johnson & Johnson (1987) ผนวกกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance (1965) และการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้สำหรับการออกแบบการเรียน

การสอนเพื่อนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3 ทฤษฎีคือ (1) การเรียนการสอนบนเว็บ (2) การเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ และ (3) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

6.1.1.2 การสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring) หมายถึง กระบวนการสอนที่เกิดจากการบูรณาการหลักการปรับตัว (Adaptive) 2 รูปแบบ ได้แก่ เนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) และการทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) โดยอาศัยหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Toturing System: ITS) ผนวกกับการช่วยเสริมศักยภาพ (Scaffolding) มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบการสอน และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้เหมาะสมกับองค์ความรู้และภูมิหลังของผู้เรียนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3 ทฤษฎีคือ (1) ระบบการสอนอัจฉริยะ (2) รูปแบบปรับตัว และ (3) การช่วยเสริมศักยภาพ

6.1.2 ผลการออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

6.1.2.1 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ มี 4 องค์ประกอบหลัก คือ กำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประเมินผลผลิต และป้อนกลับผลผลิต

6.1.2.2 ผลสรุปการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 10 ท่าน พบว่า รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ) (โดยรวมทั้ง 4 องค์ประกอบหลัก) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.36, S.D.=0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ผลผลิตในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.54) รองลงมาได้แก่ กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.46, S.D.=0.56) ข้อมูลป้อนกลับในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.35, S.D.=0.80) ปัจจัยนำเข้าในภาพรวมมีความเหมาะสมมาก ($\overline{X}$=4.16, S.D.=0.08) ตามลำดับ

6.1.3 ผลการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น) มีดังนี้

1. ขั้นตอนการทำงานภายในระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมการ และขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ

1.1 ขั้นเตรียมการ ประกอบด้วย ขั้นการลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ และขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน

1.2 ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ทดสอบก่อนเรียน (2) เสนอเนื้อหาอัจฉริยะ (3) สรุปผลและประเมินผล และ (4) ทดสอบหลังเรียน

2. องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ ระบบผู้เรียน และระบบผู้สอน

2.1 ระบบผู้เรียน เป็นส่วนของระบบการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บภายใต้การทำงานของระบบการสอนแบบอัจฉริยะทั้ง 3 ระบบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่มีกระบวนการสอน 5 องค์ประกอบตามเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ผสมผสานกับหลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ส่วนของระบบผู้เรียน ประกอบด้วย เมนูในการทำงาน 3 ส่วน คือ เมนูหลัก เมนูเข้าสู่บทเรียน และเมนูระบบจัดการผู้เรียน

2.2 ระบบผู้สอน เป็นส่วนของระบบบริหารการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 7 เมนูหลัก คือ เมนูปรับแต่งบทเรียน เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล เมนูการเรียนแบบร่วมมือ เมนูรายงานผลการเรียน เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ เมนูกระดานสนทนา และ เมนูเพิ่มอาจารย์

3. ผลสรุปจากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น จำนวน 8 ท่าน พบว่า การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้น (องค์ประกอบรวม) มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.68, S.D.=0.50) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความเหมาะสมของระบบด้านการออกแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.83, S.D.=0.39) รองมาได้แก่ ความเหมาะสมของระบบการสอนด้านเนื้อหามีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75, S.D.=0.43) และประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความเหมาะสมมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.54) ตามลำดับ

6.1.4 ผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้นำระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นที่ปี 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 33 คน นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1.4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ผลปรากฏว่า การเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ย

ของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน ($\overline{X}$=18.21, S.D.=3.83) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน ($\overline{X}$=10.12, S.D.=2.46) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้น

เมื่อทำการพิจารณาจากค่า t โดยค่า $t_{คำนวณ}$ = 10.57 และค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .00** ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 แสดงให้เห็นว่า ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.1.4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\overline{X}$=19.64, S.D.=1.76) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ($\overline{X}$=11.64, S.D.=3.09) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

เมื่อทำการพิจารณาจากค่า t โดยค่า $t_{คำนวณ}$ = 13.26 และค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .00** ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนที่เรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.1.4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ผลปรากฏว่า เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าค่า p-value หรือค่า Sig. ที่คำนวณได้มีค่า .017 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าที่กำหนดไว้คือ .01 เป็นผลให้ยอมรับสมมติฐาน H_0 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

6.1.4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น ผลปรากฏว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในภาพรวมภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.51, S.D.=0.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน

พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมด้านเนื้อหามีความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$=4.52, S.D.=0.58) รองมาได้แก่ ภาพรวมด้านการออกแบบมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$=4.51, S.D.=0.59) และภาพรวมด้านการเรียนการสอนมีความพึงพอใจมาก ($\overline{X}$=4.48, S.D.=0.63) ตามลำดับ

6.1.4.5 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลปรากฏว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในภาพรวมภายใต้กรอบการพิจารณา 3 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.54, S.D.=0.59) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมด้านขั้นเตรียมการมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$=4.63, S.D.=0.55) รองมาได้แก่ ภาพรวมด้านการเรียนตามรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความพึงพอใจมากที่สุด ($\overline{X}$=4.51, S.D.=0.57) และภาพรวมด้านขั้นการเรียนการสอนบนเว็บมีความพึงพอใจมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.63) ตามลำดับ

6.1.5 ผลการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำรูปแบบการสอนไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์วิจัยหรือผลงานทางวิชาการอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงเพื่อประเมินรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.67, S.D.=0.47) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กำหนดปัจจัยนำเข้ามีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$=4.75, S.D.=0.44) รองมาได้แก่ กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73, S.D.=0.45) ประเมินผลผลิตและป้อนกลับผลผลิตมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.70, S.D.=0.48) องค์ประกอบรวมของรูปแบบการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.55, S.D.=0.51) และด้านการนำไปใช้งานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$=4.47, S.D.=0.52) ตามลำดับ

6.2 อภิปรายผล

ผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นที่ปี 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I) ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 33 คน เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า (1) คะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วย

ระบบการสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยระบบการสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน (4) ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (Web CITS) และ (5) ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น มีประเด็นสำหรับการอภิปรายผลประกอบกับการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

6.2.1 ผลคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประเด็นที่น่าจะทำให้เกิดผลดังกล่าว มีดังนี้

6.2.1.1 นำเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีประโยชน์ต่อผู้เรียนดังนี้ (1) ฝึกผู้เรียนให้คิดและมีทัศนคติที่ถูกต้องต่อปัญหา โดยสอนให้ผู้เรียนมองปัญหาอย่างสมจริงไม่มองเรื่องเล็กให้กลายเป็นเรื่องใหญ่หรือในทางตรงข้าม ไม่เพิกเฉยต่อปัญหาแต่ลงมือแก้ไขปัญหาจนสำเร็จ สอนให้ผู้เรียนเข้าใจว่าปัญหาเป็นเรื่องปกติที่ทุกคนต้องเผชิญและปัญหาสามารถช่วยให้เกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ จนสร้างผู้เรียนให้เป็นคนที่อดทนสามารถเอาชนะปัญหาได้ (2) ฝึกผู้เรียนให้มีทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้เกิดจากการฝึกทักษะการคิดเป็นพื้นฐาน ทักษะการคิดเชิงตรรกะ การเชื่อมโยงเหตุและผลเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาผลกระทบทางเลือกที่ดีที่สุดและเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดต่าง ๆ โดยก่อให้เกิดผลกระทบทางลบให้น้อยที่สุดหรือไม่ให้เกิดขึ้นเลย (3) ฝึกผู้เรียนให้มีทักษะการเข้าใจผู้อื่น ควรใช้แนวทางแก้ปัญหาแบบใดที่ไม่ทำให้ผู้อื่นต้องรู้สึกไม่พอใจจนนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้ง (เกรียงศักดิ์, 2551 อ้างถึงใน วิลาวัณย์, 2554) จากประโยชน์ข้างต้นกล่าวได้ว่าการนำเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสามารถพัฒนาทักษะพิเศษของบุคคล (Isaksen & Treffinger, 2004) เช่น ความคิด ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น โดยเมื่อบุคคลนั้นได้รับประสบการณ์และการฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ อยู่เสมอจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถส่งเสริมให้บุคคลมีทักษะการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิลาวัณย์ (2554) ที่พบว่าการนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้ในการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญา สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น

6.2.1.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมือทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยนำรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนในลักษณะการเรียนเป็นกลุ่มขนาดเล็กที่สมาชิกมีความสามารถต่างกัน มีความรับผิดชอบต่อตนเองและเพื่อน ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยใช้ห้องสนทนากลุ่มหรือกระดานสนทนา ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันภายในกลุ่มและต่างกลุ่มเพื่อให้ได้ผลงานสำเร็จตามเป้าหมายมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยของเสาวลักษณ์ (2551) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างมากด้วยกระดานสนทนาบนเว็บมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างน้อยอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และงานวิจัยของสุจิตรา (2550) ที่พบว่าการนำการช่วยเสริมศักยภาพมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เช่นกัน

6.2.2 ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ประเด็นที่น่าจะทำให้เกิดผลดังกล่าว มีดังนี้

6.2.2.1 นำหลักการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บมาใช้ในการออกแบบบทเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ที่มีกระบวนการสอนอัจฉริยะในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อมัลติมีเดียและแบบทดสอบที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนโดยอาศัยหลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งผู้เรียนแต่ละคนยังได้รับการสนับสนุนโดยเครื่องมือบนเว็บ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดเวลา ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนที่ประสบความสำเร็จในการเรียนบนเว็บ (Dabbagh, 2007) ซึ่งสอดคล้องกับวิทยา (2549) ที่ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของอัครเดช (2547) ที่พบว่าการนำระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) มาสนับสนุนในการเรียนการสอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาให้ตรงตามความสามารถทางการเรียนสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทำให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตรงตามความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียน

6.2.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ โดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บและเครื่องมือการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ อาทิ แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ แบบทดสอบ กระดานสนทนา ห้องสนทนา แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกเวลา โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งสื่อต่าง ๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย (2547) ที่พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แบบฝึกกิจกรรม แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แบบทดสอบย่อย เป็นต้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6.2.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันจากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ประเด็นที่น่าจะทำให้เกิดผลดังกล่าว มีดังนี้

6.2.3.1 นำหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) มาใช้ในการออกแบบกระบวนการสอนในขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะที่เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 3 ระดับในการนำเสนอเนื้อหาและแบบทดสอบเพื่อตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ (2551) ที่พบว่าการนำระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) มาสนับสนุนในการเรียนการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่มีศักยภาพทางการเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่แตกต่างกัน

6.2.3.2 ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลาโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ ได้แก่ แบบฝึกหัดทบทวนความรู้ แบบทดสอบ กระดานสนทนา ห้องสนทนา แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกเวลาโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศให้เป็นประโยชน์ ซึ่งสื่อต่าง ๆ เหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ (สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศักดิ์ชาย (2552) ที่พบว่าการจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมแบบอิเลิร์นนิ่งกับพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างทางพหุปัญญาด้วยระบบ MILA ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ไม่แตกต่างกัน ทั้งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและคะแนนเฉลี่ยพัฒนาการทางการเรียน

6.2.3.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันร่วมมือทำกิจกรรมกลุ่มย่อยด้วยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านห้องสนทนาและกระดานสนทนาที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ โดยนำกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นผลให้ผู้เรียนแต่ละระดับได้ฝึกพัฒนากระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งคณิตศาสตร์ก็เป็นวิชาหนึ่งที่มุ่งเน้นด้านการคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านการวิเคราะห์ พัฒนาทักษะเพื่อเป็นพื้นฐานในการนำไปสู่แนวความคิดใหม่และเน้นการประเมินผลในรูปแบบของการสอบ และแบบทดสอบที่ใช้วัดมี 3 ลักษณะคือ วัดทักษะการคำนวณ วัดการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผนและสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (กรมวิชาการ, 2545: 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานนวิจัยของสุวรรณา (2552) ที่พบว่าการทำกิจกรรมกลุ่มย่อยที่ใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยาโดยใช้รูปแบบการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ตามแนว STAD เป็นผลให้

สามารถพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

6.2.4 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (Web CITS) ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนาวุฒิ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการสอนแบบปรับเหมาะร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบอยู่ในระดับมากที่สุด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Driscoll (2002 อ้างถึงในปณิตา, 2551) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ท้าทาย ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้สามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองได้ดีและได้ตรงตามศักยภาพ กิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อิสระส่งผลให้เกิดการเรียนที่กระฉับกระเฉง (Active Learning) ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความกระฉับกระเฉงในการเรียนรู้ (Active Learner) และสามารถลดเวลาการเข้าชั้นเรียนได้

6.2.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรกิจ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยเว็บเควสท์โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ที่พบว่า การพัฒนารูปแบบการสอนโดยเน้นองค์ประกอบ กระบวนการ ขั้นตอนที่มีความเป็นระบบ (System Approach) และการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อิสระโดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระสามารถทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นได้ และจากการสอบถามนักศึกษาประเด็นที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่งที่ทำให้นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุดคือ การส่งเสริมการตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและศักยภาพทางการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาที่ตรงกับระดับความรู้ของตนเองและนำการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสื่อมัลติมีเดียเป็นผลให้ผู้เรียนไม่เกิดการเบื่อหน่ายต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพงษ์ศักดิ์ (2551) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

6.3.1.1 เนื่องจากระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการออกแบบเฉพาะอย่าง ดังนั้นสถาบันการศึกษาที่นำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้งาน ควรมีการจัดประชุมเพื่อชี้แจงแนวคิดที่สำคัญของระบบ วิธีการ ขั้นตอนและกิจกรรมของระบบการสอน และควรชี้แนะคณาจารย์ นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำระบบการสอนไปใช้ปฏิบัติในสถานศึกษาเพราะการใช้ระบบการสอนให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและการเล็งเห็นความสำคัญจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

6.3.1.2 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น มีกระบวนการสอน 5 องค์ประกอบที่สอดคล้องตามเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) คือ (1) การเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (2) การเรียนเป็นกลุ่มย่อย (3) การทดสอบย่อย (4) คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล และ (5) กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ ในการนำระบบการสอนไปใช้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด คณาจารย์ที่นำไปใช้ควรดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ

6.3.1.3 ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น มีลักษณะการเรียนการสอนบนเว็บ 2 รูปแบบ คือ ศึกษาเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) และทำแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) เป็นรายบุคคล และทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ดังนั้นในการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ผู้สอนจะต้องเตรียมเนื้อหาบทเรียนทั้ง 3 รูปแบบสำหรับผู้เรียน 3 กลุ่ม (เก่ง ปานกลางและอ่อน) และแบบทดสอบทั้ง 3 ระดับ(ยาก ปานกลาง และง่าย) ให้เพียงพอสำหรับการนำใช้งานในระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

6.3.1.4 การนำระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานจะต้องมีการเตรียมความพร้อมทางด้านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลสารสนเทศ รวมทั้งควรมีการอบรมความพร้อมในด้านทักษะการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารให้กับผู้เรียนก่อนทำการเรียนด้วยกระบวนการที่สอดคล้องตามรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น อาทิ การอัพโหลดข้อมูล การดาวน์โหลดข้อมูล การค้นหาข้อมูล การใช้เครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร

6.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

6.3.2.1 การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันควรนำหลักการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดผลประสิทธิภาพสูงสุดกับผู้เรียนที่ตรงตามความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน

6.3.2.2 ควรนำหลักการหรือกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เข้ามาใช้ในการทำกิจกรรมกลุ่มย่อย เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สามารถนำมาใช้พัฒนาทักษะพิเศษของผู้เรียนให้มีความกระบวนการคิดหรือกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น

6.3.2.3 การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบการเรียนแบบร่วมมือมาใช้ร่วมในการพัฒนาระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ควรมีกระบวนการหรือกิจกรรมที่ทำให้เกิดวิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อป้องกันการเกิดตัวแปรแทรกซ้อนหากไม่ได้ควบคุมตามหลัก Max(Maximized systematic variance: เพิ่มความแปรปรวนที่เป็นระบบให้มากที่สุด) Min(Minimized error variance: ลดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน) Con(Control extraneous systematic variance: ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่ส่งผลอย่างมีระบบ)

6.3.2.4 ควรมีการศึกษาตัวแปรตามอื่น ๆ ที่เกิดจากระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เช่น ทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดรวบยอด เพื่อเป็นทางเลือกที่หลากหลายต่อการนำระบบการสอนไปใช้งาน

6.3.2.5 ควรมีการเพิ่มเติมภาพเคลื่อนไหวหรือเสียงบรรยายในส่วนเนื้อหาบทเรียนเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้แก่ผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

6.3.2.6 กลุ่มตัวอย่างสำหรับศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ไทย-เยอรมัน หากมีการศึกษาวิจัยในลักษณะหรือระบบการเรียนการสอนที่คล้ายคลึงกับงานวิจัยชิ้นนี้ ควรมีการศึกษาผลการใช้ระบบการสอนกับนักศึกษากลุ่มอื่นในสังกัดกรมอาชีวศึกษาหรือทดลองใช้เป็นวิชาปรับพื้นฐานในระดับปริญญาตรี เป็นต้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรรณิกา ทองพันธ์. **การพัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ วิชาการวิเคราะห์ระบบและการออกแบบสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำหรับวิทยาลัยชุมชน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

กระทรวงศึกษาธิการ. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟิค, 2542.

กิดานันท์ มลิทอง. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2540.

_____. **เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์, 2548.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. **สอน "ทักษะแก้ปัญหา" ให้เด็กไทย**. [ออนไลน์] 2551. [สืบค้นวันที่ 11 สิงหาคม 2551]. จาก http://adviser.eduzones.com/drkrieng/7336. อ้างถึงใน วิลาวัณย์ จินวรรณ. **รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิค การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

เกษมรัศมิ์ วิวิตรกุลเกษม. **ผลของการเรียนแบบร่วมมือบนเว็บที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย แนวการเรียนโปรแกรมศิลปศึกษา**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

โฆษิต จตุรัสวัฒนากุล. **ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา ภาควิชาสารัตถศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ใจทิพย์ ณ สงขลา. **การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

_____. "หน่วยที่ 12 การจัดระบบการเรียนการสอน". **ในเอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาการสอน ในชุดที่ 8-15**. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2528.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. **แบบแผนการทดลองและสถิติ**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. "การสอนบนเว็บ-นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน." **วารสารศึกษาศาสตร์**. 28 (ม.ค.-มิ.ย. 2544).

ทิศนา แขมมณี. "การพัฒนากระบวนการคิด." **วารสารการศึกษากรุงเทพมหานคร**. 12 (ก.ย. 2533) : 2-5.

_____. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์, 2545.

_____. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

_____. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

_____. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

ธนาวุฒิ ประกอบผล. **ระบบการสอนแบบปรับเหมาะร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัย วัดผลและสถิติการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2553.

ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง. **ระบบจัดการและประเมินผลการสอบแบบปรับเปลี่ยนโดยใช้คอมพิวเตอร์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

ธีระ สุมิตร. **ระบบการสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บรรณกิจเทรดดิ้ง, 2519.

นพศักดิ์ ตันติสัตยานนท์. "ระบบการศึกษาแบบ 3A." **วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ**. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2548) : 81-91.

บุญเรียง ขจรศิลป์. **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัย**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, 2545.

ปณิตา วรรณพิรุณ. **การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต**. วิทยานิพนธ์

ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

ประคอง กรรณสูต. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงแก้ไข)**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. "อุปสรรคต่อการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์." **เอกสารการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่อง การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 10-11 กันยายน 2536.

พงษ์ศักดิ์ มั่นหมาย. **การพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

พงศ์ธนัช แซ่จู. **การพัฒนาสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชั่นโดยใช้เทคนิคดาต้าไมนิ่งและสแคฟโฟลด์ดิ้ง**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

พรรณี ช.เจนจิต. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ แกรมมี่, 2538.

พัชรี วงษ์สุวรรณ. **ผลของการจัดกลุ่มการเรียนแบบร่วมมือในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อสัมฤทธิผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

พรศักดิ์ ตระกูลชีวิพานิตต์. **ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของข้าราชการในสำนักงานปลัดทบวงมหาวิทยาลัย**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการอุดมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2541.

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียแบบฝึกโดยใช้รูปแบบการควบคุมการเรียนต่างกัน**. ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2542.

พิชัย ทองดีเลิศ. **การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ร่วมกันบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

พินันทา ฉัตรวัฒนา. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการทบทวนแบบปรับเปลี่ยนข้อสอบโดยใช้เทคนิค Online Help เรื่องสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ**. โครงการปัญหาพิเศษ ครุศาสตร์

อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.

ภัทรา นิคมานนท์. **การประเมินผลการเรียน.** กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์, 2543.

ภัทร์พงศ์ พงศ์ภัทรกานต์. **การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคทีเคโอ.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

มนต์ชัย เทียนทอง. **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

_____. **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.

วราพร ขาวสุทธิ์. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้การสอนตนเองกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

วัฒนา นัทธี. “ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษา.” **วารสารคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีชั้นสูง.** ฉบับที่ 7 (ต.ค. 2547) : 12-17.

วิชาการ, กรม. **แนวทางการสอนที่เน้นกระบวนการ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540.

_____. **แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียน.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

วิชัย บุญเลิศ. **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์เพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 2547.

วิชุดา รันตเพียร. **การเรียนการสอนบนเว็บขั้นนำ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

_____. **การเรียนการสอนบนเว็บขั้นนำ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545. อ้างถึงใน ปณิตา วรรณพิรุณ. **การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

_____. **การเรียนการสอนบนเว็บขั้นนำ.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

วิทยา อารีราษฎร์. “การบูรณาการการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในระบบช่วยสอนปัญญาประดิษฐ์ รูปแบบระบบช่วยสอนปัญญาประดิษฐ์แบบมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” **วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ.** ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 (ม.ค.-มิ.ย. 2548) : 72-80.

_____. **การพัฒนารูปแบบการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะและมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.

วรนุช เนตรพิศาลวนิช. **การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมผ่านเว็บด้วยการเรียนแบบร่วมมือแบบกรณีศึกษา เพื่อการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับพยาบาลวิชาชีพ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544. อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รัตนชูวงศ์. **ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานเสวนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

วิลาวัณย์ จินวรรณ. **รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

วิลาวัณย์ จินวรรณ และ ณมน จีรังสุวรรณ. “รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์.” **วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.** ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 (2556) : 97-104.

ศศิรัศม์ สริกขกานนท์. **การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา ภาควิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ศักดิ์ชาย ตั้งวรรณวิทย์. **รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมแบบอิเลิร์นนิ่งกับพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความแตกต่างทางพหุปัญญา.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

ศิริลักษณ์ หวังชอบ. **การใช้แบบทดสอบแบบปรับเหมาะสำหรับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.

สงัด อุทรานันท์. **การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

_____. **การจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วงเดือน, 2526.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาวรรธน์. **เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2537.

สรวงสุดา ปานสกุล. **การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สุจิตรา เขียวศรี. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

สุมาลี ชัยเจริญ. **การศึกษากระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชา 212300 สื่อการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism)**. รายงานการประชุมทางวิชาการ การวิจัยทางการศึกษา ครั้งที่ 11 : 545-551, 2548.

สุมน อมรวิวัฒน์. **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต**. กรุงเทพฯ : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2527.

สุรกิจ ปรางสร. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนด้วยเว็บเควสท์ โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2556.

สุรพล พยอมแย้ม. **จิตวิทยาอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมการผลิตตำราและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2541.

สุรศักดิ์ มังสิงห์. **รายงานการวิจัยเรื่องระบบสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์**. มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2551.

สุวรรณา จุ้ยทอง. **การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2552.

สุพัฒน์ สุกมลสันต์. **ธนาคารข้อทดสอบและการทดสอบแบบปรับเปลี่ยนด้วยคอมพิวเตอร์**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์, 2539.

เสาวลักษณ์ รัตนชูวงศ์. **ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานเสวนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ. **แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2540.

_____. **นโยบายและยุทธศาสตร์การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาของประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ, 2544.

อรพรรณ พรสีมา. **ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม**. กรุงเทพฯ : ไอเดียสแควร์, 2540.

อัครเดช ศิริพงศ์วัฒนา. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายแบบปรับเปลี่ยนเนื้อหาโดยใช้เทคนิค Page Variants**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.

ภาษาอังกฤษ

Ally, M. “Foundations of Education Theory for Online Learning. In Terry Anderson 2nd ed”. **Theory and Practice of Online Learning.** [online] 2008. [cited 2012 March 11]. Available from : URL : https://facultycommons.macewan.ca/wp-content/uploads/The-Theory-and-Practice-of-Online-Learning-by-Terry-Anderson.pdf

Alvarez, S. “Blended learning solutions. In B. Hoffman (Ed.)”. **Encyclopedia of Educational Technology.** [online] 2005. [cited 2007 January 29]. Available from : URL : http://coe.sdsu.edu/eet/articles/blendedlearning/start.htm อ้างถึงใน ปณิตา วรรณพิรุณ. **การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหา**

เป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Arend, B. **Practical instructional design : Applying the basics to your online course.** [online] 1999. TCC Online Conferences Kapiolani Community College University of Hawai. [cited 2012 May 3]. Available from : URL : http://tcc.kcc.hawaii.edu/previous/TCC%201999/papers/arend.html

Banathy, B.H. **Instructional system.** Belmont, Calif : Fearon, 1968.

Barra, et al. **Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based System.** International Conference, 1999 : 70-72.

Basadur, M.S. **Simplex : A Flight to Creativity.** Canada : The Creative Foundation Education, 1995.

Beck, J., Stem, M. & Haugsjaa, E. "Applications of AI in Education." **ACM Crossroads.** 3(1) (1996) : 11-15.

Bloom, et al. **Taxonomy of Education Objectives Book 1: Cognitive Domain.** New York : David McKay, 1956.

Borih, D.G. **Effective Teaching Methods.** Pearson : Merrill Prentice Hall, 2004.

Brian, P.B., Michael, D. & Susan, M.M. **An Intelligent Tutoring System for Circuits Analysis.** IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION. 49 (2) (2006).

Brown, J. W., Lewis, R. B. & Harcleroad, F. F. **AV instruction : Technology, media and methods (6th ed.).** New York : McGraw-Hill, 1985.

Brush, T. A. & Saye, J. W. "A Summary of research exploring hard and soft scaffolding for teachers and students using a multimedia supported learning environment." **The Journal of Interactive Online Learning.** 1(2) (2002) : 1-12.

Brusilovsky, Peter. **Adaptive hypermedia : from intelligent tutoring systems to web-based education.** [online] 2000. [cited 2012 February 22]. Available from : http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F3-540-45108-0_1#page-1

Clark, G. **Glossary of CBT/WBT terms.** [online] 1996. Available from : URL : http://www.clark.net/pup/nractive/alt5.html

Clark, R. C. & Mayer, E. R. **E-Learning and The Science of Instruction.** San Francisco : Pfeiffer, 2003.

Cohen, A. & Spencer, J. **Using Writing Across the Curriculum in Economics: Is Taking the Plunge Worth It?.** [online] 1993. [cited 2005 December 19]. Available

from : URL : http://www.questia.com อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รัตนชูวงศ์. **ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานเสวนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Cooper, L. J., et al. **Cooperative Learning in the Classroom in Changing College Classrooms.** Diane Halpern and Associates (eds.). San Francisco : Jossey-Bass, 1994.

Dabbagh, N. Pedagogical model for e-Learning : A theory-based design framework. **International Journal of Technology in Teaching and Learning.** 1(1) (2005) : 25-44.

_____. **The Online Learner: Characteristics and Pedagogical Implications.** [online] 2007. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 7(3) : 217- 226. [cited 2013 July 11]. Available from : URL : http://www.itma.vt.edu/modules/spring11/efund/lesson3/Dabbagh2007OnlineLearnerCharacteristics.pdf

De La Passardiere, Dufresne, D. Adaptive Navigational Tools for Educational Hypermedia. **4th International Conference on Computers and Learning.** ICCAL 1992 : 555-567.

Driscoll, M. **Blended Learning : Let's beyond the hype. Learning and Training Innovations Newsline.** [online 2002]. [cited 2005 September 4]. Available from : URL : www.ltimagazine.com.ltimagazine/article/articleDetail.jsp?id=117 อ้างถึงใน ปณิตา วรรณพิรุณ. **การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Eggen, P. & Kauchak, D. **Educational psychology : Windows on classrooms.** 3rd ed. New Jersey : Prentice Hall, 1997.

Gagne, R.M. & Briggs, L. **Principles of instructional design.** New York : Holt, Rinehart and Winston, 1974.

Garrison, S.J. **Influence of metacognitive prompting on Learning within computer mediated problem sets.** Doctoral Dissertation Vanderbilt University, 1996.

Gerlach, V. S. & Ely, D. P. **Teaching and media: A systematic approach.** Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall Inc, 1971.

Gick, M.L. "Problem solving Strategies." **Education Psychologist.** 21 (1986) : 99-120.

_____. "Problem solving Strategies." **Education Psychologist.** 21 (1986) : 99-120. อ้างถึงใน วราพร ขาวสุทธิ์. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการใช้การสอนตนเองกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

Glasser, W. **Choice theory in the classroom (Rev. ed.).** New York : Harper Perennial, 1998.

Gokhale, A. A. "Collaboration Learning Enhances Critical Thinking". **Journal of Technology Education.** 7 (1995) : 22-30.

Hall, R.H., Watkins, S.E. & Eller, V.M. **A Model of Web Based Design for Learning.** [online] 2003. [cited 2013 July 17]. Available from : URL : http://lite.mst.edu/media/research/ctel/documents/handbook_2003_hall.pdf

Hannafin, M. (1999). **Learning in open-ended environments: Tools and technologies for the next millennium.** [online] 1999. [cited 2005 November 10]. Available from : URL : http://it.coe.uga.edu/itforum/paper34.htm อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

Hannum, W. **Web based instruction lessons.** [online] 1998. [cited 2005 January 8]. Available from : URL : http://soe.unc.edu/edci11/8-98/index_wei2.htm อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

Isaksen, S. G., Dorval, K. B. & Treffinger, D. J. **Creative Approaches to Problem Solving.** Dubuque, I A : Kendall-Hunt, 1994.

Isaksen, S. G. & Treffinger, D. J. **Creative Problem Solving: The Basic Course.** 2nd ed. New York : Bearly, 1985.

_____. **Creative Problem Solving : The Basic Course.** 2nd ed. New York : Bearly, 1985. อ้างถึงใน วิลาวัณย์ จินวรรณ. **รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลด**

ภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิค การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

_____. "Celebrating 50 Reflective Years of Practice : Versions of Creative Problem Solving". **Journal of Creative Behavior**. 38(2004) : 75-101.

Jianhua, Z. & Akahori, K. **Web-based collaborative learning methods and strategies in higher education**. [online] 2001. Proceeding of 2nd International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, Kumamoto, Japan July 4-6. [cited 2012 September 4]. Available from : http://www.eecs.kumamoto-u.ac.jp/ITHET01/proc/139.pdf

Johnson, D. & Johnson, R. **Learning together and alone** (2nd ed). Englewood Cliffs, NJ: PrenticeHall, 1987.

_____. **Joining together : group theory and group skills**. Boston : Allyn and Bacon, 2003.

Joyce, B. & Weil, M. **Model of Teaching**. 3rd ed. Englewood Cliffs, N.J : Prentice-Hall, 1986.

_____. **Model of Teaching**. 6th ed. Boston : Allyn and Bacon, 2000. อ้างถึงใน ปณิตา วรรณพิรุณ. **การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Judy C.R. Tseng, et al. **Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information**. [online] 2007. Computers & Education 51 (2008) : 776-786. [cited 2012 September 19]. Available from : URL : http://www.academia.edu/3091827/ Development_of_an_adaptive_learning_system_with_two_sources_of_personalization_information

Kagan, S. **Cooperative Learning**. San Juan Capristrano, CAL : Kagan Cooperative Learning, 1995. อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รัตนชูวงศ์. **ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานเสวนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Kagan, S. **Cooperative Learning.** San Juan Capristrano, CAL : Kagan Cooperative Learning, 1995.

Khan, B.H. **Web- based instruction.** Englewood Cliffs, NJ : Educational Technologies Publications, 1997.

_____. **A framework for e-learning.** [online] 2000. [cited 2013 January 12]. Available from : URL : http://bookstoread.com/framework/scroller.htm

_____. **Managing e-learning : design, delivery, implementation and evaluation.** Hershey : Information Science Publishing, 2005.

Kolb, D. A. **Learning styles and Disciplinary Differences, In A.W Chickering (ed.) the modern Colkge.** Sanfancisco : Jossey-Bass, 1981.

Li, S. **Contingent scaffolding strategies in computer-based learning enviroment.** Doctoral dissertation Indiana University. [online] 2001. [cited 2004 November 11]. Available from : URL : http://www.lib.umi.com/dissertations อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี. **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

Lynch, P.J. & Horton, S. **Web style guide : Basic design principles for creating websites.** New Haven and London : Yale University Press, 1999.

Mahkameh Yaghmaie & Ardeshir Bahreininejad. **A context-aware adaptive learning system using agents.** [online] 2010. Expert Systems with Applications 38 (2011) 3280-3286. [cited 2011 August 16]. Available from : URL : http://umexpert.um.edu.my/file/publication/00011367_63625.pdf

McArthur, D., Lewis, M. & Bishay, M. **The roles of artificial intelligence in education : current progress and future prospects.** online [1993]. [cited 2014 August 21]. Available from : URL : http://www.rand.org/education/mcarthur/papers/role.html

McLoughlin, C. "Learner support in distance and networked learning environment : Ten dimensions for successful design". **Journal of Distance Education.** 23 (2) (2002) : 149-162.

McManus, T. F. **Delivering instruction on the World Wide Web.** [online] 2000. Available from : URL : http://ccwf.utexas.edu/~mcmanus/wbi.html

Noller, R. B., Parnes, S. J. & Biondi, A. M. **Creative Actionbook**. New York : Scribners, 1976.

N. Veerman. **Adaptive Hypermedia : Techniques and Purposes.** Department of Computer Science : Vrije University Amsterdum, 1999.

Oliver, K. M. **Student use of computer tools designed to scaffold scientific problem solving with hypermedia resources : A case study.** Doctoral Dissertation University of Georgia, 1999.

Osborn, A.F. **Applied Imagination : Principles and Procedures of Creative Problem-Solving.** New York : Charles Scribner's Sons, 1963.

_____. **Applied Imagination : Principles and Procedures of Creative Problem-Solving.** New York : Charles Scribner's Sons, 1979.

Panitz, T. **A Definition of Collaborative vs Cooperative Learning.** [online] 1996. [cited 2011 May 23]. Available from : URL : http://ccti.colfinder.org/sites/default/files/a_definition_of_collaborative_vs_cooperative_learning.pdf

Parson, R. **An investigation into instruction available on the world wide web.** [online] 1997. [cited 2011 June 17]. Available from : URL : http://www.osie.on.ca/~rparson/out1d.htm

Parnes, J.P. **Creative Behavior Guidebook.** New York : Charles Scribner's Son, 1967.

Payton, T. **What Is Collaborative Learning.** [online] 2004. [cited 2005 June 28]. Available from : URL : http://www.tammypayton.net/courses/collab/what.html อ้างถึงใน เสาวลักษณ์ รัตนชูวงศ์. **ผลการเรียนแบบร่วมมือที่มีโครงสร้างต่างกันบนเว็บด้วยกระดานเสวนาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีบุคลิกภาพต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

Peter Brusilovsky, Elmar Schwarz & Gerhard Weber. **ELM-ART : An Intelligent Tutoring System on World Wide Web.** Department of Psychology University of Trier, 1996.

Petr Stengl & Ivan Jelinek. **ADAPTIVE HYPERMEDIA FOR EDUCATION.** Department of Computer Science and Engineering Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague, 2006.

Puntambekar, S. & Kolodner, J.L. Toward implementing distributed scaffolding : Helping students learn science from design. **Journal of Research in Science Teaching.** 42(2) (2005) : 185-217. อ้างถึงใน สุจิตรา เขียวศรี. **การพัฒนารูปแบบ**

การเรียนการสอนแบบสืบสอบบนเว็บวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การช่วยเสริมศักยภาพเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

Polya. **How to solve it**. New York : Double day-Anchor, 1977.

Randoll, S. & Kali, Y. **Design principles for the use of scaffolds**. [online] 2004. [cited 2004 November 17]. Available from : URL : http//kie.berkeley.edu/trasitions/scaffold_priciples.htm

Reigeluth, Charles M. "Reflections on the Implications of Constructivism for Educational Technology." **Journal of Educational Technology**. 31(9) (1991) : 7-11.

Rita, D. & Kenneth, D. **Teaching Students through Their Individual Learning Styles : A Practical Approach**. Reston, Virginia : Prentice-Hall, 1987.

Robert, Alan & Barbara. **Systems Analysis and Design (fifth editon)**. New Jersey : John Wiley&Sons, Inc., 2013.

Sanrach, Charun & Grandbastien, Monique. **Adaptive and intelligent web-based Environment**. In Proceeding of international conference on intelligent technology Bangkok. (2000) : 45-54.

Searles, J. **A system for instruction**. Pennsylvania : International Textbook Company, 1967.

Slavin, R.E. **Using students team learning.** Baltimore : John Hopkins University, center for Research on Elementary and Middle School, 1986.

_____. **A Model of Effective Instruction**. [online] 1995. Available from : URL : http://www.successforall.net/_images/pdfs/modeleffect.htm

Smith, L.B. & McGregor, G.T. **What is Collaborative Learning**. [online] 1992. [cited 2012 June 11]. Available from : URL : http://learningcommons.evergreen.edu/pdf/collab.pdf

Stankov, Slavomir, Glavinic, Vlado. & Rosic, Marko. **On knowledge representation in an intelligent tutoring system**. [online] 2000. [cited 2014 October 21]. Available from : URL : http://www.pmfst.hr/~stankov/Zn_Djelatnost/2000/INES2000.pdf

Suebnukarn, S. & Haddawy, P. **A collaborative intelligent tutoring system for medical problem-based learning**. [online] 2004. [cited 2012 February 1]. Available from : URL : http://www.cs.ait.ac.th/haddaway/pubs/ivi04.pdf

Talton, C.F. "Let's solve the problem before we find the answer." **The Arithmetic Teacher.** 38(1) (1966) : 40-45.

Toporski, N. & Foley, T. "Design principles for online instruction : A new kind of classroom." **Turkish Online Journal of Distance Education.** 5 (1) (2004).

Torrance, E.P. **Guiding Creative Talent.** New Delhi : Prentice-Hall of India Private, 1962.

_____. **Rewarding Creative Behavior.** Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall, 1965.

Torrance, E.P. & Myers, R.E. **Creative Learning and Teaching.** New York : Dood, Mead and Company, 1972.

_____. **Creative Learning and Teaching.** New York : Dood, Mead and Company, 1972. อ้างถึงใน วิลาวัณย์ จินวรรณ. **รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิค การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

Treffinger, D. J. "Creative Problem Solving: Overview of Educational Implications." **Educational Psychology Review.** 7 (1995) : 301-312.

_____. **Creative Problem Solving: Overview of Educational Implications.** Educational Psychology Review. 7 (1995) : 301-312. อ้างถึงใน วิลาวัณย์ จินวรรณ. **รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบลดภาระทางปัญญาโดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อการรู้คิดและความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.

Treffinger, D. J., Isaksen, S. G. & Dorval, K. B. **Creative Problem Solving : An Introduction 3rd. ed.** Waco, Texas : Prufrock Press, 2000.

_____. **Creative Problem Solving (CPS Version 6.1) A Contemporary Framework for Managing Change.** [online] 2003. [cited 2011 June 11]. Available from : : URL : http//www.creativelearning.com

Verschoor & Strartmans. **Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-based System.** International Conference (August 28-30 1999) : 102-105.

Wood, D., Bruner, J.S., & Ross, G. "The roles of tutoring in problem solving." **Journal of Child Psychology and Psychiatry.** 17(2) (1976) : 89-100.

Yang, C.S., & Moore, D.M. "Designing hypermedia system for instruction." **Journal of Educational Technology System.** 24(1) (1995) : 3-30.

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล บุญลือ
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.6 อาจารย์ ดร.กฤช สินธนะกุล
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.7 อาจารย์ ดร.จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.8 อาจารย์ ดร.ดวงกมล โพธิ์นาค
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.9 อาจารย์ ดร.สุธิดา ชัยชมชื่น
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.10 อาจารย์ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

2.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอภาส ศิริครรชิตถาวร
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.3 อาจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.4 อาจารย์ ดร.สุธิดา ชัยชมชื่น
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2.5 อาจารย์ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

3.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2 รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอภาส ศิริครรชิตถาวร
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.5 รองศาสตราจารย์ประกาศิต ตันติอลงการ
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.6 อาจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.7 อาจารย์ ดร.กฤช สินธนะกุล
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.8 อาจารย์ ดร.สุธิดา ชัยชมชื่น
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.9 อาจารย์ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการสอนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

4.1 รองศาสตราจารย์ ดร. สมิตร ส่งพิริยะกิจ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.2 อาจารย์ ดร.รัตนากร ผดุงถิ่น
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอภาส ศิริครรชิตถาวร
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.5 นางสาวเอมอร อัมระรงค์
โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5. รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

5.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริวัฒน์ หงษ์ทอง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอภาส ศิริครรชิตถาวร
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5.3 อาจารย์ ดร.รัตนากร ผดุงถิ่น
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5.4 อาจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6. รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินประสิทธิภาพด้านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

6.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6.2 อาจารย์ ดร.กฤช สินธนะกุล
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6.3 อาจารย์ ดร.จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

6.4 อาจารย์ธัญญรัตน์ น้อมพลกรัง
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7. รายนามผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ศาสตราจารย์ ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์
มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

7.2 รองศาสตราจารย์ ดร. สมิตร ส่งพิริยะกิจ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

7.3 รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์ เกียรติโกมล
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

7.4 รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ พันธ์ลำเจียก
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

7.5 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัติ อัศวานุวัตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
- แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับอุดมศึกษา)
- แบบสัมภาษณ์คุณลักษณะสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
- แบบประเมินรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)
- แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านการออกแบบการเรียนการสอน
- แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
- แบบประเมินแผนการสอนรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)
- แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
- แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับการวัดการรู้คิด
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Process) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- แบบประเมินความสอดคล้องแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- แบบประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอน

คำชี้แจง

คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์มุ่งสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คำถามที่ครอบคลุมขั้นตอนกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในประเด็นสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในปัจจุบัน สภาพการณ์ที่ควรจะเป็นหรือเหมาะสมกับระบบการศึกษาในระดับอุดมศึกษาของสังคมไทย ประกอบด้วยแนวคำถาม 6 ด้าน

1. ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน (Curriculum and Instruction)
2. ด้านเนื้อหา (Content)
3. ด้านผู้สอน (Instructor)
4. ด้านผู้เรียน (Learner)
5. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (Activities)
6. ด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้ (Media and Learning Tools)

แนวการสัมภาษณ์

1. ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน (Curriculum and Instruction)
   - ❑ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมุ่งเน้นให้นักศึกษามีลักษณะอย่างไร
   - ❑ ปัญหาและอุปสรรคในสาขาวิชา
2. ด้านเนื้อหา (Content)
   - ❑ ลักษณะของรายวิชาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนบนเว็บ
   - ❑ รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาบนเว็บควรมีลักษณะอย่างไร
3. ด้านผู้สอน (Instructor)
   - ❑ แหล่งสารสนเทศที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลเพื่อเตรียมการสอน
   - ❑ เทคนิคและวิธีการสอนในการพัฒนาการสอนของตนเอง
   - ❑ ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน
4. ด้านผู้เรียน (Learner)
   - ❑ พื้นฐานความรู้ ทักษะและคุณลักษณะต่าง ๆ ของนักศึกษา
   - ❑ พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
   - ❑ ปัญหาที่เป็นอุปสรรคด้านผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน
5. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (Activities)
   - ❑ เทคนิคและวิธีการสอนที่ใช้มากที่สุด
   - ❑ สิ่งที่คำนึงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
   - ❑ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนควรมีลักษณะอย่างไร
   - ❑ เมื่อต้องการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียน (Creative Problem Solving Skills) ควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน/วิธีการเรียนการสอนอย่างไร
   - ❑ เมื่อต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Learning Achievement) ควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน/วิธีการเรียนการสอนอย่างไร
6. ด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้ (Media and Learning Tools)
   - ❑ ความถี่ในการใช้สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน
   - ❑ วิธีการได้มาของสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน
   - ❑ แนวทางในการเลือกใช้สื่อ

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ข้อมูลสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริงและแสดงความคิดเห็นเพื่อเป็นแนวทางในงานวิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 35 ปี ☐ 36 – 40 ปี

☐ 41 – 45 ปี ☐ 46 – 50 ปี

☐ มากกว่า 50 ปี

3. ตำแหน่งทางวิชาการ

☐ อาจารย์

☐ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

☐ รองศาสตราจารย์

4. ระดับการศึกษา

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอก

5. ประสบการณ์ทำงาน

☐ น้อยกว่า 5 ปี ☐ 5 – 10 ปี

☐ 11 – 20 ปี ☐ มากกว่า 20 ปี

ตอนที่ 2 ข้อมูลสัมภาษณ์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนสำหรับคณาจารย์ในสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1. ด้านหลักสูตรและการเรียนการสอน (Curriculum and Instruction)

1.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรมุ่งเน้นให้นักศึกษามีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ปัญหาและอุปสรรคในสาขาวิชา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ด้านเนื้อหา (Content)

2.1 ลักษณะของรายวิชาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนบนเว็บมากที่สุด

☐ รายวิชาทฤษฎี ☐ รายวิชาปฏิบัติ

☐ รายวิชาทฤษฎีและปฏิบัติ

2.2 รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาบนเว็บควรมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ด้านผู้สอน (Instructor)

3.1 แหล่งสารสนเทศที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลเพื่อเตรียมการสอน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ อินเทอร์เน็ตและฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์ (ลำดับที่ .....)
- ☐ หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนที่ท่านรวบรวม (ลำดับที่ .....)
- ☐ สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในรายวิชาดังกล่าว (ลำดับที่ .....)
- ☐ อื่น ๆ .....

3.2 เทคนิคและวิธีการสอนในการพัฒนาการสอนของตนเอง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากหนังสือ ตำราและอินเทอร์เน็ต (ลำดับที่ .....)
- ☐ ศึกษาดูงานในหน่วยงานภายนอกหรือสถาบันอื่น ๆ (ลำดับที่ .....)
- ☐ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับคณาจารย์ภายในหน่วยงาน (ลำดับที่ .....)
- ☐ เข้าโครงการฝึกอบรมตามหน่วยงาน (ลำดับที่ .....)
- ☐ อื่น ๆ .....

3.3 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ด้านผู้เรียน (Learner)

4.1 พื้นฐานความรู้ ทักษะและคุณลักษณะต่าง ๆ ของนักศึกษา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ ทักษะการแก้ปัญหา
- ☐ ความคิดสร้างสรรค์
- ☐ สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
- ☐ สามารถใช้คอมพิวเตอร์
- ☐ ชอบเรียนรู้ด้วยตนเอง
- ☐ ผู้สอนคอยชี้แนะ
- ☐ ปฏิบัติงานด้วยตนเอง
- ☐ ปฏิบัติงานเป็นกลุ่ม

4.2 พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 ปัญหาที่เป็นอุปสรรคด้านผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (Activities)

5.1 เทคนิคและวิธีการสอนที่นิยมใช้มากที่สุด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ บรรยาย (ลำดับที่ .....)
- ☐ สาธิตและฝึกปฏิบัติการ (ลำดับที่ .....)
- ☐ ศึกษาดูงานนอกสถานที่, มอบหมายให้ค้นคว้าและนำเสนอหน้าชั้นเรียน (ลำดับที่ .....)
- ☐ อภิปรายในชั้นเรียน (ลำดับที่ .....)

5.2 สิ่งที่คำนึงในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ☐ ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงและชีวิตประจำวันได้ (ลำดับที่ .....)
- ☐ สามารถวัดและประเมินผลได้ (ลำดับที่ .....)
- ☐ ความแตกต่างทางการเรียนระหว่างผู้เรียนแต่ละคน (ลำดับที่ .....)
- ☐ บรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียน (ลำดับที่ .....)
- ☐ เทคนิคการสอนและวิธีการใหม่ ๆ (ลำดับที่ .....)
- ☐ อื่น ๆ .....

5.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมผู้เรียนควรมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.4 เมื่อต้องการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของผู้เรียน (Creative Problem Solving Skills) ควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน/วิธีการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.5 เมื่อต้องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Learning Achievement) ควรใช้กิจกรรมการเรียนการสอน/วิธีการเรียนการสอนอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ด้านสื่อและทรัพยากรการเรียนรู้ (Media and Learning Tools)

6.1 ความถี่ในการใช้สื่อ/อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน

- ☐ ใช้เป็นประจำแต่ไม่ทุกครั้ง
- ☐ ใช้ทุกครั้งเมื่อมีการเรียนการสอน
- ☐ ใช้บางครั้งที่คาดว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ

6.2 วิธีการได้มาของสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน

- ☐ ผลิตเอง
- ☐ นำมาจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ
- ☐ อื่น ๆ .....

6.3 แนวทางในการเลือกใช้สื่อ

- ☐ แปลกใหม่ กระตุ้นความสนใจได้ดี (ลำดับที่ .....)
- ☐ ใช้งานสะดวก ไม่ซับซ้อน (ลำดับที่ .....)
- ☐ เหมาะสมกับผู้เรียน (ลำดับที่ .....)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

2. แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับอุดมศึกษา)

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบ
รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(สำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับอุดมศึกษา)

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างต้นแบบรูปแบบการสอน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการพื้นฐานในการสร้างต้นแบบ
รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(สำหรับอาจารย์ผู้สอนระดับอุดมศึกษา)

คำชี้แจง

คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ผู้วิจัยมุ่งสอบถามความคิดเห็นสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบต้นแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งคำถามออกเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการ
ตอนที่ 2 ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ
ตอนที่ 3 การวัดและประเมินผล

ตอนที่ 1 ขั้นเตรียมการ: เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนการสอน

1. การปฐมนิเทศผู้เรียน ควรใช้วิธีการอย่างไร
   - ☐ ปฐมนิเทศผ่านเว็บ
   - ☐ ปฐมนิเทศในห้องเรียน
2. การลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน
   - ☐ ผู้สอนอธิบาย สาธิต และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในห้องเรียน
   - ☐ ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งานระบบและฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง
   - ☐ ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองจากคู่มือการใช้งานระบบจากนั้นผู้สอนอธิบาย สาธิต และให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติในห้องเรียนอีกครั้งหนึ่ง
3. วิธีการจัดกลุ่มผู้เรียน
   - ☐ ผู้เรียนจัดกลุ่มด้วยตนเอง
   - ☐ ผู้สอนทำการจัดกลุ่ม
4. วิธีการคัดเลือกหัวหน้ากลุ่ม
   - ☐ ผู้เรียนภายในกลุ่มคัดเลือกด้วยตนเอง
   - ☐ ผู้สอนทำการคัดเลือก

ตอนที่ 2 ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ: เป็นขั้นการเรียนการสอนบนเว็บโดยมีการเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนและการทำกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีลักษณะเป็นกลุ่มเรียนย่อย

1. ความเหมาะสมของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1 ในการนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนบนเว็บ

☐ เหมาะสม ☐ ไม่เหมาะสม

2. กระบวนการสอนที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีลักษณะอย่างไร

☐ ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมกลุ่มด้วยตนเองทุกขั้นตอนโดยไม่มีผู้สอนคอยชี้แนะ

☐ ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาด้วยตนเองร่วมกับมีผู้สอนคอยชี้แนะในการทำกิจกรรมกลุ่ม

☐ ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมกลุ่มโดยมีผู้สอนคอยชี้แนะตลอดการทำกิจกรรม

3. การเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียน ควรมีวิธีการอย่างไร

☐ มีการนำเสนอเนื้อหาระดับเดียวกันทั้งบทเรียนที่สอดคล้องกับระดับความรู้ผู้เรียนที่แบ่งกลุ่ม

☐ มีการปรับการนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนขณะนั้นตลอดทั้งบทเรียน

☐ ใช้รูปแบบการนำเสนอแบบเดียวกันทุกบทเรียนที่สอดคล้องกับระดับความรู้ผู้เรียนที่แบ่งกลุ่ม

4. ลักษณะของแบบฝึกหัดทบทวนความรู้สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีลักษณะอย่างไร

☐ มีข้อคำถามที่หลากหลายระดับความรู้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน

☐ มีข้อคำถามที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น

☐ มีข้อคำถามในระดับความรู้ใดระดับความรู้หนึ่งเท่านั้นตลอดทั้งบทเรียน

5. โจทย์ปัญหาสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ควรมีลักษณะอย่างไร

☐ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพของผู้เรียน

☐ ปัญหาที่มีวิธีการแก้ไขมากกว่า 1 วิธี

☐ ปัญหาทั่วไปที่พบเห็นบ่อยเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

6. ลักษณะของแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรมีลักษณะอย่างไร

☐ แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามที่หลากหลายระดับความรู้สอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน

☐ แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในขณะนั้น

☐ แต่ละหน่วยการเรียนย่อยควรมีข้อคำถามในระดับความรู้ใดระดับความรู้หนึ่งเท่านั้นตลอดทั้งบทเรียน

ตอนที่ 3 การวัดและการประเมินผล: เป็นวิธีการวัดและประเมินผลสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บรายบุคคลและรายกลุ่ม

1. การส่งไฟล์งานแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วยการเรียน ควรใช้วิธีการอย่างไร
   - ☐ ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS ในรูปแบบคำตอบออนไลน์
   - ☐ ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS โดยการอัพโหลดไฟล์
2. การส่งข้อมูลแสดงความคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ควรใช้วิธีการอย่างไร
   - ☐ ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS ในรูปแบบคำตอบออนไลน์
   - ☐ ให้ผู้เรียนส่งผ่านระบบ LMS โดยการอัพโหลดไฟล์
3. ผู้ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลแสดงความคิดเห็นผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม
   - ☐ หัวหน้ากลุ่ม
   - ☐ สมาชิกคนใดคนหนึ่งในกลุ่ม
4. รูปแบบการประเมินผลสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน ควรมีวิธีการอย่างไร
   - ☐ มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง และเฉลยคำตอบทุกแบบทดสอบ
   - ☐ มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง และเฉลยคำตอบเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นหลังเรียนเท่านั้น
   - ☐ มีการแจ้งจำนวนข้อสอบที่ตอบถูกต้อง แต่ไม่มีการเฉลยคำตอบ
5. เครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับวัดและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ควรพิจารณาอย่างไร
   - ☐ ผลสำเร็จของงาน
   - ☐ กระบวนการดำเนินงานของกลุ่ม
   - ☐ ทำข้อสอบวัดความรู้

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

3. แบบสัมภาษณ์คุณลักษณะสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

แบบสัมภาษณ์คุณลักษณะสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์นี้เป็นการสอบถามเกี่ยวกับความรู้ ประสบการณ์ ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต การสืบค้นข้อมูลผ่านเว็บและสิ่งที่นักศึกษาต้องการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับประเด็นคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์นักศึกษา

ประเด็นคำถาม

1. วิธีการแนะนำขั้นตอนการเรียนตามรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บควรเป็นอย่างไร
2. ลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนที่นักศึกษาต้องการควรมีลักษณะอย่างไร
3. เครื่องมือที่นักศึกษาสามารถใช้เพื่อการเรียนการสอนบนเว็บคืออะไรบ้าง
4. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ควรมีลักษณะอย่างไร
5. กิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นควรมีลักษณะอย่างไร
6. วิธีการศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม ควรเป็นอย่างไร
7. วิธีประเมินผลงานที่ได้รับมอบหมายในแต่ละหน่วยการเรียนควรเป็นอย่างไร
8. วิธีสรุปผลการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียน ควรเป็นอย่างไร
9. นักศึกษายินดีที่จะเรียนตามรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บหรือไม่เพราะอะไร

4. แบบประเมินรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)

แบบประเมินรูปแบบการสอน

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของรูปแบบการสอนได้จากเอกสารประกอบการประเมินรูปแบบการสอน

เอกสารประกอบการประเมินรูปแบบ ประกอบด้วย

- รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
  เอกสารหมายเลข 1 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
  เอกสารหมายเลข 2 ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ
  เอกสารหมายเลข 3 องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย (TEAM STUDY) โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- คำอธิบายรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

แบบประเมินรูปแบบการสอน

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีคุณภาพสูงขึ้นต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. รูปแบบการสอนสอดคล้องกับหลักการแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเรียนการสอน					
2. องค์ประกอบรูปแบบการสอน ประกอบด้วย (1) ปัจจัยนำเข้า (2) กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (3) ผลผลิต (4) ข้อมูลป้อนกลับ					
3. การจัดลำดับองค์ประกอบในการพัฒนารูปแบบการสอนชัดเจน ต่อเนื่อง					
4. แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน					
5. การเรียบเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบการสอนมีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย					
6. ภาพรวมขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ปัจจัยนำเข้า					
1.1 กำหนดเป้าหมายในการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ					
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน					
1.3 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่เหมาะสมต่อความสามารถของผู้เรียน					
1.4 กำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
1.5 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ					
1. **ขั้นเตรียมการ**					
1.1 ปฐมนิเทศ 1. แจกเอกสารแนะนำระบบการสอนบนเว็บและคู่มือการใช้งาน					
2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการสอน กิจกรรม วันและเวลาเรียน การประเมินผล					
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน 1. ชี้แจงวิธีการลงทะเบียนเรียน (กำหนดชื่อเรียกและรหัสผ่าน) และการตรวจสอบการลงทะเบียน					
2. แนะนำการใช้เครื่องมือและการทำกิจกรรมการเรียนบนเว็บ					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ขั้นเตรียมการ					
1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน 1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 3-4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกัน (คละเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน) โดยใช้เกรดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์					
2. มอบหมายความรับผิดชอบของผู้เรียน (แต่งตั้งหัวหน้ากลุ่ม)					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ					
2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน					
2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ 1. นำเสนอเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดียที่ตรงตามความสามารถทางการเรียนที่ได้รับของแต่ละบุคคล					
2. ใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) สำหรับทำกิจกรรมกลุ่ม และตอบข้อสงสัยในบทเรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ					
การเรียนอัจฉริยะแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Intelligent Cooperative Learning using STAD Technique)					
2.2.1 เสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation)					
1. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนเก่ง					
2. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนปานกลาง					
3. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนอ่อน					
4. การจัดลำดับขั้นตอนในระบบการสอนอัจฉริยะมีความสัมพันธ์ สอดคล้องส่งเสริมซึ่งกันและกัน					
5. ความเหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันด้วยระบบการสอนอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.2.2 เรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study)					
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ มีความสอดคล้องและเหมาะสมในระดับใด					
1. ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง (Fact-finding)					
2. ขั้นการรู้ปัญหา (Problem-finding)					
3. ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)					
4. ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)					
5. ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.2.3 ทดสอบย่อย (Test)					
1. ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนของตนเอง (Adaptive Testing) ด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน					
2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores)					
2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition)					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					
2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล ใช้การวัดและการประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงตลอดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
3. ผลผลิต ประกอบด้วย การประเมินผล 2 ด้าน					
3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
3.2.1 ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถสรุปและกำหนดประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบ					
3.2.2 ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหา					
3.2.3 ความสามารถในการระบุสาเหตุ แยกแยะประเด็นของปัญหา และหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม					
3.2.4 ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา					
3.2.5 ความสามารถในการวิเคราะห์ตรวจสอบและยอมรับวิธีแก้ปัญหา					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วย การให้ข้อมูลป้อนกลับไปที่กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บและปัจจัยนำเข้า 4 ด้าน					
4.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					
4.2 ความคิดเห็นของผู้เรียน					
4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
4.4 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

5. แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านเนื้อหา
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
สำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของระบบการสอน

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารประกอบการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านเนื้อหา
2. ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

   URL : webcit.cit.kmutnb.ac.th

3. ผังโครงสร้างเว็บไซต์ (Flowchart) ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้เรียน)
4. รายละเอียดรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)
5. แผนการสอนรายสัปดาห์ จำนวน 16 สัปดาห์ รวม 16 แผนการสอน
6. เอกสารประกอบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

   เอกสารหมายเลข 1 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

   เอกสารหมายเลข 2 ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ

   เอกสารหมายเลข 3 องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย (TEAM STUDY) โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

   - คำอธิบายรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

7. คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา
สำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาสำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของระบบได้จากเอกสารประกอบการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บให้มีคุณภาพสูงขึ้นต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1.2 การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม และมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง					
1.3 ปริมาณเนื้อหาในแต่ละบทเรียน					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.5 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน					
1.6 ตัวอย่างและโจทย์ปัญหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1.7 ตัวอย่างสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียนและระดับผู้เรียน					
1.8 โจทย์ปัญหาสัมพันธ์กับเนื้อหาบทเรียน					
1.9 โจทย์ปัญหาสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
1.10 บทเรียนมีความน่าสนใจ					
1.11 ความเหมาะสมของแผนการสอน					
1.12 ภาพรวมขององค์ประกอบด้านเนื้อหามีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการ					
2. ด้านกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
2.1 กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของระบบการสอน					
2.2 เครื่องมือในการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนแบบร่วมมือ					
2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมลำดับการเรียนรู้อย่างเหมาะสม					
2.4 มีแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์					
2.5 การออกแบบกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2.6 ภาพรวมขององค์ประกอบด้านกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการ และสอดคล้องกับระบบการสอน					
3. ด้านภาพและภาษา					
3.1 ความสัมพันธ์ของภาพและเนื้อหาที่นำเสนอมีความสอดคล้องกัน					
3.2 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม					
3.3 ภาพที่นำเสนอมีความชัดเจน สื่อความหมาย					
3.4 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งภาพ					
3.5 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย					
4. ด้านตัวอักษรและสี					
4.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอภาพรวม					
4.2 ขนาดของอักษรที่ใช้ในการนำเสนอโดยภาพรวม					
4.3 สีของตัวอักษรโดยภาพรวม					
4.4 สีของพื้นหลังบทเรียนโดยภาพรวม					
5. ด้านแบบทดสอบ					
5.1 ความชัดเจนของคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ					
5.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหาบทเรียน					
5.3 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับข้อคำถาม					
5.4 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับความเหมาะสมของระดับข้อคำถาม					
5.5 จำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบ					
5.6 ความเหมาะสมของตัวเลือก					
5.7 ความเหมาะสมของรูปภาพในแบบทดสอบ					
5.8 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับรูปแบบการตรวจปรับ					
5.9 ภาพรวมขององค์ประกอบด้านแบบทดสอบมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการ และตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
6. ด้านแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน					
6.1 ความชัดเจนของคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ					
6.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
6.3 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับข้อคำถาม					
6.4 จำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบ					
6.5 ความเหมาะสมของตัวเลือก					
6.6 ความเหมาะสมในการวัดผลระหว่างแบบทดสอบกับข้อคำถามในการปรับเปลี่ยน (Adaptive)					
6.7 การตรวจปรับเพื่อเสริมแรงอย่างเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน					
6.8 ภาพรวมขององค์ประกอบด้านแบบทดสอบมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการ และตรงตามระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนแต่ละระดับ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

6. แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ
สำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของระบบการสอน

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารประกอบการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับระบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

1. แบบประเมินคุณภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

2. ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

URL : webcit.cit.kmutnb.ac.th

3. ผังโครงสร้างเว็บไซต์ (Flowchart) ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้เรียน)

4. รายละเอียดรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)

5. แผนการสอนรายสัปดาห์ จำนวน 16 สัปดาห์ รวม 16 แผนการสอน

6. เอกสารประกอบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

เอกสารหมายเลข 1 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

เอกสารหมายเลข 2 ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ

เอกสารหมายเลข 3 องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย (TEAM STUDY) โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

- คำอธิบายรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

7. คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ
สำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ)

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของระบบได้จากเอกสารประกอบการประเมินคุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บให้มีคุณภาพสูงขึ้นต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ด้านการออกแบบบทเรียน					
1.1 มีการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ชัดเจน					
1.2 การออกแบบบทเรียนมีความเหมาะสมตอบสนองความแตกต่างในระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน					
1.3 การออกแบบขั้นตอนการศึกษาบทเรียนมีความเหมาะสมตอบสนองความแตกต่างในระดับความสามารถทางการเรียนของผู้เรียน					
1.4 การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ					
1.5 ภาพรวมของการออกแบบสอดคล้องกับรูปแบบการสอนที่พัฒนา					
2. ด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.1 การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมความร่วมมือในการเรียนระหว่างผู้เรียน					
2.2 เครื่องมือในการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning)					
2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมลำดับการเรียนรู้อย่างเหมาะสม					
2.4 การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบฝึกทบทวนความรู้)					
2.5 การออกแบบกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
2.6 มีการป้อนกลับ (Feedback) เพื่อเสริมแรงอย่างเหมาะสม					
3. ด้านการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ					
3.1 ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในส่วนของระบบผู้เรียน					
3.2 ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บในส่วนของระบบผู้สอน					

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
3.3 การออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
3.4 ภาพรวมขององค์ประกอบด้านออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ มีความสมบูรณ์ครอบคลุมความต้องการ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

7. แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค)

แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค)

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพด้านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์ของระบบการสอน

1. เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา และทักษะการทบทวนคำตอบ

2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันเมื่อใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารประกอบการประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

1. แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
2. ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

   URL : webcit.cit.kmutnb.ac.th
3. ผังโครงสร้างเว็บไซต์ (Flowchart) ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
4. รายละเอียดรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)
5. เอกสารประกอบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

   เอกสารหมายเลข 1 รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

   เอกสารหมายเลข 2 ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียน 3 ระดับ

   เอกสารหมายเลข 3 องค์ประกอบการเรียนเป็นกลุ่มย่อย (TEAM STUDY) โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

   - คำอธิบายรายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
6. คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

แบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค)

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยแบ่งหัวข้อในการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1.1 การประเมินระบบด้าน Functional Requirement Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีความสามารถตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากน้อยเพียงใด

1.2 การประเมินระบบด้าน Functional Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่พัฒนานั้นมีความถูกต้องตามหน้าที่ (Function) การทำงานมากน้อยเพียงใด

1.3 การประเมินระบบด้าน Usability Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีความสามารถในการใช้งานต่าง ๆ และมีความง่ายในการใช้งานมากน้อยเพียงใด

1.4 การประเมินระบบด้าน Security Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด

1.5 การประเมินระบบด้าน Performance Test เป็นการประเมินเพื่อดูว่าระบบที่ได้พัฒนานั้นมีความเร็วในการทำงานมากน้อยเพียงใด

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บให้มีคุณภาพสูงขึ้นต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ประเมินระบบด้าน Functional Requirement Test

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
ส่วนของระบบ					
1. ความสามารถในการแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันตามรูปแบบ STAD (Student Teams Achievement Division)					
2. ความสามารถในการนำเสนอบทเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน					
3. ความสามารถในการนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Excercise) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน					
4. ความสามารถในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน					
5. ความสามารถในการตรวจคำตอบในการทำแบบทดสอบของผู้เรียน					
6. ความสามารถในการคิดคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนและของกลุ่มตามรูปแบบ STAD					
7. ความสามารถในการปรับแต่งบทเรียน					
8. ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับผู้สอน					
9. ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์บนเว็บสนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning)					
ส่วนของผู้เรียน					
1. ความสามารถในการลงทะเบียน					
2. ความสามารถในการจัดการข้อมูลส่วนตัว					
3. ความสามารถในการสนทนาผ่านเว็บบอร์ด (Webboard) สนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือ					
4. ความสามารถในการทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มผ่านห้องสนทนา (Chatroom) สนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือ					
5. ความสามารถในการส่งไฟล์แบบฝึกหัด					

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
6. ความสามารถในการตรวจสอบผลการเรียน					
7. ความสามารถในการตรวจสอบประวัติการเข้าเรียน					
ส่วนของผู้สอน					
1. ความสามารถในการจัดการข้อมูลของผู้เรียน					
2. ความสามารถในการจัดการข้อมูลแบบทดสอบ					
3. ความสามารถในการจัดการข้อมูลแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
4. ความสามารถในการตรวจสอบไฟล์งานของผู้เรียน					
5. ความสามารถในการแจกดาวหรือคะแนนโบนัสให้กับผู้เรียน					
6. ความสามารถในจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล					
7. ความสามารถในจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม					
8. ความสามารถในการจัดการข้อมูลเว็บบอร์ด (Webboard)					
9. ความสามารถในการดูข้อมูลการทำกิจกรรมผ่านห้องสนทนากลุ่ม					
10. ความสามารถในการจัดกลุ่มผู้เรียนตามรูปแบบ STAD และดูข้อมูลการจัดกลุ่ม					
11. ความสามารถในการดูรายงานผลการเรียนต่าง ๆ ของผู้เรียน					
12. ความสามารถในการจัดการข้อมูลข่าวประกาศ					
13. ความสามารถในการจัดการข้อมูลแหล่งการเรียนรู้					

ประเมินระบบด้าน Functional Test

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการแบ่งกลุ่มเรียนตามความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันตามรูปแบบ STAD (Student Teams Achievement Division)					
2. ความถูกต้องในการจัดกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมเป็นรายกลุ่มผ่านห้องสนทนา (Chatroom) สนับสนุนการเรียนแบบร่วมมือ					
3. ความถูกต้องในการตรวจคำตอบในการทำแบบทดสอบของผู้เรียน					
4. ความถูกต้องในการคิดคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนและของกลุ่มตามรูปแบบ STAD (Student Teams Achievement Division)					
5. ความถูกต้องในการคิดคะแนนแบบทดสอบต่าง ๆ					
6. ความถูกต้องในการคิดคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนเป็นรายกลุ่ม					
7. ความถูกต้องในการนำเสนอเนื้อหาแบบปรับตัวให้กับผู้เรียนตามความสามารถทางการเรียน (Adaptive Content)					
8. ความถูกต้องในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนให้กับผู้เรียนตามความสามารถทางการเรียน (Adaptive Testing)					

ประเมินระบบด้าน Usability Test

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายและความสะดวกในการใช้งาน					
2. ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางส่วนต่าง ๆ บนจอภาพ					
3. ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ					
4. ความเหมาะสมของตัวอักษรเกี่ยวกับขนาด สี ความชัดเจนง่ายต่อการอ่าน					
5. ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอในแต่ละหน้าจอ					

ประเมินระบบด้าน Security Test

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ประสิทธิภาพในการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งานบทเรียน					
2. ประสิทธิภาพในการตรวจสอบสิทธิ์ในการทำแบบทดสอบต่าง ๆ					
3. ประสิทธิภาพของการเข้าถึงการจัดการข้อมูลในส่วนของผู้เรียน					
4. ประสิทธิภาพของการเข้าถึงการจัดการข้อมูลในส่วนของผู้สอน					
5. ประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนเมื่อพบข้อผิดพลาดในการใช้งาน					

ประเมินระบบด้าน Performance Test

รายละเอียดการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความเร็วในการตอบสนองระบบในภาพรวม					
2. ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล					
3. ความเร็วในการติดต่อกับฐานข้อมูล					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

8. แบบประเมินแผนการสอนรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)

แบบประเมินแผนการสอน

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินแผนการสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินแผนการสอน 350151 รายวิชาวงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของแผนการสอนรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 ได้จากแผนการสอนรายสัปดาห์

เอกสารประกอบการประเมินแผนการสอน ประกอบด้วย

- รายละเอียดรายวิชาวงจรดิจิตอล 1
- แผนการสอนรายสัปดาห์ จำนวน 16 สัปดาห์ รวม 16 แผนการสอน

แบบประเมินแผนการสอน

ชื่อผู้ประเมิน : .....

ตำแหน่ง : .....

สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงแผนการสอนให้มีคุณภาพสูงขึ้นต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดแผนการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ภาพรวมองค์ประกอบของแผนการสอน 1.1 กำหนดองค์ประกอบของแผนการสอน ครบถ้วน ครอบคลุมความต้องการและความจำเป็นของแผนการสอน					
1.2 องค์ประกอบแผนการสอน ประกอบด้วย (1) รหัสและชื่อรายวิชา (2) จำนวนหน่วยกิต (3) อาจารย์ผู้สอน (4) สัปดาห์ที่เรียน (5) บทเรียนที่ต้องเรียนมาก่อน (6) บทเรียนที่ต้องเรียนพร้อมกัน (7) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (8) เนื้อหา (9) สื่อการเรียนการสอน (10) กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
1.3 การจัดลำดับองค์ประกอบในแผนการสอนมีความชัดเจนและต่อเนื่อง					
1.4 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน					
1.5 การเรียบเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบการสอนมีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย					
1.6 ภาพรวมขององค์ประกอบของแผนการสอนมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามเนื้อหารายวิชา					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายละเอียดแผนการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ชื่อของแผนการสอน 2.1 ชื่อของแผนการสอนสัมพันธ์สอดคล้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ ของแผนการสอน					
2.2 ชื่อของแผนการสอนใช้ถ้อยคำเหมาะสม เข้าใจง่าย					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					
3. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการสอนมีความสอดคล้องและสัมพันธ์ตรงตามเนื้อหาวิชารายสัปดาห์					
3.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความชัดเจน สามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					
4. เนื้อหา 4.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และสามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
4.2 เนื้อหามีความเหมาะสม และสอดคล้องกับแผนการสอนรายสัปดาห์					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดแผนการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
5. สื่อการเรียนการสอน 5.1 มีการกำหนดรายการ และจำนวนสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนการสอนชัดเจน นำไปสู่การจัดเตรียมได้ง่ายและสะดวก					
5.2 รายการสื่อการเรียนการสอนมีการเรียบเรียงตามลำดับการใช้ในการเรียนการสอนอย่างเหมาะสม					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					
6. กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 6.1 องค์ประกอบกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (1) กระบวนการเรียนรู้/วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (2) เนื้อหาการเรียนรู้ (3) กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์/การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล/รายกลุ่ม (4) กิจกรรมผู้เรียน (5) แหล่งการเรียนรู้/สื่อ (6) การประเมินผล					
6.2 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน					
6.3 การดำเนินการกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละขั้นตอนมีความชัดเจนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการเรียนได้					
6.4 กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ สามารถนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้านและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					

รายละเอียดแผนการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
6.5 โจทย์ปัญหาในส่วนของกิจกรรมผู้เรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาการเรียนรู้สามารถนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้					
6.6 การใช้วิธีประเมินผลเหมาะสมกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด					
6.7 ภาพรวมขององค์ประกอบกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความสมบูรณ์ และครอบคลุมความต้องการตรงตามเนื้อหารายวิชา					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

( )

ผู้ประเมิน

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

9. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (Web CITS)

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งาน
ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
เชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ โดยผลสรุปจากการสอบถามจะรายงานผลในภาพรวมซึ่งไม่มีผลเสียใด ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับตัวท่าน จึงขอความร่วมมือจากนักศึกษาได้โปรดให้ข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อไป

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 ด้านดังนี้

- ด้านเนื้อหา
- ด้านการออกแบบ
- ด้านการเรียนการสอน

2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริง โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจจากการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาของบทเรียนทำให้เกิดความเข้าใจ					
2. เนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอเหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน					
3. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น					
4. ความยาวของเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน					
5. การนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Excercise) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น					
6. การนำเสนอบทเรียนเป็นไปตามลำดับ					
7. ภาพประกอบมีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
8. ตัวอย่าง และโจทย์ปัญหามีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น					
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน					
10. การสนทนากลุ่มเพื่อทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน					
ด้านการออกแบบ					
1. ความเหมาะสมของการออกแบบส่วนประกอบของจอภาพ					
2. ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอการปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้งาน (User Interface)					
3. ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ					
4. ความเหมาะสมของการใช้สี และขนาดตัวอักษร					
5. ความต่อเนื่องในการใช้งานระบบ					

รายละเอียดการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
6. ความสามารถของระบบในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน					
ด้านการเรียนการสอน					
1. การลงทะเบียน					
2. การจัดกลุ่มผู้เรียน					
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอสื่อตามระดับความสามารถทางการเรียน					
4. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Excercise) ตามระดับความสามารถทางการเรียน					
5. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนตามระดับความสามารถทางการเรียน					
6. ความสะดวกในการจัดการข้อมูลส่วนตัว					
7. ความสะดวกในการส่งไฟล์แบบฝึกหัด					
8. ความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านสื่อการเรียนรู้ อาทิ กระดานสนทนา (Webboard) ห้องสนทนา (Chatroom)					
9. ความสะดวกในการตรวจสอบผลการเรียนต่าง ๆ					
10. ความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน					
11. ความเหมาะสมในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาด					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณนักศึกษาทุกท่าน

สำหรับความตั้งใจในการเรียนและการทำแบบสอบถามนะคะ ^_^

อาจารย์พินันทา ฉัตรวัฒนา (PTN)

10. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CIT Model)

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นในด้านกระบวนการสอนและกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance 5 ขั้น โดยมีลักษณะการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่เป็นลักษณะรายบุคคลและรายกลุ่ม

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามความเป็นจริงโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. นักศึกษาเคยเรียนบนเว็บหรือไม่

☐ เคย

ลักษณะการเรียน .....

☐ ไม่เคย

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบ

กิจกรรมการเรียนการสอน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ขั้นเตรียมการ					
1. การปฐมนิเทศ					
2. แจกเอกสารคู่มือการใช้งาน					
3. การลงทะเบียนและฝึกปฏิบัติ					
4. การแนะนำบทเรียน					
5. การจัดกลุ่มผู้เรียน					
ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ					
1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน					
2. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน					
3. ทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียน					
4. เสนอเนื้อหาบทเรียนแบบอัจฉริยะ (สอดคล้องกับระดับความสามารถทางการเรียนที่จัดกลุ่ม)					
5. ทำแบบฝึกทบทวนความรู้ (Excersice) แต่ละหน่วยการเรียน					
6. ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน รวม 5 กิจกรรม					
7. ทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียนรายบุคคลที่ตรงกับความสามารถทางการเรียน					
8. ทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียน					
9. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน					
10. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน					

กิจกรรมการเรียนการสอน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
การเรียนด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ					
1. มีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนแต่ละคน					
2. มีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Excercise) ตรงตามระดับความสามารถทางการเรียนที่ช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น					
3. มีแบบทดสอบย่อยที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในการพัฒนาความรู้					
4. มีกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องต่อการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
5. นักศึกษาสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้องเรียนได้มากขึ้นผ่านเครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บ					
6. นักศึกษามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น					
7. นักศึกษามีความสุขต่อการเรียนมากขึ้น					
8. นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น					
9. นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ตรงกับระดับความสามารถทางการเรียนมากขึ้น					
10. นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น					
11. นักศึกษามีทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มากขึ้น					
12. สามารถพัฒนาผลการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น					
13. นักศึกษาต้องการให้มีรูปแบบการสอนในลักษณะนี้สำหรับรายวิชาอื่น ๆ					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณนักศึกษาทุกท่าน
สำหรับความตั้งใจในการเรียนและการทำแบบสอบถามนะคะ ^_^
อาจารย์พินันทา ฉัตรวัฒนา (PTN)

11. แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับการวัดการรู้คิด

การแบ่งเนื้อหารายวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2551) โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยเนื้อหาบทเรียนดังนี้

บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก

1.1 หลักการแสดงตัวเลข

1.2 การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ

1.2.1 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ

1.2.2 การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ

1.2.3 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 (คำนวณข้ามเลขฐาน)

1.3 การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ

1.3.1 BCO-Binary Code Octal

1.3.2 BCH-Binary Code Hexadecimal

1.4 การบวก ลบ เลขฐานต่าง ๆ

1.4.1 การบวก ลบ เลขฐาน 2

1.4.2 การบวก ลบ เลขฐาน 8

1.4.3 การบวก ลบ เลขฐาน 16

1.5 การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน

บทที่ 2 รหัสไบนารี่

2.1 นิยาม

2.2 โครงสร้างของรหัสไบนารี่

2.3 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต

2.4 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิต

2.5 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิต

2.6 รหัสแอสกี้ (ASCII Code)

2.7 รหัสเกรย์ (Gray Code)

2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number

2.8.1 หลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement

2.8.2 การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement
2.8.3 การเปลี่ยนเลขฐาน 2 ในรูปแบบ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10
2.8.4 การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.5 การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.6 การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.9 การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต
2.9.1 หลักการคำนวณ
2.9.2 การบวกด้วยรหัส 8-4-2-1
2.9.3 การบวกด้วยรหัส Excess-3 (XS3 Code)
2.9.4 การบวกด้วยรหัส 2*421 (Aiken Code)

บทที่ 3 ลอจิกเกต
3.1 ประเภทของลอจิกเกต
3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน
3.2.1 AND-Gate (Conjunction)
3.2.2 OR-Gate (Disjunction)
3.2.3 NOT-Gate (Negative)
3.3 ลอจิกเกตผสม
3.3.1 NAND-Gate
3.3.2 NOR-Gate
3.4 ลอจิกเกตพิเศษ
3.4.1 Exclusive-OR Gate
3.4.2 Exclusive-NOR Gate
3.5 ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก
3.6 ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก

บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก
4.1 หลักการเขียนสมการ
4.1.1 สมการ Minterm
4.1.2 สมการ Maxterm
4.2 การวิเคราะห์วงจรลอจิก
4.2.1 โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้

4.3 การสังเคราะห์วงจรลอจิก

4.3.1 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิก

4.3.2 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา

4.4 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Expression)

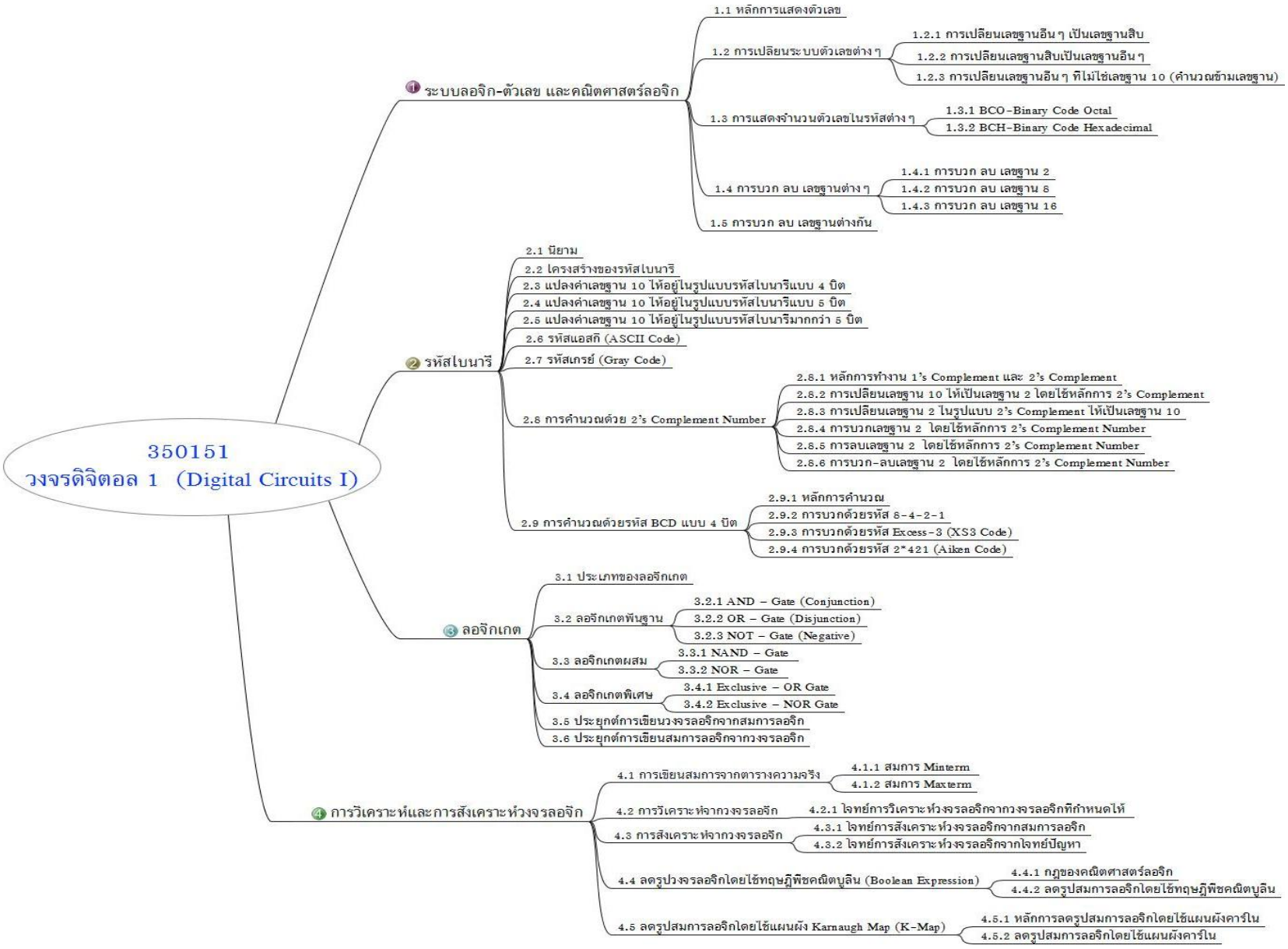
4.4.1 กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก

4.4.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน

4.5 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผัง Karnaugh Map (K-Map)

4.5.1 หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน

4.5.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน



ภาพที่ ข-1 การวิเคราะห์เนื้อหาด้วยแผนภูมิปะการัง

ตารางที่ ข-1 แบบประเมินความสำคัญของหัวข้อย่อย

List of Sub-Topic	Criteria			Finalize	
	1	2	3	A	R
1. ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก					
1.1 หลักการแสดงตัวเลข	X	X	O	✓	
1.2 การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ 1.2.1 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ 1.2.2 การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ 1.2.3 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10	X	X	O	✓	
1.3 การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ 1.3.1 BCO-Binary Code Octal 1.3.2 BCH-Binary Code Hexadecimal	X	X	O	✓	
1.4 การบวก ลบ เลขฐานต่าง ๆ 1.4.1 การบวก ลบ เลขฐาน 2 1.4.2 การบวก ลบ เลขฐาน 8 1.4.3 การบวก ลบ เลขฐาน 16	X	X	O	✓	
1.5 การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน	X	X	O	✓	
2. รหัสไบนารี่					
2.1 นิยาม	X	I	O	✓	
2.2 โครงสร้างของรหัสไบนารี่	X	I	O	✓	
2.3 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ แบบ 4 บิต	X	X	O	✓	
2.4 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ แบบ 5 บิต	X	X	O	✓	
2.5 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ มากกว่า 5 บิต	X	X	O	✓	
2.6 รหัสแอสกี้ (ASCII Code)	X	I	O	✓	
2.7 รหัสเกรย์ (Gray Code)	X	X	O	✓	
2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number 2.8.1 หลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement	X	X	O	✓	

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

List of Sub-Topic	Criteria			Finalize	
	1	2	3	A	R
2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number 2.8.2 การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement 2.8.3 การเปลี่ยนเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10 2.8.4 การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number 2.8.5 การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number 2.8.6 การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number	X	X	O	✓	
2.9 การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต 2.9.1 หลักการคำนวณ 2.9.2 การบวกด้วยรหัส 8-4-2-1 2.9.3 การบวกด้วยรหัส Excess-3 (XS3 Code) 2.9.4 การบวกด้วยรหัส 2*421 (Aiken Code)	X	X	O	✓	
3. ลอจิกเกต					
3.1 ประเภทของลอจิกเกต	X	I	O	✓	
3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน 3.2.1 AND-Gate (Conjunction) 3.2.2 OR-Gate (Disjunction) 3.2.3 NOT-Gate (Negative)	X	X	O	✓	
3.3 ลอจิกเกตผสม 3.3.1 NAND-Gate 3.3.2 NOR-Gate	X	X	O	✓	
3.4 ลอจิกเกตพิเศษ 3.4.1 Exclusive-OR Gate 3.4.2 Exclusive-NOR Gate	X	X	O	✓	
3.5 ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก	X	X	O	✓	
3.6 ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก	X	X	O	✓	

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

List of Sub-Topic	Criteria			Finalize	
	1	2	3	A	R
4. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก					
4.1 หลักการเขียนสมการ 4.1.1 สมการ Minterm 4.1.2 สมการ Maxterm	X	X	O	✓	
4.2 การวิเคราะห์วงจรลอจิก 4.2.1 โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้	X	X	O	✓	
4.3 การสังเคราะห์วงจรลอจิก 4.3.1 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิก 4.3.2 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา	X	X	O	✓	
4.4 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน 4.4.1 กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก 4.4.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน	X	X	O	✓	
4.5 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผัง Karnaugh Map 4.5.1 หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน 4.5.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน	X	X	O	✓	

1 = Promotes Problem Solving (ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในการเรียน)

2 = Promotes Learning Skill (ส่งเสริมทักษะในการทำงานให้ถูกต้องและสมบูรณ์)

3 = Promotes Transfer Value (ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดี)

A = Accept

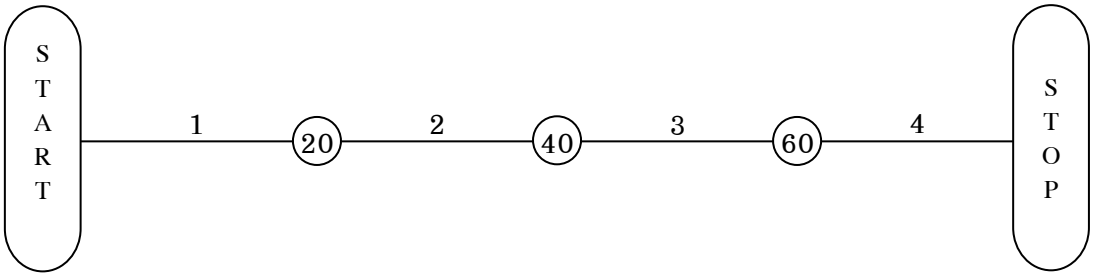
R = Reject

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Criteria)

	Criteria		
	1	**2**	**3**
	X	X	X
	X	X	I
	X	X	O
	X	I	X
	X	I	I
	X	I	O
	X	O	X
	X	O	I
	I	X	X
	I	X	I
	I	X	O
	I	I	X
Accept	I	I	I
Reject	*I*	*O*	*O*
	O	*I*	*O*
	O	*O*	*I*
	I	*I*	*O*
	O	*I*	*I*
	I	*O*	*I*
	X	*O*	*O*
	O	*X*	*O*
	O	*O*	*X*
	O	*O*	*O*

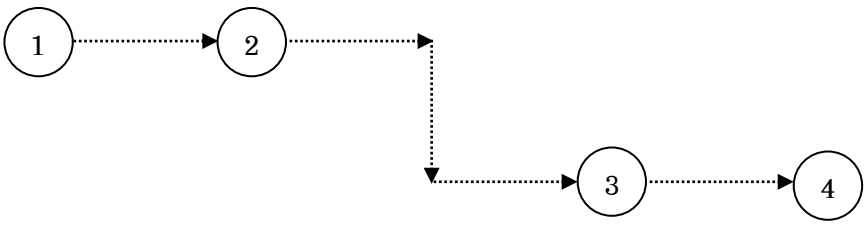
การจัดลำดับเนื้อหาโดยใช้ Network Diagram

Network Diagram of Sub-Topic



1. ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก
2. รหัสไบนารี่
3. ลอจิกเกต
4. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก

Selected Direction:



ตารางที่ ข-2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

List of Objectives	Level			Type			List of Test
	RK	AK	TK	C	P	Af	
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก							
1. บอกหลักการแสดงตัวเลขของระบบเลขฐานต่าง ๆ ได้	✓			✓			
2. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
3. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
4. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 ได้อย่างถูกต้อง (คำนวณข้ามเลขฐาน)		✓		✓			
5. อธิบายหลักการแสดงตัวเลขในรูปแบบ BCO-Binary Code Octal ได้	✓			✓			
6. อธิบายหลักการแสดงตัวเลขในรูปแบบ BCH-Binary Code Hexadecimal ได้	✓			✓			
7. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐาน โดยใช้รูปแบบ BCO-Binary Code Octal ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
8. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐาน โดยใช้รูปแบบ BCH-Binary Code Hexadecimal ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
9. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 2 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
10. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 8 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
11. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 16 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
12. คำนวณการบวก ลบ เลขฐานต่างกันได้อย่างถูกต้อง			✓	✓			
13. บอกนิยามของรหัสไบนารี่ได้	✓			✓			
14. อธิบายโครงสร้างของรหัสไบนารี่ในแต่ละชนิดได้	✓			✓			
15. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิตได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
16. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิตได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

List of Objectives	Level			Type			List of Test
	RK	AK	TK	C	P	Af	
บทที่ 2 รหัสไบนารี่							
17. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิตได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
18. แปลงรหัสแอสกี้เป็นข้อความได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
19. แปลงข้อความเป็นรหัสแอสกี้ได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
20. อธิบายหลักการคำนวณโดยใช้รหัสเกรย์ได้	✓			✓			
21. คำนวณรหัสเกรย์เป็นเลขฐาน 2 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
22. คำนวณเลขฐาน 2 เป็นรหัสเกรย์ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
23. อธิบายหลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement ได้	✓			✓			
24. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
25. คำนวณเลขฐาน 2 ในรูปแบบ 2's Complement ให้อยู่ในรูปแบบเลขฐาน 10 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
26. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
27. คำนวณค่าด้วยวิธีการลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
28. คำนวณการบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้อย่างถูกต้อง			✓	✓			
29. อธิบายหลักการคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิตได้	✓			✓			
30. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัส 8-4-2-1 ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
31. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัส Excess-3 (XS3) ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
32. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัส 2*421 (Aiken) ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

List of Objectives	Level			Type			List of Test
	RK	AK	TK	C	P	Af	
บทที่ 3 ลอจิกเกต							
33. จำแนกประเภทของลอจิกเกตได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
34. บอกสัญลักษณ์ของลอจิกเกตพื้นฐานแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
35. เขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิกของลอจิกเกตพื้นฐานแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
36. เขียนตารางความจริงจากวงจรลอจิก และสมการลอจิกของลอจิกเกตพื้นฐานแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
37. บอกสัญลักษณ์ของลอจิกเกตผสมแต่ละชนิด ได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
38. เขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิกของลอจิกเกตผสมแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
39. เขียนตารางความจริงจากวงจรลอจิก และสมการลอจิกของลอจิกเกตผสมแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
40. บอกสัญลักษณ์ของลอจิกเกตพิเศษแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง	✓			✓			
41. เขียนตารางความจริงจากวงจรลอจิก และสมการลอจิกของลอจิกเกตพิเศษแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
42. เขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิกที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง			✓	✓			
43. เขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง			✓	✓			
บทที่ 4 การวิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรลอจิก							
44. อธิบายหลักการเขียนสมการ Minterm และ Maxterm จากตารางความจริงได้		✓		✓			
45. เขียนสมการ Minterm จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้		✓		✓			
46. เขียนสมการ Maxterm จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้		✓		✓			
47. คำนวณค่าด้วยวิธีการวิเคราะห์วงจรลอจิกตามสิ่งที่โจทย์ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

List of Objectives	Level			Type			List of Test
	RK	AK	TK	C	P	Af	
บทที่ 4 การวิเคราะห์และสังเคราะห์วงจรลอจิก							
48. คำนวณค่าด้วยวิธีการสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิกได้อย่างถูกต้อง		✓		✓			
49. คำนวณค่าด้วยวิธีการสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง			✓	✓			
50. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีนได้			✓	✓			
51. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้โดยใช้แผนผัง K-map ได้			✓	✓			

Level of Objective: RK = Recalled Knowledge (ขั้นฟื้นคืนความรู้ = จำ, เข้าใจ)
AK = Applied Knowledge (ขั้นประยุกต์ความรู้ = นำไปใช้)
TK = Transferred Knowledge (ขั้นส่งถ่ายความรู้ = วิเคราะห์)

Type of Objective: C = Cognitive Domain (ด้านพุทธิพิสัย)
P = Psychomotor Domain (ด้านทักษะพิสัย)
Af = Affective Domain (ด้านเจตพิสัย)

ตารางที่ ข-3 ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับการวัด

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นสร้างสรรค์ความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการแสดงตัวเลขของระบบเลขฐานต่าง ๆ ได้	✓								
แบบทดสอบ 1. ข้อใด<u>กล่าวไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับหลักการระบบเลขฐาน 2 ก. มีสภาวะการทำงาน 2 สภาวะ คือ 0 และ 1 (ข.) เป็นระบบตัวเลขที่นิยมนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ค. การทำงานอยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ ง. ตัวเลขในแต่ละค่าเรียกว่า บิต (Bit) 2. ข้อใด<u>กล่าวไม่ถูกต้อง</u> ก. เลขฐาน 10 ประกอบด้วยตัวเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ข. เลขฐาน 8 ประกอบด้วยตัวเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ค. เลขฐาน 16 ประกอบด้วยตัวเลข 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ A ถึง F (ง.) เลขฐาน 2 ประกอบด้วยตัวเลข 1 และ 2	✓ ✓								

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
แบบทดสอบ 3. ข้อใด<u>กล่าวไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับหลักการระบบเลขฐาน 8 ก. ตัวเลขที่มีค่าสูงสุดของเลขฐาน 8 คือ เลข 8 ข. เป็นระบบตัวเลขที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ ค. จำนวนตัวเลขในระบบเลขฐาน 8 มีทั้งหมด 8 ตัวเลข ง. ตัวเลขในระบบเลขฐาน ประกอบด้วย 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 4. ข้อใด<u>กล่าวถูกต้อง</u> ก. ระบบเลขฐานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน คือ ระบบเลขฐาน 16 ข. ตัวเลขในระบบเลขฐาน 10 ประกอบด้วย 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ค. ระบบเลขฐาน 2 เป็นตัวเลขที่มีการทำงานอยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ ง. จำนวนตัวเลขในระบบเลขฐาน 8 มีทั้งหมด 7 ตัวเลข	✓ ✓								

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
แบบทดสอบ 5. ข้อใด<u>กล่าวไม่ถูกต้อง</u> ก. ตัวเลขในระบบเลขฐาน 16 ประกอบด้วย ตัวเลข 10 จำนวนและตัวอักษรภาษาอังกฤษจำนวน 6 ตัว (ข.) ระบบตัวเลขที่มีการทำงานอยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่ คือระบบตัวเลขฐาน 10 ค. ระบบเลขฐาน 2 ตัวเลขในแต่ละตำแหน่งเรียกว่า บิต (Bit) ง. ระบบเลขฐาน 10 เป็นระบบตัวเลขที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	✓								
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบได้อย่างถูกต้อง		✓							
แบบทดสอบ 6. ตัวเลข 11101_2 มีค่าเท่ากับค่าเลขฐาน 10 ในข้อใด ก. 28_{10} (ข.) 29_{10} ค. 30_{10} ง. 31_{10}		✓							

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
แบบทดสอบ									
7. คำตอบในข้อใดถูกต้อง									
ก. 111110.010_2 เท่ากับ 62.5_{10}		✓							
ข. 706.50_8 เท่ากับ 444.625_{10}									
ค. 123.5_{16} เท่ากับ 271.312_{10}									
(ง.) $AF10.02_{16}$ เท่ากับ 44816.0078_{10}									
8. คำตอบในข้อใดไม่ถูกต้อง									
ก. $F16_{16}$ เท่ากับ 3862_{10}		✓							
(ข.) $5AC_{16}$ เท่ากับ 1052_{10}									
ค. $34E_{16}$ เท่ากับ 846_{10}									
ง. $D51_{16}$ เท่ากับ 3409_{10}									
9. คำตอบในข้อใดถูกต้อง									
(ก.) $54A1.11_{16}$ เท่ากับ 21665.066_{10}									
ข. 110011.11_2 เท่ากับ 50.75_{10}		✓							
ค. 111110.01_2 เท่ากับ 64.25_{10}									
ง. 746.11_8 เท่ากับ 286.14_{10}									
10. ตัวเลข $D2C.51_{16}$ มีค่าเท่ากับค่าเลขฐาน 10 ในข้อใด									
ก. 3342.316_{10}		✓							
ข. 3352.316_{10}									
ค. 3362.316_{10}									
(ง.) 3372.316_{10}									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง		✓							
แบบทดสอบ 11. ตัวเลข 196.23_{10} มีค่าตรงกับข้อใด ก. 11000101.00_2 ข. 11101100.00_2 (ค.) 304.16_8 ง. $D4.3A_{16}$ 12. ตัวเลข 452.44_{10} มีค่าตรงกับข้อใด ก. 111000001.01_2 (ข.) 704.34_8 ค. 714.16_8 ง. $C14.70_{16}$ 13. คำตอบในข้อใดไม่ถูกต้อง ก. 449.12_{10} เท่ากับ 111000001.00_2 ข. 452.12_{10} เท่ากับ 704.01_8 ค. 1014.12_{10} เท่ากับ 1766.01_8 (ง.) 2092.12_{10} เท่ากับ $C14.1E_{16}$		✓ ✓ ✓							

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
แบบทดสอบ 14. คำตอบในข้อใดถูกต้อง ก. 419.52_{10} เท่ากับ $2A3.85_{16}$ ข. 352.52_{10} เท่ากับ 440.41_{8} ค. 235.52_{10} เท่ากับ 11101111.10_{2} (ง.) 187.52_{10} เท่ากับ 10111011.10_{2} 15. ตัวเลข 332.24_{10} มีค่าตรงกับข้อใด (ก.) 101001100.00_{2} ข. 504.17_{8} ค. $EC.3D_{16}$ ง. $C14.D3_{16}$		✓ ✓							
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 4. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 ได้อย่างถูกต้อง (คำนวณข้ามเลขฐาน)		✓							
แบบทดสอบ 16. คำตอบในข้อใดไม่ถูกต้อง ก. 1100011111_{2} เท่ากับ $31F_{16}$ ข. 352_{10} เท่ากับ 540_{8} (ค.) 635_{8} เท่ากับ $19C_{16}$ ง. $A1C_{16}$ เท่ากับ 101000011100_{2}		✓							

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก									
แบบทดสอบ									
17. คำตอบในข้อใดไม่ถูกต้อง									
ก. 111011.110_2 เท่ากับ 73.6_8		✓							
(ข.) 771.1_8 เท่ากับ 1111110001_2									
ค. 125.2_8 เท่ากับ 55.4_{16}									
ง. $D23.7_{16}$ เท่ากับ 6443.34_8									
18. ตัวเลข 376.22_8 มีค่าตรงกับข้อใด									
ก. $1E2.47_{16}$		✓							
ข. 224.28_{10}									
ค. $FE.44_{16}$									
(ง.) $\underline{11111110.010010}_2$									
19. คำตอบในข้อใดถูกต้อง									
(ก.) $A2D2_{16}$ เท่ากับ 121322_8									
ข. 7631_8 เท่ากับ 3399_{10}		✓							
ค. 110110111_2 เท่ากับ $1A7_{16}$									
ง. 3672_8 เท่ากับ 011011111010_2									
20. คำตอบในข้อใดถูกต้อง									
ก. $E13.A_{16}$ เท่ากับ 7023.47_8									
ข. 10010011.11_2 เท่ากับ $93.B_{16}$		✓							
(ค.) 442.2_8 เท่ากับ 100100010.01_2									
ง. 112.5_8 เท่ากับ $3A.A_{16}$									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 50. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีนได้			✓						
แบบทดสอบ 341. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (\overline{\overline{A + B} + \overline{C}}) \bullet (\overline{\overline{A} \bullet \overline{B}})$ ก. $X = (\overline{\overline{A + B} \bullet \overline{C}}) \bullet (\overline{\overline{A} \bullet \overline{B}})$ ข. $X = (A + B \bullet C) \bullet (\overline{A} \bullet \overline{B})$ ค. $X = (A + B \bullet C) \bullet (A + B)$ ง. $X = (A + B) \bullet C$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 342. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (\bar{A} \bullet B) + (A \bullet \bar{B}) + (A \bullet B) + (\bar{A} \bullet \bar{B})$ ก. X = 0 (ข.) X = 1 ค. X = A ง. X = B			✓						
343. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = A \bullet (B + C) \bullet \bar{A} + D$ ก. X = 0 ข. X = 1 (ค.) X = D ง. X = A			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 344. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (\bar{A}BC) + (A\bar{B}C) + (ABC) + (B\bar{C})$ ก. $X = 0$ ข. $X = \bar{C}$ ค. $X = B\bar{C}$ (ง.) $X = B + A\bar{B}C$			✓						
345. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X=(\bar{A}BC)+(A\bar{B}\bar{C})+(A\bar{B}C)+(AB\bar{C})+(ABC)$ (ก.) $X = A + (\bar{A}BC)$ ข. $X = (A\bar{B}) + (AB) + (\bar{A}BC)$ ค. $X = BC$ ง. $X = \bar{A}$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 346. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (\bar{A} + AB) \bullet (\bar{A} \bullet B)$ ก. $X = A \bullet B$ (ข.) $X = \bar{A} \bullet B$ ค. $X = 1$ ง. $X = 0$			✓						
347. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = AB + CD + AB(C+D)$ (ก.) $X = AB \bullet CD$ ข. $X = ABC$ ค. $X = CD + (C+D)$ ง. $X = AB$			✓						

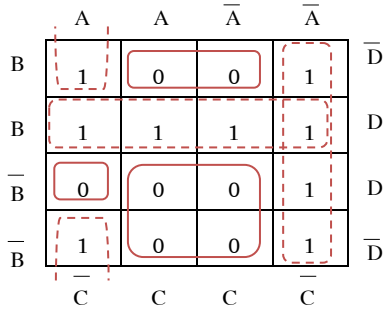
ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 348. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (\overline{\overline{A} + A\overline{B}}) + B$ (ก.) X = 0 ข. X = 1 ค. X = A ง. X = B			✓						
349. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องที่สุดและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (AB) + (\overline{A}B) + (\overline{A}\overline{B})$ ก. $X = \overline{A} \bullet (B+\overline{B}) + (AB)$ ข. $X = B \bullet (AB)$ (ค.) $X = \overline{A} + B$ ง. $X = B \bullet (A+\overline{A}) + (AB)$			✓						

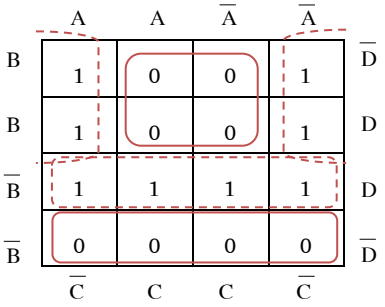
ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 350. จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ด้านล่าง เมื่อลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน ข้อใดคือคำตอบที่ถูกต้องและได้สมการที่สั้นที่สุด $X = (A+B) \bullet (A+C)$ ก. $X = A+B+C$ ข. $X = AB + BC$ ค. $X = A + ABC$ (ง.) $X = A + BC$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 51. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้โดยใช้แผนผัง K-map ได้			✓						
แบบทดสอบ 351. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่ไม่ถูกต้อง  ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ผ่านการลดรูป $X = (A\overline{C}) + (BD) + (A\overline{C})$ ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ผ่านการลดรูป $X = (C+\overline{B}) \bullet (B+C+\overline{D}) \bullet (A+\overline{B}+C+\overline{D})$			✓						

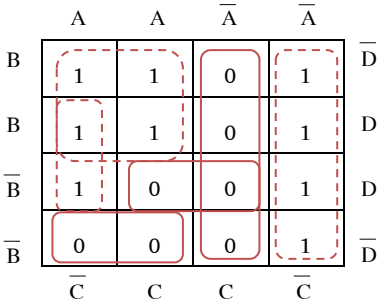
ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ									
ค. สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = (A\bar{C}) + \bar{D} + (BD)$									
ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = (C+\bar{B}) \bullet (A+\bar{D}) \bullet (B+C+\bar{D})$									
352. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u>  			✓						
ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ผ่านการลดรูป $X = (B\bar{C}) + (\bar{B}D)$									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

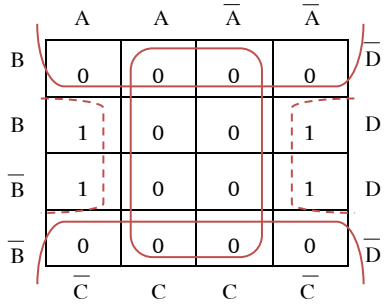
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ (ข.) จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ผ่านการลดรูป $X = (\bar{C}+\bar{B}) \bullet (B+D)$ ค. สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = (B\bar{C}) + (\bar{B}D)$ ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = (C+B) \bullet (\bar{B}+\bar{D})$									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 353. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u>  ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm $X = (\overline{A}\overline{C}) + (AB) + (A\overline{C}D)$ ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm $X = (\overline{A}+C) \bullet (\overline{B}+C+D) \bullet (A+\overline{B}+\overline{D})$ (ค.) สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = B + D$ ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = C + \overline{A} \bullet (B+D) \bullet (A+\overline{B}+\overline{D})$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

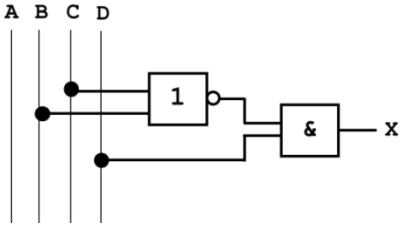
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ									
354. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ถูกต้อง</u>			✓						



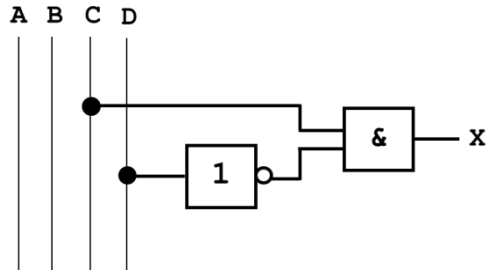
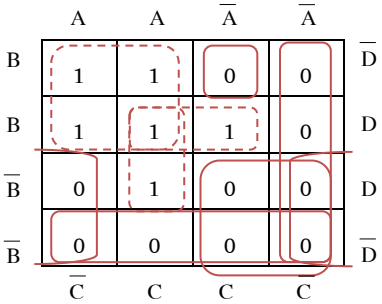
ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ผ่านการลดรูป $X = \overline{D} \bullet C$

ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ผ่านการลดรูป $X = \overline{C} + D$

ค. วงจรลอจิกจากสมการ minterm ที่ได้จาก K-map



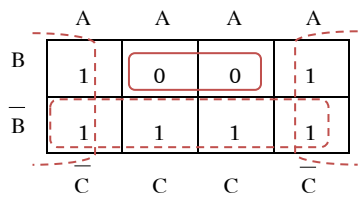
ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ (ง.) วงจรลอจิกจากสมการ maxterm ที่ได้จาก K-map  355. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ถูกต้อง</u>  ก. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ผ่านการลดรูป $X = (\overline{A}+\overline{B})\bullet(\overline{A}+\overline{C})\bullet(\overline{B}+\overline{D})$ $\bullet(\overline{B}+\overline{C})\bullet(\overline{A}+B+C+\overline{D})$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ ข. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ผ่านการลดรูป $X = (AB) + (ACD) + (BCD)$ (ค.) สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = CD \bullet (A+B) + (AB)$ ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = \overline{A}+(\overline{B}\bullet\overline{C}) \bullet \overline{B}+(\overline{D}\bullet\overline{C})$ $\bullet (\overline{A}+B+C+D)$									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 356. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u>  ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ที่ผ่านการลดรูป $X = \overline{C} \bullet \overline{B}$ ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ที่ผ่านการลดรูป $X = A + \overline{A}$ ค. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = 1$ ง. สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = \overline{C} + \overline{B}$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นฟื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 357. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u> 		A	$\bar{A}$
---	---	---
B	0	1
$\bar{B}$	1	0 | ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ที่ผ่านการลดรูป $X = (\bar{B}A) + (\bar{A}B)$ ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ที่ผ่านการลดรูป $X = (\bar{A}+\bar{B}) \bullet (B+A)$ ค. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = 0$ (ง.) สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = 0$			✓						

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ 358. จากตารางความจริงที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ถูกต้อง</u>			✓						

Input			Output
A	B	C	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

ก. แผนผัง K-map แทนค่าในรูป minterm

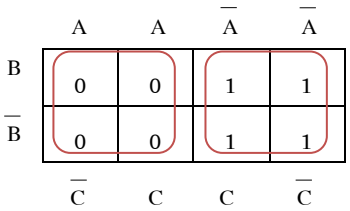
	A	A	$\overline{A}$	$\overline{A}$
B	1	1	0	1
$\overline{B}$	0	0	0	1
	$\overline{C}$	C	C	$\overline{C}$

ข. จากแผนผัง K-map แทนค่าในรูป minterm

สมการ maxterm ที่ผ่านการลดรูป คือ

$X = (A+\overline{B}) \bullet (\overline{A}+C) \bullet (\overline{A}+\overline{B}+C)$

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

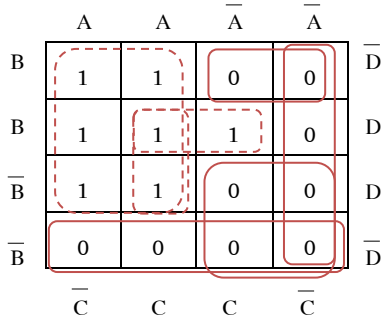
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ									
ค. สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = B\,(A+C) + (\overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C})$									
ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = \overline{B}+(AC) \bullet (\overline{A}+\overline{B}+\overline{C})$									
359. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u> 			✓						
ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ที่ผ่านการลดรูป $X = AB$									
ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ที่ผ่านการลดรูป $X = A+B$									

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
และแบบทดสอบ</th><th colspan="3">ระดับการวัด</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์</th></tr>
<tr><th>ขั้นพื้นคืนความรู้</th><th>ขั้นประยุกต์ความรู้</th><th>ขั้นส่งถ่ายความรู้</th><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th></tr>
<tr><td colspan="10">บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก</td></tr>
<tr><td>แบบทดสอบ
ค. ตารางความจริงจากแผนผัง K-map ในรูป minterm
<table><tr><th colspan="3">Input</th><th>Output</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>X</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>(ง.) ไม่มีคำตอบข้อใดถูกต้อง</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นฐานความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ									
360. จากแผนผัง K-map ที่กำหนดให้ ข้อใดคือคำตอบที่<u>ไม่ถูกต้อง</u>			✓						



ก. จากแผนผัง K-map สมการ minterm ที่ผ่านการลดรูป

$X = (AC) + (ACD) + (BCD)$

ข. จากแผนผัง K-map สมการ maxterm ที่ผ่านการลดรูป

$X = (\overline{A}+\overline{C})\bullet(\overline{A}+B)\bullet(\overline{B}+\overline{D})\bullet(\overline{A}+B+\overline{D})$

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบทดสอบ	ระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับระดับการวัด			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับวัตถุประสงค์		
	ขั้นพื้นคืนความรู้	ขั้นประยุกต์ความรู้	ขั้นส่งถ่ายความรู้	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก									
แบบทดสอบ ค. สมการ minterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = AC \bullet D + BC$ ง. สมการ maxterm ที่ได้จาก K-map โดยผ่านการลดรูปโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีน $X = A+(\overline{C}\bullet\overline{B}) \bullet \overline{D}+(\overline{B}\bullet(\overline{A}+B))$									

12. แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นส่วนหนึ่งของการหาคุณภาพข้อสอบของรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินเพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยวิธีการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วยว่าสอดคล้อง (+1), ไม่แน่ใจ (0) และเห็นว่าไม่สอดคล้อง (-1) ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของข้อสอบได้จากเอกสารประกอบการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

เอกสารประกอบการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ประกอบด้วย

- รายการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- เอกสารการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Model) จากนักทฤษฎีและทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
- รายละเอียดของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1
- เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแต่ละข้อในแบบประเมินนี้ว่าสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วกรุณาระบุผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

(1) เมื่อ เห็นด้วยว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น สอดคล้อง กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง สอดคล้อง (+1)

(2) เมื่อ ไม่แน่ใจว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น สอดคล้อง กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่แน่ใจ (0)

(3) เมื่อ มีความเห็นว่า วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น ไม่สอดคล้อง กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่สอดคล้อง (-1)

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail : pinantac@kmutnb.ac.th

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING SKILLS) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ซึ่งมีการวัดในแต่ละทักษะตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING PROCESS) ดังนี้

การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)

1. ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น	สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา	4 ข้อ

การรู้ปัญหา (Problem-finding)

1. ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	4 ข้อ
	บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา	4 ข้อ
	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	4 ข้อ
2. ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา	เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่	4 ข้อ

การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)

1. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด	4 ข้อ

การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)

1. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา	4 ข้อ

การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)

1. ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์	ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คัดเลือก	4 ข้อ
2. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา	ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน	4 ข้อ
3. ทักษะการทบทวนคำตอบ	ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ	4 ข้อ

ตารางที่ ข-4 ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการ CPS			ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับทักษะฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม …… ……						
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: บอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม …… ……						

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการ CPS			ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับทักษะฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 3: บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
วัตถุประสงค์ข้อที่ 4: บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาตามที่โจทย์กำหนดได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการ CPS			ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับทักษะฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 5: เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 3 ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
วัตถุประสงค์ข้อที่ 6: บอกวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่และเป็นไปได้ ให้ได้มากที่สุด จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 4 ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา (ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และ เป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการ CPS			ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับทักษะฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 7: วิเคราะห์วิธีการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหาตามที่โจทย์กำหนดได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 5 ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา (เลือกวิธีการ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
วัตถุประสงค์ข้อที่ 8: คำนวณตามวิธีการที่คัดเลือกอย่างเป็นขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 6 ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คัดเลือก)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับกระบวนการ CPS			ระดับความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับทักษะฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 9: ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 7 ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา (ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						
วัตถุประสงค์ข้อที่ 10: แทนค่าคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 8 ทักษะการทบทวนคำตอบ (ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ)						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม						

แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้เป็นส่วนหนึ่งของการหาคุณภาพข้อสอบของรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินเพื่อหาความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยวิธีการหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Item-Objective Congruence Index : IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งระดับความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ คือ เห็นด้วยว่าสอดคล้อง (+1), ไม่แน่ใจ (0) และเห็นว่าไม่สอดคล้อง (-1) ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของข้อสอบได้จากเอกสารประกอบการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

เอกสารประกอบการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ประกอบด้วย

- รายการประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Process) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- เอกสารการสังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Process) จากนักทฤษฎีและทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
- รายละเอียดของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1
- เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

แบบประเมินความสอดคล้องแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

แบบทดสอบ แบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา จำนวน 10 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 30 ข้อ

โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อในแบบประเมินนี้ว่าสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CPS Process) และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วกรุณาระบุผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

(1) เมื่อ <u>เห็นด้วยว่า</u> ข้อสอบข้อนั้น <u>สอดคล้อง</u> กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง สอดคล้อง (+1)

(2) เมื่อ <u>ไม่แน่ใจว่า</u> ข้อสอบข้อนั้น <u>สอดคล้อง</u> กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่แน่ใจ (0)

(3) เมื่อ <u>มีความเห็นว่า</u> ข้อสอบข้อนั้น <u>ไม่สอดคล้อง</u> กับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ไม่สอดคล้อง (-1)

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail : pinantac@kmutnb.ac.th

แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

การวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING SKILLS) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์จากทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ซึ่งมีการวัดในแต่ละทักษะตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (CREATIVE PROBLEM SOLVING PROCESS) ดังนี้

การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)

1. ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น	สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา	4 ข้อ

การรู้ปัญหา (Problem-finding)

1. ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา	บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้	4 ข้อ
	บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา	4 ข้อ
	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา	4 ข้อ
2. ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา	เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่	4 ข้อ

การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)

1. ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา	ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด	4 ข้อ

การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)

1. ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา	เลือกวิธีการ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา	4 ข้อ

การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)

1. ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์	ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คัดเลือก	4 ข้อ
2. ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา	ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน	4 ข้อ
3. ทักษะการทบทวนคำตอบ	ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ	4 ข้อ

ตารางที่ ข-5 ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 1. กำหนดให้ $554.72_8 + \square = 753.72_8$ ข้อใดคือผลลัพธ์ของตัวบวกที่ถูกต้อง มีวิธีการประเมินผลอย่างไร --- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา ก. หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8, หลักการบวกเลขฐานต่างกัน ข. หลักการเปลี่ยนเลขฐาน, หลักการลบเลขฐาน 8 ค. หลักการบวกเลขฐาน 8, หลักการบวกเลขฐานต่างกัน (ง.) หลักการเปลี่ยนเลขฐาน, หลักการลบเลขฐานต่างกัน						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: บอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 2. กำหนดให้ $(1052_{10} - 506_{8}) + (447_{8} - 2A_{16}) = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง มีวิธีการประเมินผลอย่างไร ---------- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้ที่<u>ไม่ใช่</u>ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ก. ตัวเลขจำนวนเต็มฐานสิบ ข. ผลลัพธ์จากการบวก-ลบเลขฐานต่างกันเป็นฐานสิบ (ค.) จำนวนตัวเลข 2 จำนวนเป็นเลขฐาน 8 และฐาน 16 ง. ตัวลบด้วยตัวเลข 2 จำนวนเป็นเลขฐาน 8 และฐาน 16						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 3: บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 3. กำหนดให้ $(130_{10}) - (22_{10} + 2C_{16} + 41_{8}) = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง มีวิธีการประเมินผลอย่างไร ---------- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้คือเป้าหมายของการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ก. ผลลัพธ์จากการบวกเลขฐานสิบ (ข.) ผลลัพธ์จากการบวก-ลบเลขฐานต่างกันเป็นฐานสิบ ค. ผลลัพธ์ของเลข 2 จำนวนเป็นเลขฐาน 8 ง. ผลลัพธ์ของเลข 3 จำนวนเป็นเลขฐาน 10						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 4: บอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาตามที่โจทย์กำหนดได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 4. กำหนดให้ $(5F8_{16}-1552_{8}) + 218.50_{10} = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง มีวิธีการประเมินผลอย่างไร ---------- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา (ก.) หลักการบวกเลขฐานต่างกัน, การแสดงตัวเลขในรหัส Binary Code Octal ข. หลักการเปลี่ยนเลขฐาน, หลักการบวกเลขฐานต่างกัน ค. หลักการลบเลขฐานต่างกัน, หลักการบวกเลขฐานต่างกัน ง. หลักการบวกเลขฐาน 10, หลักการเปลี่ยนเลขฐาน						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 5: เชื่อมโยงปัญหากับความรู้เดิมที่มีอยู่จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 3 ทักษะการเชื่อมโยงปัญหา						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 5. กำหนดให้ $\frac{\square}{2_{10}} - 1FF_{16} = 4374_{8}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง มีวิธีการประเมินผลอย่างไร --- การแก้ปัญหาของข้อมูลนี้ จำเป็นต้องใช้ความรู้เดิมในเรื่องใด (ก.) อัตราส่วน, หลักการคูณเลขฐาน 10, หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10 ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต, หลักการเปลี่ยนเลขฐาน, หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10 ค. ร้อยละ, หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8, หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10 ง. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, หลักการบวก-ลบเลขฐาน 10, หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 6: บอกวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่และเป็นไปได้ ให้ได้มากที่สุด จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 4 ทักษะการคิดวิธีการแก้ปัญหา (ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แปลกใหม่ และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 6. กำหนดให้ $(187.53_{9}+FF.A_{16}+443.23_{5}+243.5_{10})-67.13_{8} = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ข้อใดคือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและเป็นไปได้ (ก.) **การแก้ปัญหาวิธีที่ 1**: ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 10, ผลลัพธ์ **การแก้ปัญหาวิธีที่ 2**: ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 8, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 8 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ข. **การแก้ปัญหาวิธีที่** 1: แปลงตัวเลขจากโจทย์กำหนดให้เป็นเลขฐาน 8, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 8 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์ **การแก้ปัญหาวิธีที่ 2**: แปลงค่าจากโจทย์กำหนดโดยใช้หลักการ Binary Code Octal, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 2, ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์ ค. **การแก้ปัญหาวิธีที่** 1: ใช้หลักการบวก-ลบเลขฐานต่างกัน, ใช้หลักการ Binary Code Octal เพื่อแปลงผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 2, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 2, ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์ **การแก้ปัญหาวิธีที่ 2**: ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 2, ใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 2, ใช้หลักการแปลงเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
ง. **การแก้ปัญหาวิธีที่ 1**: แปลงค่าจากโจทย์กำหนดโดยใช้หลักการ Binary Code Hexadecimal, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 16, ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์ **การแก้ปัญหาวิธีที่ 2**: ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่นๆ เป็นเลขฐาน 16, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 16, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10, ผลลัพธ์						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 7: วิเคราะห์วิธีการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหาตามที่โจทย์กำหนดได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 5 ทักษะการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา (เลือกวิธีการ หลักการที่เป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 7. กำหนดให้ $(335.75_{10}+121.A_{16})-(101100101.110_{2}+77.53_{8})$ $+334.13_{5} = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และมีวิธีการประเมินผลเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 อย่างไร จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ข้อใดคือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุด และสามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วที่สุด ก. ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 16 โดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นฐาน 10 และเปลี่ยนเลขฐาน 10 เป็นฐาน 16 โดยนำเลขฐาน 10 ตั้งและนำเลขฐาน 16 หารทำการเก็บเศษเป็นผลลัพธ์, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 16, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้สูตร $Z_{10}= (d_n16^{n-1}+..d_116^{1} + d_016^{0} + d_116^{-1} + d_016^{-2})$, ผลลัพธ์						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ข. ทำการแปลงค่าเลขฐานอื่น ๆ ให้เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้สูตร $Z_{10}= (d_1R^1 + d_0R^0 + d_1R^{-1} + d_0R^{-2})$ โดยที่ R = เลขฐาน และ d = ตัวเลข, ผลลัพธ์ที่ได้เป็นเลขฐาน 10 ใช้หลักการ Binary Code Hexadecimal เพื่อแปลงเป็นเลขฐาน 16, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 16, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้สูตร $Z_{10}= (d_n16^{n-1}+..d_116^1 + d_016^0 + d_116^{-1} + d_016^{-2})$, ผลลัพธ์						
ค. ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้สูตร $Z_{10}= (d_1R^1 + d_0R^0 + d_1R^{-1} + d_0R^{-2})$ โดยที่ R = เลขฐาน และ d = ตัวเลข, นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 10, ผลลัพธ์						
ง. ใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นฐาน 10 และเปลี่ยนเลขฐาน 10 เป็นฐาน 2 โดยนำเลขฐาน 10 ตั้งและนำเลขฐาน 2 หารทำการเก็บเศษเป็นผลลัพธ์, คำนวณโดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 2, ใช้หลักการแปลงเลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้สูตร $Z_{10}= (d_n2^{n-1}+..d_12^1 + d_02^0 + d_12^{-1} + d_02^{-2})$, ผลลัพธ์						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 8: คำนวณตามวิธีการที่คัดเลือกอย่างเป็นขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 6 ทักษะการดำเนินงาน และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่คัดเลือก)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 8. กำหนดให้ $(36476_8 - 4EF_{16}) + ((36476_8 \times 3_{10}) - 10256_{10})) = Z_{10}$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และมีวิธีการประเมินผลเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 อย่างไร จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>วิธีการดำเนินงานแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ก. แปลงค่า 36476_8 เป็นเลขฐาน 10 แทนค่า $(3x8^4+6x8^3+4x8^2+7x8^1+6x8^0)$ เท่ากับ $15,678_{10}$, แปลงค่า $4EF_{16}$ เป็นเลขฐาน 10 แทนค่า $(4x16^2+14x16^1+15x16^0)$ เท่ากับ 1263_{10}, นำผลลัพธ์ $15,678_{10} - 1,263_{10} = 14,415_{10}$ (สมการ 1), แปลงค่า 36476_8 เป็นเลขฐาน 10 เท่ากับ $15,678_{10} \times 3 = 47,034_{10}$, นำ $47,034_{10} - 10,256_{10} = 36778_{10}$ (สมการ 2), นำผลลัพธ์ของสมการที่ 1 + สมการที่ 2 นั่นคือ $(14,415_{10} + 36,778_{10}) = 51,193_{10}$						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ข. แปลงค่า 36476_8 เป็นเลขฐาน 10 แทนค่า ($3x8^4+6x8^3+4x8^2+7x8^1+6x8^0$) เท่ากับ $15,678_{10}x3 = 47,034_{10}$, นำ $47,034_{10}-10,256_{10}= 36778_{10}$ (สมการ 1), แปลงค่า 36476_8 เป็นเลขฐาน 10 เท่ากับ $15,678_{10}$, แปลงค่า $4EF_{16}$ เป็นเลขฐาน 10 แทนค่า ($4x16^2+14x16^1+15x16^0$) เท่ากับ 1263_{10}, นำผลลัพธ์ $15,678_{10}-1,263_{10}=14,415_{10}$ (สมการ 2), นำผลลัพธ์ของสมการที่ 1+ สมการที่ 2 นั่นคือ ($14,415_{10} + 36,778_{10}$) $=51,193_{10}$ ค. แปลงตัวเลขจากโจทย์กำหนดเป็นเลขฐาน 2 ได้ดังนี้ ($36476_8=011110100111110_2$), ($4EF_{16}=010011101111_2$), ($36476_8 x3_{10}=1011011110111010_2$), ($10,256_{10}=10100000010000_2$), คำนวณเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 2 แทนค่าได้ดังนี้ ($011110100111110_2-010011101111_2$)+ ($1011011110111010_2-10100000010000_2$) $=1100011111111001_2$, แปลงค่าผลลัพธ์เลขฐาน 2 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์คือ $51,193_{10}$						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
(ง.) ทำการแปลงค่าเลขฐานอื่น ๆ ให้เป็นเลขฐาน 10 ได้ดังนี้ (36476_8=$15,678_{10}$), ($4EF_{16}$=1263_{10}), (36476_8 x3_{10}=$15,678_{10}$x3_{10} = $47,034_{10}$), ($10,256_{10}$=$10,256_{10}$), ผลลัพธ์ที่ได้เป็นเลขฐาน 10 ใช้หลักการ Binary Code Hexadecimal เพื่อแปลงเป็นเลขฐาน 16 ได้ดังนี้ ($15,678_{10}$=$3D3E_{16}$), (1263_{10}=$4EF_{16}$), ($47,034_{10}$=$B7BA_{16}$), ($10,256_{10}$=2810_{16}), นำผลลัพธ์ที่ได้มาคำนวณด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 16 แทนค่าได้ดังนี้ ($3D3E_{16}$-$4EF_{16}$)+($B7BA_{16}$-2810_{16})=$C7F9_{16}$, แปลงค่าผลลัพธ์เลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์คือ $51,193_{10}$						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 9: ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 7 ทักษะการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหา (ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 9. กำหนดให้ $(36476_8\text{-}4EF_{16})$ - $(101100101.11_2\text{-}256_{10})= Z_8$ ข้อใดคือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และมีวิธีการประเมินผล เมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 8 อย่างไร ---------- <u>การแก้ปัญหา</u> <u>โจทย์กำหนด</u> จำนวนตัวเลขที่อยู่ในรูปของเลขฐานต่างกัน ได้แก่ เลขฐาน 8, เลขฐาน 16, เลขฐาน 2 และเลขฐาน 10 ...(ขั้นตอนที่ 1) <u>วิธีทำ</u> หาผลลัพธ์สมการที่ 1 (วงเล็บที่ 1) โดยการแปลงเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 8 : แปลงค่า $4EF_{16}$ เป็นเลขฐาน 10 แทนค่า						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
$(4x16^2+14x16^1+15x16^0)$ เท่ากับ 1263_{10}, นำผลลัพธ์ที่คำนวณได้คือ 1263_{10} ตั้งและนำเลขฐาน 8 หารทำการเก็บเศษเป็นคำตอบ ผลลัพธ์คือ 2357_8, หาค่าสมการที่ 1 แทนค่า $36476_8-2357_8 = 34117_8$ ...(ขั้นตอนที่ 2) หาผลลัพธ์สมการที่ 2 (วงเล็บที่ 2) โดยการแปลงเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐาน 8 : แปลงค่า 101100101.11_2 เป็นเลขฐาน 8 โดยการแบ่งตัวเลขทีละ 4 ชุด เท่ากับ 545.6_8, หาค่าสมการที่ 2 แทนค่า $545.6_8 - 400_8=145.6_8$, แปลงค่า 256_{10} เป็น เลขฐาน 8 ผลลัพธ์ที่คำนวณได้คือ 400_8 , ...(ขั้นตอนที่ 3) หาผลลัพธ์เลขฐาน 8 จากสมการที่โจทย์กำหนด : นำสมการที่ 1 – สมการที่ 2 แทนค่า $2357_8-145.6_8 =2211.20_8$ ...(ขั้นตอนที่ 4) <u>สรุปผล</u> จากสมการที่กำหนดให้ผลลัพธ์ของเลขฐาน 8 คือ $(36476_8-4EF_{16}) - (101100101.11_2-256_{10})= 2211.20_8$ ...(ขั้นตอนที่ 5) จากข้อมูลการแก้ปัญหา พิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาต่อไปนี้ว่าขั้นตอนใดดำเนินการแก้ปัญหา<u>ไม่ถูกต้อง</u> ก. ขั้นตอนที่ 1 ข. ขั้นตอนที่ 2 (ค.) ขั้นตอนที่ 3 ง. ขั้นตอนที่ 4						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 10: แทนค่าคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 8 ทักษะการทบทวนคำตอบ (ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ)						
ตอนที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหา 10. กำหนดให้ $\frac{\square}{2_{10}} + FF_{16} = 110111001_2$ เมื่อแก้ปัญหาจากการแก้สมการผลลัพธ์คือ 372_{10} --- จากข้อมูลดังกล่าว ข้อใดต่อไปนี้แสดงการทบทวนคำตอบจากการคิดคำนวณที่<u>ไม่เหมาะสม</u> (ก.) แทนค่า 372_{10} ลงในสมการจะได้ $\frac{372_{10}}{2_{10}} + FF_{16} = 110111001_2$ แปลงค่า FF_{16} และ 110111001_2 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์ที่ได้คือ 255_{10} และ 441_{10} ตามลำดับ,แทนค่าเลขฐาน 10 ลงในสมการจะได้ $186_{10}+255_{10}=441_{10}$, ทบทวนคำตอบด้วยการย้ายสมการได้ดังนี้ $441_{10}-255_{10}=186_{10}$ สรุปได้ว่าเมื่อแทนค่าจากผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณลงในสมการ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณสมการซ้ายเท่ากับสมการขวา พบว่าสอดคล้องตามที่โจทย์กำหนด						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ข. แทนค่า 372_{10} ลงในสมการจะได้ $\frac{372_{10}}{2_{10}}$+ FF_{16} = 110111001_2 แปลงค่า FF_{16} และ 110111001_2 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์ที่ได้คือ 255_{10} และ 441_{10} ตามลำดับ, แทนค่าเลขฐาน 10 ลงในสมการเพื่อทบทวนคำตอบจะได้ $186_{10}+255_{10}=441_{10}$, สรุปได้ว่าเมื่อแทนค่าจากผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณลงในสมการ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณสมการซ้ายเท่ากับสมการขวา พบว่าสอดคล้องตามที่โจทย์กำหนด						
ค. แทนค่า 372_{10} ลงในสมการจะได้ $\frac{372_{10}}{2_{10}}$+ FF_{16} = 110111001_2, ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ด้วยการย้ายสมการได้ดังนี้ (110111001_2- FF_{16}) x 2 = 372_{10}, แปลงค่า FF_{16} และ 110111001_2 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์ที่ได้คือ 255_{10} และ 441_{10} ตามลำดับ, แทนค่าเลขฐาน 10 ลงในสมการเพื่อทบทวนคำตอบจะได้ ($441_{10}-255_{10}$) x2 = 372_{10}, สรุปได้ว่าเมื่อแทนค่าจากผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณลงในสมการ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณสมการซ้ายเท่ากับสมการขวา พบว่าสอดคล้องตามที่โจทย์กำหนด						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ง. แทนค่า 372_{10} ลงในสมการจะได้ $\underset{2_{10}}{\underline{372_{10}}} + FF_{16} = 110111001_2$, ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ด้วยการย้ายสมการได้ดังนี้ $(110111001_2 \times 2) - (FF_{16} \times 2) = 372_{10}$, แปลงค่า FF_{16} และ 110111001_2 เป็นเลขฐาน 10 ผลลัพธ์ที่ได้คือ 255_{10} และ 441_{10} ตามลำดับ, แทนค่าเลขฐาน 10 ลงในสมการเพื่อทบทวนคำตอบจะได้ $(441_{10} \times 2 = 882_{10}) - (255_{10} \times 2 = 510_{10}) = 372_{10}$, สรุปได้ว่าเมื่อแทนค่าจากผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวณลงในสมการ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณสมการซ้ายเท่ากับสมการขวา พบว่าสอดคล้องตามที่โจทย์กำหนด							

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 1. วงจรดิจิตอลใช้ IC 7447 ควบคุมการทำงานในการแสดงตัวเลขผ่านหลอดแสดงผล 7-segment โดยมีการบันทึกข้อมูลของตัวตั้ง คือ 0011 0101 0111_{8421} และตัวบวก คือ 0001 0001 0111_{8421} ภายหลังตรวจพบว่ามีข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อมูลของตัวตั้งขาดไปเป็นจำนวน 120_{10} อยากทราบว่าจำนวนที่แท้จริงของตัวตั้งที่เป็นรหัส 8-4-2-1 คือ 0011 0111 0000_{8421} ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด สามารถนำไปแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 4 หลอดคือตัวเลขใด จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใด<u>ไม่เกี่ยวข้อง</u>กับโจทย์ปัญหา ก. หลักการแปลงรหัส 8-4-2-1 เป็นเลขฐาน 10, หลักการบวกเลขฐาน 10 (ข.) หลักการลบเลขฐาน 10, หลักการแปลงเลขฐาน 10 เป็นรหัส 8-4-2-1 ค. หลักการบวกเลขด้วยรหัส 8-4-2-1, หลักการแปลงเลขฐาน 10 เป็นรหัส 8-4-2-1 ง. หลักการบวกเลขฐาน 10, หลักการบวกด้วยรหัส 8421						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 2. วงจรควบคุมการทำงานของตู้เย็น ใช้สวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว คือ สวิตช์ A, B และ C หากต้องการให้ตู้เย็นทำงานต้องทำกดสวิตช์ทั้ง 3 ตัวพร้อมกันเท่านั้น อยากทราบว่าภายในวงจรใช้ลอจิกเกตชนิดใดควบคุมการทำงานของตู้เย็น เพราะเหตุใดสามารถประยุกต์นำไปใช้งานด้านใด ---------- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้ที่<u>ไม่เกี่ยวข้อง</u>กับโจทย์ปัญหา ก. หลักการเขียนตารางความจริง, สัญลักษณ์ของลอจิกเกต ข. สภาวะการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า, สัญลักษณ์ของลอจิกเกต (ค.) สัญลักษณ์ของลอจิกเกต, การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก ง. ไดอะแกรมเวลา, สภาวะการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 1: สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง (Fact-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 1 ทักษะการสืบค้นข้อมูล กำหนดและสรุปประเด็นในการสืบค้น						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 3. เครื่องจักรในโรงงานแห่งหนึ่ง จะหยุดทำงาน (OFF) ก็ต่อเมื่อตัวเซ็นเซอร์ (sensor) 2 ใน 3 ตัว หรือทั้ง 3 ตัวมีค่าทางลอจิกเป็น HIGH วงจรเซ็นเซอร์ (sensor) ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรเครื่องนี้ภายในทำงานด้วยลอจิกเกตชนิดใด เพราะเหตุใด หากต้องการให้เครื่องจักรทำงานต้องทำอย่างไร --- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อมูลในข้อใดต่อไปนี้ที่<u>ไม่เกี่ยวข้อง</u>กับโจทย์ปัญหา ก. การเขียนสมการลอจิกจากตารางความจริง, การวิเคราะห์ตารางความจริงจากวงจรลอจิก (ข.) สัญลักษณ์ของลอจิกเกต, กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก ค. การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา, สภาวะการทำงานของสัญญาณไฟฟ้า ง. การเขียนสมการลอจิกจากตารางความจริง, หลักการเขียนตารางความจริง						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: บอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด)						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 4. การควบคุมสัญญาณไฟจราจรแห่งหนึ่งใช้รหัส Aiken ในการควบคุมการให้เวลาของสัญญาณไฟจราจรทั้ง 3 ดวงรวมกันเท่ากับ 100_{10} วินาที ดังนี้ สัญญาณไฟแดง และไฟเหลือง เท่ากับ 0000 0010 1011_{Aiken} วินาที เวลาในการให้สัญญาณไฟเขียวคือค่าใด เพราะเหตุใด หากประยุกต์ใช้หลักการบวกด้วยรหัส Aiken ผลลัพธ์ของการคำนวณด้วยรหัส Aiken เท่ากับผลลัพธ์ด้วยการคำนวณด้วยเลขฐาน 10 หรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร --- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อใดคือข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ก. เวลาในการให้สัญญาณไฟเขียว ข. เวลาในการให้สัญญาณไฟแต่ละดวง (ค.) เวลารวมในการควบคุมสัญญาณไฟจราจร 3 ดวง ง. ใช้รหัส 8-4-2-1 ในการควบคุม						

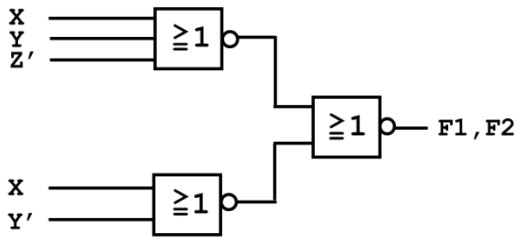
ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: บอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด)						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5. วงจรลอจิกที่ทำจาก Nand gate กำหนดให้จ่ายไฟเข้าขาสัญญาณ 3 ขา เมื่อมีการป้อนสัญญาณไฟดังนี้ ขา A มีไฟเข้า, ขา B มีไฟเข้า อยากทราบว่าขา C มีไฟเข้าหรือไม่ หากผลลัพธ์ของหลอดไฟไม่แสดงผล เพราะเหตุใด ประยุกต์นำมาเขียนเป็นวงจรลอจิกในรูปของสมการ Minterm ได้อย่างไร --- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อใดต่อไปนี้ที่<u>ไม่ใช่</u>ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ (ก.) ข้อมูลนำเข้าของ C ข. สัญญาณไฟจ่ายเข้าขาวงจร 2 ขา ค. ผลลัพธ์ของวงจรลอจิก ง. วงจรลอจิกที่ทำจาก Nand gate ทั้งวงจร						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 2: บอกข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดมาให้ได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 2 การรู้ปัญหา (Problem-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 2 ทักษะการทำความเข้าใจปัญหา (บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด)						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 6. ในการควบคุมหลอดไฟให้ติดและดับ ใช้สัญญาณไฟจ่ายเข้าขาวงจร 3 ขา ประกอบด้วยขา A, B และ C เมื่อมีสัญญาณผ่านเข้ามาตั้งแต่ 2 ขาขึ้นไปในเวลาเดียวกัน (สัญญาณผ่าน=On(1)) ให้หลอดไฟติด (X=1) จากโจทย์ปัญหาข้างต้นเมื่อนำมาเขียนเป็นสมการ Minterm คือสมการใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร หากต้องการให้หลอดไฟดับต้องทำอย่างไร ---------- จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ข้อใดต่อไปนี้ที่<u>ไม่ใช่</u>ข้อมูลจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ ก. อุปกรณ์ในการแสดงผลโดยใช้สัญญาณไฟควบคุม (ข.) สถานะที่เข้ามาของสัญญาณทั้ง 3 ทาง ค. สถานะการแสดงผลของหลอดไฟเมื่อติด ง. สถานะเมื่อมีสัญญาณผ่าน						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม **กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** **ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** **และแบบทดสอบ**	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 10: แทนค่าคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 8 ทักษะการทบทวนคำตอบ (ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ)						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 29. กำหนดสมการลอจิก $F1 = \overline{(\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + (\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + (X + \bar{Y})}$ $F2 = (X + Y + \bar{Z}) \bullet (X + \bar{Y})$ เมื่อแก้ปัญหาจากการพิสูจน์ผลปรากฏว่าสมการลอจิก F1=F2 เป็นวงจรลอจิกชนิด OR-AND Gate แบบ 2 ระดับ สร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับ  --- จากขั้นตอนการแก้ปัญหา ข้อใดต่อไปนี้แสดงการทบทวนคำตอบจากการคิดคำนวณที่<u>ไม่เหมาะสม</u>						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ก. พิสูจน์สมการลอจิก F1=F2 โดยการลดรูปสมการลอจิก F1 ด้วยหลักการพีชคณิตบูลีน โดยมีกระบวนการลดทอนดังนี้						

$$F1 = \overline{(\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + (\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + \overline{(X+\bar{Y})}}$$

$$F1 = \overline{(\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z)} \bullet \overline{(\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z)} \bullet \overline{\overline{(X+\bar{Y})}}$$

$$F1 = (\bar{\bar{X}}+\bar{\bar{Y}}+\bar{Z}) \bullet (\bar{\bar{X}}+\bar{\bar{Y}}+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$$

$$F1 = (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$$

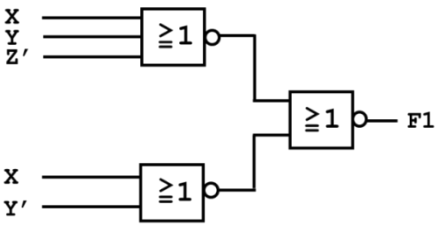
$$F1 = (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$$

จากสมการลอจิกที่ผ่านการลดรูป $F1 = (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$ สร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate 2 ระดับดังนี้

(1) นำข้อมูลเข้าระดับที่ 1 และ 2 ทำการแปลงลอจิกเกตพื้นฐานจาก OR และ AND Gate เป็น NOR Gate ได้ทันที

(2) สมการลอจิกเมื่อเป็นวงจร NOR Gate

$$F1 = \overline{\overline{(X+Y+\bar{Z})} + \overline{(X+\bar{Y})}}$$

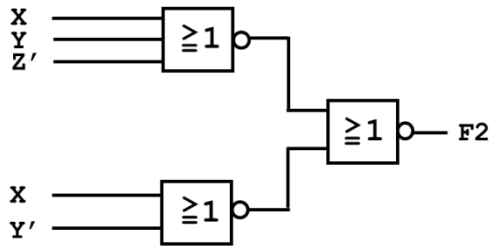


ผลจากการลดทอนในสมการลอจิก F1 ตรวจสอบพบว่า F1=F2 พบว่าสอดคล้องกันตามที่โจทย์กำหนด

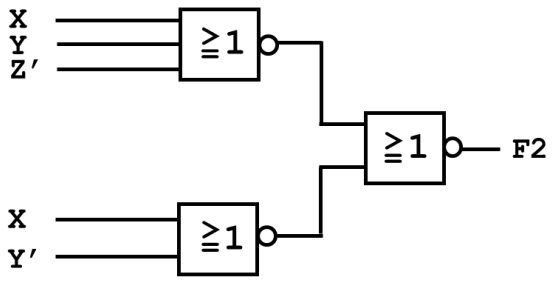
ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
และแบบทดสอบ</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ</th></tr>
<tr><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th></tr>
<tr><td>ข. พิสูจน์ผลสมการลอจิก F1=F2 โดยการสร้างตารางความจริงและแทนค่าลงในสมการลอจิก F1 และ F2 โดยมีลำดับขั้นตอนการกระทำก่อน-หลัง ดังนี้ (1) หาค่าในวงเล็บ (2) NOT (3) AND และ (4) OR ตามลำดับได้ผลลัพธ์ดังนี้
<table>
<tr><th colspan="3">Input</th><th colspan="2">Output</th></tr>
<tr><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th><th>F1</th><th>F2</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
ผลจากพิสูจน์โดยใช้ตารางความจริง ตรวจสอบผลลัพธ์ของสมการลอจิก F1=F2 พบว่าสอดคล้องกันตามที่โจทย์กำหนด จึงนำจากสมการลอจิก $F2 = (X+Y+\overline{Z}) \bullet (X+\overline{Y})$ สร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate 2 ระดับดังนี้
(1) นำข้อมูลเข้าระดับที่ 1 และ 2 ทำการแปลงลอจิกเกตพื้นฐานจาก OR และ AND Gate เป็น NOR Gate ได้ทันที
(2) สมการลอจิกเมื่อเป็นวงจร NOR Gate
$F2 = \overline{\overline{(X+Y+\overline{Z})} + \overline{(X+\overline{Y})}}$</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

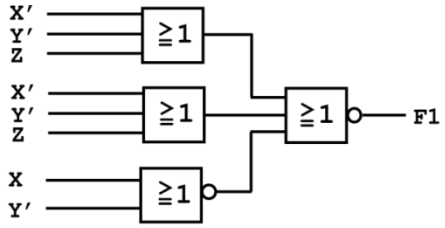
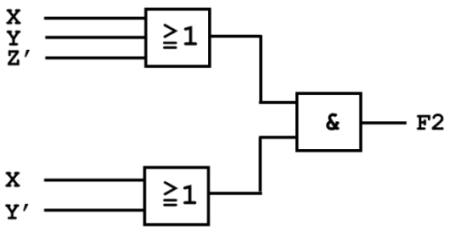
ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
วงจรลอจิก NAND Gate ข้อ ข.  (ค.) พิสูจน์สมการลอจิก F1=F2 โดยการแทนค่าด้วยลอจิก 1 ลงในสมการลอจิกทั้ง 2 ดังนี้ $F1 = \overline{(\bar{1}\bullet\bar{1}\bullet 1) + (\bar{1}\bullet\bar{1}\bullet 1) + \overline{(1+\bar{1})}}$ $F1 = \overline{(1+1+\bar{1})} \bullet \overline{(1+1+\bar{1})} \bullet \overline{\overline{(1+\bar{1})}}$ $F1 = (1+1+0) \bullet (1+1+0) \bullet (1+0)$ $F1 = (1) \bullet (1) \bullet (1)$ $F1 = 1$ ---------- $F2 = (1+1+\bar{1}) \bullet (1+\bar{1})$ $F2 = (1+1+0) \bullet (1+0)$ $F2 = (1) \bullet (1)$ $F2 = 1$						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ผลจากพิสูจน์ด้วยการแทนค่าลอจิก 1 ลงในสมการลอจิก F1 และ F2 ตรวจสอบผลลัพธ์ของสมการลอจิก F1=F2 พบว่าสอดคล้องกันตามที่โจทย์กำหนด จึงนำจากสมการลอจิก $F2 = (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$ สร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate 2 ระดับดังนี้ (1) นำข้อมูลเข้าระดับที่ 1 และ 2 ทำการแปลงลอจิกเกตพื้นฐานจาก OR และ AND Gate เป็น NOR Gate ได้ทันที (2) สมการลอจิกเมื่อเป็นวงจร NOR Gate $F2 = \overline{\overline{(X+Y+\bar{Z})} + \overline{(X+\bar{Y})}}$  						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(−1) ไม่สอดคล้อง
ง. พิสูจน์ผลสมการลอจิก F1=F2 โดยการเขียนวงจรลอจิกของสมการลอจิก F1 และ F2 โดยมีลำดับขั้นตอนพิจารณาการเขียนลอจิกเกตก่อน-หลัง ดังนี้ (1) หาค่าในวงเล็บ (2) NOT (3) AND และ (4) OR ตามลำดับ, สร้างตารางความจริงและแทนค่าลงในวงจรลอจิก F1 และ F2 ได้ผลลัพธ์ดังนี้ <u>วงจรลอจิกจากสมการ</u> $F1 = \overline{(\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + (\bar{X} \bullet \bar{Y} \bullet Z) + (X+\bar{Y})}$  <u>วงจรลอจิกจากสมการ</u> $F2 = (X+Y+\bar{Z}) \bullet (X+\bar{Y})$  						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ตารางความจริงพิสูจน์ค่าจากสมการลอจิก F1 และ F2 ผ่านวงจรลอจิกจากสมการ F1 และ F2 ผลดังนี้						

Input			Output	
X	Y	Z	F1	F2
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

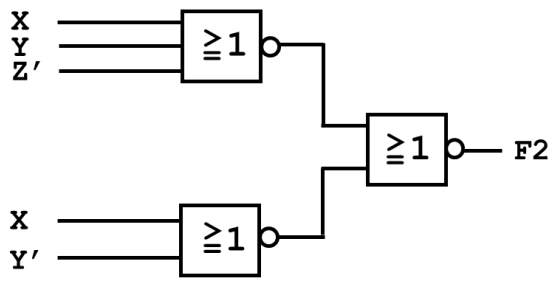
ผลจากพิสูจน์โดยใช้ตารางความจริง ตรวจสอบผลลัพธ์ของสมการลอจิก F1=F2 พบว่าสอดคล้องกันตามที่โจทย์กำหนด จึงนำจากสมการลอจิก $F2 = (X+Y+\overline{Z}) \bullet (X+\overline{Y})$ สร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate 2 ระดับดังนี้

(1) นำข้อมูลเข้าระดับที่ 1 และ 2 ทำการแปลงลอจิกเกตพื้นฐานจาก OR และ AND Gate เป็น NOR Gate ได้ทันที

(2) สมการลอจิกเมื่อเป็นวงจร NOR Gate

$$F2 = \overline{\overline{(X+Y+\overline{Z})} + \overline{(X+\overline{Y})}}$$

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วงจรลอจิก NAND Gate ข้อ ง.  						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
วัตถุประสงค์ข้อที่ 10: แทนค่าคำตอบจากการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้						
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ขั้นที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)						
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ด้านที่ 8 ทักษะการทบทวนคำตอบ (ทบทวนคำตอบจากการคำนวณ)						
ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 30. ระบบสัญญาณเตือนภัย ใช้สวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B และ C ให้สัญญาณเตือนภัยทำงานหรือไม่ทำงาน <u>เงื่อนไขการทำงาน</u> (1) สวิตช์ทั้ง 3 ตัวถูกกดพร้อมกันให้สัญญาณเตือนภัยทำงาน (2) สวิตช์ตัวใดตัวหนึ่งหรือ 2 ตัวถูกกดให้สัญญาณเตือนภัยทำงาน ให้นักศึกษาวิเคราะห์ว่ากรณีไม่มีการกดสวิตช์ การทำงานของสัญญาณเตือนภัยเป็นอย่างไร จากโจทย์ปัญหานำมาเขียนเป็นสมการชนิด Minterm คือสมการใด สร้างเป็นสมการที่สั้นที่สุดโดยใช้หลักพีชคณิตบูลีนคือสมการใด ---------- <u>การแก้ปัญหา</u> <u>โจทย์กำหนด</u> (1) สวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B และ C (2) เงื่อนไขการทำงานของสัญญาณเตือนภัย ...(ขั้นตอนที่ 1)						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS**			**ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(–1) ไม่สอดคล้อง
<u>วิธีทำ</u> 1. จากกรณีไม่มีการกดสวิตช์ พิจารณาว่าสัญญาณเตือนภัยไม่ทำงานเนื่องจากไม่มีการจ่ายสัญญาณไฟให้กับสวิตช์ 2. เขียนตารางความจริงโดยการสังเคราะห์โจทย์ปัญหา มีขั้นตอนดังนี้ (2.1) พิจารณาการทำงานเพื่อหาผลลัพธ์ของสัญญาณเตือนภัย (2.2) พิจารณาข้อมูลเข้า และผลลัพธ์จากโจทย์ปัญหา นั่นคือ ข้อมูลเข้า = สวิตช์ 3 ตัว และผลลัพธ์คือการทำงานของสัญญาณเตือนภัย (ทำงาน=1, ไม่ทำงาน=0) <u>ตารางความจริง</u>						

Input			Output
A	**B**	**C**	**X**
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

...(ขั้นตอนที่ 2)

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
3. เขียนสมการลอจิกชนิด Minterm จากตารางความจริง (3.1) พิจารณาผลลัพธ์ที่มีค่าเป็น 1 เขียนเป็นสมการ (3.2) พิจารณาข้อมูลเข้าจำนวนใดเป็น 1 เขียนในรูปปกติ กรณีจำนวนเข้าจำนวนใดเป็น 0 ใส่เครื่องหมาย NOT บนข้อมูลนั้น (3.3) นำข้อมูลเข้าแต่ละตัวมา AND กัน แต่ละเทอมมา OR กัน สมการลอจิก Minterm จากตารางความจริง X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C) +(ABC')+(ABC) ...(ขั้นตอนที่ 3) 4. ลดรูปสมการสั้นที่สุดโดยใช้หลักพีชคณิตบูลีน X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+ (AB'C)+(ABC')+(ABC) X = (A'B'C)+(A'B)+(AB'C')+(AB'C)+(AB) --1 X = (A'B'C)+(A'B)+(AB'C')+(AB'C)+(AB) X = (A'B'C)+(B)+(AB'C')+(AB'C) --2 X = (A'B'C)+(B)+(AB'C')+(AB'C)+(AB'C) --3						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
$X = (A'B'C)+(B)+(AB'\overbrace{C'})+(\overbrace{AB'}C)+(AB'C)$ $X = (A'B'C)+(B)+(AB')+(AB'C)$ --4 $X = (\overbrace{A'B'C)+(B)+(AB')}+(AB'C)$ $X = (B'C)+(B)+(AB')$ --5 สมการลอจิกที่ได้จากการลดรูปโดยใช้พีชคณิตบูลีนคือ $X = (B'C)+(B)+(AB')$ ...(ขั้นตอนที่ 4) <u>สรุปผลคำถามจากโจทย์ปัญหา</u> กรณีไม่มีการกดสวิตช์ พิจารณาว่าสัญญาณเตือนภัยไม่ทำงาน เนื่องจากไม่มีการจ่ายสัญญาณไฟให้กับสวิตช์ จากโจทย์ปัญหานำมาหาผลลัพธ์จากตารางความจริงและเขียนเป็นสมการ Minterm คือ $X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C)$ $+(ABC')+(ABC)$ จากสมการลอจิกนำมาลดรูปด้วยหลักการพีชคณิตบูลีนได้สมการที่สั้นที่สุดคือ $X = (B'C)+(B)+(AB')$ ...(ขั้นตอนที่ 5)						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

<table>
<tr><td rowspan="2">วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
และแบบทดสอบ</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ</td></tr>
<tr><td>(+1) สอดคล้อง</td><td>(0) ไม่แน่ใจ</td><td>(-1) ไม่สอดคล้อง</td><td>(+1) สอดคล้อง</td><td>(0) ไม่แน่ใจ</td><td>(-1) ไม่สอดคล้อง</td></tr>
<tr><td>จากขั้นตอนการแก้ปัญหา ข้อใดต่อไปนี้แสดงการทบทวนคำตอบจากการคิดคำนวณที่<u>ไม่เหมาะสม</u>
ก. พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm โดยการสร้างตารางความจริงและแทนค่าลงในสมการ Minterm ที่คำนวณ โดยมีลำดับขั้นตอนการกระทำก่อน-หลัง ดังนี้ (1) หาค่าในวงเล็บ (2) NOT (3) AND และ (4) OR ตามลำดับได้ผลลัพธ์ดังนี้
X = (A’B’C)+(A’BC’)+(A’BC)+(AB’C’)+(AB’C)
+(ABC’)+(ABC)

<table>
<tr><th colspan="3">Input</th><th colspan="7">Output</th><th rowspan="2">F1</th></tr>
<tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>A’B’C</th><th>A’BC’</th><th>A’BC</th><th>AB’C’</th><th>AB’C</th><th>ABC’</th><th>ABC</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr>
</table>
จากผลลัพธ์ของตารางความจริงเมื่อแทนค่าผ่านสมการ Minterm ปรากฏว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ถูกต้อง</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm ที่ผ่านการลดรูปในการใช้หลักการพีชคณิตบูลีน พิสูจน์ด้วยการแทนค่าลงในแผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้าดังนี้ X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C) +(ABC')+(ABC) *AC* *B* 00 01 11 10 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 X = (B'C)+(B)+(AB') จากผลลัพธ์ด้วยการลดรูปโดยใช้แผนผังคาร์โนปรากฏว่าสมการที่ได้เท่ากับผลลัพธ์ที่ได้จากการลดรูปด้วยพีชคณิตบูลีนที่ปรากฏในขั้นตอนที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ถูกต้อง						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ข. พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm โดยการสร้างตารางความจริงและแทนค่าลงในสมการ Minterm ที่คำนวณ โดยมีลำดับขั้นตอนการกระทำก่อน-หลัง ดังนี้ (1) หาค่าในวงเล็บ (2) NOT (3) AND และ (4) OR ตามลำดับได้ผลลัพธ์ดังนี้						

X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C)
+(ABC')+(ABC)

Input			Output							F1
A	B	C	A'B'C	A'BC'	A'BC	AB'C'	AB'C	ABC'	ABC	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

จากผลลัพธ์ของตารางความจริงเมื่อแทนค่าผ่านสมการ Minterm ปรากฏว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ถูกต้อง

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
และแบบทดสอบ</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS</th><th colspan="3">ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ</th></tr>
<tr><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th><th>(+1) สอดคล้อง</th><th>(0) ไม่แน่ใจ</th><th>(-1) ไม่สอดคล้อง</th></tr>
<tr><td>พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm ที่ผ่านการลดรูปในการใช้หลักการพีชคณิตบูลีน โดยการสร้างตารางความจริงและแทนค่าลงในสมการ Minterm ที่คำนวณ โดยมีลำดับขั้นตอนการกระทำก่อน-หลัง ดังนี้ (1) หาค่าในวงเล็บ (2) NOT (3) AND และ (4) OR ตามลำดับได้ผลลัพธ์ดังนี้
X = (B'C)+(B)+(AB')
<table><tr><th colspan="3">Input</th><th colspan="3">Output</th><th rowspan="2">F1</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>C</th><th>B'C</th><th>B</th><th>AB'</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>จากผลลัพธ์ของตารางความจริงเมื่อแทนค่าผ่านสมการลอจิกที่ผ่านการลดรูปด้วยหลักการพีชคณิตบูลีนจากสมการ Minterm ปรากฏว่าผลลัพธ์ตรงกับตารางความจริงของสมการ Minterm แสดงให้เห็นว่าการลดรูปได้ผลลัพธ์ถูกต้อง</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
ค. พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm โดยการแทนค่าลงในแผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้าและทำการลดรูป, ผลลัพธ์ในรูปของสมการลอจิกที่ผ่านการลดรูปนำมาสร้างตารางความจริงเพื่อพิสูจน์ผลลัพธ์ว่าตรงกับสมการ Minterm ที่ยังไม่ผ่านการลดรูปหรือไม่ X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C) +(ABC')+(ABC) *AC* *B* 00 01 11 10 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 X = (B'C)+(B)+(AB') จากผลลัพธ์ด้วยการลดรูปโดยใช้แผนผังคาร์โนปรากฏว่าสมการที่ได้เท่ากับผลลัพธ์ที่ได้จากการลดรูปด้วยพีชคณิตบูลีนที่ปรากฏในขั้นตอนที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ถูกต้อง						

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง

X = (B'C)+(B)+(AB')

Input			Output			F1
A	B	C	B'C	B	AB'	
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	1
0	1	1	0	1	1	1
1	0	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0	1

จากผลลัพธ์ของตารางความจริงเมื่อแทนค่าผ่านสมการลอจิกที่ผ่านการลดรูปด้วยหลักการพีชคณิตบูลีนจากสมการ Minterm ปรากฏว่าผลลัพธ์ตรงกับตารางความจริงของสมการ Minterm แสดงให้เห็นว่าการลดรูปได้ผลลัพธ์ถูกต้อง

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ	ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับ CPS			ระดับความสอดคล้องข้อสอบกับทักษะการแก้ปัญหาฯ		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
(ง.) พิสูจน์ผลลัพธ์ของสมการ Minterm โดยการแทนค่าด้วยลอจิก 1 ลงในสมการลอจิกทั้ง 2 ดังนี้ สมการลอจิก Minterm ได้จากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา X = (A'B'C)+(A'BC')+(A'BC)+(AB'C')+(AB'C) +(ABC')+(ABC) X = (1'1'1)+(1'11')+(1'11)+(11'1')+(11'1) +(111')+(111) X = (0)+(0)+(0)+(0)+(0)+(0)+(1) X = (1) สมการลอจิกที่ผ่านการลดรูปจากสมการ Minterm X = (B'C)+(B)+(AB') X = (1'1)+(1)+(11') X = (0)+(1)+(0) X = (1) จากผลลัพธ์ของการแทนค่าผ่านสมการทั้ง 2 ปรากฏว่าผลลัพธ์ตรงกัน แสดงให้เห็นว่าสมการลอจิกทั้ง 2 ถูกต้อง						

13. แบบประเมินความสอดคล้องแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

การแบ่งเนื้อหารายวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2551) โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเนื้อหาบทเรียนประกอบด้วย

บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก

1.1 หลักการแสดงตัวเลข

1.2 การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ

1.2.1 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ

1.2.2 การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ

1.2.3 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 (คำนวณข้ามเลขฐาน)

1.3 การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ

1.3.1 BCO-Binary Code Octal

1.3.2 BCH-Binary Code Hexadecimal

1.4 การบวก ลบ เลขฐานต่าง ๆ

1.4.1 การบวก ลบ เลขฐาน 2

1.4.2 การบวก ลบ เลขฐาน 8

1.4.3 การบวก ลบ เลขฐาน 16

1.5 การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน

บทที่ 2 รหัสไบนารี่

2.1 นิยาม

2.2 โครงสร้างของรหัสไบนารี่

2.3 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต

2.4 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิต

2.5 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิต

2.6 รหัสแอสกี้ (ASCII Code)

2.7 รหัสเกรย์ (Gray Code)

2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number

2.8.1 หลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement

2.8.2 การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement
2.8.3 การเปลี่ยนเลขฐาน 2 ในรูปแบบ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10
2.8.4 การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.5 การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.6 การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.9 การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต
2.9.1 หลักการคำนวณ
2.9.2 การบวกด้วยรหัส 8-4-2-1
2.9.3 การบวกด้วยรหัส Excess-3 (XS3 Code)
2.9.4 การบวกด้วยรหัส 2*421 (Aiken Code)

บทที่ 3 ลอจิกเกต
3.1 ประเภทของลอจิกเกต
3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน
3.2.1 AND-Gate (Conjunction)
3.2.2 OR-Gate (Disjunction)
3.2.3 NOT-Gate (Negative)
3.3 ลอจิกเกตผสม
3.3.1 NAND-Gate
3.3.2 NOR-Gate
3.4 ลอจิกเกตพิเศษ
3.4.1 Exclusive-OR Gate
3.4.2 Exclusive-NOR Gate
3.5 ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก
3.6 ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก

บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก
4.1 หลักการเขียนสมการ
4.1.1 สมการ Minterm
4.1.2 สมการ Maxterm
4.2 การวิเคราะห์วงจรลอจิก
4.2.1 โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้

4.3 การสังเคราะห์วงจรลอจิก
4.3.1 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิก
4.3.2 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา
4.4 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Expression)
4.4.1 กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก
4.4.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน
4.5 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผัง Karnaugh Map (K-Map)
4.5.1 หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน
4.5.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน

ตารางที่ ข-6 ตารางประเมินความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	**ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์**		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 1. กำหนดให้ $(86A.F4_{16})-(40_{10} \times 8_{10}) = \square_{10}-(40_{10} \times 5_{10}) = Z_{10}$ อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - ($40_{10} \times 5_{10}$) ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 2. กำหนดให้ $(1011100111.11101_2)-(170_8+31_8)+(C8_{16}) = \square_{10}-(111.1_2 \times 10_{10}) = Z_{10}$ อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - ($111.1_2 \times 10_{10}$) ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 3. กำหนดให้ $(654.75_{10}-56.50_{10}-32_{10}) = \square_{10}-450_{10} = Z_5$ อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - 450_{10} ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 5 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 4. กำหนดให้ $(25_{10}+ 120_{10}+ 83_{10}) = 9D_{16}$ ให้นักศึกษาพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องหรือไม่เมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 16 เพราะเหตุใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 ได้อย่างถูกต้อง (คำนวณข้ามเลขฐาน)			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5. กำหนดให้ $(456_9-3E_{16}) + (400_8 \times 2_{10}) = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ให้นักศึกษา (1) วิเคราะห์ว่าควรนำหลักการใดมาแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้มากที่สุด (2) ผลลัพธ์ที่ถูกต้องคือค่าใดเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน Z_{10} และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) ผลลัพธ์สามารถแสดงผลผ่าน 7-segment จำนวน 5 หลอดได้หรือไม่ ทำอย่างไร 6. กำหนดให้ $(A8_{16}+500_8) - (76_{10}+3143_5) = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ให้นักศึกษา (1) วิเคราะห์ว่าควรนำหลักการใดมาแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้มากที่สุด (2) ผลลัพธ์ที่ถูกต้องคือค่าใดเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน Z_{10} และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) ผลลัพธ์สามารถแสดงผลผ่าน 7-segment จำนวน 5 หลอดได้หรือไม่ ทำอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 4. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCO-Binary Code Octal ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 7. กำหนดให้ $(37E_{16}\text{-}11111111.10_2) = \square_{BCO} - 500_{16} = Z_{BCO}$ อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปของรหัส BCO ($\square_{10}$) - 500_{16} ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นรหัส BCO คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (ให้นักศึกษาใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCO-Binary Code Octal เพื่อทำการคำนวณ)			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 5. คำนวณการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCH-Binary Code Hexadecimal ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 8. <u>กำหนดให้สมการที่ 1</u> : $(0010\ 0101\ 0000_{BCH} + 125_8) = Z_{BCO}$ <u>กำหนดให้สมการที่ 2</u> : $(0010\ 0101\ 0000_{BCH} + 10101000_2) = Z_{BCO}$ อยากทราบว่าผลลัพธ์จากการคำนวณ ผลลัพธ์ในสมการมากกว่ากัน มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (ให้นักศึกษาใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCH-Binary Code Hexadecimal เพื่อทำการคำนวณ)			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 2 ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 9. กำหนดให้ $(011111110111_2 + 6704_8 + 15F7_{16}) - (18_{10} + 23_{10}) = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 2 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 10. กำหนดให้ $(101000_2 + 5_8 + 111_2 + 0011_2) - 4_{16} = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการลบเลขฐาน 2 เพียงวิธีการเดียวในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 7. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 8 ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 11. กำหนดให้ $(50_1 \times 5_{10}) + (445_{10} + 397_{10} + Z_{10}) = 3720_8$ จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด 12. กำหนดให้ $(38_{10} + 55_{10} + 43_{10}) - 3_{10} = Z_8$ จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 8. คำนวณการบวก ลบ เลขฐาน 16 ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 13. กำหนดให้ $(15_{10} + 17_{10} + Z_{10} + 21_{10}) = 1010001_2$ จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 16 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 14. คนกลุ่มหนึ่งเป็นชาย 6 คน หญิง 4 คน ถ้าผู้ชายทุกคนอายุเท่ากันคือ 35_{10} ปี และหญิงทั้ง 4 คนมีอายุเท่ากันโดยรวมกันได้เท่ากับ 100_{10} ปี (19_{16}) จากโจทย์ปัญหาข้างต้นหากต้องการทราบอายุโดยเฉลี่ยของคนกลุ่มนี้เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้หลักการบวก-ลบ เลขฐาน 16 สามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใดและมีวิธีการอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 9. คำนวณการบวก ลบ เลขฐานต่างกัน ได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 15. กำหนดให้ $(254_{10} \times 2FDA_{16}) + (72_{10} \times 70034_{8})$ $+(15_{10} \times 3131000_{5}) = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาข้างต้น การแก้ปัญหาของข้อมูลนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดในการแก้ปัญหามากที่สุด เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ของเลขฐาน 10 คือค่ามีวิธีการอย่างไร 16. กำหนดให้ $(36476_{8}-4EF_{16}) + ((36476_{8} \times 3_{10}) -10256_{10})) = Z_{10}$ จากโจทย์ปัญหาสามารถใช้หลักการบวกและคูณเลขฐานต่างกันในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และหากต้องการแก้ปัญหานี้ควรมีวิธีการอย่างไรที่เหมาะสมและรวดเร็วที่สุด ต้องใช้ 7-segment ในการแสดงผลจำนวนกี่หลอด มีวิธีในการป้อนข้อมูลและแสดงผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 10. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิตได้อย่างถูกต้อง			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 17. เมื่อทำการแสดงผลผ่านนาฬิกาดิจิตอลจำนวน 4 หลักเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือ 07.15_{10} โดยผ่านข้อมูลนำเข้าด้วยรหัสชนิดหนึ่ง คือ 0000 1101 0001 0101 จากโจทย์ปัญหาหากข้อมูลนำเข้าเป็นรหัส 2*421 (Aiken) จงวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้ (1) รหัสไบนารี่ที่เป็นข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ชนิดใด (2) นาฬิกาดิจิตอลเสียหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร 18. เมื่อทำการแสดงผลผ่านนาฬิกาดิจิตอลจำนวน 3 หลักเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือ 245_{10} โดยผ่านข้อมูลนำเข้าด้วยรหัสไบนารี่ 8421 คือ $0010\ 1000\ 0101_{8421}$ จากโจทย์ปัญหามีสวิสต์ที่แผงนาฬิกาดิจิตอลเสียหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร 19. น้ำทิพย์ตั้งเวลาปลุกใน ตอนเช้าโดยผ่านนาฬิกาดิจิตอลเป็นเวลา 05.30 น. ซึ่งมีการป้อนข้อมูลด้วยรหัสไบนารี่ ดังนี้ 0000 1011.0011 0000 จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้วิเคราะห์ว่าการป้อนข้อมูลคือรหัสใด และหากต้องการเปลี่ยนแปลงเวลาในการตั้งเวลาเป็น 06.15 น. ควรมีวิธีการทำอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 11. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิตได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 20. เมื่อข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ 51111 ผ่านตัวเปลี่ยนรหัส (Decoder) ผลลัพธ์จากการแสดงผลผ่านหลอด 7-Segement จำนวน 4 หลอดคือ 321.89_{10} จากโจทย์ปัญหาวิเคราะห์ว่าเป็นรหัสไบนารี่ชนิดกี่บิต และหากต้องการป้อนข้อมูลเข้าด้วยรหัสที่กำหนด และแสดงผลผ่านหลอด 7-Segement จำนวน 4 หลอดคือ 321.89_{10} ควรมีวิธีการทำอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 12. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิตได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 21. เมื่อทำการแสดงผลผ่านเครื่องคำนวณดิจิตอลจำนวน 4 หลักปรากฏเป็นเลขฐาน 10 คือ 3406_{10} โดยมีการป้อนข้อมูลนำเข้าเป็นรหัส BIQUINARY ดังนี้ 0101000 0110000 0100001 1000010 จากโจทย์ปัญหาหากต้องการแสดงผลเป็นเลขฐาน 10 ตามที่กำหนด จงวิเคราะห์ว่าการป้อนข้อมูลนำเข้าด้วยรหัส BIQUINARY ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 13. คำนวณการแปลงรหัสแอสกี้เป็นข้อความได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 22. $1001000\ 1100101\ 1101100\ 1101100\ 1101111_{ASCII}$ เมื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงข้อความเป็น Heelo แสดงว่าผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด 23. สุธีร์ต้องการประชาสัมพันธ์ข้อมูลทางโรงเรียนผ่านป้ายไฟวิ่ง โดยทำการป้อนข้อมูลเข้าด้วยรหัสแอสกี้ดังนี้ 1010111 1100101 1101100 1100011 1101111 1101101 1100101 0100000 1000001 1000101 1000011_{ASCII} เมื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงข้อความเป็น WelcomeAEC แสดงว่าผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 14. คำนวณการแปลงค่ารหัสเกรย์ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 24. การแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment จำนวน 3 หลักเป็นเลขฐาน 10 ที่ผ่านการคำนวณโดยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 2 โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสเกรย์ 4 จำนวนดังนี้ จำนวนแรกคือ 100110_{G} จำนวนที่สองคือ 110111_{G} จำนวนที่สามคือ 101100_{G} เมื่อตรวจสอบภายหลังพบว่าจำนวนที่สองมีการบันทึกข้อมูลผิดพลาดเกินไป คิดเป็น 5_{10} เมื่อแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ 154_{10} จงวิเคราะห์ว่าการแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแสดงผลเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร 25. การแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment จำนวน 2 หลักเป็นเลขฐาน 10 ที่ผ่านการคำนวณโดยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 2 โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสเกรย์ 2 จำนวนดังนี้ จำนวนแรกคือ 10110_{G} จำนวนที่สองคือ 00111_{G} เมื่อแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ 25_{10} จงวิเคราะห์ว่าการแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 15. คำนวณเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปของเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 26. นักศึกษาคนหนึ่งทำการป้อนเลขฐาน 10 ผ่านเครื่องคำนวณ คือ -125_{10} เมื่อเครื่องคำนวณทำการประมวลผลได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 2 คือ 11111110_2 ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด ผลลัพธ์ที่ได้ประยุกต์นำไปใช้งานกับหลักการคำนวณในเรื่องใดได้บ้าง 27. ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 10 ทั้งหมด 2 จำนวนคือ 324_{10} เมื่อกำหนดให้ตัวตั้งเป็นรหัสเลขฐาน 2 คือ $0\ 110101000_2$ จงวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้ (1) ผลลัพธ์เลขฐาน 10 คือ 324_{10} ผ่านเครื่องคำนวณเป็นเลขฐาน 2 ได้ผลลัพธ์คือ $0\ 101000100_2$ ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด (2) ผลลัพธ์ของตัวบวกเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 คือค่าใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 16. คำนวณเลขฐาน 2 ในรูปแบบ 2's Complement ให้อยู่ในรูปแบบเลขฐาน 10 ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 28. ผลลัพธ์ในการแสดงตัวเลขเป็นเลขฐาน 2 ผ่านเครื่องคำนวณ คือ $1\ 110011101_2$ เมื่อประมวลผลผ่านเครื่องคิดเลขได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ -157_{10} ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด ผลลัพธ์ที่ได้ประยุกต์นำไปใช้งานกับหลักการคำนวณในเรื่องใดได้บ้าง			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 29. ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 10 ทั้งหมด 2 จำนวนคือ 275_{10} เมื่อกำหนดให้ตัวตั้งเป็นรหัสเลขฐาน 2 คือ 0 100111011_2 จงวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้ (1) ผลลัพธ์เลขฐาน 10 คือ 275_{10} ผ่านเครื่องคำนวณเป็นเลขฐาน 2 ได้ผลลัพธ์คือ 0 100010011_2 ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด (2) ผลลัพธ์ของตัวบวกเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 และแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 17. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 30. สุเทพเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนเป็นระยะทาง $+522_{10}$ เมตร นั่งรถเมล์จากโรงเรียนต่อไปยังสวนสนุกเป็นระยะทาง $+1222_{10}$ เมตร และเดินทางจากสวนสนุกกลับมายังหอพักเป็นระยะทาง $+432_{10}$ เมตร เมื่อบันทึกข้อมูลพบข้อผิดพลาดนั่นคือสุเทพทำการบันทึกระยะทางที่ผิดพลาดในการเดินทางจากโรงเรียนไปยังสวนสนุกเกินไป $+33_{10}$ เมตร จงวิเคราะห์ดังนี้ (1) การบันทึกระยะทางที่ผิดพลาดจากโรงเรียนไปยังสวนสนุกเกินไป $+33_{10}$ เมตร ในหลักการใช้การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ควรมีการทำงานอย่างไร เพราะเหตุใด (2) ระยะทางรวมในการเดินทางของสุเทพทั้งวันเดินทางรวมเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร และกี่เมตร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 31. ผลการสอบภาคเรียนที่ 1 ของนักศึกษาคนหนึ่งทำการแบ่งการสอบเป็น 3 ครั้งดังนี้ สอบระหว่างเรียนได้คะแนน $+23.75_{10}$คะแนน สอบกลางภาคได้ะแนน $+31.25_{10}$ คะแนน และสอบปลายภาคเรียนได้คะแนน $+28.50_{10}$คะแนน เมื่อใช้เครื่องคำนวณทำการประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 2 ควรทำการกำหนดบิตเครื่องหมายทั้งตัวตั้งและตัวบวกทั้ง 3 จำนวนเป็นเลข 1 หรือ 0 เพราะเหตุใด และเมื่อคำนวณผลลัพธ์ที่ได้คือ $0\ 1110011.10_2$ คะแนนนักศึกษาพิจารณาว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 18. คำนวณค่าด้วยวิธีการลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 32. พรสวรรค์มีเงินจำนวน $+843_{10}$ บาท ซื้อหนังสือเป็นจำนวนเงิน $+129_{10}$ บาท ซื้ออาหารกลางวันและเย็น มื้อละ $+119_{10}$ บาท จงวิเคราะห์ดังนี้ (1) เงินที่ต้องใช้ในการซื้ออาหารกลางวัน และเย็นรวมกันเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 คือ $1\ 11101110_2$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (2) เงินที่เหลือของพรสวรรค์หลังจากหักค่าใช้จ่าย พรสวรรค์เหลือเงินกี่บาท และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 33. จันทร์เจ้ามีเงินจำนวน $+1500_{10}$ บาท ซื้อหนังสือ 2 เล่มราคาเล่มละ $+179.50_{10}$ บาท ซื้ออาหารกลางวันและเย็น มื้อละ $+69_{10}$ บาท นำเงินไปทำบุญที่วัดเป็นจำนวนเงิน $+200_{10}$ บาท จงวิเคราะห์ดังนี้ (1) เมื่อนำหลักการลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement มาใช้ในการแก้ปัญหาควรมีหลักการอย่างไรในการแปลงจำนวนเงินที่ซื้อหนังสือ ซื้ออาหารกลางวัน และเงินทำบุญ เพราะเหตุใด (2) เงินที่เหลือของจันทร์เจ้าหลังจากหักค่าใช้จ่าย จันทร์เจ้าเหลือเงินกี่บาท และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 19. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 34. ผลการสอบของนักศึกษา 2 คน แบ่งการสอบเป็น 2 ครั้ง คือ สอบกลางภาค และสอบปลายภาค ได้ผลคะแนนดังนี้ นักศึกษาคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้คะแนนสอบกลางภาค คิดเป็น 21.00_{10} และ 22.50_{10} คะแนน และคะแนนสอบปลายภาค คิดเป็น 19.50_{10} และ 20.25_{10} คะแนน ตามลำดับ จงวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้ (1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏเป็นเลขฐาน 2 ของคะแนนรวมนักศึกษาแต่ละคนควรมีบิตเครื่องหมายเป็นบวกหรือลบ เพราะเหตุใด (2) คะแนนรวมในการสอบของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นกี่คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) หากคะแนนรวมของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็น 50_{10} คะแนน นักศึกษาทั้ง 2 คนขาดไปคนละกี่คะแนนถึงจะได้คะแนนรวมตามที่กำหนด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 35. ผลการสอบของนักศึกษา 2 คน แบ่งการสอบเป็น 3 ครั้ง คือ สอบระหว่างเรียน สอบกลางภาค และสอบปลายภาค ได้ผลคะแนนดังนี้ นักศึกษาคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้คะแนนสอบระหว่างเรียน คิดเป็น 25.75_{10} และ 27.25_{10} คะแนน ตามลำดับ ผลคะแนนสอบกลางภาค คิดเป็น 31.00_{10} และ 33.75_{10} คะแนน ตามลำดับ จงวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้ (1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏเป็นเลขฐาน 2 ของคะแนนรวมนักศึกษาแต่ละคนควรมีบิตเครื่องหมายเป็นบวกหรือลบ เพราะเหตุใด (2) ผลคะแนนสอบปลายภาคของนักศึกษาคนที่ 1 และ 2 คิดเป็นกี่คะแนน หากคะแนนรวมของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นคนละ 100_{10} คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) คะแนนรวมในการสอบของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นกี่คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 20. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ 8421 ได้			
36. พลอยขวัญเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนเป็นระยะทาง 522_{10} เมตร นั่งรถเมล์จากโรงเรียนต่อไปยังสวนสนุกเป็นระยะทาง 1222_{10} เมตร และเดินทางจากสวนสนุกกลับมายังหอพักเป็นระยะทาง 432_{10} เมตร เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 8421 เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และระยะทางรวมในการเดินทางของพลอยขวัญทั้งวันเดินทางรวมเป็นระยะทางกี่กิโลเมตรและกี่เมตร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 37. ผลการสอบภาคเรียนที่ 1 ของนักศึกษาคนหนึ่งทำการแบ่งการสอบเป็น 3 ครั้งดังนี้ สอบระหว่างเรียนได้คะแนน 27.75_{10}คะแนน สอบกลางภาคได้แนน 28.25_{10} คะแนน และสอบปลายภาคเรียนได้คะแนน 33.50_{10} คะแนน เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 8421 เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และคะแนนรวมในการสอบคิดเป็นกี่คะแนน			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 21. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ Excess-3 (XS3) ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 38. วิชุดามีเงินจำนวน 523_{10} บาท แม่ให้เงินเพิ่มเป็นเงิน 100_{10} บาท พ่อให้เพิ่มเป็นเงิน 99_{10}บาท เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ Excess-3 (XS3) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และเงินรวมของวิชุดาคิดเป็นกี่บาท			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 39. มนตรีมีเงินจำนวน 750.50_{10} บาท ซื้อหนังสือ ราคา 99.50_{10} บาท พ่อให้เงินเพิ่มเป็นเงิน 300.00 บาท หากกำหนดสูตรคำนวณดังนี้ เงินคงเหลือของมนตรี = $(750.50_{10}-99.50_{10}) + 300.00_{10}$ เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ Excess-3 (XS3) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และ เงินคงเหลือของมนตรีคิดเป็นกี่บาท			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 22. คำนวณค่าด้วยวิธีการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ 2*421 (Aiken) ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 40. คุณแม่มีเงินในกระเป๋าจำนวน 545.50_{10} บาท พ่อให้เงินเพิ่มอีก 1000.00_{10} บาท แม่นำเงินไปซื้อกับข้าวที่ตลาดเป็นเงิน 347.50_{10} บาท หากกำหนดสูตรคำนวณดังนี้ เงินคงเหลือของแม่ = $(545.50_{10}+1000.00_{10}) - 347.50_{10}$ เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 2*421 (Aiken) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และหาจำนวนเงินคงเหลือของแม่			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 2 รหัสไบนารี่			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 41. ผลการสอบของนักศึกษา 2 คน แบ่งการสอบเป็น 3 ครั้ง คือ สอบระหว่างเรียน สอบกลางภาค และสอบปลายภาค ได้ผลคะแนนดังนี้ นักศึกษาคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้คะแนนสอบระหว่างเรียน คิดเป็น 25.75_{10} และ 27.25_{10} คะแนน ตามลำดับ ผลคะแนนสอบกลางภาค คิดเป็น 31.00_{10} และ 33.75_{10} คะแนน ตามลำดับ เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 2*421 (Aiken) จงวิเคราะห์และประเมินผลดังนี้ (1) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด (2) ผลคะแนนสอบปลายภาคของนักศึกษาคนที่ 1 และ 2 คิดเป็นกี่คะแนน หากคะแนนรวมของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นคนละ 100_{10} คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) คะแนนรวมในการสอบของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นกี่คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 23. อธิบายลักษณะสมบัติ 5 อย่างของลอจิกเกตพื้นฐานได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 42. ถ้าสับสวิตช์ A ให้เป็น 1, สวิตช์ B ให้เป็น 1 และสวิตช์ C ให้เป็น 0 ปรากฏว่าหลอดไฟทำงานนักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมใช้ลอจิกเกตพื้นฐานชนิดใด เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรเพื่อให้หลอดไฟทำงาน 43. วงจรตัวเปลี่ยนรหัสผ่านการทำงานด้วย IC 7447 จำนวน 2 ตัว และ 7-Segment จำนวน 2 ตัว ดังนี้ IC ตัวที่ 1 ป้อนข้อมูลเข้าให้กับขา A มีไฟเข้า , ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ ปรากฏว่า 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 4 และ IC ตัวที่ 2 ป้อนข้อมูลเข้าให้กับขา A มีไฟเข้า,ขา B มีไฟเข้า, ขา C ไม่มีไฟ ปรากฏว่า 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 7 ให้นักศึกษาวิเคราะห์ดังนี้ (1) นักศึกษาคิดว่าข้างในเป็นลอจิกเกตพื้นฐานชนิดใด (2) จากการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 2 ตัว นักศึกษาคิดว่ามี 7-Segment เสียหรือไม่ เพราะเหตุใด และ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) มีวิธีการแก้ไขอย่างไรให้ 7-Segment ทั้ง 2 ตัวดับ (4) วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 24. อธิบายลักษณะสมบัติ 5 อย่างของลอจิกเกตผสมได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 44. การทำงานของตู้เย็นชนิดหนึ่งมีการทำงานผ่านวงจรไฟฟ้า 2 วงจรต่อกัน โดยมีการทำงานดังนี้ วงจรที่ 1 ทำการสับสวิตช์ A ให้เป็น 1 และสวิตช์ B ให้เป็น 0 ปรากฏว่าวงจรที่ 1 ทำงาน, วงจรที่ 2 ทำการสับสวิตช์ A ให้เป็น 0 และสวิตช์ B ให้เป็น 0 ปรากฏว่าวงจรที่ 2 ทำงานเช่นกัน แต่เมื่อนำวงจรทั้ง 2 มาต่ออนุกรมกันปรากฏว่าตู้เย็นไม่ทำงานนักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมทั้ง 2 วงจรใช้ลอจิกเกตผสมชนิดใดในการควบคุมการทำงาน เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรเพื่อให้ตู้เย็นทำงาน 45. วงจรลอจิกเกตสากลควบคุมการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 4 ตัว โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ 8421 ดังนี้ - การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 1 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A มีไฟเข้า, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 8 - การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 2 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C มีไฟเข้า และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 3 - การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 3 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B มี ไฟ เข้า, ขา C ไม่มีไฟ และขา D มีไฟเข้า แสดงผลเป็นเลข 5 - การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 4ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 1 ให้นักศึกษาวิเคราะห์ดังนี้			

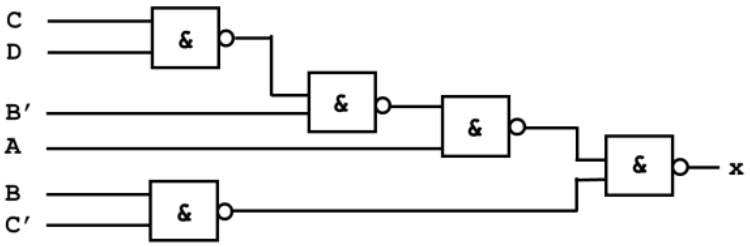
ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (1) นักศึกษาคิดว่าข้างในวงจรลอจิกเกตสากลควบคุมการทำงานด้วยลอจิกเกตผสมชนิดใด (2) จากการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 4 หลอด นักศึกษาคิดว่ามี 7-Segment เสียหรือไม่ เพราะเหตุใด และ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) ตัวเลขฐาน 10 ที่ทำการแสดงผลผ่านหลอด 7-Segment จำนวน 4 ตัวที่ถูกต้องคือจำนวนใด (4) วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 25. อธิบายลักษณะสมบัติ 5 อย่างของลอจิกเกตพิเศษได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 46. การทำงานพัดลมมีการควบคุมการทำงานผ่านสวิตช์ 2 ตัว โดยเมื่อมีการจ่ายไฟให้กับสวิตช์ A และ B ปรากฏว่าพัดลมทำงาน นักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมผ่านสวิตช์ทั้ง 2 ตัวใช้ลอจิกเกตพิเศษชนิดใดในการควบคุมการทำงาน เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรหากกรณีไม่มีการจ่ายไฟให้กับสวิตช์ A และ B และไม่ต้องการให้พัดลมทำงานโดยใช้ลอจิกเกตพิเศษจากวงจรกำหนด วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง			

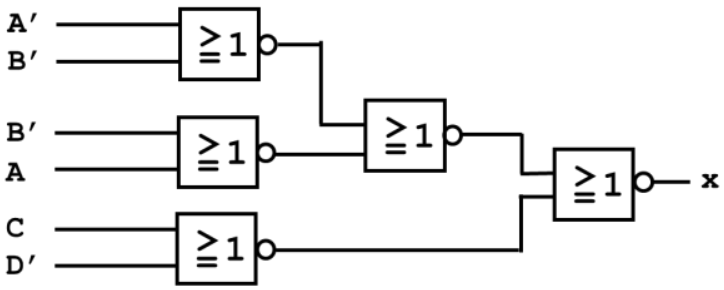
ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 26. ออกแบบวงจรลอจิกจากสมการลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 47. จากสมการลอจิก $X = \overline{(\overline{A}+B)} + \overline{(B+C+A)} + \overline{A}$ กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=1, B=0 และ C=1 ผลลัพธ์ค่า X = B ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 48. จากสมการลอจิก $X = (\overline{A}\bullet B\bullet\overline{C}) + (B+C) + (\overline{B}\bullet C)$ กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=มีไฟเข้า, B=ไม่มีไฟ และ C=มีไฟเข้า ผลลัพธ์ค่า X=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร 49. จากสมการลอจิก $X = (\overline{A}+B+\overline{C}) + (B+C) + \overline{A}$ กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ว่าเป็นวงจร ลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=มีไฟเข้า, B=มีไฟเข้า และ C=มีไฟเข้า ผลลัพธ์ค่า X=1 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 27. เขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 50. จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้  กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 4 จำนวน คือ A, B, C และ D และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=มีไฟเข้า, B=ไม่มีไฟ, C=มีไฟเข้า และ D= ไม่มีไฟ ผลลัพธ์ค่า X=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจร ลอจิกแบบนี้นำไปประยุกต์สร้างเป็นวงจร ลอจิกเกตพื้นฐานแบบ 3 ระดับตามสมการลอจิก X = A(CD + B) + BC’ ได้อย่างไร			

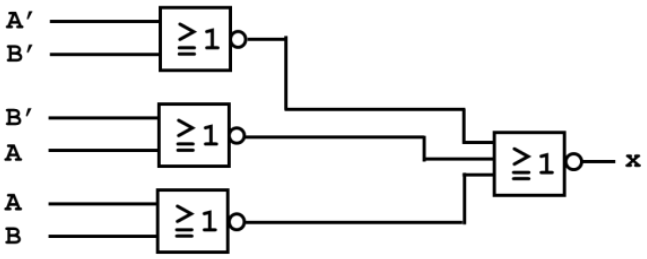
ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 51. จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้  กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 4 จำนวน คือ A, B, C และ D และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=ไม่มีไฟ, B=ไม่มีไฟ, C=มีไฟเข้า และ D= มีไฟเข้า ผลลัพธ์ค่า X=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจร ลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจรลอจิกเกตพื้นฐาน(OR-AND Gate) แบบ 2 ระดับได้อย่างไร และนำมาเขียนเป็นสมการลอจิกคือสมการใด			

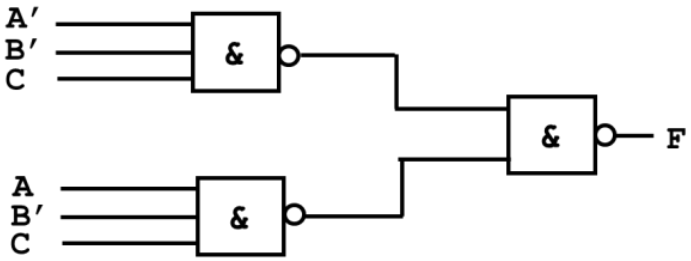
ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 28. เขียนสมการ Minterm จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 52. F(A,B,C,D) = $\sum(3,7,9,10,12)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก And-OR Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 53. F(A,B,C,D) = $\sum(1,5,8,11,15)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก And-OR Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 29. เขียนสมการ Maxterm จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 54. F(A,B,C,D) = $\prod$ (2,5,9,11) จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Minterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก OR-AND Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 55. $F(A,B,C,D) = \prod (1,3,6,10)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก OR-AND Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 30. ออกแบบวงจรลอจิกตามสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 56.  <u>จงวิเคราะห์</u> (1) จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้คือสมการลอจิกชนิดใด มีข้อมูลเข้ากี่จำนวน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (2) จากวงจรลอจิกสังเคราะห์นำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Minterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) จากสมการ Minterm ที่คำนวณได้นำไปสร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 3 ลอจิกเกต			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 57.  <u>จงวิเคราะห์</u> (1) จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้คือสมการลอจิกชนิดใด มีข้อมูลเข้ากี่จำนวน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร (2) จากวงจรลอจิกสังเคราะห์นำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Maxterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) จากสมการ Maxterm ที่คำนวณได้นำไปสร้างเป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 31. คำนวณด้วยวิธีการสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิกที่กำหนดให้ได้			
58. $F(A,B,C) = \sum(0,3,7)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ สามารถนำมาเขียนวงจรลอจิก NAND Gate ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=1, B=0 และ C=1 ผลลัพธ์ค่า F=A ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 59. $F(A,B,C,D) = \prod (2,5,9,11)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ สามารถนำมาเขียนวงจรลอจิก NAND Gate ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=0, B=0 และ C=0 ผลลัพธ์ค่า F=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 32. คำนวณด้วยวิธีการสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้			
60. ในการควบคุมให้หลอดไฟแสดงผล โดยมีสัญญาณเข้ามา 3 ทาง ประกอบด้วย สัญญาณ A, B และ C เมื่อมีสัญญาณผ่านเข้ามาตั้งแต่ 2 ทางขึ้นไปในเวลาเดียวกัน (สัญญาณผ่าน = 1) ให้หลอดไฟแสดงผล (X=1) <u>จงวิเคราะห์</u> (1) เมื่อกำหนดข้อมูลเข้าคือ A=มีไฟเข้า B=ไม่มีไฟเข้า และ C=มีไฟเข้า ปรากฏว่าหลอดไฟแสดงผล ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด (2) จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Maxterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) ประยุกต์สร้างเป็นวงจร NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 61. วงจรควบคุมการแสดงผลของ 7-Segment โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B และ C เมื่อมีการกดสวิตช์ทั้ง 3 ตัวพร้อมกันให้ 7-Segment แสดงผล (X=1) ตามข้อมูลเข้าที่ป้อนเข้าผ่านวงจร 3 ขา <u>จงวิเคราะห์</u> (1) เมื่อมีการกดสวิตช์พร้อมกันทั้ง 3 ตัว และมีการกำหนดข้อมูลป้อนเข้าคือ ขา A=มีไฟเข้า B=ไม่มีไฟเข้า และ C=มีไฟเข้า ปรากฏว่า 7-Segment ทำการแสดงผลเป็นเลข 6 ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลอย่างไร (2) จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการ ในรูปของสมการ Maxterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) ประยุกต์สร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 33. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกให้สั้นที่สุดโดยใช้หลักการพีชคณิตบูลีนได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 62. $F(A,B,C) = \sum(0,3,7)$ จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $X = BC + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=0, B=1 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 63. จากสมการลอจิก $X = (\overline{A}\cdot B)+(A\cdot\overline{B})+(A\cdot B)+(\overline{A}\cdot\overline{B})$ เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ X = 1 ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=1 และ B=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 64. ในการควบคุมให้หลอดไฟแสดงผล โดยมีสัญญาณเข้ามา 3 ทาง ประกอบด้วย สัญญาณ A, B และ C เมื่อมีสัญญาณผ่านเข้ามาตั้งแต่ 2 ทางขึ้นไปในเวลาเดียวกัน (สัญญาณผ่าน=1) ให้หลอดไฟแสดงผล (X=1) จากโจทย์ปัญหาข้างต้น เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการให้สั้นที่สุดในรูปของสมการ Maxterm คือ $X = (A+B)\cdot(A+C)\cdot(B+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=1, B=1 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 65. วงจรควบคุมการแสดงผลของ 7-Segment โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B และ C เมื่อมีการกดสวิตช์ทั้ง 3 ตัวพร้อมกันให้ 7-Segment แสดงผล (X=1) ตามข้อมูลเข้าที่ป้อนเข้าผ่านวงจร 3 ขา จากโจทย์ปัญหาข้างต้น เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการให้สั้นที่สุดในรูปของสมการ Maxterm คือ $X =(A)\cdot(\overline{A}+B)\cdot(\overline{A}+\overline{B}+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=0, B=0 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก			
วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 34. คำนวณการลดรูปสมการลอจิกให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โนได้			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 66. จากบูลลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ $F(X,Y,Z) = \prod(0,2,5,7)$ เมื่อใช้แผนผังคาร์โนลดรูปสมการต้องใช้แผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้า ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $F = (X')+(X''Y''Z)$ ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ X=1, Y=1 และ Z=1 แทนค่าในสมการลอจิก 67. จากสมการลอจิก $X=(A+B+C')\cdot(A'+B+C)\cdot(A'+B'+C)$ เมื่อนำมาเขียนในรูปของบูลลีนฟังก์ชั่นคือ $X(A,B,C) = \prod(1,3,6)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $X=(A+B+C')\cdot(A'+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร 68. จากบูลลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ $F(W,X,Y,Z) = \sum(1,3,7,11,15)$ ที่มี don't care condition $d(W,X,Y,Z) = \sum(0,2,5)$ เมื่อแทนค่าลงในแผนผังคาร์โนต้องทำการแทนค่า X รวม 3 จำนวนใน ตำแหน่งดังต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ $(W''X''Y''Z')$, $(W''X''Y\cdot Z')$ และ $(W''X\cdot Y''Z)$ เพราะเหตุใด เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือสมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร สามารถประยุกต์เป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	ระดับความสอดคล้องโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์		
	(+1) สอดคล้อง	(0) ไม่แน่ใจ	(-1) ไม่สอดคล้อง
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก			
แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 69. วงจรควบคุมการแสดงผลของ 7-Segment โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B, C และ D หากต้องการให้ 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 3 จำนวน ดังต่อไปนี้ เลข 3_{10} , เลข 7_{10} และเลข 9_{10} จะต้องทำการกดสวิตช์ใดบ้าง(On=1) เพื่อให้ 7-Segment ทำการแสดงผลตัวเลขตามที่กำหนด (X=1) จากโจทย์ปัญหาข้างต้น จงวิเคราะห์ดังนี้ (1) เมื่อใช้แผนผังคาร์โนลดรูปสมการต้องใช้แผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด (2) เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือสมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (3) สามารถประยุกต์เป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร			

14. แบบประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยานิพนธ์

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
สาขา/คณะวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
จุดมุ่งหมาย : เพื่อรับรองรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
2. เพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

การประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยข้อคำถามที่สอดคล้องกับองค์ประกอบรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย กำหนดปัจจัยนำเข้า กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประเมินผลผลิต และป้อนกลับผลผลิต ซึ่งท่านสามารถพิจารณารายละเอียดของระบบการสอนได้จากเอกสารประกอบการประเมินรูปแบบการสอนที่ส่งมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยโดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
ระดับ	4	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
ระดับ	3	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ	1	หมายถึง	มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

องค์ประกอบรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. กำหนดปัจจัยนำเข้าที่ใช้เป็นหลักการและแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอน มีความเหมาะสมในระดับใด					
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นเตรียมการ และ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ มีความเหมาะสมในระดับใด					
3. ประเมินผลผลิตที่ได้รับจากการเรียนด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในระดับใด					
4. ป้อนกลับผลผลิตสำหรับนำไปปรับปรุงรูปแบบการสอน มีความเหมาะสมในระดับใด					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รายละเอียดรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายละเอียดรูปแบบการสอน	**ระดับความเหมาะสม**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. กำหนดปัจจัยนำเข้า					
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน					
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน					
1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
1.4 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	**ระดับความเหมาะสม**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ					
1. ขั้นเตรียมการ มีความเหมาะสมในระดับใด					
1.1 ปฐมนิเทศ					
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน					
1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ มีความเหมาะสมในระดับใด					
2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน (แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน)					
2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ ประกอบด้วย 2.2.1 ขั้นเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (พิจารณาจากระบบการสอนอัจฉริยะ)					
2.2.2 ขั้นเรียนเป็นกลุ่มย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง การรู้ปัญหา การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา การค้นพบวิธีแก้ปัญหา การยอมรับวิธีแก้ปัญหา					
2.2.3 ขั้นทดสอบย่อย โดยทำแบบทดสอบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)					
2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล					
2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ					
2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล					
2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน (แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
3. ประเมินผลผลิต					
3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

รายละเอียดรูปแบบการสอน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
4. ป้อนกลับผลผลิต					
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน					
4.2 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม					

ตอนที่ 3 ด้านการนำไปใช้งาน

รายละเอียดรูปแบบการสอน	**ระดับความเหมาะสม**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
1. รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด					
2. ขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด					
3. รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในระดับใด					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุงรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการนำรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้าพเจ้า ..... ได้ทำการประเมินรับรองความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นที่เรียบร้อยแล้วและเห็นควรว่า

- ❑ รับรองว่ารูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว
- ❑ รับรองว่ารูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ .....

( )

วันที่ .....

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

พินันทา ฉัตรวัฒนา
โทร. 081-1744881
E-mail: pinantac@kmutnb.ac.th

ภาคผนวก ค

แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเกณฑ์การให้คะแนน

- แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (รายสัปดาห์)
- กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- เกณฑ์และแบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- เกณฑ์และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics)

1. แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (รายสัปดาห์)

คำชี้แจง

1. แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล) เป็นแบบฝึกกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ**วัดทักษะการแก้ปัญหา** มีขั้นตอนดังนี้

(1) ผู้เรียนแก้ปัญหาโจทย์ต่อไปนี้ ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน

(2) บันทึกคำตอบที่ได้ลงบนแบบฟอร์มเอกสารที่จัดเตรียมให้ และนำส่งไฟล์ผ่านปุ่มส่งแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหา

ส่วนที่ 2 แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม) เป็นแบบฝึกกิจกรรมที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ**วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์** มีขั้นตอนดังนี้

(1) ให้ผู้เรียนในกลุ่มแก้ปัญหาโจทย์ต่อไปนี้ ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน นำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่มผ่านห้องสนทนา (Chatroom) ที่ผู้สอนจัดเตรียมให้

(2) บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความ (Textbox) ที่จัดเตรียมให้ตามขั้นตอนในแต่ละกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละข้อ ให้หัวหน้ากลุ่มดูใบเฉลยคำตอบและทำการสรุปให้สมาชิกในกลุ่มทราบ

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 2**

บทเรียน บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก

เรื่อง หลักการแสดงตัวเลข การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ และการแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง หลักการแสดงตัวเลข และการเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ

<u>โจทย์ปัญหาที่ 1</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(86A.F4_{16})- (40_{10} \times 8_{10}) = \square_{10}- (40_{10} \times 5_{10}) = Z_{10}$

อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - $(40_{10} \times 5_{10})$ ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 2</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้

$(1011100111.11101_2)-(170_8+ 31_8) +(C8_{16}) = \square_{10}- (111.1_2 \times 10_{10}) = Z_{10}$

อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - $(111.1_2 \times 10_{10})$ ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ

<u>โจทย์ปัญหาที่ 3</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(654.75_{10}- 56.50_{10}- 32_{10}) = \square_{10}- 450_{10} = Z_5$

อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปเลขฐาน 10 ($\square_{10}$) - 450_{10}ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 5 คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(25_{10}+ 120_{10}+ 83_{10}) = 9D_{16}$

ให้นักศึกษาพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องหรือไม่เมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 16 เพราะเหตุใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 (คำนวณข้ามเลขฐาน)

โจทย์ปัญหาที่ 5 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

กำหนดให้ $(456_9-3E_{16}) + (400_8 \times 2_{10}) = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ให้นักศึกษา

(1) วิเคราะห์ว่าควรนำหลักการใดมาแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้มากที่สุด

(2) ผลลัพธ์ที่ถูกต้องคือค่าใดเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน Z_{10} และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) ผลลัพธ์สามารถแสดงผลผ่าน 7-segment จำนวน 5 หลอดได้หรือไม่ ทำอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 6 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

กำหนดให้ $(A8_{16}+500_8) - (76_{10}+3143_5) = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาข้างต้น ให้นักศึกษา

(1) วิเคราะห์ว่าควรนำหลักการใดมาแก้ปัญหาโจทย์ข้อนี้มากที่สุด

(2) ผลลัพธ์ที่ถูกต้องคือค่าใดเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน Z_{10} และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) ผลลัพธ์สามารถแสดงผลผ่าน 7-segment จำนวน 5 หลอดได้หรือไม่ ทำอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัส BCO และ BCH

โจทย์ปัญหาที่ 7 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(37E_{16}-11111111.\ 10_2) = \square_{BCO} - 500_{16} = Z_{BCO}$

อยากทราบว่าสามารถนำผลลัพธ์ในรูปของรหัส BCO ($\square_{BCO}$) - 500_{16} ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นรหัส BCO คือค่าใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (ให้นักศึกษาใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCO-Binary Code Octal เพื่อทำการคำนวณ)

โจทย์ปัญหาที่ 8 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้สมการที่ 1 :

$(0010\ 0101\ 0000_{BCH} + 125_8) = Z_{BCO}$

กำหนดให้สมการที่ 2 :

$(0010\ 0101\ 0000_{BCH} + 101010000_2) = Z_{BCO}$

อยากทราบว่าผลลัพธ์จากการคำนวณ ผลลัพธ์ในสมการมากกว่ากัน มีวิธีการประเมินผลอย่างไร (ให้นักศึกษาใช้หลักการเปลี่ยนเลขฐานโดยใช้รูปแบบ BCH-Binary Code Hexadecimal เพื่อทำการคำนวณ)

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 3**

บทเรียน บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก

เรื่อง การบวก-ลบเลขฐานต่าง ๆ และการบวก-ลบเลขฐานต่างกัน

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การบวก ลบ เลขฐาน 2

<u>โจทย์ปัญหาที่ 1</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(011111110111_2+6704_8+15F7_{16})-(18_{10}+23_{10}) = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 2 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด

<u>โจทย์ปัญหาที่ 2</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(101000_2+ 5_8 + 111_2 + 0011_2) - 4_{16} = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการลบเลขฐาน 2 เพียงวิธีการเดียวในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การบวก ลบ เลขฐาน 8

<u>โจทย์ปัญหาที่ 3</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(50_{10} \times 5_{10})+(445_{10}+397_{10}+Z_{10})= 3720_8$

จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด

<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(38_{10} + 55_{10} + 43_{10})- 3_{10} = Z_8$

จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 8 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การบวก ลบ เลขฐาน 16

<u>โจทย์ปัญหาที่ 5</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

กำหนดให้ $(15_{10}+17_{10}+Z_{10}+21_{10}) = 1010001_2$

จากโจทย์ปัญหาใช้หลักการบวก-ลบเลขฐาน 16 ในการคิดคำนวณสามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด มีวิธีการอย่างไร และผลลัพธ์ที่ถูกต้องของ Z_{10} คือค่าใด

<u>โจทย์ปัญหาที่ 6</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

คนกลุ่มหนึ่งเป็นชาย 6 คน หญิง 4 คน ถ้าผู้ชายทุกคนอายุเท่ากันคือ 35_{10} ปี และหญิงทั้ง 4 คนมีอายุเท่ากันโดยรวมกันได้เท่ากับ 100_{10} ปี

จากโจทย์ปัญหาข้างต้นหากต้องการทราบอายุโดยเฉลี่ยของคนกลุ่มนี้เป็นเลขฐาน 10 โดยใช้หลักการบวก-ลบ เลขฐาน 16 สามารถทำได้หรือไม่ เพราะเหตุใดและมีวิธีการอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน

<u>โจทย์ปัญหาที่ 7</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

กำหนดให้ $(254_{10} \times 2FDA_{16}) + (72_{10} \times 70034_{8}) + (15_{10} \times 3131_{5}) = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาข้างต้น การแก้ปัญหาของข้อมูลนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดในการแก้ปัญหามากที่สุด เพราะเหตุใด และผลลัพธ์ของเลขฐาน 10 คือค่า มีวิธีการอย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 8</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

กำหนดให้ $(36476_{8}-4EF_{16}) + ((36476_{8} \times 3_{10}) - 10256_{10})) = Z_{10}$

จากโจทย์ปัญหาสามารถใช้หลักการบวกและคูณเลขฐานต่างกันในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด และหากต้องการแก้ปัญหานี้ควรมีวิธีการอย่างไรที่เหมาะสมและรวดเร็วที่สุด ต้องใช้ 7-segment ในการแสดงผลจำนวนกี่หลอด มีวิธีในการป้อนข้อมูลและแสดงผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 4**

บทเรียน บทที่ 2 รหัสไบนารี่

เรื่อง นิยาม โครงสร้างของรหัสไบนารี่ และการแปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต, 5 บิต และมากกว่า 5 บิต

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง นิยาม โครงสร้างของรหัสไบนารี่ และการแปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

เมื่อทำการแสดงผลผ่านนาฬิกาดิจิตอลจำนวน 4 หลักเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือ 07.15_{10} โดยผ่านข้อมูลนำเข้าด้วยรหัสชนิดหนึ่ง คือ 0000 1101 0001 0101 จากโจทย์ปัญหาหากข้อมูลนำเข้าเป็นรหัส 2*421 (Aiken) จงวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

(1) รหัสไบนารี่ที่เป็นข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ชนิดใด

(2) นาฬิกาดิจิตอลเสียหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

เมื่อทำการแสดงผลผ่านนาฬิกาดิจิตอลจำนวน 3 หลักเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือ 245_{10} โดยผ่านข้อมูลนำเข้าด้วยรหัสไบนารี่ 8421 คือ $0010\ 1000\ 0101_{8421}$ จากโจทย์ปัญหามีสวิสต์ที่แผงนาฬิกาดิจิตอลเสียหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

น้ำทิพย์ตั้งเวลาปลุกใน ตอนเช้าโดยผ่านนาฬิกาดิจิตอลเป็นเวลา 05.30 น. ซึ่งมีการป้อนข้อมูลด้วยรหัสไบนารี่ ดังนี้ 0000 1011.0011 0000

จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้วิเคราะห์ว่า

การป้อนข้อมูลคือรหัสใด และหากต้องการเปลี่ยนแปลงเวลาในการตั้งเวลาเป็น 06.15 น. ควรมีวิธีการทำอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)
เรื่อง การแปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิต
โจทย์ปัญหาที่ 4 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

เมื่อข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ 51111 ผ่านตัวเปลี่ยนรหัส (Decoder) ผลลัพธ์จากการแสดงผลผ่านหลอด 7-Segement จำนวน 5 หลอดคือ 321.89_{10} จากโจทย์ปัญหาวิเคราะห์ว่าเป็นรหัสไบนารี่ชนิดกี่บิต และหากต้องการป้อนข้อมูลเข้าด้วยรหัสที่กำหนด เพื่อให้แสดงผลผ่านหลอด 7-Segement จำนวน 5 หลอดคือ 321.89_{10} ควรมีวิธีการทำอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)
เรื่อง การแปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิต
โจทย์ปัญหาที่ 5 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

เมื่อทำการแสดงผลผ่านเครื่องคำนวณดิจิตอลจำนวน 4 หลักปรากฏเป็นเลขฐาน 10 คือ 3406_{10} โดยมีการป้อนข้อมูลนำเข้าเป็นรหัส BIQUINARY ดังนี้

0101000 0110000 0100001 1000010 จากโจทย์ปัญหาหากต้องการแสดงผลเป็นเลขฐาน 10 ตามที่กำหนด จงวิเคราะห์ว่าการป้อนข้อมูลนำเข้าด้วยรหัส BIQUINARY ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด ประเมินผลแล้วควรทำอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 5**

บทเรียน บทที่ 2 รหัสไบนารี่

เรื่อง รหัสแอสกี้ รหัสเกรย์ และการคำนวณด้วย 2's Complement Number

---

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง รหัสแอสกี้ (ASCII Code)

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

ถ้าป้อนข้อมูลเข้าด้วยรหัสแอสกี้ดังนี้ 1001000 1100101 1101100 1101100 1101111 เมื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงข้อความเป็น Heelo แสดงว่าผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

สุธีร์ต้องการประชาสัมพันธ์ข้อมูลทางโรงเรียนผ่านป้ายไฟวิ่ง โดยทำการป้อนข้อมูลเข้าด้วยรหัสแอสกี้ดังนี้

1010111 1100101 1101100 1100011 1101111 1101101 1100101 0100000 1000001 1000101 1000011 เมื่อแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ แสดงข้อความเป็น WelcomeAEC แสดงว่าผลลัพธ์ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง รหัสเกรย์ (Gray Code)

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

การแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment จำนวน 3 หลักเป็นเลขฐาน 10 ที่ผ่านการคำนวณโดยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 2 โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสเกรย์ 4 จำนวนดังนี้ จำนวนแรกคือ 100110_G จำนวนที่สองคือ 110111_G จำนวนที่สามคือ 101100_G เมื่อตรวจสอบภายหลังพบว่าจำนวนที่สองมีการบันทึกข้อมูลผิดพลาดเกินไป คิดเป็น 5_{10} เมื่อแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ 154_{10} จงวิเคราะห์ว่าการแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเมื่อแสดงผลเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 4 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

การแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment จำนวน 2 หลักเป็นเลขฐาน 10 ที่ผ่านการคำนวณโดยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 2 โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสเกรย์ 2 จำนวนดังนี้ จำนวนแรกคือ 10110_G จำนวนที่สองคือ 00111_G เมื่อแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ 25_{10}

จงวิเคราะห์ว่าการแสดงผลผ่านหลอดแสดงผล 7-Segment ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)
เรื่อง การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement

โจทย์ปัญหาที่ 5 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

นักศึกษาคนหนึ่งทำการป้อนเลขฐาน 10 ผ่านเครื่องคำนวณ คือ -125_{10} เมื่อเครื่องคำนวณทำการประมวลผลได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 2 คือ 11111110_2 ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด ผลลัพธ์ที่ได้ประยุกต์นำไปใช้งานกับหลักการคำนวณในเรื่องใดได้บ้าง

โจทย์ปัญหาที่ 6 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 10 ทั้งหมด 2 จำนวนคือ 324_{10} เมื่อกำหนดให้ตัวตั้งเป็นรหัสเลขฐาน 2 คือ $0\ 110101000_2$

จงวิเคราะห์และประเมินผล ดังนี้

(1) ผลลัพธ์เลขฐาน 10 คือ 324_{10} ผ่านเครื่องคำนวณเป็นเลขฐาน 2 ได้ผลลัพธ์คือ $0\ 101000100_2$ ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด

(2) ผลลัพธ์ของตัวบวกเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 คือค่าใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)
เรื่อง การเปลี่ยนเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10

โจทย์ปัญหาที่ 7 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลลัพธ์ในการแสดงตัวเลขเป็นเลขฐาน 2 ผ่านเครื่องคำนวณ คือ $1\ 110011101_2$ เมื่อประมวลผลผ่านเครื่องคิดเลขได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 10 คือ -157_{10} ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด ผลลัพธ์ที่ได้ประยุกต์นำไปใช้งานกับหลักการคำนวณในเรื่องใดได้บ้าง

<u>โจทย์ปัญหาที่ 8</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยวิธีการบวกด้วยเลขฐาน 10 ทั้งหมด 2 จำนวนคือ 275_{10} เมื่อกำหนดให้ตัวตั้งเป็นรหัสเลขฐาน 2 คือ 0 100111011_2

จงวิเคราะห์และประเมินผล ดังนี้

(1) ผลลัพธ์เลขฐาน 10 คือ 275_{10} ผ่านเครื่องคำนวณเป็นเลขฐาน 2 ได้ผลลัพธ์คือ 0 100010011_2 ผลลัพธ์จากการคำนวณผิดพลาดหรือไม่ เพราะเหตุใด

(2) ผลลัพธ์ของตัวบวกเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 และแปลงเป็นเลขฐาน 10 คือค่าใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 6**

บทเรียน บทที่ 2 รหัสไบนารี่

เรื่อง การคำนวณด้วย 2's Complement Number

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

สุเทพเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนเป็นระยะทาง $+522_{10}$ เมตร นั่งรถเมล์จากโรงเรียนต่อไปยังสวนสนุกเป็นระยะทาง $+1222_{10}$ เมตร และเดินทางจากสวนสนุกกลับมายังหอพักเป็นระยะทาง $+432_{10}$ เมตร เมื่อบันทึกข้อมูลพบข้อผิดพลาดนั่นคือสุเทพทำการบันทึกระยะทางที่ผิดพลาดในการเดินทางจากโรงเรียนไปยังสวนสนุกเกินไป $+33_{10}$ เมตร

จงวิเคราะห์ ดังนี้

(1) การบันทึกระยะทางที่ผิดพลาดจากโรงเรียนไปยังสวนสนุกเกินไป $+33_{10}$ เมตร ในหลักการใช้การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ควรมีการทำงานอย่างไร เพราะเหตุใด

(2) ระยะทางรวมในการเดินทางของสุเทพทั้งวันเดินทางรวมเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร และกี่เมตร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

ผลการสอบภาคเรียนที่ 1ของนักศึกษาคนหนึ่งทำการแบ่งการสอบเป็น 3 ครั้ง ดังนี้ สอบระหว่างเรียนได้คะแนน $+23_{10}$คะแนน สอบกลางภาคได้ะแนน $+31_{10}$ คะแนน และ สอบปลายภาคเรียนได้คะแนน $+28_{10}$คะแนน

เมื่อใช้เครื่องคำนวณทำการประมวลผลให้ได้ผลลัพธ์เป็นเลขฐาน 2 ควรทำการกำหนดบิตเครื่องหมายทั้งตัวตั้งและตัวบวกทั้ง 3 จำนวนเป็นเลข 1 หรือ 0 เพราะเหตุใด และเมื่อคำนวณผลลัพธ์ที่ได้ คือ $0\ 1110011_2$ คะแนนนักศึกษาพิจารณาว่าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

พรสวรรค์มีเงินจำนวน $+843_{10}$ บาท ซื้อหนังสือเป็นจำนวนเงิน $+129_{10}$ บาท ซื้ออาหารกลางวันและเย็น มื้อละ $+119_{10}$ บาท จงวิเคราะห์ดังนี้

(1) เงินที่ต้องใช้ในการซื้ออาหารกลางวัน และเย็นรวมกันเมื่อแปลงเป็นเลขฐาน 2 คือ $1\ 11101110_2$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(2) เงินที่เหลือของพรสวรรค์หลังจากหักค่าใช้จ่ายพรสวรรค์เหลือเงินกี่บาท และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 4 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

จันทร์เจ้ามีเงินจำนวน $+1500_{10}$ บาท ซื้อหนังสือ 2 เล่มราคาเล่มละ $+180_{10}$ บาท ซื้ออาหารกลางวันและเย็นมื้อละ $+69_{10}$ บาท นำเงินไปทำบุญที่วัดเป็นจำนวนเงิน $+200_{10}$ บาท จงวิเคราะห์ดังนี้

(1) เมื่อนำหลักการลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement มาใช้ในการแก้ปัญหาควรมีหลักการอย่างไรในการแปลงจำนวนเงินที่ซื้อหนังสือ ซื้ออาหารกลางวัน และเงินทำบุญ เพราะเหตุใด

(2) เงินที่เหลือของจันทร์เจ้าหลังจากหักค่าใช้จ่าย จันทร์เจ้าเหลือเงินกี่บาท และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number

โจทย์ปัญหาที่ 5 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลการสอบของนักศึกษา 2 คน แบ่งการสอบเป็น 2 ครั้ง คือสอบกลางภาค และสอบปลายภาค ได้ผลคะแนนดังนี้ นักศึกษาคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้คะแนนสอบกลางภาค คิดเป็น 21.00_{10} และ 22.50_{10} คะแนน และคะแนนสอบปลายภาค คิดเป็น 19.50_{10} และ 20.25_{10} คะแนน ตามลำดับ **จงวิเคราะห์และประเมินผล ดังนี้**

(1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏเป็นเลขฐาน 2 ของคะแนนรวมนักศึกษาแต่ละคนควรมีบิตเครื่องหมายเป็นบวกหรือลบ เพราะเหตุใด

(2) คะแนนรวมในการสอบของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นกี่คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) หากคะแนนรวมของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็น 50_{10} คะแนน นักศึกษาทั้ง 2 คน ขาดไปคนละกี่คะแนนถึงจะได้คะแนนรวมตามที่กำหนด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 6</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลการสอบของนักศึกษา 2 คน แบ่งการสอบเป็น 3 ครั้ง คือ สอบระหว่างเรียน สอบกลางภาค และสอบปลายภาค ได้ผลคะแนนดังนี้ นักศึกษาคนที่ 1 และคนที่ 2 ได้คะแนนสอบระหว่างเรียน คิดเป็น 25.75_{10} และ 27.25_{10} คะแนน ตามลำดับ ผลคะแนนสอบกลางภาค คิดเป็น 31.00_{10} และ 33.75_{10} คะแนน ตามลำดับ

จงวิเคราะห์และประเมินผล ดังนี้

(1) ผลลัพธ์ที่ปรากฏเป็นเลขฐาน 2 ของคะแนนรวมนักศึกษาแต่ละคนควรมีบิตเครื่องหมายเป็นบวกหรือลบ เพราะเหตุใด

(2) ผลคะแนนสอบปลายภาคของนักศึกษาคนที่ 1 และ 2 คิดเป็นกี่คะแนน หากคะแนนรวมของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นคนละ 100_{10} คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) คะแนนรวมในการสอบของนักศึกษาแต่ละคนคิดเป็นกี่คะแนน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 7**

บทเรียน บทที่ 2 รหัสไบนารี่

เรื่อง การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง หลักการคำนวณด้วยรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต และการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ 8421

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

พลอยขวัญเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนเป็นระยะทาง 522_{10} เมตร นั่งรถเมล์จากโรงเรียนต่อไปยังสวนสนุกเป็นระยะทาง 1222_{10} เมตร และเดินทางจากสวนสนุกกลับมายังหอพักเป็นระยะทาง 432_{10} เมตร

เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 8421 เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึง จะเหมาะสมมากที่สุด และระยะทางรวมในการเดินทางของพลอยขวัญทั้งวันเดินทางรวมเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร และกี่เมตร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ผลการสอบภาคเรียนที่ 1ของนักศึกษาคนหนึ่งทำการแบ่งการสอบเป็น 3 ครั้งดังนี้ สอบระหว่างเรียนได้คะแนน 27.25_{10}คะแนน สอบกลางภาคได้ะแนน 28.22_{10} คะแนน และสอบปลายภาคเรียนได้คะแนน 33.00_{10}คะแนน เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 8421

เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และคะแนนรวมในการสอบคิดเป็นกี่คะแนน

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)
เรื่อง หลักการคำนวณด้วยรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต และการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ Excess-3
<u>โจทย์ปัญหาที่ 3</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

วิชุดามีเงินจำนวน 523_{10} บาท แม่ให้เงินเพิ่มเป็นเงิน 100_{10} บาท พ่อให้เพิ่มเป็นเงิน 99_{10}บาท เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ Excess-3 (XS3) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และเงินรวมของวิชุดาคิดเป็นกี่บาท

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)
<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

มนตรีมีเงินจำนวน 750.50_{10} บาท เงินสะสม 99.50_{10} บาท พ่อให้เงินเพิ่มเป็นเงิน 300.00_{10} บาท หากกำหนดสูตรคำนวณดังนี้

เงินรวมของมนตรี = $(750.50_{10}+ 99.50_{10}) + 300.00_{10}$ เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ Excess-3 (XS3) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และเงินรวมของมนตรีคิดเป็นกี่บาท

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)
เรื่อง หลักการคำนวณด้วยรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต และการบวกเลขด้วยรหัสไบนารี่ 2*421
<u>โจทย์ปัญหาที่ 5</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

คุณแม่มีเงินในกระเป๋าจำนวน 545.50_{10} บาท พ่อให้เงินเพิ่มอีก 1000.00_{10} บาท แม่นำเงินไปซื้อกับข้าวที่ตลาดเป็นเงิน 347.50_{10} บาท หากกำหนดสูตรคำนวณดังนี้

เงินคงเหลือของแม่ = $(545.50_{10}+1000.00_{10}) - 347.50_{10}$ เมื่อนำตัวเลขจากโจทย์ที่กำหนดแปลงเป็นรหัสไบนารี่ 2*421 (Aiken) เมื่อทำการคำนวณครั้งแรกจะพบค่าที่ไม่ถูกต้องของรหัสนี้หรือไม่ (don't care) เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร ควรนำหลักการใดมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาถึงจะเหมาะสมมากที่สุด และหาจำนวนเงินคงเหลือของแม่

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 9**

บทเรียน บทที่ 3 ลอจิกเกต

เรื่อง ประเภทของลอจิกเกต ลอจิกเกตพื้นฐาน ลอจิกเกตผสม ลอจิกเกตพิเศษ

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง ประเภทของลอจิกเกต ลอจิกเกตพื้นฐาน

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

ถ้าสับสวิตช์ A ให้เป็น 1, สวิตช์ B ให้เป็น 1 และสวิตช์ C ให้เป็น 0 ปรากฏว่าหลอดไฟทำงานนักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมใช้ลอจิกเกตพื้นฐานชนิดใด เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรเพื่อให้หลอดไฟทำงาน

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วงจรตัวเปลี่ยนรหัสผ่านการทำงานด้วย IC 7447 จำนวน 2 ตัว และ 7-Segment จำนวน 2 ตัว ดังนี้ IC ตัวที่ 1 ป้อนข้อมูลเข้าให้กับขา A มีไฟเข้า, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ ปรากฏว่า 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 4 และ IC ตัวที่ 2 ป้อนข้อมูลเข้าให้กับขา A มีไฟเข้า,ขา B มีไฟเข้า, ขา C ไม่มีไฟ ปรากฏว่า 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 7 ให้นักศึกษาวิเคราะห์ดังนี้

(1) นักศึกษาคิดว่าข้างในเป็นลอจิกเกตพื้นฐานชนิดใด

(2) จากการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 2 ตัว นักศึกษาคิดว่ามี 7-Segment เสียหรือไม่ เพราะเหตุใด และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) มีวิธีการแก้ไขอย่างไรให้ 7-Segment ทั้ง 2 ตัวดับ

(4) วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง ประเภทของลอจิกเกต ลอจิกเกตผสม

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

การทำงานของตู้เย็นชนิดหนึ่งมีการทำงานผ่านวงจรไฟฟ้า 2 วงจรต่อกัน โดยมีการทำงานดังนี้ วงจรที่ 1 ทำการสับสวิตช์ A ให้เป็น 1 และสวิตช์ B ให้เป็น 0 ปรากฏว่าวงจรที่ 1 ทำงาน, วงจรที่ 2 ทำการสับสวิตช์ A ให้เป็น 0 และสวิตช์ B ให้เป็น 0 ปรากฏว่าวงจรที่ 2 ทำงานเช่นกัน แต่เมื่อนำวงจรทั้ง 2 มาต่ออนุกรมกันปรากฏว่าตู้เย็นไม่ทำงานนักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมทั้ง 2 วงจรใช้ลอจิกเกตผสมชนิดใดในการควบคุมการทำงาน เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรเพื่อให้ตู้เย็นทำงาน

โจทย์ปัญหาที่ 4 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วงจรลอจิกเกตสากลควบคุมการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 4 ตัว โดยมีข้อมูลเข้าเป็นรหัสไบนารี่ 8421 ดังนี้

- การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 1 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A มีไฟเข้า, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 8
- การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 2 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C มีไฟเข้า และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 3
- การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 3 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B มีไฟ เข้า, ขา C ไม่มีไฟ และขา D มีไฟเข้า แสดงผลเป็นเลข 5
- การแสดงผลของ 7-Segment ตัวที่ 4 ได้รับข้อมูลเข้าทางขา A ไม่มีไฟ, ขา B ไม่มีไฟ, ขา C ไม่มีไฟ และขา D ไม่มีไฟ แสดงผลเป็นเลข 1

ให้นักศึกษาวิเคราะห์ดังนี้

(1) จากการแสดงผลผ่าน 7-Segment จำนวน 4 หลอด นักศึกษาคิดว่ามี 7-Segment เสียหรือไม่ เพราะเหตุใด และ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(2) ตัวเลขฐาน 10 ที่ทำการแสดงผลผ่านหลอด 7-Segment จำนวน 4 ตัวที่ถูกต้องคือจำนวนใด

(3) วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง ประเภทของลอจิกเกต ลอจิกเกตพิเศษ

โจทย์ปัญหาที่ 5 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

การทำงานพัดลมมีการควบคุมการทำงานผ่านสวิตช์ 2 ตัว โดย เมื่อมีการจ่ายไฟให้กับสวิตช์ A และ B ปรากฏว่าพัดลมทำงาน นักศึกษาคิดว่าวงจรในการควบคุมผ่านสวิตช์ทั้ง 2 ตัวใช้ลอจิกเกตพิเศษชนิดใดในการควบคุมการทำงาน เพราะอะไร และมีวิธีการประเมินผลอย่างไรหากกรณีไม่มีการจ่ายไฟให้กับสวิตช์ A หรือ B และไม่ต้องการให้พัดลมทำงานโดยใช้ลอจิกเกตพิเศษจากวงจรกำหนด วงจรแบบนี้นำไปทำอะไรได้บ้าง

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 10**

บทเรียน บทที่ 3 ลอจิกเกต

เรื่อง ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก และประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

จากสมการลอจิก

$$X = \overline{(A+B)} + \overline{(B+C+A)} + \overline{A}$$

กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=1, B=0 และ C=1 ผลลัพธ์ค่า X = B ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

จากสมการลอจิก

$$X = (\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}) + (B+C) + (\overline{B} \cdot C)$$

กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=มีไฟเข้า, B=ไม่มีไฟ และ C=มีไฟเข้า ผลลัพธ์ค่า X=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

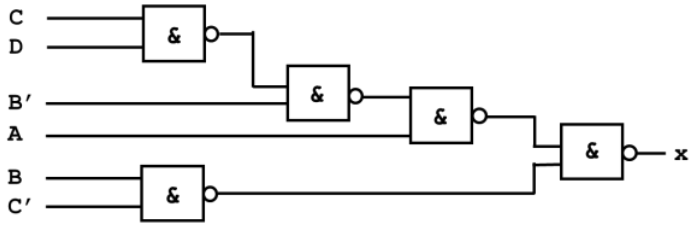
จากสมการลอจิก

$$X = (\overline{A}+B+\overline{C}) + (B+\overline{C}) + A$$

กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 3 จำนวน คือ A, B และ C และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากสมการลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ว่าเป็นวงจร ลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับเมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=มีไฟเข้า, B=มีไฟเข้า และ C=มีไฟเข้า ผลลัพธ์ค่า X=1 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)
เรื่อง ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก
<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้



กำหนดให้ข้อมูลเข้ามี 4 จำนวน คือ A, B, C และ D และข้อมูลออกมี 1 จำนวน คือ X จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้ จงวิเคราะห์ว่าเป็นวงจรลอจิกชนิดใด และมีการทำงานกี่ระดับ เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 4 ขา A=มีไฟเข้า, B=ไม่มีไฟ, C=มีไฟเข้า และ D= ไม่มีไฟ ผลลัพธ์ค่า X=0 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปประยุกต์สร้างเป็นวงจร ลอจิกเกตพื้นฐานแบบ 3 ระดับตามสมการลอจิก $X = A(CD + B) + B\overline{C}$ ได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 11**

บทเรียน บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก

เรื่อง หลักการเขียนสมการ และการวิเคราะห์วงจรลอจิก

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง หลักการเขียนสมการ Minterm

<u>โจทย์ปัญหาที่ 1</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

F(A,B,C,D) = $\sum m(3,7,9,10,12)$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก And-OR Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

<u>โจทย์ปัญหาที่ 2</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

F(A,B,C,D) = $\sum m(1,5,8,11,15)$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก And-OR Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง หลักการเขียนสมการ Maxterm

<u>โจทย์ปัญหาที่ 3</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

F(A,B,C,D) = $\prod M\ (2,5,9,11)$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Minterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก OR-AND Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

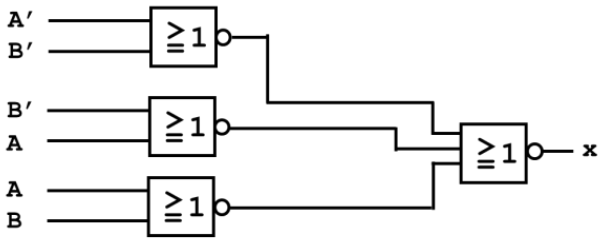
$$F(A,B,C,D) = \prod M\ (1,3,6,10)$$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ จงวิเคราะห์ตัวเลขฐาน 10 ที่อยู่ในรูปของสมการ Maxterm คือค่าใด และจากบูลลีนฟังก์ชั่นข้างต้นสามารถนำมาเขียนในรูปของสมการลอจิกได้รูปแบบใด วงจรลอจิกที่ได้จากสมการลอจิกคือวงจรลอจิก OR-AND Gate ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร วงจรลอจิกแบบนี้นำไปสร้างเป็นวงจร NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้

<u>โจทย์ปัญหาที่ 5</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)



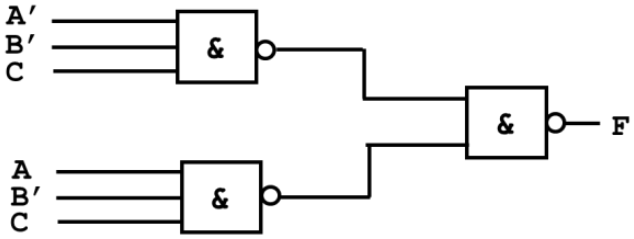
<u>จงวิเคราะห์</u>

(1) จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้คือสมการลอจิกชนิดใด มีข้อมูลเข้ากี่จำนวน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(2) จากวงจรลอจิกสังเคราะห์นำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Minterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) จากสมการ Minterm ที่คำนวณได้นำไปสร้างเป็นวงจรลอจิก NOR Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 6 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)



จงวิเคราะห์

(1) จากวงจรลอจิกที่กำหนดให้คือสมการลอจิกชนิดใด มีข้อมูลเข้ากี่จำนวน และมีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(2) จากวงจรลอจิกสังเคราะห์นำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Maxterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) จากสมการ Maxterm ที่คำนวณได้นำไปสร้างเป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 12**

บทเรียน บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก

เรื่อง การสังเคราะห์วงจรลอจิก

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิกที่กำหนดให้

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

$$F(A,B,C) = \sum m(0,3,7)$$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ สามารถนำมาเขียนวงจรลอจิก And-OR Gate ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 3 ขา A=1, B=0 และ C=1 ผลลัพธ์ค่า F=A ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

$$F(A,B,C,D) = \prod M\ (2,5,9,11)$$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ สามารถนำมาเขียนวงจรลอจิก OR- And Gate ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้สัญญาณไฟป้อนเข้าขา 4 ขา A=0, B=0, C=0 และ D=0 ผลลัพธ์ค่า F=1 ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

เรื่อง โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ในการควบคุมให้หลอดไฟแสดงผล โดยมีสัญญาณเข้ามา 3 ทาง ประกอบด้วย สัญญาณ A, B และ C เมื่อมีสัญญาณผ่านเข้ามาตั้งแต่ 2 ทางขึ้นไปในเวลาเดียวกัน (สัญญาณผ่าน = 1) ให้หลอดไฟแสดงผล (X=1)

จงวิเคราะห์

(1) เมื่อกำหนดข้อมูลเข้าคือ A=มีไฟเข้า B=ไม่มีไฟเข้า และ C=มีไฟเข้า ปรากฏว่าหลอดไฟแสดงผล ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

(2) จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดนำมาเขียนเป็นตารางความจริงและพิจารณาการเขียนสมการในรูปของสมการ Maxterm ได้สมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) ประยุกต์สร้างเป็นวงจร NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 13**

บทเรียน บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก

เรื่อง ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Expression)

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง กฎของพีชคณิตบูลีน ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้พีชคณิตบูลีน

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

$$F(A,B,C) = \sum(0,3,7)$$

จากบลูลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $X = BC + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=0, B=1 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

จากสมการลอจิก

$$X = (\overline{A}\bullet B)+(A\bullet\overline{B})+(A\bullet B)+(\overline{A}\bullet\overline{B})$$

เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ X=1 ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=1 และ B=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

ในการควบคุมให้หลอดไฟแสดงผล โดยมีสัญญาณเข้ามา 3 ทาง ประกอบด้วย สัญญาณ A, B และ C เมื่อมีสัญญาณผ่านเข้ามาตั้งแต่ 2 ทางขึ้นไปในเวลาเดียวกัน (สัญญาณผ่าน=1) ให้หลอดไฟแสดงผล (X=1) จากโจทย์ปัญหาข้างต้น เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการให้สั้นที่สุดในรูปของสมการ Maxterm คือ $X = (A+B)\bullet(A+C)\bullet(B+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ A=1, B=1 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วงจรควบคุมการแสดงผลของ 7-Segment โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B และ C เมื่อมีการกดสวิตช์ทั้ง 3 ตัวพร้อมกันให้ 7-Segment แสดงผล (X=1) ตามข้อมูลเข้าที่ป้อนเข้าผ่านวงจร 3 ขา จากโจทย์ปัญหาข้างต้น เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการให้สั้นที่สุดในรูปของสมการ Maxterm คือ $X = (A)\cdot(\overline{A}+B)\cdot(\overline{A}+\overline{B}+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้A=0, B=0 และ C=1 แทนค่าในสมการลอจิกที่ลดรูปผลลัพธ์เท่ากับสมการลอจิกตั้งต้นหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ **สัปดาห์ที่ 14**

บทเรียน บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก

เรื่อง หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน

ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายบุคคล)

เรื่อง กฎของพีชคณิตบูลีน ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้พีชคณิตบูลีน

โจทย์ปัญหาที่ 1 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

จากบูลลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้

$F(X,Y,Z) = \prod(0,2,5,7)$

เมื่อใช้แผนผังคาร์โนลดรูปสมการต้องใช้แผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $F = (\overline{X})+(\overline{X}\cdot\overline{Y}\cdot Z)$ ถูกต้องหรือไม่ มีวิธีการประเมินผลอย่างไร เมื่อกำหนดให้ X=1, Y=1 และ Z=1 แทนค่าในสมการลอจิก

โจทย์ปัญหาที่ 2 (วัดทักษะการแก้ปัญหา)

จากสมการลอจิก

$X=(A+B+\overline{C})\cdot(\overline{A}+B+C)\cdot(\overline{A}+\overline{B}+C)$

เมื่อนำมาเขียนในรูปของบูลลีนฟังก์ชั่นคือ $X(A,B,C) = \prod(1,3,6)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร เมื่อใช้หลักการพีชคณิตบูลีนในการลดรูปสมการได้ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือ $X=(A+B+\overline{C})\cdot(\overline{A}+C)$ ถูกต้องหรือไม่ เพราะอะไร มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

แบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม)

โจทย์ปัญหาที่ 3 (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

จากบูลลีนฟังก์ชั่นต่อไปนี้ $F(W,X,Y,Z) = \sum(1,3,7,11,15)$ ที่มี don't care condition $d(W,X,Y,Z) = \sum(0,2,5)$

เมื่อแทนค่าลงในแผนผังคาร์โนต้องทำการแทนค่า X รวม 3 จำนวนในตำแหน่งดังต่อไปนี้ ถูกต้องหรือไม่ $(\overline{W}\cdot\overline{X}\cdot\overline{Y}\cdot\overline{Z})$, $(\overline{W}\cdot\overline{X}\cdot Y\cdot\overline{Z})$ และ $(\overline{W}\cdot X\cdot\overline{Y}\cdot Z)$

เพราะเหตุใด เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือสมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร สามารถประยุกต์เป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

<u>โจทย์ปัญหาที่ 4</u> (วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์)

วงจรควบคุมการแสดงผลของ 7-Segment โดยมีสวิตช์ควบคุมการทำงาน 3 ตัว ประกอบด้วย สวิตช์ A, B, C หากต้องการให้ 7-Segment แสดงผลเป็นเลข 3 จำนวน ดังต่อไปนี้ เลข 3_{10} , เลข 5_{10} และเลข 7_{10} จะต้องทำการกดสวิตช์ใดบ้าง(On=1) เพื่อให้ 7-Segment ทำการแสดงผลตัวเลขตามที่กำหนด (X=1)

จากโจทย์ปัญหาข้างต้น จงวิเคราะห์ดังนี้

(1) เมื่อใช้แผนผังคาร์โนลดรูปสมการต้องใช้แผนผังคาร์โนแบบ 3 ข้อมูลเข้าถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

(2) เมื่อลดรูปสมการลอจิกในรูปของสมการ Minterm ให้สั้นที่สุดโดยใช้แผนผังคาร์โน ผลลัพธ์ของสมการที่สั้นที่สุดคือสมการลอจิกใด มีวิธีการประเมินผลอย่างไร

(3) สามารถประยุกต์เป็นวงจรลอจิก NAND Gate แบบ 2 ระดับได้อย่างไร

2. กิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.1 กิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง (Creative Fact-finding Activity)

ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา กำหนดและสรุปประเด็นข้อมูลที่ค้นพบที่ตรงกับปัญหาที่กำหนด ด้วยการตั้งคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How)

<u>คำชี้แจง</u>

1. แก้ปัญหาโจทย์ต่อไปนี้ ตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้น และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน
2. จงตั้งคำถาม พร้อมระบุคำตอบเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงจากโจทย์ปัญหาให้ได้ปริมาณมากที่สุด
3. หัวหน้ากลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่ม

<u>กิจกรรม</u>

1. ผู้เรียนตั้งคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วย ใคร (Who) อะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) ทำไม (Why) อย่างไร (How) พร้อมระบุคำตอบเพื่อรวบรวมข้อเท็จจริงจากโจทย์ปัญหาให้ได้ปริมาณมากที่สุดในห้องสนทนากลุ่ม (Chatroom)
2. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ
3. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 1: ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง

2.2 กิจกรรมการรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem-finding Activity)

ได้แก่ บอกสิ่งที่โจทย์กำหนด บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา และบอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหากับความรู้เดิมหรือข้อมูลที่ค้นพบจากกิจกรรมการหาข้อมูลเพื่อให้ปัญหากระจ่าง

<u>คำชี้แจง</u>

1. ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด
2. วิเคราะห์หาประเด็นที่เป็นสาเหตุของโจทย์ปัญหา
3. ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา พร้อมระบุเหตุผล
4. หัวหน้ากลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่ม

กิจกรรม

1. ผู้เรียนสนทนากลุ่มย่อยผ่านห้องสนทนากลุ่ม
   - ระบุข้อมูลตามที่โจทย์กำหนด
   - วิเคราะห์หาประเด็นที่เป็นสาเหตุของโจทย์ปัญหา
   - ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่สำคัญที่สุด พร้อมระบุเหตุผล
2. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ
3. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 2: ขั้นการรู้ปัญหา

2.3 กิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Idea-finding Activity)

ได้แก่ การระดมความคิดเพื่อกำหนดสมมติฐาน โดยคาดคะเนคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และเป็นไปได้ เน้นปริมาณโดยไม่มีการประเมินความเหมาะสมในขั้นนี้

คำชี้แจง

ผู้เรียนทำการระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด

กิจกรรม

1. ผู้เรียนสนทนากลุ่มย่อยผ่านห้องสนทนากลุ่ม ระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่ หลากหลาย และเป็นไปได้จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้มากที่สุด
2. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 3: ขั้นสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา

2.4 กิจกรรมการค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Solution finding-Activity)

ได้แก่ การบอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกวิธีแก้ปัญหาพร้อมให้น้ำหนัก พิจารณาคัดเลือกวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด

คำชี้แจง

1. บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีที่ค้นหาได้จากกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
2. ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก
3. ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด จากเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น
4. หัวหน้ากลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่ม

กิจกรรม

1. ผู้เรียนสนทนากลุ่มย่อยผ่านห้องสนทนากลุ่ม
   - บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธี
   - ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก
   - ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด
2. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ
3. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 4: ขั้นค้นพบวิธีแก้ปัญหา

2.5 กิจกรรมการยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Acceptance-finding Activity)

ได้แก่ การนำวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดมาให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ได้จริงโดยการแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา พร้อมระบุคำตอบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนอย่างเฉพาะเจาะจง รวมทั้งทบทวนคำตอบ

คำชี้แจง

1. จงแสดงรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหาจากวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งระบุคำตอบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน
2. แทนค่าคำตอบเพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
3. หัวหน้ากลุ่มนำเสนอผลการแก้ปัญหาต่อสมาชิกในกลุ่ม

กิจกรรม

1. บอกขั้นตอนในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งระบุคำตอบที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน
2. แทนค่าคำตอบเพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
3. หัวหน้ากลุ่มทำการสรุปผลการแก้ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มทราบ
4. บันทึกคำตอบที่ได้บนกล่องข้อความที่จัดเตรียมให้ในขั้นที่ 5: ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา

3. เกณฑ์และแบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการออกแบบแบบทดสอบแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Quellmalz (1985) และเกณฑ์การให้คะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของวิลาวัณย์ (2554: 263-264) โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน จึงได้แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (รายกลุ่ม) จำนวน 1 ฉบับ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา

กิจกรรมที่ 1 การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง ให้ค่าคะแนน ดังนี้

<u>การตั้งคำถาม</u>

ตั้งคำถามที่ตรงกับโจทย์ปัญหา และไม่ซ้ำกัน คำถามละ 1 คะแนน
ตั้งคำถามที่ไม่ตรงกับโจทย์ปัญหา และซ้ำกัน คำถามละ 0 คะแนน

<u>การระบุคำตอบ</u>

คำตอบที่ถูกต้อง และมีความสอดคล้องกับคำถาม คำตอบละ 1 คะแนน
คำตอบที่ไม่ถูกต้อง และไม่มีความสอดคล้องกับคำถาม คำตอบละ 0 คะแนน

กิจกรรมที่ 2 การรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ค่าคะแนน ดังนี้

1. ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด
   คำตอบที่ถูกต้อง คำตอบละ 1 คะแนน
   คำตอบที่ไม่ถูกต้อง คำตอบละ 0 คะแนน
2. วิเคราะห์หาประเด็นที่เป็นสาเหตุของโจทย์ปัญหา
   คำตอบที่ถูกต้อง คำตอบละ 1 คะแนน
   คำตอบที่ไม่ถูกต้อง คำตอบละ 0 คะแนน
3. ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา พร้อมระบุเหตุผล
   คำตอบที่ไม่ซ้ำกัน คำตอบละ 1 คะแนน
   คำตอบที่ซ้ำกัน คำตอบละ 0 คะแนน

กิจกรรมที่ 3 การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ค่าคะแนน ดังนี้

คำตอบที่ไม่ซ้ำกัน คำตอบละ 1 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน คำตอบละ 0 คะแนน

กิจกรรมที่ 4 การค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ค่าคะแนน ดังนี้

1. บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีการที่ค้นหาได้จากกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (กิจกรรมที่ 3)

คำตอบที่ไม่ซ้ำกัน	คำตอบละ	1 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน	คำตอบละ	0 คะแนน

2. ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก

คำตอบที่ไม่ซ้ำกัน	คำตอบละ	1 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน	คำตอบละ	0 คะแนน

3. ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุดได้

วิธีการแก้ปัญหาเหมาะสม และมีข้อมูลในการสนับสนุนอย่างละเอียด	2 คะแนน
วิธีการแก้ปัญหาเหมาะสม และมีข้อมูลในการสนับสนุนอย่างผิวเผิน	1 คะแนน
วิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม หรือไม่มีข้อมูลในการสนับสนุน	0 คะแนน

กิจกรรมที่ 5 การยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ให้ค่าคะแนน ดังนี้

1. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาได้

ขั้นตอนครบถ้วน สมบูรณ์	2 คะแนน
ขั้นตอนขาดความครบถ้วน สมบูรณ์	1 คะแนน
ไม่แสดงขั้นตอน	0 คะแนน

2. ระบุคำตอบที่เกิดขึ้น

คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบละ	1 คะแนน
คำตอบที่ไม่ถูกต้อง	คำตอบละ	0 คะแนน

3. แทนค่าคำตอบเพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนครบถ้วน สมบูรณ์	2 คะแนน
ขั้นตอนขาดความครบถ้วน สมบูรณ์	1 คะแนน
ไม่แสดงขั้นตอน	0 คะแนน

แบบประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

บทที่ .....

เรื่อง .....

กลุ่ม .....

คำชี้แจง แบบประเมินนี้มี 11 ข้อ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับผลการประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในระดับมากที่สุด ประมาณ 80–100% ของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ระดับ 4 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในระดับมาก ประมาณ 60–79% ของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ระดับ 3 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในระดับปานกลาง ประมาณ 40–59% ของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ระดับ 2 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในระดับน้อย ประมาณ 20–39% ของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ระดับ 1 หมายถึง มีความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ในระดับน้อยที่สุด น้อยกว่า 20% ของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรม ข้อที่	ประเด็นที่พิจารณา	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง						
1	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่โจทย์กำหนดให้					
การรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์						
2	ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด					
3	วิเคราะห์หาประเด็นที่เป็นสาเหตุของโจทย์ปัญหา					
4	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา พร้อมระบุเหตุผล					
การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์						
5	สืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา					
การค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์						
6	บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหา					
7	ระบุเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา พร้อมให้น้ำหนัก					
8	ระบุวิธีการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและดีที่สุด					
การยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์						
9	ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหา					
10	ระบุคำตอบ					
11	แทนค่าคำตอบ					
	รวมคะแนนทั้งหมด					

4. เกณฑ์และแบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics)

เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics) ของ วิลาวัณย์ (2554: 265-266) และแบบวัดพฤติกรรมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ วราพร (2542: 236-237) โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Torrance และทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอน และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน จึงได้แบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 1 ฉบับ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา

ตารางที่ ค-1 เกณฑ์การประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ระดับคะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
มีความชำนาญ (3 คะแนน)	(1) มีทักษะในการทำงานด้วยตนเองและทำกิจกรรมโดยไม่ต้องชี้นำเลย (2) มีทักษะในการอธิบายข้อมูลได้อย่างละเอียด มีข้อมูลสนับสนุนอย่างเต็มเปี่ยม สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ในสถานการณ์ใหม่ (3) มุ่งสนใจในการทำกิจกรรมตามที่มอบหมายอย่างครบถ้วนและรวดเร็ว
มีทักษะดี (2 คะแนน)	(1) มีทักษะในการทำงานโดยอาศัยการชี้นำเล็กน้อยหรือการช่วยเหลือเป็นส่วนน้อย (2) มีทักษะในการอธิบายที่สะท้อนให้เห็นถึงความคิดที่ลึกซึ้ง แต่ยังต้องการข้อมูลสนับสนุน สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ในบริบทที่คุ้นเคย (3) มุ่งทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปได้ราบรื่นขึ้น
มีทักษะแบบพื้นฐาน (1 คะแนน)	(1) มีทักษะในการทำงานโดยอาศัยการชี้นำหรือการช่วยเหลือเป็นส่วนมากหรือบ่อยครั้ง (2) มีทักษะในการอธิบายอย่างผิวเผินในลักษณะเป็นการอธิบายมากกว่าการวิเคราะห์สนับสนุน (3) มุ่งทำกิจกรรมเป็นบางครั้งเพื่อให้การเรียนรู้ดำเนินไปได้
ไม่มีทักษะ (0 คะแนน)	(1) ต้องการความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่องในการทำกิจกรรม (2) มีทักษะในการอธิบายอย่างผิวเผินในลักษณะเป็นการอธิบายหรือไม่สามารถอธิบายข้อมูลได้ (3) ไม่สามารถร่วมทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง

แบบประเมินตามสภาพจริงในกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Rubrics)

บทที่ .....

เรื่อง .....

ชื่อ-นามสกุล .....

คำชี้แจง แบบประเมินนี้มี 13 ข้อ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับผลการประเมินกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

กิจกรรม **ข้อที่**	**ประเด็นที่พิจารณา**	**ระดับคะแนน**			
		มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (3 คะแนน)	มีทักษะดี (2 คะแนน)	มีทักษะแบบพื้นฐาน (1 คะแนน)	ไม่มีทักษะ (0 คะแนน)
การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาเชิงสร้างสรรค์ให้กระจ่าง					
1	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่โจทย์กำหนดให้				
2	เขียนสรุปประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบ				
การรู้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
3	เขียนข้อความสำคัญที่โจทย์กำหนดให้ออกมาอย่างย่อ ๆ				
4	ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาพร้อมระบุเหตุผล				
5	เปรียบเทียบโจทย์ปัญหาข้อนั้น ๆ กับปัญหาที่เคยทำมาก่อนว่าเหมือนกันหรือต่างกัน				
การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
6	ระบุวิธีการหรือแนวทางที่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา				
การค้นพบวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
7	บอกข้อดี-ข้อเสียของวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีการที่ค้นหาได้จากกิจกรรมการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์				
8	ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุดและเหมาะสมที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหา				

กิจกรรม ข้อที่	ประเด็นที่พิจารณา	ระดับคะแนน			
		มีความชำนาญ (3 คะแนน)	มีทักษะดี (2 คะแนน)	มีทักษะแบบพื้นฐาน (1 คะแนน)	ไม่มีทักษะ (0 คะแนน)
9	ตั้งสมมติฐาน คาดคะแนคำตอบอย่างคร่าวๆ				
การยอมรับวิธีแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์					
10	ลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด โดยแสดงขั้นตอนอย่างละเอียด				
11	ใช้เหตุผลมาประกอบในการดำเนินการตามขั้นตอน				
12	ตรวจสอบขั้นตอนย่อยๆ ในขณะที่ทำการแก้โจทย์ปัญหา				
13	แทนค่าคำตอบลงในโจทย์ เพื่อตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหา				
	รวมคะแนนทั้งหมด				

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อคำถามในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
- ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น
- ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)

ตารางที่ ง-1 ค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต้นแบบ)(n=10)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ความเหมาะสมของรูปแบบ (โดยรวม)			
1. รูปแบบการสอนสอดคล้องกับหลักการแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเรียนการสอน	4.30	0.48	มาก
2. องค์ประกอบรูปแบบการสอน ประกอบด้วย (1) ปัจจัยนำเข้า (2) กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (3) ผลผลิต (4) ข้อมูลป้อนกลับ	4.50	0.71	มากที่สุด
3. การจัดลำดับองค์ประกอบในการพัฒนารูปแบบการสอนชัดเจน ต่อเนื่อง	4.30	0.67	มาก
4. แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์สอดคล้องซึ่งกันและกัน	4.10	0.57	มาก
5. การเรียบเรียงลำดับขององค์ประกอบในรูปแบบการสอนมีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย	3.90	0.57	มาก
6. ภาพรวมขององค์ประกอบของรูปแบบการสอนมีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4.20	0.79	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมของรูปแบบ (โดยรวม)	**4.22**	**0.64**	**มาก**

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ความเหมาะสมของรูปแบบ (แยกตามองค์ประกอบ)			
1. ปัจจัยนำเข้า 1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน	4.30	0.67	มาก
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน	4.10	0.88	มาก
1.3 ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่เหมาะสมต่อความสามารถของผู้เรียน	3.70	1.16	มาก
1.4 กำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.30	0.67	มาก
1.5 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.40	0.70	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมปัจจัยนำเข้า	**4.16**	**0.84**	**มาก**
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
1. ขั้นเตรียมการ **1.1 ปฐมนิเทศ** 1. แจกเอกสารแนะนำระบบการสอนบนเว็บและคู่มือการใช้งาน	4.50	0.53	มากที่สุด
2. ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการสอน กิจกรรม วันและเวลาเรียน การประเมินผล	4.80	0.42	มากที่สุด
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน 1. ชี้แจงวิธีการลงทะเบียนเรียน (กำหนดชื่อเรียกและรหัสผ่าน) และการตรวจสอบการลงทะเบียน	4.60	0.52	มากที่สุด
2. แนะนำการใช้เครื่องมือและการทำกิจกรรมฯบนเว็บ	4.70	0.48	มากที่สุด
1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน 1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยกลุ่มละ 3-4 คน โดยให้แต่ละกลุ่มมีความเท่าเทียมกัน (คละเด็กเก่ง ปานกลาง อ่อน) โดยใช้เกรดเฉลี่ยเป็นเกณฑ์	4.30	0.48	มาก
2. มอบหมายความรับผิดชอบของผู้เรียน	4.20	0.42	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นเตรียมการ	**4.52**	**0.50**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2. ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ **2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน** โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.40	0.52	มาก
2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ 1. นำเสนอเนื้อหาบทเรียนแบบมัลติมีเดียที่ตรงตามความสามารถทางการเรียนที่ได้รับของแต่ละบุคคล	4.50	0.71	มากที่สุด
2. ใช้เครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tools) สำหรับทำกิจกรรมกลุ่ม และตอบข้อสงสัยในบทเรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
การเรียนอัจฉริยะแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (Intelligent Cooperative Learning using STAD Technique)			
2.2.1 เสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น (Class Presentation) 1. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนเก่ง	4.40	0.70	มาก
2. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนปานกลาง	4.40	0.70	มาก
3. ระบบการสอนอัจฉริยะสำหรับผู้เรียนอ่อน	4.20	0.63	มาก
4. การจัดลำดับขั้นตอนในระบบการสอนอัจฉริยะมีความสัมพันธ์ สอดคล้องส่งเสริมซึ่งกันและกัน	4.20	0.63	มาก
5. ความเหมาะสมในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ด้วยระบบการสอนอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้น	4.10	0.57	มาก
2.2.2 เรียนเป็นกลุ่มย่อย (Team Study) 1. ขั้นการหาข้อมูลเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง (Fact-finding)	4.70	0.48	มากที่สุด
2. ขั้นการรู้ปัญหา (Problem-finding)	4.70	0.52	มากที่สุด
3. ขั้นการสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา (Idea-finding)	4.60	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
4. ขั้นการค้นพบวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding)	4.50	0.53	มากที่สุด
5. ขั้นการยอมรับวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding)	4.40	0.70	มาก
2.2.3 ทดสอบย่อย (Test) 1. ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนของตนเอง (Adaptive Testing) ด้วยตนเอง ไม่มีการช่วยเหลือกัน	4.50	0.53	มากที่สุด
2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล (Individual Improvement Scores)			
2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ (Team Recognition)			
2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล ใช้การวัดและการประเมินผลการเรียนตามสภาพจริงตลอดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.50	0.53	มากที่สุด
2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	4.50	0.53	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	**4.44**	**0.58**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะฯ	**4.46**	**0.56**	**มาก**
3. ผลผลิต **3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**	4.50	0.71	มากที่สุด
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 3.1.1 ความสามารถในศึกษาข้อมูล สามารถสรุป และกำหนดประเด็นของข้อมูลที่ค้นพบ	4.50	0.53	มากที่สุด
3.1.2 ความสามารถในการอธิบายสภาพปัญหา	4.50	0.53	มากที่สุด
3.1.3 ความสามารถในการระบุสาเหตุแยกแยะประเด็นของปัญหา และหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	4.60	0.52	มากที่สุด

ตารางที่ ง-1 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3.1.4 ความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหา	4.40	0.52	มาก
3.1.5 ความสามารถในการวิเคราะห์ตรวจสอบ และยอมรับวิธีแก้ปัญหา	4.30	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมผลผลิต	**4.47**	**0.54**	**มาก**
4. ข้อมูลป้อนกลับ			
4.1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	3.90	1.20	มาก
4.2 ความคิดเห็นของผู้เรียน	4.20	0.63	มาก
4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.70	0.48	มากที่สุด
4.4 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.60	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมข้อมูลป้อนกลับ	**4.35**	**0.80**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของรูปแบบภาพรวม	**4.36**	**0.64**	**มาก**

2. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับระดับการวัดของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n=5)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 1	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 11	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 12	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 13	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 14	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 15	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 16	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 17	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 18	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 19	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 20	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 21	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 22	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 23	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 24	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 25	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 26	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 27	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 28	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 29	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 30	ขั้นพื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 31	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 32	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 33	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 34	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 35	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 36	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 37	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 38	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 39	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 40	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 41	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 42	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 43	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 44	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 45	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 46	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 47	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 48	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 49	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 50	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 51	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 52	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 53	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 54	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 55	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 56	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 57	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 58	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 59	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 60	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 61	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 62	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 63	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 64	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 65	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 66	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 67	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 68	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 69	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	0	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 70	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 71	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 72	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 73	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 74	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 75	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 76	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 77	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 78	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 79	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 80	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 81	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 82	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 83	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 84	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 85	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 86	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 87	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 88	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 89	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 90	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 91	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 92	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 93	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 94	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 95	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 96	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 97	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 98	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 99	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 100	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 101	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 102	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 103	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 104	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 105	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 106	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 107	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 108	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 109	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 110	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 111	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 112	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 113	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 114	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 115	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 116	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 117	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 118	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 119	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 120	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 121	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 122	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 123	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 124	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 125	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 126	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 127	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 128	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 129	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 130	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 131	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 132	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 133	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 134	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 135	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 136	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 137	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 138	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 139	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 140	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 141	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 142	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 143	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 144	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 145	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 146	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 147	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 148	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 149	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 150	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 151	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 152	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 153	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 154	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 155	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 156	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 157	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 158	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 159	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 160	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 161	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 162	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 163	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 164	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 165	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 166	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 167	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 168	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 169	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 170	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 171	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 172	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 173	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 174	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 175	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 176	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 177	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 178	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 179	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 180	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 181	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 182	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 183	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 184	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 185	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 186	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 187	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 188	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 189	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 190	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 191	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 192	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 193	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 194	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 195	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 196	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 197	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 198	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 199	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 200	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 201	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 202	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 203	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 204	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 205	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 206	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 207	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 208	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 209	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 210	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 211	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 212	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 213	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 214	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 215	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 216	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 217	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 218	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 219	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 220	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 221	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 222	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 223	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 224	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 225	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 226	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 227	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 228	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 229	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 230	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 231	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 232	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 233	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 234	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 235	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 236	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 237	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 238	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 239	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 240	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 241	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 242	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 243	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 244	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 245	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 246	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 247	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 248	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 249	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 250	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 251	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 252	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 253	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 254	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 255	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 256	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 257	ขั้นฟื้นคืนความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 258	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 259	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 260	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 261	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 262	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 263	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 264	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 265	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 266	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 267	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 268	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 269	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 270	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 271	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 272	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 273	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 274	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 275	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 276	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 277	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 278	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 279	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 280	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 281	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 282	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 283	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 284	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 285	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 286	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 287	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 288	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 289	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 290	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 291	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 292	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 293	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 294	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 295	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 296	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 297	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 298	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 299	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 300	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 301	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 302	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 303	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 304	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 305	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 306	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 307	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 308	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 309	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 310	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 311	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 312	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 313	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 314	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 315	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 316	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 317	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 318	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 319	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 320	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 321	ขั้นประยุกต์ความรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 322	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 323	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 324	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 325	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 326	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 327	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 328	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 329	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 330	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 331	ขั้นประยุกต์ความรู้	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 332	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 333	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 334	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 335	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 336	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 337	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 338	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 339	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 340	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 341	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 342	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 343	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 344	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 345	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 346	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 347	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ ง-2 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 348	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 349	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 350	ขั้นส่งถ่ายความรู้	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 351	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 352	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 353	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 354	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 355	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 356	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 357	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 358	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 359	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 360	ขั้นส่งถ่ายความรู้	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย								0.87	ใช้ได้

3. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n=5)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 1	ข้อที่ 1	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ข้อที่ 1	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 11	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 12	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 13	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 14	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 15	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 16	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 17	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 18	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 19	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 20	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 21	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 22	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 23	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 24	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 25	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 26	ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 27	ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 28	ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 29	ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 30	ข้อที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 31	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 32	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 33	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 34	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 35	ข้อที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 36	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 37	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 38	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 39	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 40	ข้อที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 41	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 42	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 43	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 44	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 45	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 46	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 47	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 48	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 49	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 50	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 51	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 52	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 53	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 54	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 55	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 56	ข้อที่ 12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 57	ข้อที่ 12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 58	ข้อที่ 12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 59	ข้อที่ 12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 60	ข้อที่ 12	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 61	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 62	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 63	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	−1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 64	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 65	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 66	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 67	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 68	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 69	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 70	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 71	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 72	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 73	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 74	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 75	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 76	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 77	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 78	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 79	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 80	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 81	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 82	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 83	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 84	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 85	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 86	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 87	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 88	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 89	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 90	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 91	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 92	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 93	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 94	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 95	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 96	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 97	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 98	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 99	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 100	ข้อที่ 17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 101	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 102	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 103	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 104	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 105	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 106	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 107	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 108	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 109	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 110	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 111	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 112	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 113	ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 114	ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 115	ข้อที่ 20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 116	ข้อที่ 20	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 117	ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 118	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 119	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 120	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 121	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 122	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 123	ข้อที่ 21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 124	ข้อที่ 22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 125	ข้อที่ 22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 126	ข้อที่ 22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 127	ข้อที่ 22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 128	ข้อที่ 22	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 129	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 130	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 131	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 132	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 133	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 134	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 135	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 136	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 137	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 138	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 139	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 140	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 141	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 142	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 143	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 144	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 145	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 146	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 147	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 148	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 149	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 150	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 151	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 152	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 153	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 154	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 155	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 156	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 157	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 158	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 159	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 160	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 161	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 162	ข้อที่ 26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 163	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 164	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 165	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 166	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 167	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 168	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 169	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 170	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 171	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 172	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 173	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 174	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 175	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 176	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 177	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 178	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 179	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 180	ข้อที่ 28	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 181	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 182	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 183	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 184	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 185	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 186	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 187	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 188	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 189	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 190	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 191	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 192	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 193	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 194	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 195	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 196	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 197	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 198	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 199	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 200	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 201	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 202	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 203	ข้อที่ 31	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 204	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 205	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 206	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 207	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 208	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 209	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 210	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 211	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 212	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 213	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 214	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 215	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 216	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 217	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 218	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 219	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 220	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 221	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 222	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 223	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 224	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 225	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 226	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 227	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 228	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 229	ข้อที่ 35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 230	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 231	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 232	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 233	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 234	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 235	ข้อที่ 36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 236	ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 237	ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 238	ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 239	ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 240	ข้อที่ 37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 241	ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 242	ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 243	ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 244	ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 245	ข้อที่ 38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 246	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 247	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 248	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 249	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 250	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 251	ข้อที่ 39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 252	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 253	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 254	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 255	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 256	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 257	ข้อที่ 40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 258	ข้อที่ 41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 259	ข้อที่ 41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 260	ข้อที่ 41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 261	ข้อที่ 41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 262	ข้อที่ 41	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 263	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 264	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 265	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 266	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 267	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 268	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 269	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 270	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 271	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 272	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 273	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 274	ข้อที่ 42	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 275	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 276	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 277	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 278	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 279	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 280	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 281	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 282	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 283	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 284	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 285	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 286	ข้อที่ 43	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 287	ข้อที่ 44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 288	ข้อที่ 44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 289	ข้อที่ 44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 290	ข้อที่ 44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 291	ข้อที่ 44	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 292	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 293	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 294	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 295	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 296	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 297	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 298	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 299	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 300	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 301	ข้อที่ 45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 302	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 303	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 304	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 305	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 306	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 307	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 308	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 309	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 310	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 311	ข้อที่ 46	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 312	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 313	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 314	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 315	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 316	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 317	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 318	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 319	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 320	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 321	ข้อที่ 47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 322	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 323	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 324	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 325	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 326	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 327	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 328	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 329	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 330	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 331	ข้อที่ 48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 332	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 333	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 334	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 335	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 336	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 337	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 338	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 339	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 340	ข้อที่ 49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 341	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 342	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 343	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 344	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 345	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 346	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 347	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้

ตารางที่ ง-3 (ต่อ)

ข้อสอบ	ระดับการวัด	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 348	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 349	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 350	ข้อที่ 50	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 351	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 352	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 353	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 354	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 355	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 356	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 357	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 358	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 359	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 360	ข้อที่ 51	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย								0.95	ใช้ได้

4. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-4 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n=126)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 1	0.43	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.57	0.24
ข้อที่ 2	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.38	0.24
ข้อที่ 3	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 4	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 5	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.46	0.25
ข้อที่ 6	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.41	0.24
ข้อที่ 7	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 8	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.50	0.25
ข้อที่ 9	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.43	0.24
ข้อที่ 10	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.56	0.25
ข้อที่ 11	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.50	0.25
ข้อที่ 12	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.41	0.24
ข้อที่ 13	0.25	ค่อนข้างยาก	0.21	0.75	0.19
ข้อที่ 14	0.38	ค่อนข้างยาก	0.71	0.62	0.24
ข้อที่ 15	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.47	0.25
ข้อที่ 16	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 17	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.47	0.25
ข้อที่ 18	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.43	0.24
ข้อที่ 19	0.31	ค่อนข้างยาก	0.32	0.69	0.21
ข้อที่ 20	0.40	ค่อนข้างยาก	0.50	0.60	0.24
ข้อที่ 21	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.24	0.18
ข้อที่ 22	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.35	0.23
ข้อที่ 23	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 24	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.46	0.25
ข้อที่ 25	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.24	0.18

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 26	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.37	0.23
ข้อที่ 27	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.47	0.25
ข้อที่ 28	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.49	0.25
ข้อที่ 29	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.59	0.41	0.24
ข้อที่ 30	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.44	0.25
ข้อที่ 31	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.41	0.24
ข้อที่ 32	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.53	0.25
ข้อที่ 33	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.53	0.25
ข้อที่ 34	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.34	0.22
ข้อที่ 35	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.35	0.23
ข้อที่ 36	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.50	0.34	0.22
ข้อที่ 37	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.50	0.25
ข้อที่ 38	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.40	0.24
*ข้อที่ 39	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.09	0.31	0.21
*ข้อที่ 40	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.18	0.32	0.22
ข้อที่ 41	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.47	0.25
ข้อที่ 42	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.44	0.25
ข้อที่ 43	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.41	0.24
ข้อที่ 44	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.29	0.21
ข้อที่ 45	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.65	0.41	0.24
ข้อที่ 46	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.46	0.25
ข้อที่ 47	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.50	0.25
ข้อที่ 48	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.46	0.25
ข้อที่ 49	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.56	0.25
ข้อที่ 50	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.46	0.25
ข้อที่ 51	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.49	0.25
ข้อที่ 52	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.46	0.25
ข้อที่ 53	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.49	0.25
ข้อที่ 54	0.35	ค่อนข้างยาก	0.29	0.65	0.23

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 55	0.46	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.54	0.25
ข้อที่ 56	0.37	ค่อนข้างยาก	0.21	0.63	0.23
ข้อที่ 57	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.47	0.25
ข้อที่ 58	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.46	0.25
ข้อที่ 59	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.43	0.24
ข้อที่ 60	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.62	0.51	0.25
ข้อที่ 61	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.18	0.29	0.21
ข้อที่ 62	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.24	0.18
ข้อที่ 63	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.15	0.34	0.22
*ข้อที่ 64	0.84	ง่ายมาก	0.21	0.16	0.14
ข้อที่ 65	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 66	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
*ข้อที่ 67	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.09	0.46	0.25
ข้อที่ 68	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 69	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.26	0.19
ข้อที่ 70	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.50	0.25
ข้อที่ 71	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 72	0.41	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.59	0.24
ข้อที่ 73	0.35	ค่อนข้างยาก	0.41	0.65	0.23
ข้อที่ 74	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.50	0.25
ข้อที่ 75	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.31	0.21
ข้อที่ 76	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 77	0.41	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.59	0.24
ข้อที่ 78	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.21	0.16
ข้อที่ 79	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.34	0.22
ข้อที่ 80	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.43	0.24
ข้อที่ 81	0.37	ค่อนข้างยาก	0.50	0.63	0.23
ข้อที่ 82	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.59	0.29	0.21
ข้อที่ 83	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.34	0.22

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 84	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.03	0.49	0.25
ข้อที่ 85	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.26	0.19
ข้อที่ 86	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.24	0.53	0.25
ข้อที่ 87	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 88	0.35	ค่อนข้างยาก	0.35	0.65	0.23
ข้อที่ 89	0.24	ค่อนข้างยาก	0.35	0.76	0.18
ข้อที่ 90	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.25	0.19
ข้อที่ 91	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.68	0.49	0.25
ข้อที่ 92	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 93	0.46	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.54	0.25
ข้อที่ 94	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.22	0.17
ข้อที่ 95	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.28	0.20
ข้อที่ 96	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.40	0.24
*ข้อที่ 97	0.15	ยากมาก	0.18	0.85	0.13
ข้อที่ 98	0.29	ค่อนข้างยาก	0.24	0.71	0.21
ข้อที่ 99	0.32	ค่อนข้างยาก	0.47	0.68	0.22
ข้อที่ 100	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.51	0.25
ข้อที่ 101	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.22	0.17
ข้อที่ 102	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.44	0.25
ข้อที่ 103	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.56	0.25
ข้อที่ 104	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.46	0.25
ข้อที่ 105	0.31	ค่อนข้างยาก	0.32	0.69	0.21
ข้อที่ 106	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.26	0.19
ข้อที่ 107	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 108	0.40	ค่อนข้างยาก	0.44	0.60	0.24
ข้อที่ 109	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.28	0.20
ข้อที่ 110	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.35	0.23
ข้อที่ 111	0.38	ค่อนข้างยาก	0.35	0.62	0.24
ข้อที่ 112	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.21	0.16

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 113	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.41	0.24
ข้อที่ 114	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.35	0.23
ข้อที่ 115	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 116	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.35	0.23
ข้อที่ 117	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 118	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.53	0.32	0.22
ข้อที่ 119	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.56	0.46	0.25
ข้อที่ 120	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.47	0.25
ข้อที่ 121	0.35	ค่อนข้างยาก	0.35	0.65	0.23
ข้อที่ 122	0.40	ค่อนข้างยาก	0.26	0.60	0.24
ข้อที่ 123	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.26	0.19
ข้อที่ 124	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.31	0.21
ข้อที่ 125	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 126	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 127	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.26	0.19
ข้อที่ 128	0.35	ค่อนข้างยาก	0.24	0.65	0.23
ข้อที่ 129	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.41	0.24
ข้อที่ 130	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.32	0.22
ข้อที่ 131	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.50	0.25
ข้อที่ 132	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.47	0.25
ข้อที่ 133	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.53	0.35	0.23
ข้อที่ 134	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.24	0.18
ข้อที่ 135	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.49	0.25
ข้อที่ 136	0.38	ค่อนข้างยาก	0.35	0.62	0.24
ข้อที่ 137	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.41	0.24
ข้อที่ 138	0.43	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.57	0.24
ข้อที่ 139	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.29	0.21
ข้อที่ 140	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.22	0.17
ข้อที่ 141	0.35	ค่อนข้างยาก	0.47	0.65	0.23

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 142	0.25	ค่อนข้างยาก	0.26	0.75	0.19
ข้อที่ 143	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.51	0.25
ข้อที่ 144	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.56	0.51	0.25
ข้อที่ 145	0.32	ค่อนข้างยาก	0.29	0.68	0.22
ข้อที่ 146	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.50	0.25
ข้อที่ 147	0.37	ค่อนข้างยาก	0.44	0.63	0.23
ข้อที่ 148	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.24	0.53	0.25
ข้อที่ 149	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.38	0.24
ข้อที่ 150	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.32	0.22
ข้อที่ 151	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.25	0.19
ข้อที่ 152	0.34	ค่อนข้างยาก	0.38	0.66	0.22
ข้อที่ 153	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.37	0.23
ข้อที่ 154	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.56	0.25
ข้อที่ 155	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.47	0.25
ข้อที่ 156	0.29	ค่อนข้างยาก	0.35	0.71	0.21
ข้อที่ 157	0.31	ค่อนข้างยาก	0.38	0.69	0.21
ข้อที่ 158	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 159	0.79	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.21	0.16
ข้อที่ 160	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.24	0.18
ข้อที่ 161	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.38	0.24
ข้อที่ 162	0.35	ค่อนข้างยาก	0.29	0.65	0.23
ข้อที่ 163	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.53	0.25
ข้อที่ 164	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 165	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.51	0.25
ข้อที่ 166	0.37	ค่อนข้างยาก	0.44	0.63	0.23
ข้อที่ 167	0.35	ค่อนข้างยาก	0.24	0.65	0.23
ข้อที่ 168	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.28	0.20
ข้อที่ 169	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.35	0.23
ข้อที่ 170	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.28	0.20

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 171	0.35	ค่อนข้างยาก	0.29	0.65	0.23
ข้อที่ 172	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.28	0.20
ข้อที่ 173	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.37	0.23
ข้อที่ 174	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.38	0.24
ข้อที่ 175	0.28	ค่อนข้างยาก	0.38	0.72	0.20
ข้อที่ 176	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 177	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.41	0.24
ข้อที่ 178	0.40	ค่อนข้างยาก	0.38	0.60	0.24
ข้อที่ 179	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.24	0.50	0.25
ข้อที่ 180	0.32	ค่อนข้างยาก	0.41	0.68	0.22
ข้อที่ 181	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.41	0.24
ข้อที่ 182	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.35	0.23
ข้อที่ 183	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.34	0.22
ข้อที่ 184	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.43	0.24
*ข้อที่ 185	0.82	ง่ายมาก	0.12	0.18	0.15
ข้อที่ 186	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.50	0.25
ข้อที่ 187	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.44	0.25
ข้อที่ 188	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.49	0.25
ข้อที่ 189	0.26	ค่อนข้างยาก	0.24	0.74	0.19
ข้อที่ 190	0.35	ค่อนข้างยาก	0.47	0.65	0.23
ข้อที่ 191	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.28	0.20
ข้อที่ 192	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.29	0.21
ข้อที่ 193	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.40	0.24
ข้อที่ 194	0.37	ค่อนข้างยาก	0.32	0.63	0.23
ข้อที่ 195	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.25	0.19
ข้อที่ 196	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.34	0.22
*ข้อที่ 197	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.12	0.24	0.18
ข้อที่ 198	0.29	ค่อนข้างยาก	0.24	0.71	0.21
ข้อที่ 199	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.41	0.24

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 200	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
*ข้อที่ 201	0.19	ยากมาก	0.09	0.81	0.15
ข้อที่ 202	0.38	ค่อนข้างยาก	0.59	0.62	0.24
ข้อที่ 203	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.44	0.25
ข้อที่ 204	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 205	0.25	ค่อนข้างยาก	0.21	0.75	0.19
ข้อที่ 206	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.43	0.24
ข้อที่ 207	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 208	0.35	ค่อนข้างยาก	0.35	0.65	0.23
ข้อที่ 209	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.21	0.37	0.23
ข้อที่ 210	0.31	ค่อนข้างยาก	0.21	0.69	0.21
ข้อที่ 211	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.53	0.32	0.22
ข้อที่ 212	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.32	0.22
ข้อที่ 213	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.53	0.32	0.22
ข้อที่ 214	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.31	0.21
ข้อที่ 215	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.29	0.21
ข้อที่ 216	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.29	0.21
ข้อที่ 217	0.81	ง่ายมาก	0.32	0.19	0.15
ข้อที่ 218	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.50	0.25	0.19
ข้อที่ 219	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 220	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.56	0.25
ข้อที่ 221	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 222	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.71	0.41	0.24
ข้อที่ 223	0.41	ยากง่ายพอเหมาะ	0.59	0.59	0.24
ข้อที่ 224	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.34	0.22
ข้อที่ 225	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.40	0.24
ข้อที่ 226	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.46	0.25
ข้อที่ 227	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.47	0.25
ข้อที่ 228	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.37	0.23

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 229	0.35	ค่อนข้างยาก	0.41	0.65	0.23
ข้อที่ 230	0.34	ค่อนข้างยาก	0.38	0.66	0.22
ข้อที่ 231	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.25	0.19
ข้อที่ 232	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 233	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.40	0.24
ข้อที่ 234	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.50	0.40	0.24
ข้อที่ 235	0.35	ค่อนข้างยาก	0.35	0.65	0.23
ข้อที่ 236	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.34	0.22
*ข้อที่ 237	0.85	ง่ายมาก	0.00	0.15	0.13
ข้อที่ 238	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.22	0.17
ข้อที่ 239	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.29	0.21
ข้อที่ 240	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.44	0.25
ข้อที่ 241	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.50	0.25
ข้อที่ 242	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.21	0.43	0.24
ข้อที่ 243	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.47	0.25
ข้อที่ 244	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.32	0.22
ข้อที่ 245	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.46	0.25
ข้อที่ 246	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.47	0.25
ข้อที่ 247	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.32	0.22
ข้อที่ 248	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.53	0.25
ข้อที่ 249	0.37	ค่อนข้างยาก	0.26	0.63	0.23
ข้อที่ 250	0.34	ค่อนข้างยาก	0.50	0.66	0.22
ข้อที่ 251	0.29	ค่อนข้างยาก	0.24	0.71	0.21
ข้อที่ 252	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.49	0.25
ข้อที่ 253	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.32	0.22
ข้อที่ 254	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 255	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.49	0.25
ข้อที่ 256	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.31	0.21
ข้อที่ 257	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.29	0.21

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 258	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.21	0.40	0.24
ข้อที่ 259	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.43	0.24
ข้อที่ 260	0.40	ค่อนข้างยาก	0.62	0.60	0.24
ข้อที่ 261	0.31	ค่อนข้างยาก	0.38	0.69	0.21
ข้อที่ 262	0.26	ค่อนข้างยาก	0.35	0.74	0.19
ข้อที่ 263	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.44	0.25
ข้อที่ 264	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.40	0.24
ข้อที่ 265	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.35	0.23
ข้อที่ 266	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.32	0.22
ข้อที่ 267	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.53	0.56	0.25
ข้อที่ 268	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.29	0.21
ข้อที่ 269	0.50	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.50	0.25
ข้อที่ 270	0.38	ค่อนข้างยาก	0.35	0.62	0.24
ข้อที่ 271	0.21	ค่อนข้างยาก	0.41	0.79	0.16
ข้อที่ 272	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.43	0.24
ข้อที่ 273	0.40	ค่อนข้างยาก	0.56	0.60	0.24
ข้อที่ 274	0.35	ค่อนข้างยาก	0.41	0.65	0.23
ข้อที่ 275	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.44	0.25
ข้อที่ 276	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.43	0.24
ข้อที่ 277	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.32	0.25	0.19
ข้อที่ 278	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.26	0.19
ข้อที่ 279	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.59	0.41	0.24
ข้อที่ 280	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.41	0.24
ข้อที่ 281	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.34	0.22
ข้อที่ 282	0.38	ค่อนข้างยาก	0.29	0.62	0.24
ข้อที่ 283	0.25	ค่อนข้างยาก	0.26	0.75	0.19
ข้อที่ 284	0.69	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.31	0.21
ข้อที่ 285	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 286	0.29	ค่อนข้างยาก	0.41	0.71	0.21

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 287	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.26	0.19
ข้อที่ 288	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.22	0.17
ข้อที่ 289	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.26	0.28	0.20
ข้อที่ 290	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.56	0.25
*ข้อที่ 291	0.87	ง่ายมาก	0.26	0.13	0.11
ข้อที่ 292	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.46	0.25
ข้อที่ 293	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.09	0.34	0.22
*ข้อที่ 294	0.94	ง่ายมาก	0.12	0.06	0.06
ข้อที่ 295	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.32	0.22
ข้อที่ 296	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.38	0.24
ข้อที่ 297	0.38	ค่อนข้างยาก	0.47	0.62	0.24
ข้อที่ 298	0.31	ค่อนข้างยาก	0.26	0.69	0.21
ข้อที่ 299	0.24	ค่อนข้างยาก	0.41	0.76	0.18
ข้อที่ 300	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.49	0.25
ข้อที่ 301	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.51	0.25
ข้อที่ 302	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.24	0.18
ข้อที่ 303	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.29	0.38	0.24
*ข้อที่ 304	0.90	ง่ายมาก	0.09	0.10	0.09
*ข้อที่ 305	0.94	ง่ายมาก	0.12	0.06	0.06
ข้อที่ 306	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 307	0.19	ยากมาก	0.21	0.81	0.15
ข้อที่ 308	0.22	ค่อนข้างยาก	0.32	0.78	0.17
ข้อที่ 309	0.38	ค่อนข้างยาก	0.29	0.62	0.24
ข้อที่ 310	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.56	0.25
ข้อที่ 311	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.43	0.24
ข้อที่ 312	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.53	0.25
ข้อที่ 313	0.22	ค่อนข้างยาก	0.32	0.78	0.17
ข้อที่ 314	0.47	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.53	0.25
ข้อที่ 315	0.26	ค่อนข้างยาก	0.18	0.74	0.19

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 316	0.35	ค่อนข้างยาก	0.24	0.65	0.23
ข้อที่ 317	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.24	0.18
ข้อที่ 318	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.21	0.25	0.19
ข้อที่ 319	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.46	0.25
ข้อที่ 320	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.47	0.25
ข้อที่ 321	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.53	0.38	0.24
ข้อที่ 322	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.38	0.24
ข้อที่ 323	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.51	0.25
ข้อที่ 324	0.34	ค่อนข้างยาก	0.38	0.66	0.22
ข้อที่ 325	0.41	ยากง่ายพอเหมาะ	0.24	0.59	0.24
ข้อที่ 326	0.59	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.41	0.24
ข้อที่ 327	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.47	0.25
ข้อที่ 328	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.32	0.43	0.24
ข้อที่ 329	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.34	0.22
ข้อที่ 330	0.62	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.38	0.24
ข้อที่ 331	0.46	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.54	0.25
ข้อที่ 332	0.28	ค่อนข้างยาก	0.32	0.72	0.20
ข้อที่ 333	0.37	ค่อนข้างยาก	0.50	0.63	0.23
ข้อที่ 334	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.41	0.44	0.25
ข้อที่ 335	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.41	0.35	0.23
ข้อที่ 336	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.40	0.24
ข้อที่ 337	0.78	ค่อนข้างง่าย	0.44	0.22	0.17
ข้อที่ 338	0.56	ยากง่ายพอเหมาะ	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 339	0.57	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.43	0.24
ข้อที่ 340	0.28	ค่อนข้างยาก	0.38	0.72	0.20
ข้อที่ 341	0.44	ยากง่ายพอเหมาะ	0.29	0.56	0.25
ข้อที่ 342	0.51	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.49	0.25
ข้อที่ 343	0.29	ค่อนข้างยาก	0.47	0.71	0.21
ข้อที่ 344	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.26	0.46	0.25

ตารางที่ ง-4 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 345	0.28	ค่อนข้างยาก	0.44	0.72	0.20
ข้อที่ 346	0.54	ยากง่ายพอเหมาะ	0.38	0.46	0.25
ข้อที่ 347	0.40	ค่อนข้างยาก	0.56	0.60	0.24
ข้อที่ 348	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.35	0.35	0.23
*ข้อที่ 349	0.82	ง่ายมาก	0.24	0.18	0.15
ข้อที่ 350	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.24	0.24	0.18
ข้อที่ 351	0.53	ยากง่ายพอเหมาะ	0.47	0.47	0.25
ข้อที่ 352	0.32	ค่อนข้างยาก	0.41	0.68	0.22
ข้อที่ 353	0.35	ค่อนข้างยาก	0.41	0.65	0.23
ข้อที่ 354	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.44	0.51	0.25
ข้อที่ 355	0.31	ค่อนข้างยาก	0.21	0.69	0.21
ข้อที่ 356	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.38	0.25	0.19
ข้อที่ 357	0.76	ค่อนข้างง่าย	0.47	0.24	0.18
ข้อที่ 358	0.28	ค่อนข้างยาก	0.38	0.72	0.20
ข้อที่ 359	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.50	0.25	0.19
ข้อที่ 360	0.49	ยากง่ายพอเหมาะ	0.50	0.51	0.25

จากตารางที่ ง-4 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 360 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ (ภัทรา, 2543: 158) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR_{20} ของ Kuder Richardson แล้วนำมาเทียบเกณฑ์ดังนี้ เกณฑ์ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่ต่ำกว่า 0.20 ซึ่งข้อคำถามที่มีเครื่องหมาย (*) หมายถึงข้อสอบที่ถูกพิจารณาคัดออกเนื่องจากไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งข้อสอบที่ผ่านการหาคุณภาพจำนวน 347 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับอยู่ที่ 0.974

5. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตารางที่ ง-5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (n=8)

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	กระบวนการฯ / ทักษะฯ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=8)								รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8			
ข้อที่ 1	ขั้นที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ขั้นที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ขั้นที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย											0.99	ใช้ได้

6. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตารางที่ ง-6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์(n=8)

ข้อสอบ	กระบวนการฯ /ทักษะฯ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=8)								รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8			
ตอนที่ 1: ทักษะการแก้ปัญหา												
ข้อที่ 1	ขั้นที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ขั้นที่ 2	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	0	5	0.62	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	-1	5	0.62	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	-1	5	0.62	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ขั้นที่ 3	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	-1	5	0.62	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	-1	5	0.62	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ขั้นที่ 4	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 5	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ขั้นที่ 5	+1	+1	0	+1	0	+1	+1	+1	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 6	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-6 (ต่อ)

ข้อสอบ	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=8)								รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8			
ตอนที่ 2: ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์												
ข้อที่ 1	ขั้นที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ขั้นที่ 1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ขั้นที่ 1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 1	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	0	0	+1	+1	+1	+1	+1	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	−1	+1	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	0	+1	+1	+1	−1	+1	5	0.62	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 11	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 12	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้

ตารางที่ ง-6 (ต่อ)

ข้อสอบ	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=8)								รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8			
ตอนที่ 2: ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์												
ข้อที่ 13	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	−1	0	5	0.62	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	+1	+1	0	+1	+1	+1	−1	0	4	0.50	ใช้ได้
ข้อที่ 14	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 15	ขั้นที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 16	ขั้นที่ 3	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 17	ขั้นที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 18	ขั้นที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 19	ขั้นที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 20	ขั้นที่ 4	+1	+1	0	+1	+1	+1	−1	0	4	0.50	ใช้ได้
	ด้านที่ 5	+1	+1	0	+1	+1	+1	−1	0	4	0.50	ใช้ได้
ข้อที่ 21	ขั้นที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 5	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 22	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 6	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0	6	0.75	ใช้ได้
ข้อที่ 23	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 6	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 24	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 6	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้

ตารางที่ ง-6 (ต่อ)

ข้อสอบ	กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=8)								รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8			
ตอนที่ 2: ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์												
ข้อที่ 25	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 7	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 26	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 27	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
	ด้านที่ 7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	7	0.87	ใช้ได้
ข้อที่ 28	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	0	5	0.62	ใช้ได้
	ด้านที่ 8	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	0	5	0.62	ใช้ได้
ข้อที่ 29	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	+1	6	0.75	ใช้ได้
	ด้านที่ 8	+1	+1	+1	0	+1	+1	0	0	5	0.62	ใช้ได้
ข้อที่ 30	ขั้นที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
	ด้านที่ 8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	8	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย											0.63	ใช้ได้

7. ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตารางที่ ง-7 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบในแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (n=126)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 1	0.63	0.50	0.37	0.23
ข้อที่ 2	0.65	0.35	0.35	0.23
ข้อที่ 3	0.46	0.32	0.54	0.25
ข้อที่ 4	0.60	0.32	0.40	0.24
ข้อที่ 5	0.59	0.47	0.41	0.24
ข้อที่ 6	0.50	0.41	0.50	0.25
ข้อที่ 7	0.32	0.35	0.68	0.22
ข้อที่ 8	0.34	0.32	0.66	0.22
ข้อที่ 9	0.50	0.41	0.50	0.25
ข้อที่ 10	0.38	0.53	0.62	0.24
ข้อที่ 11	0.50	0.24	0.50	0.25
*ข้อที่ 12	0.44	0.06	0.56	0.25
ข้อที่ 13	0.47	0.35	0.53	0.25
ข้อที่ 14	0.56	0.47	0.44	0.25
ข้อที่ 15	0.54	0.38	0.46	0.25
ข้อที่ 16	0.56	0.35	0.44	0.25
ข้อที่ 17	0.50	0.71	0.50	0.25
ข้อที่ 18	0.66	0.32	0.34	0.22
ข้อที่ 19	0.53	0.53	0.47	0.25
ข้อที่ 20	0.38	0.59	0.62	0.24
ข้อที่ 21	0.49	0.44	0.51	0.25
ข้อที่ 22	0.38	0.35	0.62	0.24
ข้อที่ 23	0.31	0.32	0.69	0.21
ข้อที่ 24	0.44	0.47	0.56	0.25

ตารางที่ ง-7 (ต่อ)

ข้อสอบ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	q	pq
ข้อที่ 25	0.74	0.47	0.26	0.19
ข้อที่ 26	0.29	0.35	0.71	0.21
ข้อที่ 27	0.29	0.35	0.71	0.21
ข้อที่ 28	0.22	0.32	0.78	0.17
ข้อที่ 29	0.24	0.29	0.76	0.18
ข้อที่ 30	0.26	0.24	0.74	0.19
ข้อที่ 31	0.40	0.50	0.60	0.24
ข้อที่ 32	0.22	0.21	0.78	0.17
ข้อที่ 33	0.28	0.44	0.72	0.20
ข้อที่ 34	0.24	0.29	0.76	0.18
ข้อที่ 35	0.38	0.29	0.62	0.24
ข้อที่ 36	0.41	0.47	0.59	0.24
ข้อที่ 37	0.31	0.38	0.69	0.21
ข้อที่ 38	0.15	0.29	0.85	0.13
ข้อที่ 39	0.21	0.35	0.79	0.16
ข้อที่ 40	0.18	0.29	0.82	0.15

จากตารางที่ ง-7 นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 2 ตอน รวม 40 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้โค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ (ภัทรา, 2543: 158) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR_{20} ของ Kuder Richardson แล้วนำมาเทียบเกณฑ์ดังนี้ เกณฑ์ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ไม่ต่ำกว่า 0.20 ซึ่งข้อสอบที่มีเครื่องหมาย (*) หมายถึงข้อสอบที่ถูกพิจารณาคัดออกเนื่องจากไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งข้อสอบที่ผ่านการหาคุณภาพจำนวน 39 ข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับอยู่ที่ 0.78

8. ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ตารางที่ ง-8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (n=5)

โจทย์ปัญหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 1	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 2	ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 3	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 4	ข้อที่ 2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 5	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 6	ข้อที่ 3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 7	ข้อที่ 4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 8	ข้อที่ 5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 9	ข้อที่ 6	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 10	ข้อที่ 6	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 11	ข้อที่ 7	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 12	ข้อที่ 7	0	0	+1	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 13	ข้อที่ 8	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 14	ข้อที่ 8	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 15	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 16	ข้อที่ 9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 17	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 18	ข้อที่ 10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 19	ข้อที่ 10	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 20	ข้อที่ 11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 21	ข้อที่ 12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 22	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 23	ข้อที่ 13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ง-8 (ต่อ)

โจทย์ปัญหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 24	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 25	ข้อที่ 14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 26	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 27	ข้อที่ 15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 28	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 29	ข้อที่ 16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 30	ข้อที่ 17	0	+1	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 31	ข้อที่ 17	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 32	ข้อที่ 18	0	+1	0	+1	+1	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 33	ข้อที่ 18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 34	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 35	ข้อที่ 19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 36	ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 37	ข้อที่ 20	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 38	ข้อที่ 21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 39	ข้อที่ 21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 40	ข้อที่ 22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 41	ข้อที่ 22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 42	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 43	ข้อที่ 23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 44	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 45	ข้อที่ 24	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 46	ข้อที่ 25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 47	ข้อที่ 26	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 48	ข้อที่ 26	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้
ข้อที่ 49	ข้อที่ 26	+1	0	+1	+1	0	3	0.60	ใช้ได้

ตารางที่ ง-8 (ต่อ)

โจทย์ปัญหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (n=5)					รวม	ค่าความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ข้อที่ 50	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 51	ข้อที่ 27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 52	ข้อที่ 28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 53	ข้อที่ 28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 54	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 55	ข้อที่ 29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 56	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 57	ข้อที่ 30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 58	ข้อที่ 31	+1	+1	0	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 59	ข้อที่ 31	+1	+1	0	+1	+1	5	0.80	ใช้ได้
ข้อที่ 60	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 61	ข้อที่ 32	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 62	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 63	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 64	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 65	ข้อที่ 33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 66	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 67	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 68	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ข้อที่ 69	ข้อที่ 34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	ใช้ได้
ค่าเฉลี่ย								0.927	ใช้ได้

9. ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ ง-9 ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (n=33)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาของบทเรียนทำให้เกิดความเข้าใจ	4.39	0.61	มาก
2. เนื้อหาของบทเรียนที่นำเสนอเหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน	4.58	0.61	มากที่สุด
3. การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย ทำให้เรียนเข้าใจมากขึ้น	4.58	0.56	มากที่สุด
4. ความยาวของเนื้อหาเหมาะสมกับผู้เรียน	4.42	0.61	มาก
5. การนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ (Excercise) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกันช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น	4.55	0.56	มากที่สุด
6. การนำเสนอบทเรียนเป็นไปตามลำดับ	4.52	0.62	มากที่สุด
7. ภาพประกอบมีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.42	0.66	มาก
8. ตัวอย่าง และโจทย์ปัญหามีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น	4.64	0.55	มากที่สุด
9. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน	4.61	0.50	มากที่สุด
10. การสนทนากลุ่มเพื่อทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มีความเหมาะสมกับเวลาที่เรียน	4.55	0.51	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.52**	**0.58**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ง-9 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการออกแบบ			
1. ความเหมาะสมของการออกแบบส่วนประกอบของจอภาพ	4.67	0.48	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการออกแบบหน้าจอการปฏิสัมพันธ์สำหรับผู้ใช้งาน (User Interface)	4.61	0.50	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ	4.52	0.62	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของการใช้สีและขนาดตัวอักษร	4.58	0.56	มากที่สุด
5. ความต่อเนื่องในการใช้งานระบบ	4.45	0.56	มาก
6. ความสามารถของระบบในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน	4.24	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.51**	**0.59**	**มากที่สุด**
ด้านการเรียนการสอน			
1. การลงทะเบียน	4.45	0.75	มาก
2. การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอสื่อตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.58	0.56	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.52	0.62	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมในการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเหมาะตามระดับความสามารถทางการเรียน	4.58	0.61	มากที่สุด
6. ความสะดวกในการจัดการข้อมูลส่วนตัว	4.45	0.62	มาก
7. ความสะดวกในการส่งไฟล์แบบฝึกหัด	4.15	0.62	มาก
8. ความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านสื่อการเรียนรู้ อาทิ กระดานสนทนา ห้องสนทนา	4.64	0.49	มากที่สุด
9. ความสะดวกในการตรวจสอบผลการเรียน	4.67	0.48	มากที่สุด
10. ความสะดวกในการติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน	4.27	0.72	มาก

ตารางที่ ง-9 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
11. ความเหมาะสมในการแจ้งเตือนเมื่อเกิดข้อผิดพลาด	4.48	0.67	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.48**	**0.63**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการใช้งาน Web CITS โดยภาพรวม	**4.51**	**0.60**	**มากที่สุด**

10. ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ ง-10 ค่าความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น (n=33)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ขั้นเตรียมการ			
1. การปฐมนิเทศ	4.79	0.42	มากที่สุด
2. แจกเอกสารคู่มือการใช้งาน	4.85	0.36	มากที่สุด
3. การลงทะเบียนและฝึกปฏิบัติ	4.48	0.67	มาก
4. การแนะนำบทเรียน	4.45	0.67	มาก
5. การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.58	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.63**	**0.55**	**มากที่สุด**
ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
1. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	4.64	0.49	มากที่สุด
2. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	4.12	0.78	มาก
3. ทดสอบก่อนเรียนแต่ละบทเรียน	4.52	0.57	มากที่สุด
4. เสนอเนื้อหาบทเรียนแบบอัจฉริยะ (สอดคล้องกับระดับความสามารถทางการเรียนที่จัดกลุ่ม)	4.52	0.51	มากที่สุด
5. ทำแบบฝึกทบทวนความรู้แต่ละหน่วยการเรียน	4.73	0.45	มากที่สุด
6. ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน รวม 5 กิจกรรม	4.48	0.62	มาก
7. ทดสอบย่อยโดยใช้แบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยนสำหรับผู้เรียนรายบุคคลที่ตรงกับความสามารถทางการเรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
8. ทดสอบหลังเรียนแต่ละบทเรียน	4.52	0.67	มากที่สุด
9. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	4.55	0.62	มากที่สุด
10. วัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน	4.12	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.47**	**0.63**	**มาก**

ตารางที่ ง-10 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความพึงพอใจของผู้เรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
การเรียนด้วยรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ			
1. มีการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนแต่ละคน	4.45	0.51	มาก
2. มีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ตรงตามระดับความสามารถทางการเรียนที่ช่วยในการทบทวนเนื้อหาให้เข้าใจดีขึ้น	4.55	0.71	มากที่สุด
3. มีแบบทดสอบย่อยที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียนในการพัฒนาความรู้	4.52	0.57	มากที่สุด
4. มีกิจกรรมที่หลากหลายสอดคล้องต่อการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.42	0.50	มาก
5. นักศึกษาสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้องเรียนได้มากขึ้นผ่านเครื่องมือการเรียนรู้บนเว็บ	4.61	0.50	มากที่สุด
6. นักศึกษามีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น	4.24	0.75	มาก
7. นักศึกษามีความสุขต่อการเรียนมากขึ้น	4.55	0.67	มากที่สุด
8. นักศึกษามีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4.67	0.48	มากที่สุด
9. นักศึกษามีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ตรงกับระดับความสามารถทางการเรียนมากขึ้น	4.45	0.62	มาก
10. นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น	4.58	0.50	มากที่สุด
11. นักศึกษามีทักษะในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มากขึ้น	4.55	0.51	มากที่สุด
12. สามารถพัฒนาผลการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น	4.48	0.51	มาก
13. นักศึกษาต้องการให้มีรูปแบบการสอนในลักษณะ นี้สำหรับรายวิชาอื่น ๆ	4.52	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.51**	**0.57**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อการเรียนตามกระบวนการที่ออกแบบด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น	**4.54**	**0.59**	**มากที่สุด**

11. ผลการวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ ง-11 ค่าความเหมาะสมของการรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (n=5)

รายละเอียดการประเมิน	**ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ**		
	$\bar{X}$	**S.D.**	**ระดับความเหมาะสม**
ตอนที่ 1 องค์ประกอบของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ			
1. กำหนดปัจจัยนำเข้าที่ใช้เป็นหลักการและแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอน มีความเหมาะสมในระดับใด	4.60	0.55	มากที่สุด
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ และ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บมีความเหมาะสมในระดับใด	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ประเมินผลผลิตที่ได้รับจากการเรียนด้วยรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในระดับใด	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ป้อนกลับผลผลิตสำหรับนำไปปรับปรุงรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในระดับใด	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านองค์ประกอบของรูปแบบ	**4.55**	**0.51**	**มากที่สุด**
ตอนที่ 2 รายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ			
1. กำหนดปัจจัยนำเข้า			
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.75	0.50	มากที่สุด
1.4 เตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นกำหนดปัจจัยนำเข้า	**4.75**	**0.44**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ง-11 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ตอนที่ 2 รายละเอียดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ			
2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย (1) ขั้นเตรียมการ (2) ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ			
1. ขั้นเตรียมการ มีความเหมาะสมในระดับใด			
1.1 ปฐมนิเทศ	4.80	0.45	มากที่สุด
1.2 ลงทะเบียนและแนะนำบทเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 การจัดกลุ่มผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นเตรียมการ	**4.73**	**0.46**	**มากที่สุด**
2. กิจกรรมที่ใช้ในขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ มีความเหมาะสมในระดับใด			
2.1 ขั้นทดสอบก่อนเรียน (แบบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาฯ ก่อนเรียน)	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2 ขั้นนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะ 2.2.1 ขั้นเสนอบทเรียนต่อทั้งชั้น	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2.2 ขั้นเรียนเป็นกลุ่มย่อยตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย การหาข้อมูลเพื่อทำปัญหาให้กระจ่าง การรู้ปัญหา การสืบหาแนวคิดในการแก้ปัญหา การค้นพบวิธีแก้ปัญหา การยอมรับวิธีแก้ปัญหา	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2.3 ขั้นทดสอบย่อย โดยทำแบบทดสอบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing)	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2.4 คะแนนความก้าวหน้าของแต่ละบุคคล	4.80	0.45	มากที่สุด
2.2.5 กลุ่มที่ได้รับการยกย่องหรือยอมรับ	4.80	0.45	มากที่สุด
2.3 ขั้นสรุปผลและประเมินผล	4.80	0.45	มากที่สุด
2.4 ขั้นทดสอบหลังเรียน (แบบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ หลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาฯ หลังเรียน)	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ	**4.73**	**0.45**	**มากที่สุด**
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ	**4.73**	**0.45**	**มากที่สุด**

ตารางที่ ง-11 (ต่อ)

รายละเอียดการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
3. ประเมินผลผลิต			
3.1 ประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 ประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นประเมินผลผลิต	**4.70**	**0.48**	**มากที่สุด**
4. ป้อนกลับผลผลิต			
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 ผลการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมขั้นป้อนกลับผลผลิต	**4.70**	**0.48**	**มากที่สุด**
ตอนที่ 3 ด้านการนำไปใช้งาน			
1. รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับใด	4.40	0.55	มาก
3. รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในระดับใด	4.40	0.55	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการนำไปใช้งาน	**4.47**	**0.52**	**มาก**
ค่าเฉลี่ยโดยรวมสำหรับรับรองรูปแบบ	**4.67**	**0.47**	**มากที่สุด**

ภาคผนวก จ

รายละเอียดของรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1

รายละเอียดของรายวิชา*

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขต/คณะ/สาขาวิชา วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม/
โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน/
สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. **รหัสและชื่อรายวิชา** 350151 วงจรดิจิตอล 1 (Digital Circuits I)
2. **จำนวนหน่วยกิต** 2(2-0-4)
3. **หลักสูตรและประเภทของรายวิชา** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
4. **อาจารย์ผู้สอน** อาจารย์พินันทา ฉัตรวัฒนา
5. **ภาคการศึกษา/ชั้นปี ที่เรียน** ภาคการศึกษาที่ 2/2556 ชั้นปีที่ 2
6. **รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites)** ไม่มี
7. **รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites)** ไม่มี
8. **สถานที่เรียน** อาคาร 62 วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
9. **วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด** 1 มิถุนายน 2556

---

* รายละเอียดของรายวิชาชุดนี้ ได้จัดทำตามคำอธิบายรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2551) โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายรายวิชา

จุดมุ่งหมายรายวิชา
เพื่อให้ผู้เรียน

1. มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการเบื้องต้น การทำงานของวงจรเกตแบบต่าง ๆ ในระบบดิจิตอลเพื่อนำไปประยุกต์ใช้หรือออกแบบใช้งานได้
2. มีทักษะในการรวบรวมและสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการในการแก้ไขโจทย์ปัญหาได้
3. นำเสนอแนวคิดเพื่อระบุวิธีการแก้ไขปัญหาให้สอดคล้องกับหลักการเพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการได้

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

รายวิชานี้เน้นการศึกษาเกี่ยวกับชนิดและระบบของวงจรดิจิตอล เลขฐานต่าง ๆ เช่น ฐาน 10 ฐาน 2 ฐาน 8 และฐาน 16 การแปลงฐานของตัวเลข การกระทำทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขฐานต่าง ๆโค้ตต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบดิจิตอล เช่น วงจรเกตแบบต่าง ๆ สัญลักษณ์และหน้าที่ของเกท ชนิดพีชคณิตบูลีน การเขียนวงจรลอจิกจากสมการบูลีน การลดรูปวงจรลอจิกโดยใช้พีชคณิตบูลีน วงจรคอมบิเนชั่นลอจิก และการออกแบบเบื้องต้น แผนผังคาร์โนต์ และการใช้แผนผังคาร์โนต์ในการออกแบบวงจรคอมบิเนชั่นลอจิก

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ/งานภาคสนาม/การฝึกงาน	การศึกษาด้วยตนเอง
28 คาบ	ไม่มี	ไม่มี	56 คาบ

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษา และแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

อาจารย์จัดเวลาให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษานอกชั้นเรียนเป็นรายบุคคล หรือรายกลุ่มตามความต้องการ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ (เฉพาะรายที่ต้องการ) และการติดต่อสื่อสารด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น การนัดพบเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) หรือโทรศัพท์ เป็นต้น

หมวดที่ 4 เนื้อหารายวิชา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2551) โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ซึ่งเนื้อหาบทเรียนประกอบด้วย

บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก

1.1 หลักการแสดงตัวเลข

1.2 การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ

1.2.1 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ

1.2.2 การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ

1.2.3 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 (คำนวณข้ามเลขฐาน)

1.3 การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ

1.3.1 BCO-Binary Code Octal

1.3.2 BCH-Binary Code Hexadecimal

1.4 การบวก ลบ เลขฐานต่าง ๆ

1.4.1 การบวก ลบ เลขฐาน 2

1.4.2 การบวก ลบ เลขฐาน 8

1.4.3 การบวก ลบ เลขฐาน 16

1.5 การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน

บทที่ 2 รหัสไบนารี่

2.1 นิยาม

2.2 โครงสร้างของรหัสไบนารี่

2.3 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต

2.4 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิต

2.5 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิต

2.6 รหัสแอสกี้ (ASCII Code)

2.7 รหัสเกรย์ (Gray Code)

2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number

2.8.1 หลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement

2.8.2 การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement

2.8.3 การเปลี่ยนเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10
2.8.4 การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.5 การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.8.6 การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number
2.9 การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต
2.9.1 หลักการคำนวณ
2.9.2 การบวกด้วยรหัส 8-4-2-1
2.9.3 การบวกด้วยรหัส Excess-3 (XS3 Code)
2.9.4 การบวกด้วยรหัส 2*421 (Aiken Code)

บทที่ 3 ลอจิกเกต
3.1 ประเภทของลอจิกเกต
3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน
3.2.1 AND-Gate (Conjunction)
3.2.2 OR-Gate (Disjunction)
3.2.3 NOT-Gate (Negative)
3.3 ลอจิกเกตผสม
3.3.1 NAND-Gate
3.3.2 NOR-Gate
3.4 ลอจิกเกตพิเศษ
3.4.1 Exclusive-OR Gate
3.4.2 Exclusive-NOR Gate
3.5 ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก
3.6 ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก

บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก
4.1 หลักการเขียนสมการ
4.1.1 สมการ Minterm
4.1.2 สมการ Maxterm
4.2 การวิเคราะห์วงจรลอจิก
4.2.1 โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้
4.3 การสังเคราะห์วงจรลอจิก
4.3.1 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิก

4.3.2 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา
4.4 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Expression)
4.4.1 กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก
4.4.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน
4.5 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผัง Karnaugh Map (K-Map)
4.5.1 หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน
4.5.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน (เรียนบนเว็บ)

สัปดาห์ที่/ จำนวน/คาบ	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนผ่านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
สัปดาห์ที่ 1 1-2 2 คาบ	**ขั้นเตรียม** 1. ปฐมนิเทศ 2. ลงทะเบียนเรียน และแนะนำบทเรียน 3. จัดกลุ่มผู้เรียน **ขั้นการเรียนการสอนบนเว็บ** วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน	- ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนด้วยตนเองผ่าน Web CITS
สัปดาห์ที่ 2 3-4 2 คาบ	**บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลข และคณิตศาสตร์ลอจิก** 1.1 หลักการแสดงตัวเลข 1.2 การเปลี่ยนระบบตัวเลขต่าง ๆ 1.2.1 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ เป็นเลขฐานสิบ 1.2.2 การเปลี่ยนเลขฐานสิบเป็นเลขฐานอื่น ๆ 1.2.3 การเปลี่ยนเลขฐานอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เลขฐาน 10 (คำนวณข้ามเลขฐาน) 1.3 การแสดงจำนวนตัวเลขในรหัสต่าง ๆ 1.3.1 BCO-Binary Code Octal 1.3.2 BCH-Binary Code Hexadecimal	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา

สัปดาห์ที่/ จำนวน/คาบ	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนผ่าน ระบบการสอนอัจฉริยะ เชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
สัปดาห์ที่ 3 5-6 2 คาบ	**บทที่ 1 ระบบลอจิก-ตัวเลขฯ** 1.4 การบวก ลบ เลขฐานต่าง ๆ 1.4.1 การบวก ลบ เลขฐาน 2 1.4.2 การบวก ลบ เลขฐาน 8 1.4.3 การบวก ลบ เลขฐาน 16 1.5 การบวก ลบ เลขฐานต่างกัน	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
	การทดสอบระหว่างเรียนครั้งที่ 1	- ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1 ด้วยตนเองผ่าน Web CITS
สัปดาห์ที่ 4 7-8 2 คาบ	**บทที่ 2 รหัสไบนารี่** 2.1 นิยาม 2.2 โครงสร้างของรหัสไบนารี่ 2.3 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 4 บิต 2.4 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่แบบ 5 บิต 2.5 แปลงค่าเลขฐาน 10 ให้อยู่ในรูปแบบรหัสไบนารี่มากกว่า 5 บิต	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 5 9-10 2 คาบ	**บทที่ 2 รหัสไบนารี่** 2.6 รหัสแอสกี้ (ASCII Code) 2.7 รหัสเกรย์ (Gray Code) 2.8 การคำนวณด้วย 2's Complement Number 2.8.1 หลักการทำงาน 1's Complement และ 2's Complement 2.8.2 การเปลี่ยนเลขฐาน 10 ให้เป็นเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2'sComplement 2.8.3 การเปลี่ยนเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement ให้เป็นเลขฐาน 10	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา

สัปดาห์ที่/ จำนวน/คาบ	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนผ่าน ระบบการสอนอัจฉริยะ เชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
สัปดาห์ที่ 6 11-12 2 คาบ	**บทที่ 2 รหัสไบนารี่** 2.8.4 การบวกเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number 2.8.5 การลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number 2.8.6 การบวก-ลบเลขฐาน 2 โดยใช้หลักการ 2's Complement Number	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 7 13-14 2 คาบ	**บทที่ 2 รหัสไบนารี่** 2.9 การคำนวณด้วยรหัส BCD แบบ 4 บิต 2.9.1 หลักการคำนวณ 2.9.2 การบวกด้วยรหัส 8-4-2-1 2.9.3 การบวกด้วยรหัส Excess-3 2.9.4 การบวกด้วยรหัส 2*421	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
	การทดสอบระหว่างเรียนครั้งที่ 2	- ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 2 ด้วยตนเองผ่าน Web CITS
สัปดาห์ที่ 8	**Midterm examination**	
สัปดาห์ที่ 9 15-16 2 คาบ	**บทที่ 3 ลอจิกเกต** 3.1 ประเภทของลอจิกเกต 3.2 ลอจิกเกตพื้นฐาน 3.2.1 AND-Gate (Conjunction) 3.2.2 OR-Gate (Disjunction) 3.2.3 NOT-Gate (Negative) 3.3 ลอจิกเกตผสม 3.3.1 NAND-Gate 3.3.2 NOR-Gate 3.4 ลอจิกเกตพิเศษ 3.4.1 Exclusive-OR Gate 3.4.2 Exclusive-NOR Gate	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา

สัปดาห์ที่/ จำนวน/คาบ	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนผ่านระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
สัปดาห์ที่ 10 17-18 2 คาบ	**บทที่ 3 ลอจิกเกต** 3.5 ประยุกต์การเขียนวงจรลอจิกจากสมการลอจิก 3.6 ประยุกต์การเขียนสมการลอจิกจากวงจรลอจิก	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
	การทดสอบระหว่างเรียนครั้งที่ 3	- ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 3 ด้วยตนเองผ่าน Web CITS
สัปดาห์ที่ 11 19-20 2 คาบ	**บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก** 4.1 หลักการเขียนสมการ 4.1.1 สมการ Minterm 4.1.2 สมการ Maxterm 4.2 การวิเคราะห์วงจรลอจิก 4.2.1 โจทย์การวิเคราะห์วงจรลอจิกจากวงจรลอจิกที่กำหนดให้	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 12 21-22 2 คาบ	**บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก** 4.3 การสังเคราะห์วงจรลอจิก 4.3.1 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากสมการลอจิก 4.3.2 โจทย์การสังเคราะห์วงจรลอจิกจากโจทย์ปัญหา	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และนำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 13 23-24 2 คาบ	**บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก** 4.4 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน (Boolean Expression) 4.4.1 กฎของคณิตศาสตร์ลอจิก	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS

สัปดาห์ที่/ จำนวน/คาบ	หัวข้อ/รายละเอียด	กิจกรรมการเรียนผ่าน ระบบการสอนอัจฉริยะ เชิงสร้างสรรค์บนเว็บ
สัปดาห์ที่ 13	4.4.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้ ทฤษฎีพีชคณิตบูลีน	- อภิปรายกลุ่ม และ นำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 14 25-26 2 คาบ	**บทที่ 4 การวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก** 4.5 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผัง Karnaugh Map (K-Map) 4.5.1 หลักการลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน 4.5.2 ลดรูปสมการลอจิกโดยใช้แผนผังคาร์โน	- เรียนและทำแบบทดสอบด้วยตนเองผ่าน Web CITS - ทำกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - อภิปรายกลุ่ม และ นำเสนอผลผ่านห้องสนทนา
	การทดสอบระหว่างเรียนครั้งที่ 4	- ทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 4 ด้วยตนเองผ่าน Web CITS
สัปดาห์ที่ 15 27-28 2 คาบ	**ทบทวน/สรุป และอภิปรายผล**	- สรุปกิจกรรมการเรียนตลอดภาคการศึกษาเป็นรายกลุ่มผ่าน Web CITS - นำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านห้องสนทนา
สัปดาห์ที่ 16	**Final examination**	- ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนด้วยตนเองผ่าน Web CITS

2. แผนการประเมินผลการเรียนรู้

งาน/กิจกรรมที่ใช้ในการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมินผล
1. พฤติกรรมการเรียนรู้/เวลาเรียน	ตลอดภาคการศึกษา	10 %
2. การปฏิบัติงานเดี่ยว 2.1 สรุปองค์ความรู้ 2.2 แบบทดสอบระหว่างเรียน 2.3 รายงานผล	ตลอดภาคการศึกษา	20 %
3. การปฏิบัติงานกลุ่ม 3.1 สรุปองค์ความรู้ 3.2 รายงานผล	ตลอดภาคการศึกษา	20 %
4. การทดสอบระหว่างเรียน 4 ครั้ง	3, 7, 10, 14	20%
5. การทดสอบหลังเรียน	16	30%

3. เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน	เกรด
80-100	A
75-79	B+
70-74	B
65-69	C+
60-64	C
55-59	D+
50-54	D
0-49	F

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. แหล่งข้อมูลหลัก

http://webcit.cit.kmutnb.ac.th

2. เอกสารและข้อมูลอ้างอิง

รำพึง มังคละสวัสดิ์. **วงจรดิจิตอล 1 (ปรับปรุง 2552)**. กรุงเทพฯ, 2552.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และ ไฉน บุญเพ็ชร. **ทฤษฎีวงจรดิจิตอล 1**. กรุงเทพฯ : เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์, 2538.

ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา. **ดิจิทัลเทคนิค**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.

ประทีป บัญญัตินพรัตน์. **ทฤษฎีและการใช้งานวงจรดิจิตอล เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2533.

สมชาติ แสนธิเลิศ. **ปฏิบัติวงจรดิจิตอล 1**. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กซ์, 2544.

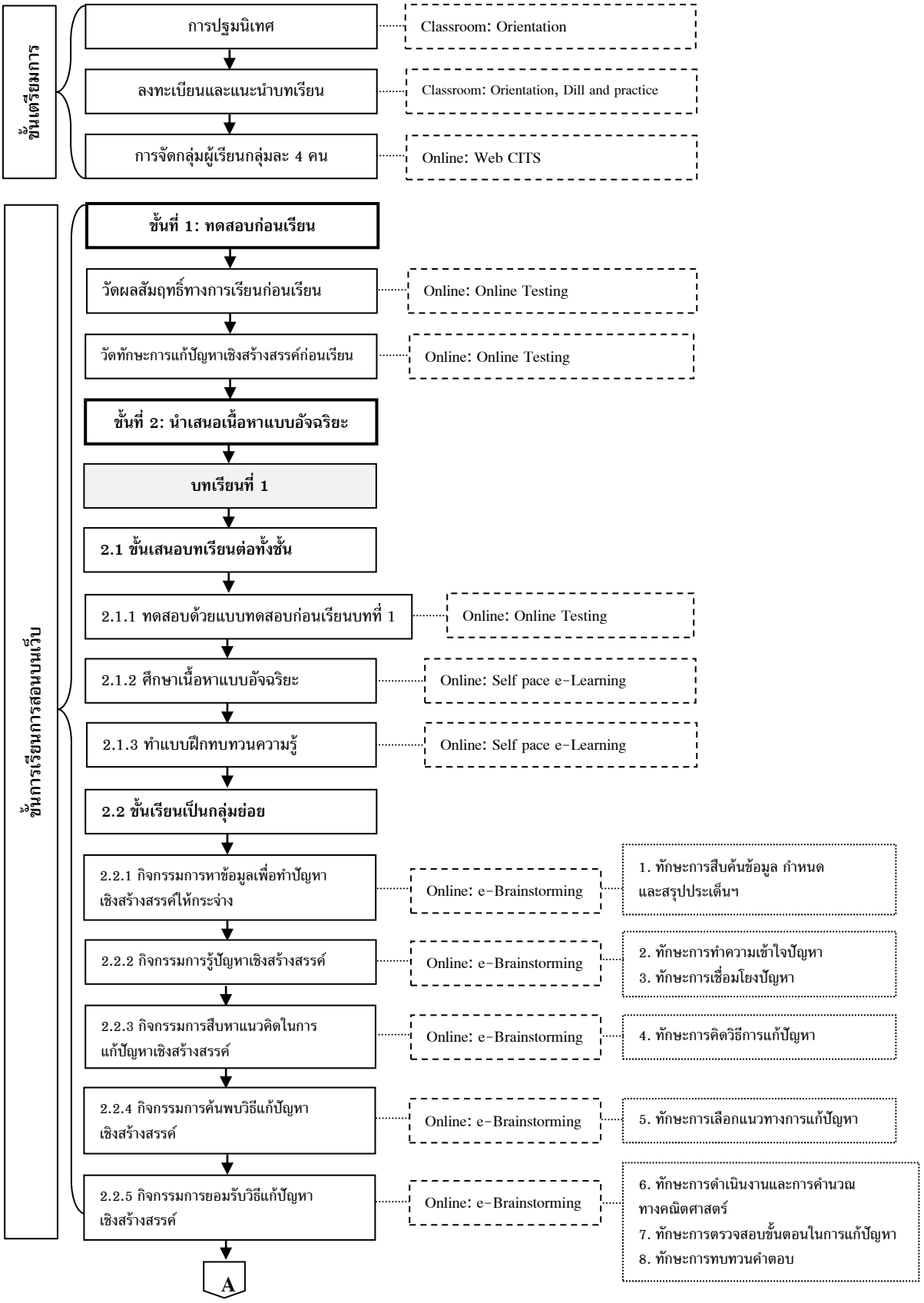
Albert Pual Malvino. **Digital Computer Electronics**. New Delhi Pearl Offset Press Private Limited, 1983.

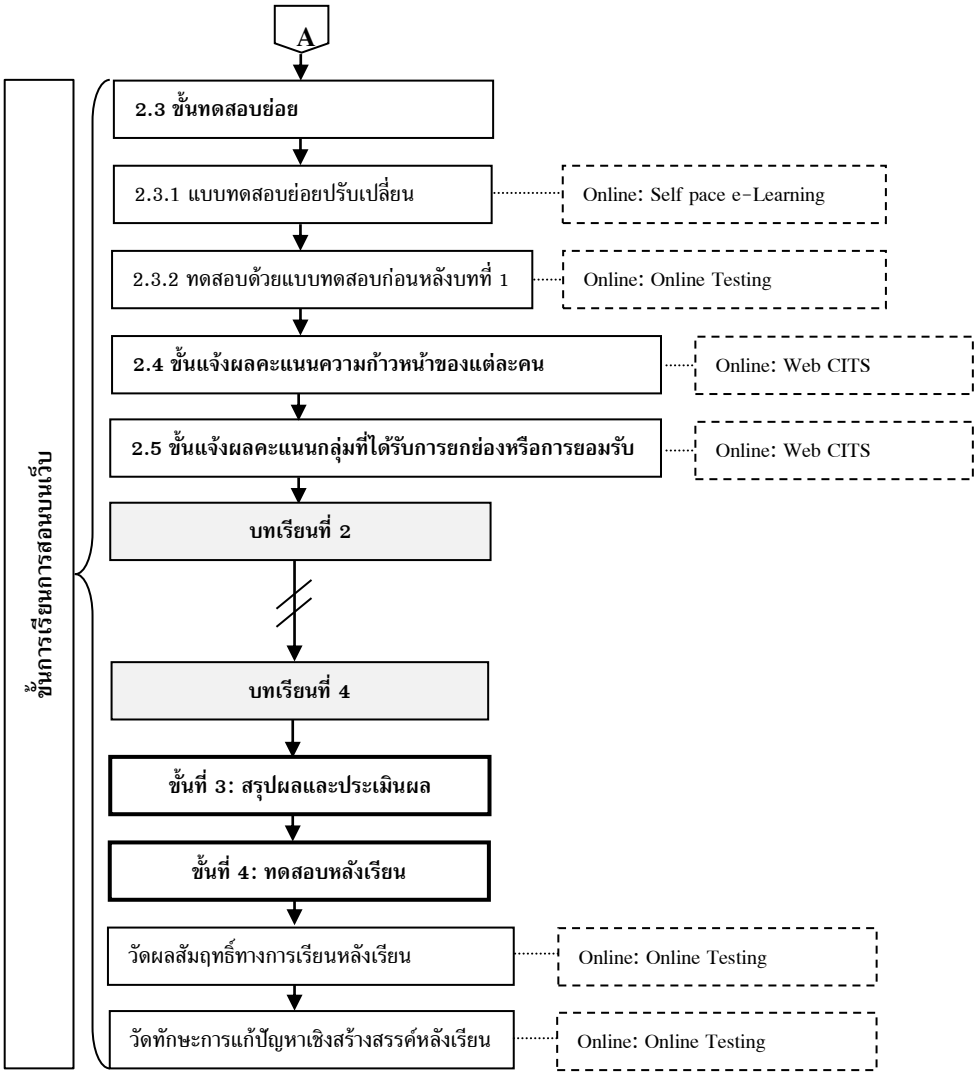
ภาคผนวก ฉ

- ผังโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน
- ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น)
- ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บสำหรับผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบและผู้เรียน (Interface Structure Diagram: ISD)

1. ผังโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน

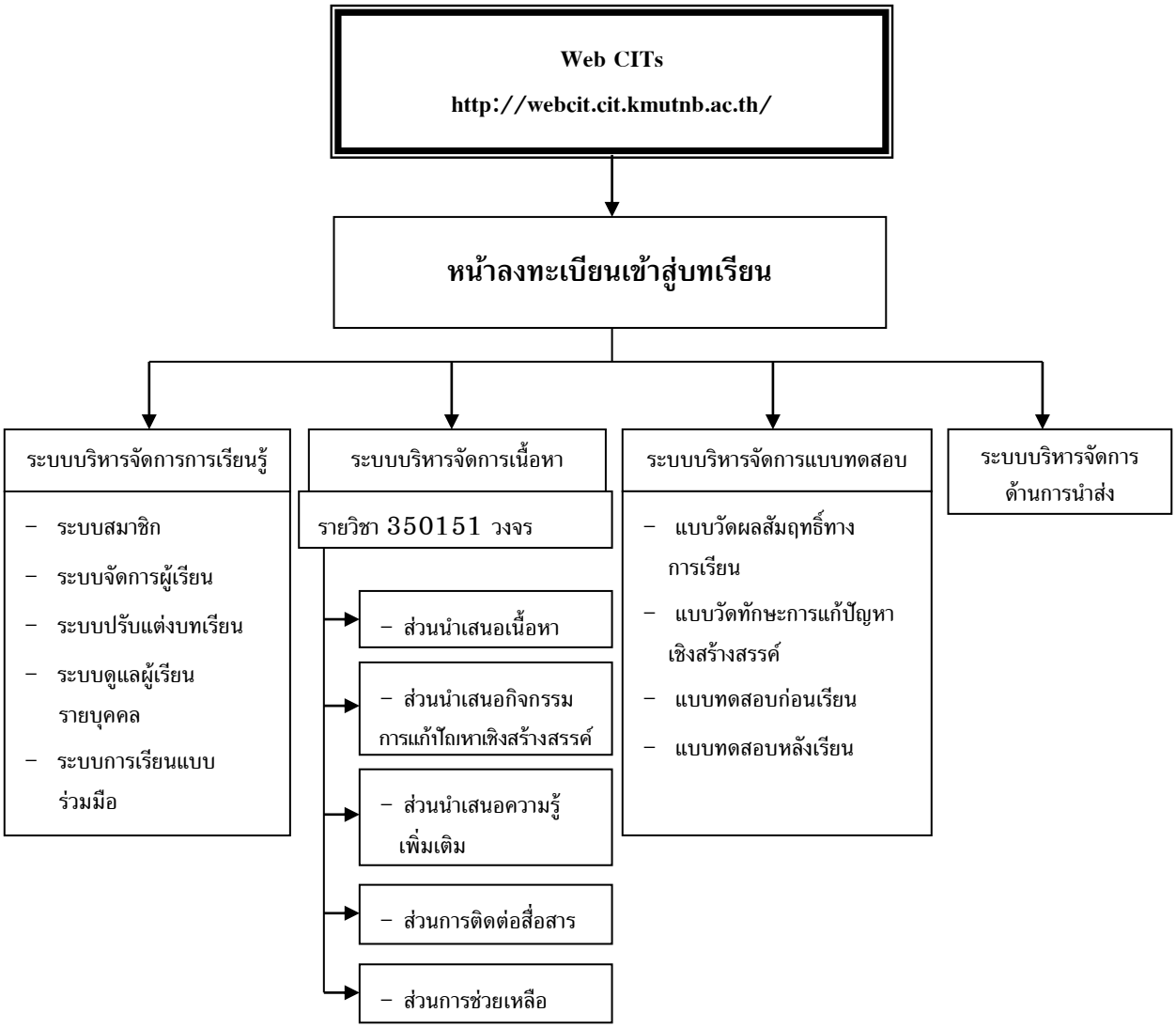
ผู้วิจัยปรับปรุงโครงสร้างและกระบวนการออกแบบจากงานวิจัยของปณิตา (2551: 373-374)



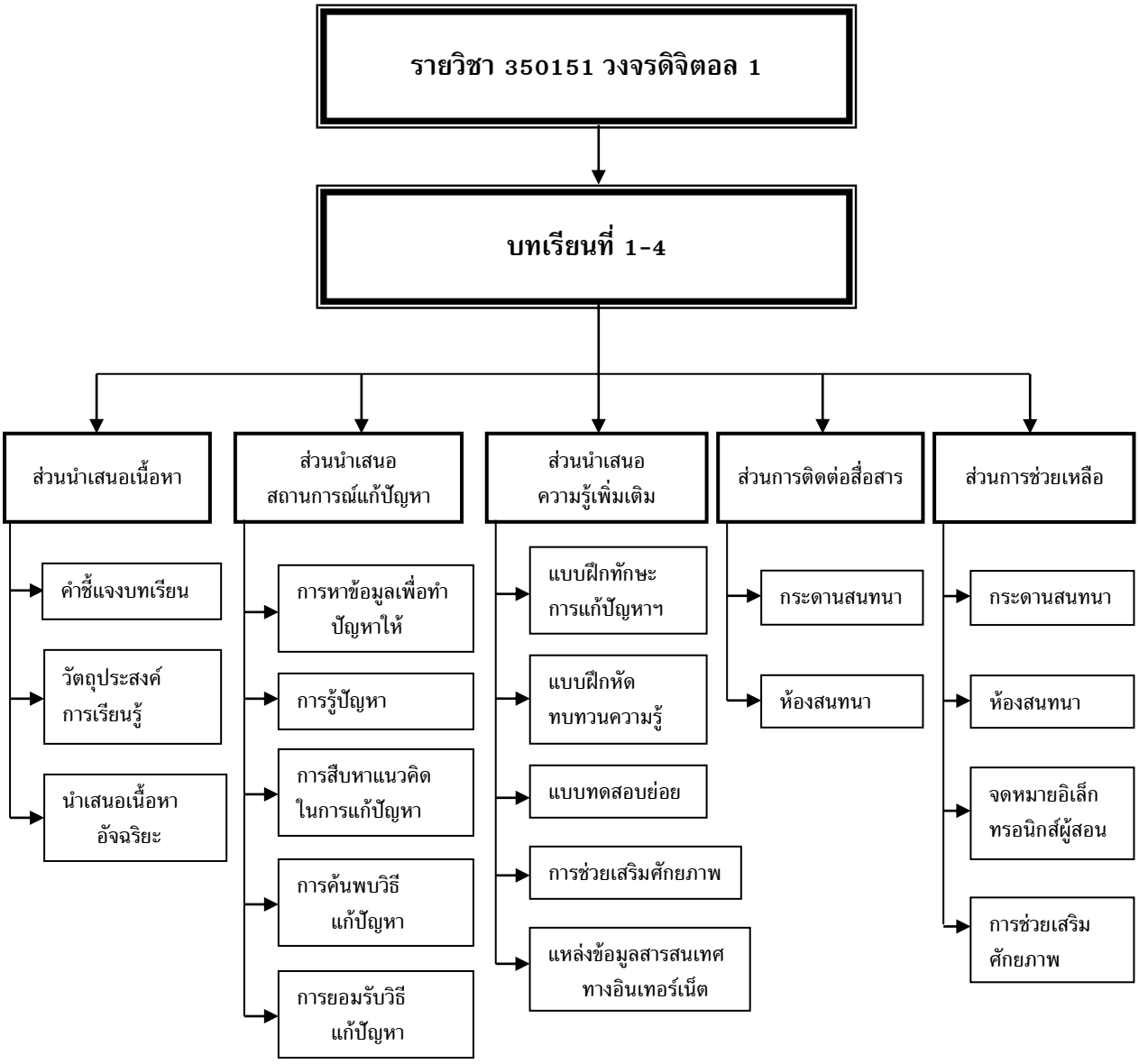


ภาพที่ ฉ-1 ผังโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน

2. ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น)
ผู้วิจัยปรับปรุงโครงสร้างและกระบวนการออกแบบจากงานวิจัยของปณิตา (2551: 375-377)

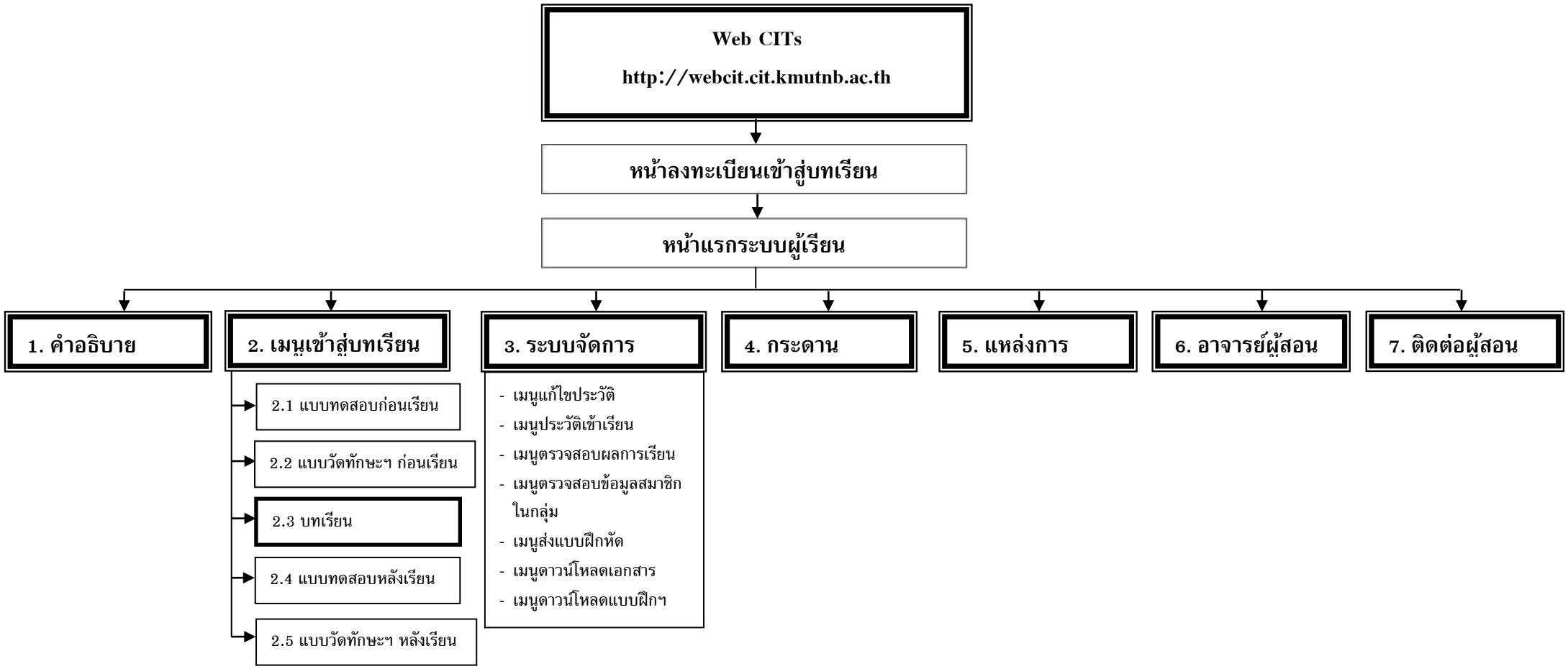


ภาพที่ ฉ-2 ผังโครงสร้างระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บพัฒนาขึ้น (รูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น)

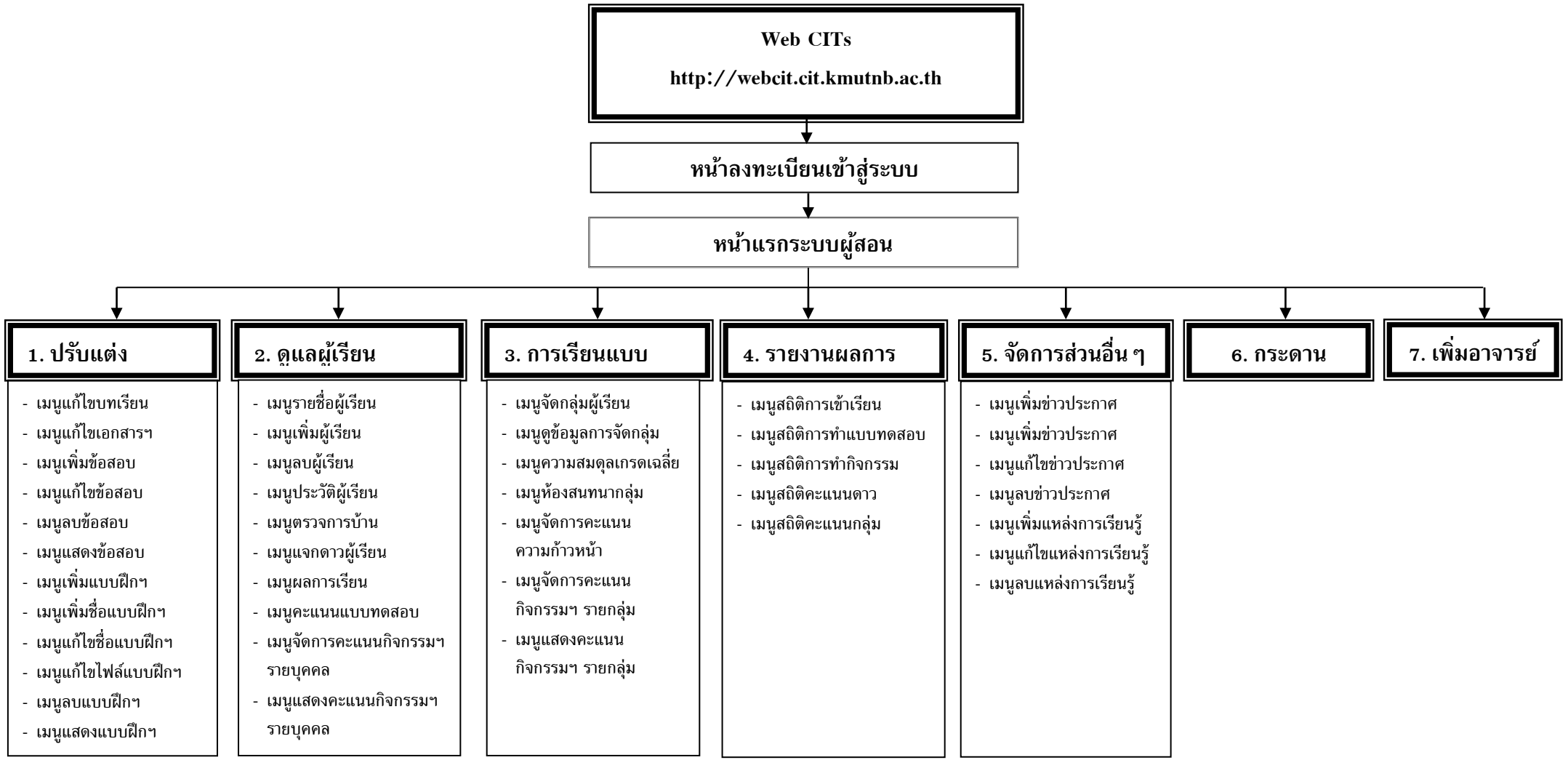


ภาพที่ ฉ-3 ผังโครงสร้างรายวิชา 350151 วงจรดิจิตอล 1
ในระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

3. ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บสำหรับผู้เรียนและผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบ (Interface Structure Diagram: ISD)



ภาพที่ ฉ-4 ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้เรียน)



ภาพที่ ฉ-5 ผังโครงสร้างการปฏิสัมพันธ์ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้สอนหรือผู้ดูแลระบบ)

ภาคผนวก ช

คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS)

คู่มือการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Manual for Web CITS)

ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Web CITS) แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย (1) ระบบผู้เรียน และ (2) ระบบผู้สอน

1. ระบบผู้เรียน เป็นระบบการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บภายใต้การทำงานของระบบการสอนแบบอัจฉริยะที่เหมาะสมกับระดับความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือที่มีกระบวนการสอน 5 องค์ประกอบตามเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ผสมผสานกับหลักการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญและกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance ส่วนของระบบผู้เรียน ประกอบด้วย เมนูในการทำงาน 3 ส่วน คือ เมนูหลัก เมนูเข้าสู่บทเรียน และเมนูระบบจัดการผู้เรียน

2. ระบบผู้สอน เป็นระบบบริหารการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย 7 เมนูหลัก คือ เมนูปรับแต่งบทเรียน เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล เมนูการเรียนแบบร่วมมือ เมนูรายงานผลการเรียน เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ เมนูกระดานสนทนา และ เมนูเพิ่มอาจารย์

แต่ละระบบมีวิธีการใช้งานและมีรายละเอียดดังนี้

1. ระบบผู้เรียน

เมื่อเรียกเว็บไซต์ http://webcit.cit.kmutnb.ac.th จะปรากฏหน้าระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ซึ่งหน้าจอนี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ การล็อกอินเข้าระบบ การแนะนำบทเรียน ขั้นตอนการศึกษาบทเรียน ดังภาพที่ ช-1

ภาพที่ ช-1 หน้าแรกของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้เรียน)

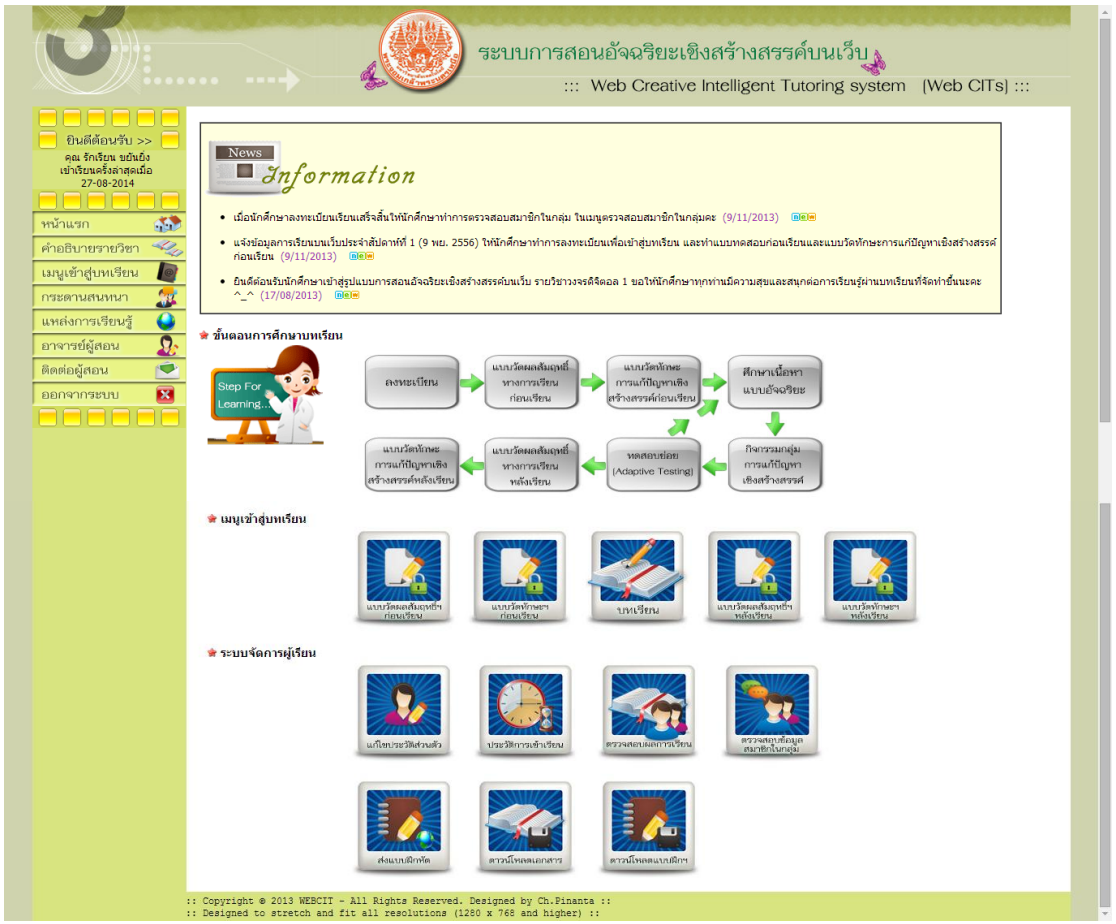
ในการเข้าสู่ระบบผู้เรียนครั้งแรก ผู้เรียนต้องทำการลงทะเบียนเรียน โดยคลิกที่ปุ่ม Register เพื่อทำการป้อนข้อมูลส่วนตัว และรับรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบต่อไป ดังภาพที่ ช-2

ภาพที่ ช-2 หน้าจอลงทะเบียนผู้เรียน

หน้าจอลงทะเบียนสำหรับสมาชิกใหม่ (Register for Member) ผู้เรียนต้องป้อนข้อมูลรหัสนักศึกษา จำนวน 13 หลัก (Student ID) และรหัสผ่าน (Password) จำนวน 6 ตัว กรณีที่ผู้เรียนลืมรหัสผ่านสามารถตรวจสอบรหัสผ่านได้ที่ปุ่ม forget password โดยทำการป้อนข้อมูลรหัสนักศึกษาและอีเมล์ ระบบจะทำการแจ้งรหัสผ่านให้กับผู้เรียน ดังภาพที่ ช-3

ภาพที่ ช-3 หน้าจอลืมรหัสผ่าน

กรณีที่ผู้เรียนทำการป้อนข้อมูลรหัสนักศึกษา (Student ID) และรหัสผ่าน (Password) ไม่ถูกต้อง ระบบจะแจ้งข้อความผิดพลาดให้ผู้เรียนทราบ แต่ถ้าผู้เรียนป้อนข้อมูลถูกต้อง จะปรากฏหน้าจอแรกของผู้เรียน ซึ่งแสดงข่าวประชาสัมพันธ์และเมนูต่าง ๆ ดังภาพที่ ช-4



ภาพที่ ช-4 หน้าจอแรกของผู้เรียน

หน้าจอแรกของผู้เรียน (index.php) ประกอบด้วยเมนูหลัก 3 ส่วน ดังนี้

1. เมนูหลัก (ด้านซ้ายมือของหน้าจอ) เป็นเมนูหลักของระบบผู้เรียนโดยจะทำการแสดงทุกหน้าของระบบ ยกเว้นหน้าแบบทดสอบและหน้าบทเรียน ประกอบด้วย 8 เมนูย่อย

1.1 หน้าแรก

1.2 คำอธิบายรายวิชา

1.3 เมนูเข้าสู่บทเรียน

1.4 กระดานสนทนา

1.5 แหล่งการเรียนรู้

1.6 อาจารย์ผู้สอน

1.7 ติดต่อผู้สอน

1.8 ออกจากระบบ

2. เมนูเข้าสู่บทเรียน เป็นส่วนสำหรับแสดงบทเรียน และแบบทดสอบต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 เมนูย่อย

2.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน

2.3 บทเรียน

2.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

2.5 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน

3. เมนูระบบจัดการผู้เรียน ประกอบด้วย 7 เมนูย่อย

3.1 แก้ไขประวัติส่วนตัว

3.2 ประวัติการเข้าเรียน

3.3 ตรวจสอบผลการเรียน

3.4 ตรวจสอบข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม

3.5 ส่งแบบฝึกหัด

3.6 ดาวน์โหลดเอกสาร

3.7 ดาวน์โหลดแบบฝึกฯ

จากรายละเอียดข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมนูหลัก (ด้านซ้ายมือของหน้าจอ) เป็นเมนูหลักของระบบผู้เรียนโดยจะทำการแสดงทุกหน้าของระบบ ยกเว้นหน้าแบบทดสอบและหน้าบทเรียน ประกอบด้วย 8 เมนูย่อย

1.1 หน้าแรก เป็นแหล่งรวบรวมเมนูทั้งหมดของระบบผู้เรียน

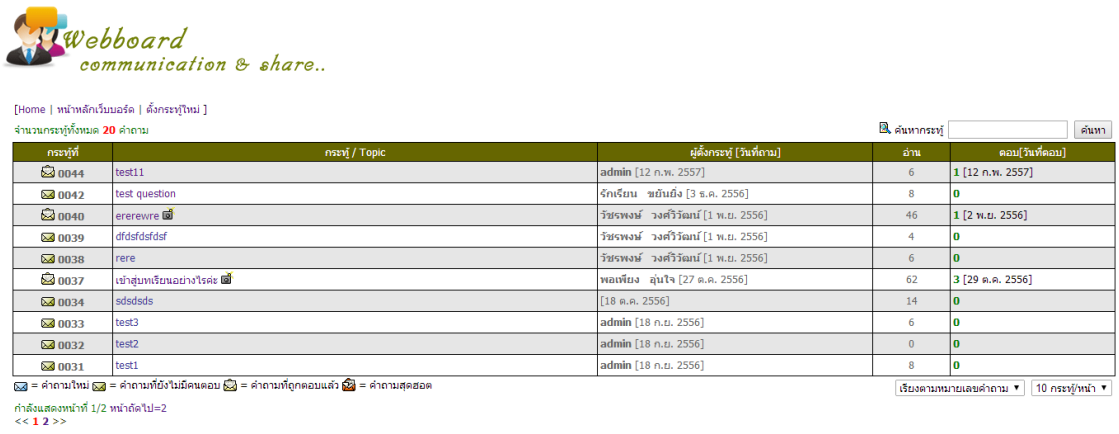
1.2 คำอธิบายรายวิชา แสดงวัตถุประสงค์รายวิชา คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหาสาระโดยย่อสำหรับรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังภาพที่ ช-5

ภาพที่ ช-5 หน้าจอคำอธิบายรายวิชา

1.3 เมนูเข้าสู่บทเรียน ประกอบด้วย ข่าวสารจากอาจารย์ประจำวิชา ข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนบทเรียน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน ดังภาพที่ ช-6 (รายละเอียดอธิบายในส่วนของ**เมนูเข้าสู่บทเรียนหน้าที่ 589**)

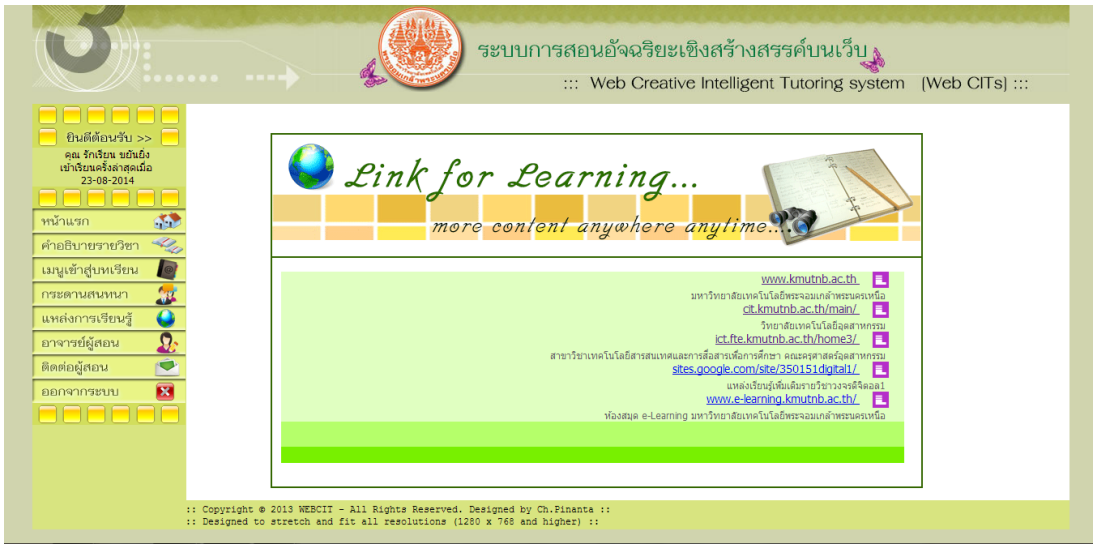
ภาพที่ ช-6 หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน

1.4 กระดานสนทนา เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ (Learning Tool) สำหรับผู้เรียน โดยเป็นรูปแบบของการช่วยเสริมศักยภาพเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิด (Eliciting Articulation) และแลกเปลี่ยนความรู้ภายใต้สภาพแวดล้อมของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังภาพที่ ช-7



ภาพที่ ช-7 หน้าจอกระดานสนทนา

1.5 แหล่งการเรียนรู้ เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงาน (Task Support) และเป็นแหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับรายวิชาวงจรดิจิตอล 1 และวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ต่าง ๆ โดยผ่านเว็บไซต์ที่ผู้สอนจัดเตรียมให้ ดังภาพที่ ช-8



ภาพที่ ช-8 หน้าจอแหล่งการเรียนรู้

1.6 อาจารย์ผู้สอน แสดงรายละเอียดของผู้สอนประจำรายวิชา ดังภาพที่ ช-9

ภาพที่ ช-9 หน้าจออาจารย์ผู้สอน

1.7 ติดต่อผู้สอน แสดงหน้าจอจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เพื่อติดต่อผู้สอน

1.8 ออกจากระบบ

2. เมนูเข้าสู่บทเรียน เป็นส่วนสำหรับแสดงบทเรียน และแบบทดสอบต่าง ๆ ประกอบด้วย 5 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-10 โดยมีลักษณะการทำงานแบบเรียงลำดับ นั่นคือ ก่อนที่ผู้เรียนจะทำการศึกษาเนื้อหา ผู้เรียนต้องทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาบทเรียน 4 บท ตามลำดับ โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแต่ละบท แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดแต่ละเมนูย่อยดังนี้

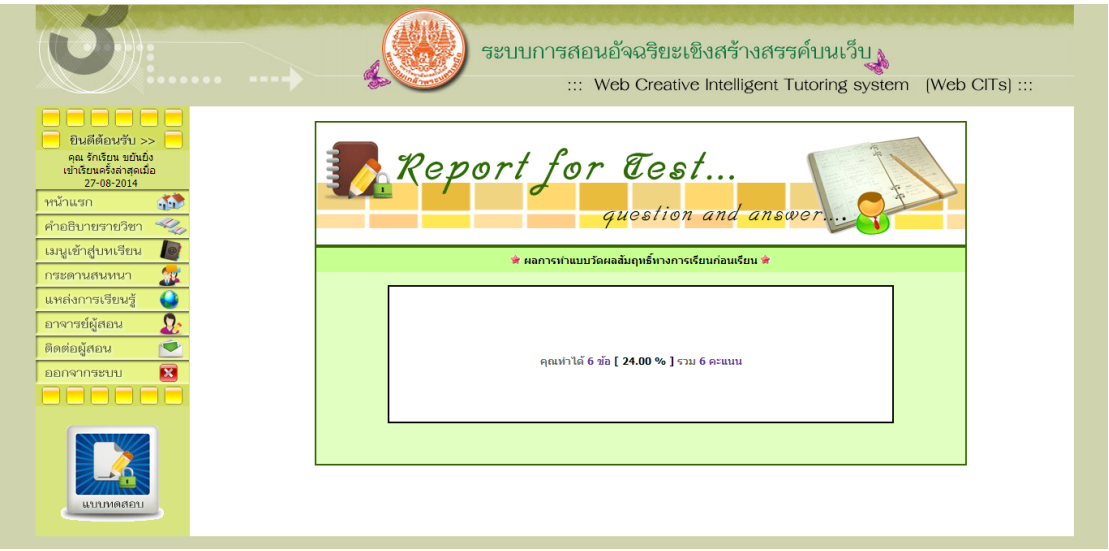
ภาพที่ ช-10 หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน

2.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนสำหรับก่อนทำการศึกษาเนื้อหา ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายแตกต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ดังนี้ ข้อสอบระดับยาก 2 ข้อ, ปานกลาง 2 ข้อ และง่าย 2 ข้อ รวมบทละ 6 ข้อ (ยกเว้นบทที่ 4

ประกอบด้วย ยาก 2 ข้อ, ปานกลาง 3 ข้อ และง่าย 2 ข้อ) โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ระยะเวลา 60 นาที ดังภาพที่ ช-11

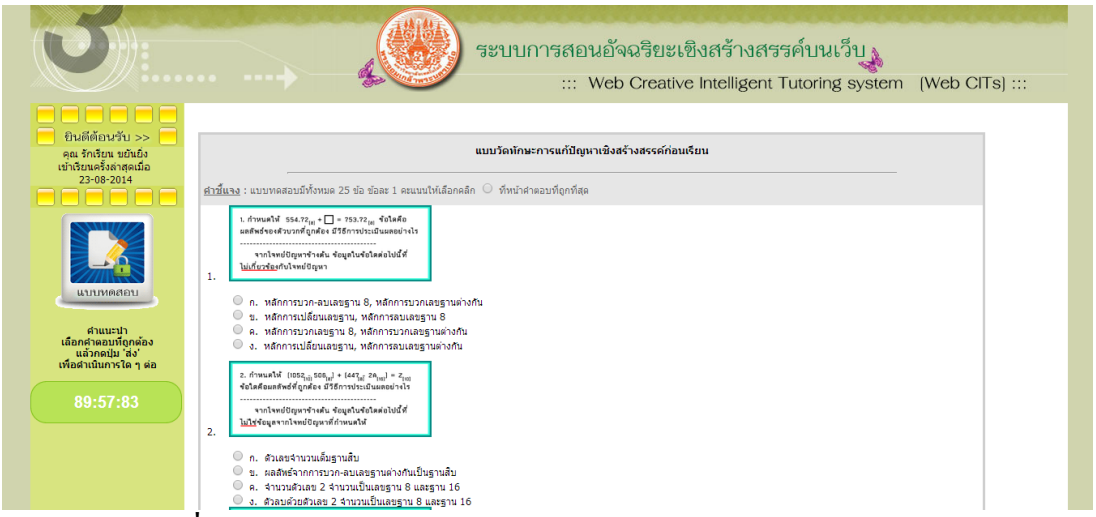
ภาพที่ ช-11 หน้าจอแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน โดยผู้เรียนจะทราบจำนวนข้อและคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้ แต่จะไม่มีการเฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ช-12



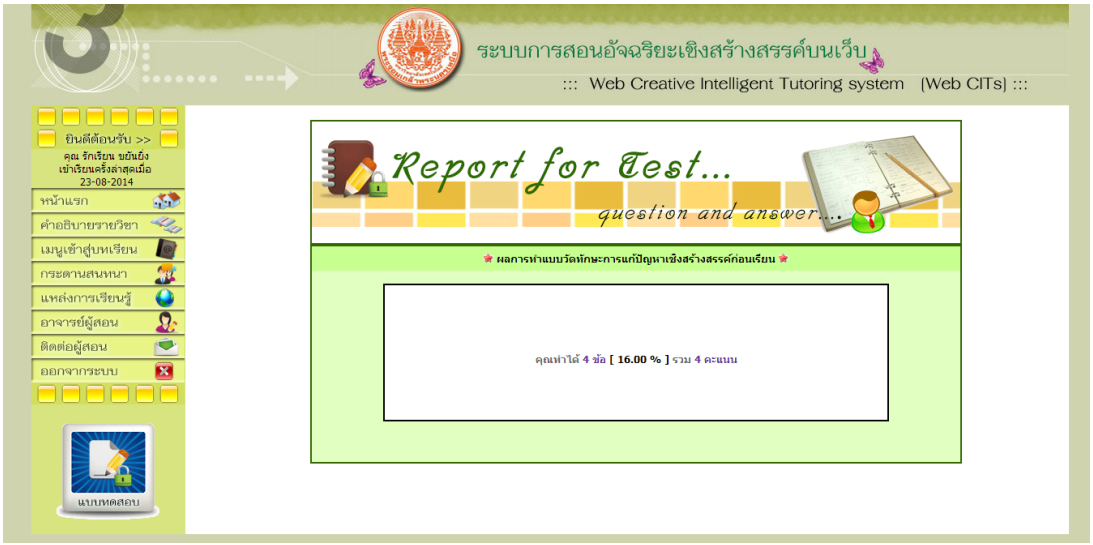
ภาพที่ ช-12 หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

2.2 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน เป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนสำหรับก่อนทำการศึกษาเนื้อหา โดยมีลักษณะข้อสอบครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วยข้อสอบที่ผ่านการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ รวมบทละ 6 ข้อ (ยกเว้นบทที่ 4 จำนวน 7 ข้อ) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ระยะเวลา 90 นาที ดังภาพที่ ช-13



ภาพที่ ช-13 หน้าจอแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน

หน้าจอแสดงผลการทำวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน โดยผู้เรียนจะทราบจำนวนข้อและคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้ แต่จะไม่มีการเฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ช-14



ภาพที่ ช-14 หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน

2.3 บทเรียน ประกอบด้วยเนื้อหา 4 บทเรียน มีลักษณะการทำงานแบบเรียงลำดับ

หลังจากที่ผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาบทเรียนโดยคลิกที่เมนูบทเรียน จะปรากฏเมนูบทเรียนทั้งหมด 4 บทเรียน โดยมีลักษณะการเรียนแบบเรียงลำดับ ประกอบด้วย ระบบลอจิก-ตัวเลขและคณิตศาสตร์ลอจิก รหัสไบนารี่ ลอจิกเกต และการวิเคราะห์และการสังเคราะห์วงจรลอจิก ดังภาพที่ ช-15

ภาพที่ ช-15 หน้าจอเมนูเข้าสู่บทเรียน

เมื่อผู้เรียนทำการคลิกเลือกบทที่ 1 โดยหน้าแรกของแต่ละบทเรียนจะปรากฏเนื้อหาโดยย่อ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และคำชี้แจงในการศึกษาบทเรียน ดังภาพที่ ช-16

ภาพที่ ช-16 หน้าจอคำชี้แจงบทเรียนที่ 1

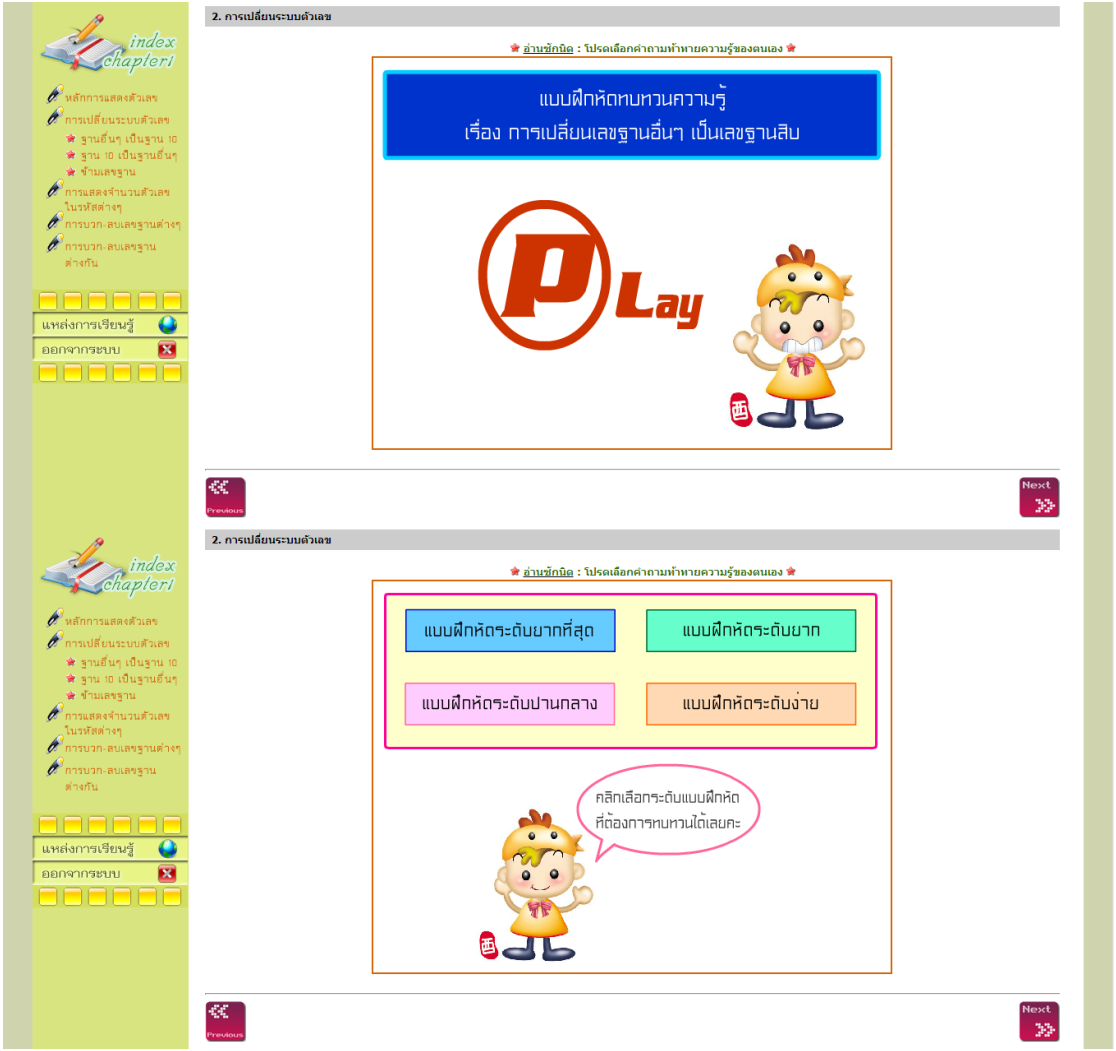
เมื่อผู้เรียนอ่านคำชี้แจง ก่อนที่ผู้เรียนจะทำการศึกษาเนื้อหาบทเรียนแต่ละบท ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนบทที่ 1 โดยคลิกที่ปุ่ม แบบทดสอบก่อนเรียนบทที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รวม 15 ข้อ ระยะเวลา 30 นาที ดังภาพที่ ช-17 จากนั้นผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาได้ ซึ่งเนื้อหาในบทที่ 1 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับรูปแบบเนื้อหาที่เหมือนกัน นั่นคือ รูปแบบเนื้อหาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับปานกลาง ดังภาพที่ ช-18

ภาพที่ ช-17 หน้าจอแบบทดสอบก่อนเรียนบทที่ 1

ภาพที่ ช-18 หน้าจอเนื้อหาบทที่ 1

หน้าจอเนื้อหาของบทเรียนทุกบท จะมีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบเพจวาเรียนท์ (Page Variant) ที่มีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาหลาย ๆ หน้า ผู้เรียนสามารถคลิกที่ปุ่ม Next หรือ Previous เพื่อเข้าศึกษาเนื้อหาในหน้าถัดไปหรือกลับมายังเนื้อหาก่อนหน้าจนกว่าจะศึกษาเนื้อหาครบทุกหน้า เมื่อผู้เรียนทำการศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนย่อย ๆ เสร็จ ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. ทำแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ นำเสนอในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว (Animation) โดยมีลักษณะคำถามที่ท้าทายความรู้ผู้เรียน 4 ระดับ ดังภาพที่ ช-19



ภาพที่ ช-19 หน้าจอแบบฝึกหัดทบทวนความรู้

2. ทำแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วยแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีลักษณะเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม

หน้าจอแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคลผู้เรียนสามารถส่งแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ภายในวันและเวลาที่ผู้สอนกำหนดผ่านเมนูส่งแบบฝึกหัด ดังภาพที่ ช-20

ภาพที่ ช-20 หน้าจอแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

หน้าจอแบบฝึกษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม ผู้เรียนสามารถแสดงและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านห้องสนทนากลุ่ม (Chatroom) ที่ผู้สอนจะเตรียมให้และนำส่งข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ลงในกล่องข้อความด้านล่างตามกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นและทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ดังภาพที่ ช-21

ภาพที่ ช-21 หน้าจอแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

3. แบบทดสอบระหว่างเรียนแต่ละหน่วยการเรียนย่อย เป็นการนำเสนอแบบทดสอบแบบปรับเปลี่ยน (Adaptive Testing) ตามระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย

ข้อสอบ จำนวน 3 ข้อ ซึ่งใช้เป็นเงื่อนไขในการปรับตัวเนื้อหาสำหรับหน่วยการเรียนถัดไป (Adaptive Content) ให้กับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนที่แตกต่างกัน นั่นคือเมื่อผู้เรียนทำข้อสอบแบบปรับเหมาะได้ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไป ลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในหน่วยถัดไปจะปรับรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ที่เพิ่มขึ้น กรณีที่ผู้เรียนทำข้อสอบต่ำกว่า 2 ข้อ เนื้อหาในหน่วยถัดไปจะปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับระดับความรู้ที่ลดลง ดังภาพที่ ช-22

ภาพที่ ช-22 หน้าจอแบบทดสอบระหว่างเรียนลักษณะข้อสอบแบบปรับเหมาะ

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมทั้ง 3 ส่วนจนครบทุกหน่วยการเรียนย่อยในแต่ละบทเรียน ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนของบทเรียนนั้น ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายในระดับปานกลางซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและเป็นข้อสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนของบทเรียน จำนวน 15 ข้อ ระยะเวลา 40 นาที

สำหรับเนื้อหาในบทเรียนถัดไป ระบบจะทำการนำเสนอเนื้อหาแบบปรับตัว (Adaptive Content) โดยวิเคราะห์ผู้เรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนจากผลการเรียนสะสม (GPA) ในการนำเสนอเนื้อหาที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้เรียนจะได้รับการนำเสนอเนื้อหาที่แตกต่างกัน

หน้าจอสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนเก่ง ดังภาพที่ ช-23

ภาพที่ ช-23 หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนเก่ง

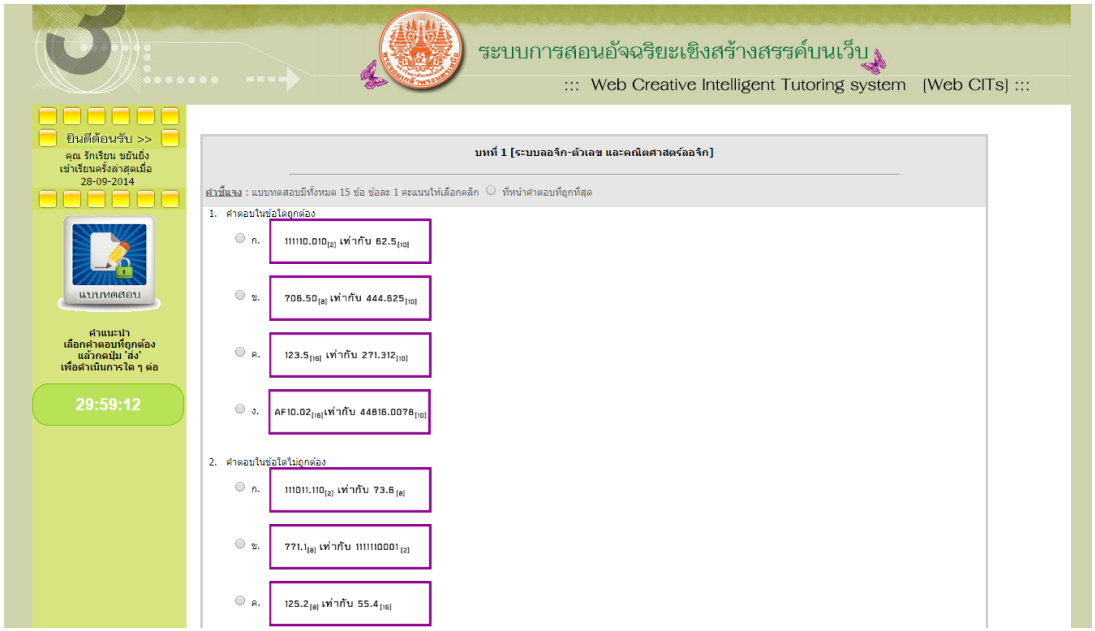
หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนเก่ง จะมีลักษณะการแสดงเมนูให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ จากนั้นจะแสดงรายละเอียดตามเมนูที่ผู้เรียนเลือก พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบแบบปรับเหมาะ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบและเข้าสู่เนื้อหาหน่วยเรียนย่อยถัดไป

หน้าจอสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และอ่อน ดังภาพที่ ช-24

ภาพที่ ช-24 หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและอ่อน

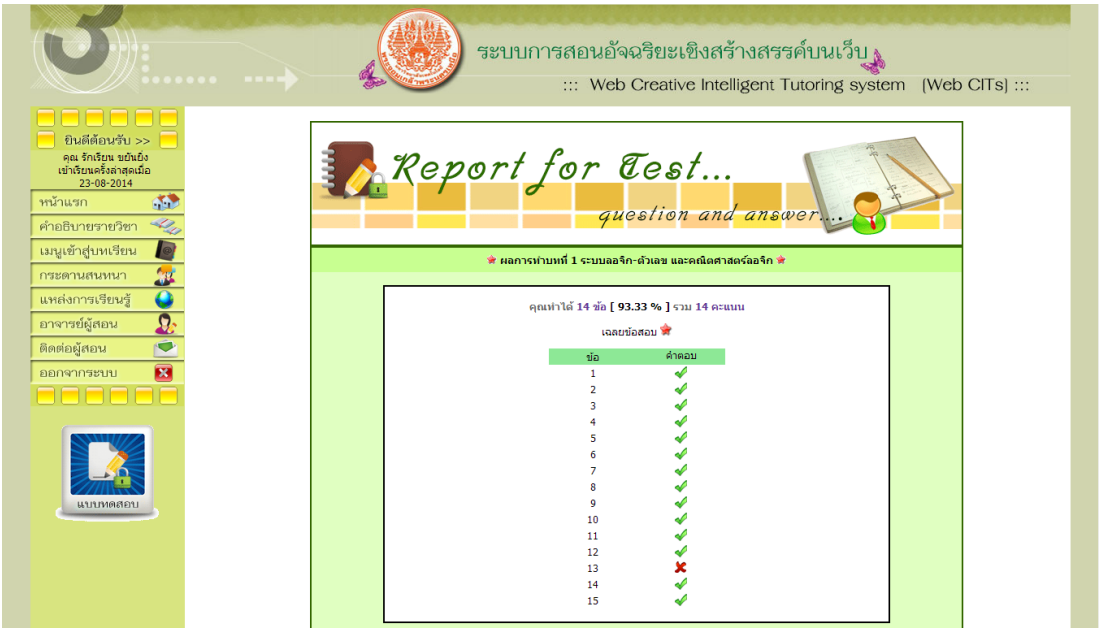
หน้าจอเนื้อหาสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและอ่อน จะมีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบเพจวาเรียนท์ ที่มีการนำเสนอเนื้อหาหลาย ๆ หน้าโดยผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามลำดับจนครบทุกหน้าของหน่วยการเรียนย่อยนั้น โดยตัวอย่างแบบฝึกหัดทบทวนความรู้ แบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และแบบทดสอบแบบปรับเหมาะ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบและเข้าสู่เนื้อหาหน่วยเรียนย่อยถัดไป

เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนแต่ละบท ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละบท ในที่นี้ขอยกตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1 โดยคลิกที่ปุ่มแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ รวม 15 ข้อ ระยะเวลา 30 นาที โดยเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนแต่ละบท ดังภาพที่ ช-25



ภาพที่ ช-25 หน้าจอแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1

หน้าจอแสดงผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1 โดยผู้เรียนจะทราบจำนวนข้อและคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้พร้อมทั้งเฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ช-26



ภาพที่ ช-26 หน้าจอแสดงผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนบทที่ 1

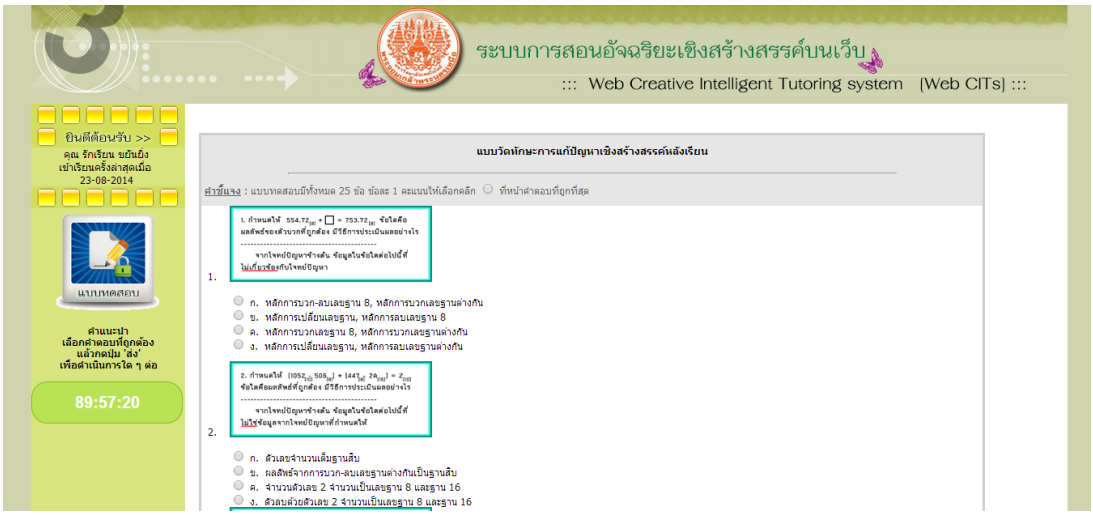
2.4 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เป็นแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากการศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทั้ง 4 บท ประกอบด้วยข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายแตกต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ดังนี้ ข้อสอบระดับยาก 2 ข้อ, ปานกลาง 2 ข้อ และง่าย 2 ข้อ รวมบทละ 6 ข้อ (ยกเว้นบทที่ 4 ประกอบด้วย ยาก 2 ข้อ, ปานกลาง 3 ข้อ และง่าย 2 ข้อ) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ ระยะเวลา 60 นาที ดังภาพที่ ช-27

ภาพที่ ช-27 หน้าจอแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยผู้เรียนจะทราบจำนวนข้อและคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้ พร้อมทั้งเฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ช-28

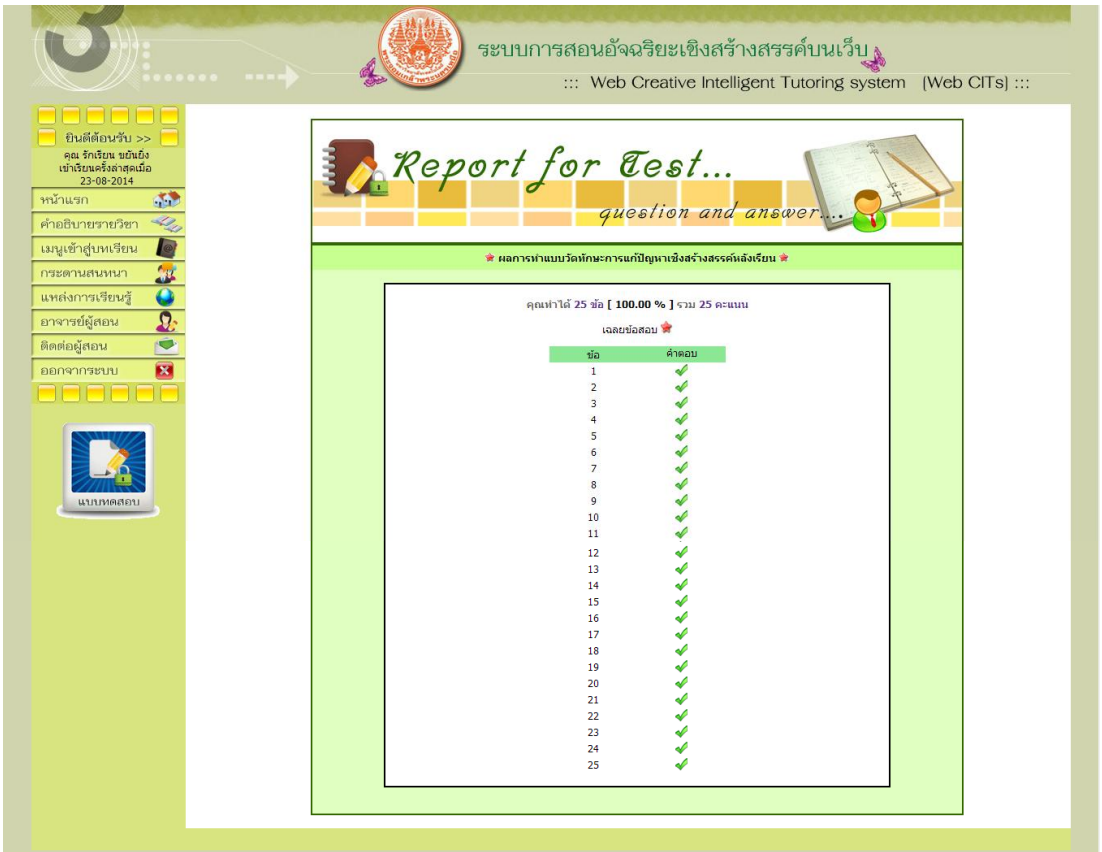
ภาพที่ ช-28 หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

2.5 แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน เมื่อผู้เรียนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเสร็จสิ้น ผู้เรียนจะต้องทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนถึงจะเสร็จสิ้นกระบวนการเรียนการสอนบนเว็บ โดยมีลักษณะข้อสอบครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 5 ขั้นของ Torrance และทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ซึ่งเป็นทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ 8 ด้าน ประกอบด้วยข้อสอบที่ผ่านการหาค่าความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ รวมบทละ 6 ข้อ (ยกเว้นบทที่ 4 จำนวน 7 ข้อ) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ระยะเวลา 90 นาที ดังภาพที่ ช-29



ภาพที่ ช-29 หน้าจอแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน

หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนโดยผู้เรียนจะทราบจำนวนข้อและคะแนนสอบที่ผู้เรียนทำได้ พร้อมทั้งเฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ช-30



ภาพที่ ช-30 หน้าจอแสดงผลการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียน

3. เมนูระบบจัดการผู้เรียน ประกอบด้วย 7 เมนูย่อย

3.1 แก้ไขประวัติส่วนตัว เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้เรียนที่ทำการลงทะเบียน ดังภาพที่ ช-31

ภาพที่ ช-31 หน้าจอแก้ไขประวัติส่วนตัว

3.2 ประวัติการเข้าเรียน เป็นหน้าจอสำหรับรายงานผลการเข้าเรียนและจำนวนครั้งในการเข้าเรียน ดังภาพที่ ช-32

ภาพที่ ช-32 หน้าจอประวัติการเข้าเรียน

3.3 ตรวจสอบผลการเรียน เป็นหน้าจอสำหรับรายงานผลการเรียนจากการทำแบบทดสอบและแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคลและรายกลุ่ม รวมทั้งคะแนนโบนัสสะสม ดังภาพที่ ช-33

ภาพที่ ช-33 หน้าจอตรวจสอบผลการเรียน

3.4 ตรวจสอบข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับแสดงรายชื่อสมาชิกในกลุ่ม รวมทั้งคะแนนสอบหลังเรียนแต่ละบท และคะแนนความก้าวหน้าของสมาชิกในกลุ่ม ดังภาพที่ ช-34

ภาพที่ ช-34 หน้าจอตรวจสอบข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม

3.5 ส่งแบบฝึกหัด เป็นหน้าจอสำหรับจัดการข้อมูลการส่งไฟล์แบบฝึกหัด และแสดงรายการไฟล์ของผู้เรียนที่ทำการส่ง ดังภาพที่ ช-35

ภาพที่ ช-35 หน้าจอส่งแบบฝึกหัด

3.6 ดาวน์โหลดเอกสาร เป็นหน้าจอสำหรับดาวน์โหลดเอกสารประกอบการสอน (Powerpoint) รายวิชาวงจรดิจิตอล 1 ดังภาพที่ ช-36

ภาพที่ ช-36 หน้าจอดาวน์โหลดเอกสาร

3.7 ดาวน์โหลดแบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับดาวน์โหลดแบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบรายบุคคลและรายกลุ่ม พร้อมทั้งไฟล์เฉลยแบบฝึกกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และไฟล์ตัวอย่าง ดังภาพที่ ช-37

ภาพที่ ช-37 หน้าจอดาวน์โหลดแบบฝึกฯ

2. ระบบผู้สอน

เมื่อเรียกเว็บไซต์ http://webcit.cit.kmutnb.ac.th จะปรากฏหน้าระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งหน้าจอนี้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ การล็อกอินเข้าระบบ การแนะนำบทเรียน ขั้นตอนการศึกษาบทเรียน โดยผู้สอนสามารถล็อกอินเข้าสู่ระบบได้ที่พื้นที่ล็อกอิน (Log in Area) ดังภาพที่ ช-38

ภาพที่ ช-38 หน้าแรกของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (ระบบผู้สอน)

หน้าจอเข้าสู่ระบบ ผู้สอนต้องป้อนชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) กรณีที่ผู้สอนทำการป้อนข้อมูลไม่ถูกต้อง ระบบจะแจ้งข้อความผิดพลาดให้ผู้สอนทราบ แต่ถ้าผู้สอนป้อนข้อมูลถูกต้อง จะปรากฏหน้าจอแรกของผู้สอน ดังภาพที่ ช-39

ภาพที่ ช-39 หน้าแรกของผู้สอน

หน้าจอแรกของผู้สอน (index_t.php) ประกอบด้วยเมนูหลัก 7 เมนู ดังนี้

1. เมนูปรับแต่งบทเรียน (Lesson Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการบทเรียน เอกสารประกอบการสอน ข้อสอบ และแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 12 เมนูย่อย

1.1 แก้ไขบทเรียน
1.2 แก้ไขเอกสารประกอบการสอน
1.3 เพิ่มข้อสอบ
1.4 แก้ไขข้อสอบ
1.5 ลบข้อสอบ
1.6 แสดงข้อสอบ
1.7 เพิ่มแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1.8 เพิ่มชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1.9 แก้ไขชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1.10 แก้ไขแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1.11 ลบแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์
1.12 แสดงแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล (Student Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลผู้เรียนรายบุคคล ดูผลการเรียนและคะแนนสอบรายบุคคล รวมทั้งจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล ประกอบด้วย 10 เมนูย่อย

2.1 รายชื่อผู้เรียน
2.2 เพิ่มผู้เรียน
2.3 ลบผู้เรียน
2.4 ประวัติผู้เรียน
2.5 ตรวจการบ้าน
2.6 แจกดาวผู้เรียน
2.7 ผลการเรียน
2.8 คะแนนแบบทดสอบ
2.9 จัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล
2.10 แสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

3. เมนูการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลผู้เรียนรายกลุ่ม โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย 7 เมนูย่อย

3.1 จัดกลุ่มผู้เรียน

3.2 ดูข้อมูลการจัดกลุ่ม

3.3 ความสมดุลเกรดเฉลี่ย

3.4 ห้องสนทนากลุ่ม

3.5 จัดการคะแนนก้าวหน้า

3.6 จัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

3.7 แสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

4. เมนูรายงานผลการเรียน (Report Management) เป็นเมนูสำหรับแสดงสถิติข้อมูลผลการเรียนของผู้เรียนรายบุคคลและรายกลุ่ม ประกอบด้วย 6 เมนูย่อย

4.1 สถิติการเข้าเรียน

4.2 สถิติคะแนนแบบทดสอบ

4.3 สถิติคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

4.4 สถิติคะแนนดาว

4.6 สถิติคะแนนความก้าวหน้ารายกลุ่ม

4.7 สถิติเวลาการทำแบบทดสอบ

5. เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ (Other Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการข่าวประชาสัมพันธ์ และแหล่งการเรียนรู้ให้การผู้เรียน ประกอบด้วย 6 เมนูย่อย

5.1 เพิ่มข่าวประกาศ

5.2 แก้ไขข่าวประกาศ

5.3 ลบข่าวประกาศ

5.4 เพิ่มแหล่งการเรียนรู้

5.6 แก้ไขแหล่งการเรียนรู้

5.7 ลบแหล่งการเรียนรู้

6. เมนูกระดานสนทนา (Webboard Communication&Share) เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลในกระดานสนทนาสำหรับผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วย การตั้งกระทู้-ลบกระดานสนทนา การตอบข้อซักถามระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เป็นต้น

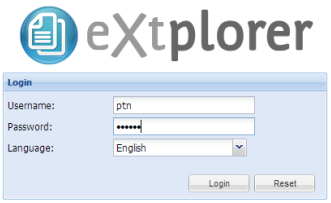
7. เมนูเพิ่มอาจารย์ (Add Lecturer) เป็นเมนูสำหรับเพิ่มอาจารย์ผู้สอนในการจัดการระบบบริหารจัดการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (LMS) และระบบบริหารการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บ (CMS)

จากรายละเอียดข้างต้น สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. เมนูปรับแต่งบทเรียน (Lesson Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการบทเรียน เอกสารประกอบการสอน ข้อสอบ และแบบฝึกทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 12 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-40

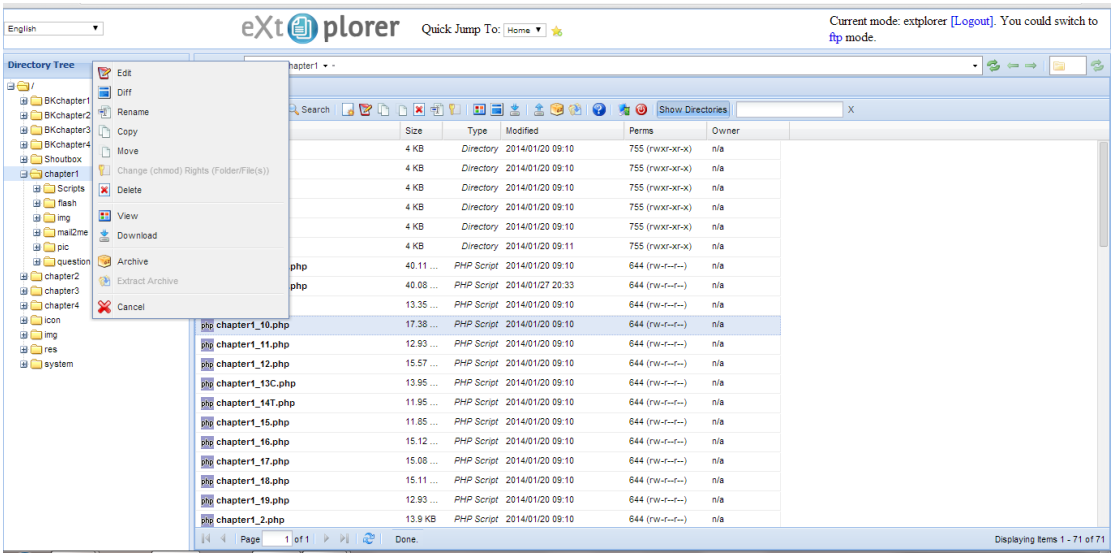
ภาพที่ ช-40 เมนูปรับแต่งบทเรียน

1.1 แก้ไขบทเรียน เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขบทเรียน โดยใช้ระบบจัดการไฟล์ด้วย eXtplorer P ซึ่งผู้สอนจะต้องทำการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) เพื่อดำเนินการเข้าสู่ระบบแก้ไขบทเรียน ดังภาพที่ ช-41



ภาพที่ ช-41 หน้าแรกสำหรับเข้าสู่ระบบแก้ไขบทเรียน

เมื่อผู้สอนทำการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่านถูกต้อง (Password) จะปรากฏหน้าจอแรกสำหรับแก้ไขบทเรียน โดยผู้สอนสามารถเลือกไฟล์ที่ต้องการเพื่อทำการดาวน์โหลด แก้ไข หรือลบได้โดยการคลิกขวาที่ไฟล์ที่ต้องการ ดังภาพที่ ช-42



ภาพที่ ช-42 หน้าแรกแก้ไขบทเรียน

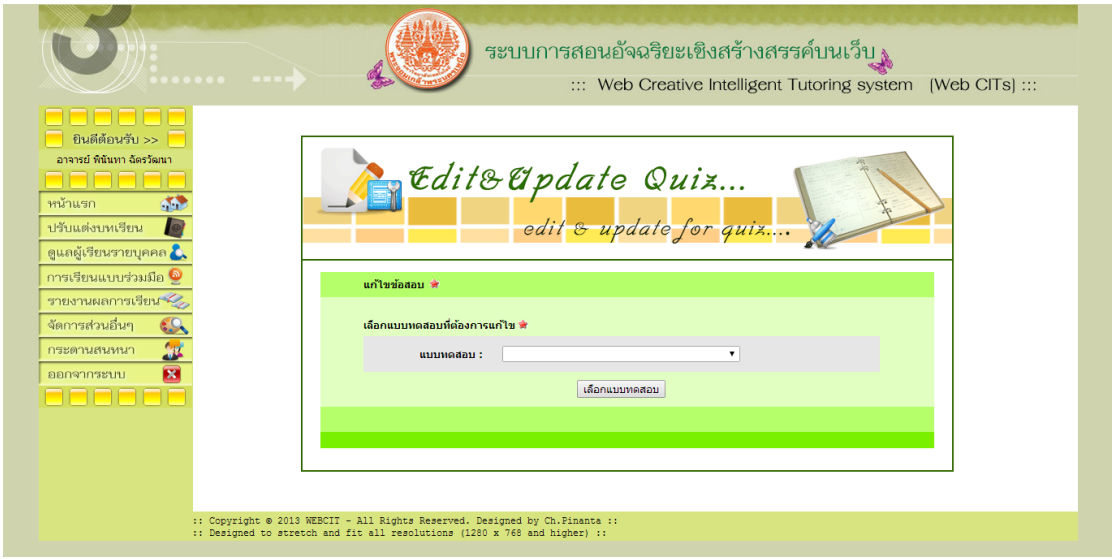
1.2 แก้ไขเอกสารประกอบการสอน เป็นหน้าจอสำหรับแสดง และแก้ไขเอกสารประกอบการสอน (Powerpoint) ในรูปของไฟล์นามสกุล .pdf โดยผู้สอนสามารถแก้ไขเอกสารประกอบการสอนที่ไอคอน (upload) ดังภาพที่ ช-43

ภาพที่ ช-43 หน้าจอแก้ไขเอกสารประกอบการสอน

1.3 เพิ่มข้อสอบ เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มข้อสอบที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนจำนวน 4 บท โดยผู้สอนต้องทำการเลือกแบบทดสอบ ระดับความยากข้อสอบ และเลือกคำตอบที่ถูกต้องสำหรับข้อสอบข้อนั้น ดังภาพที่ ช-44

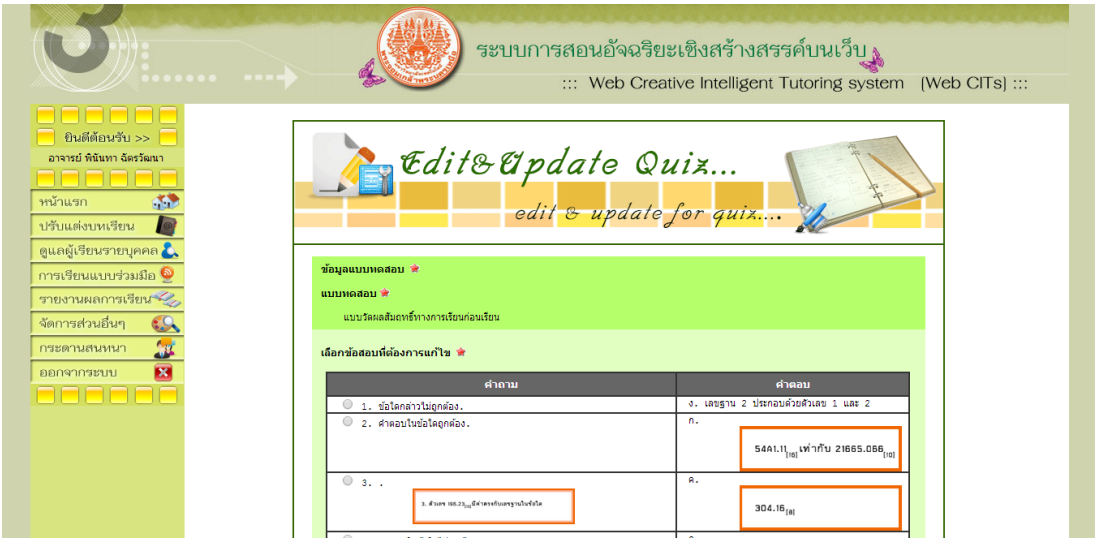
ภาพที่ ช-44 หน้าจอเพิ่มข้อสอบ

1.4 แก้ไขข้อสอบ เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขข้อสอบที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนจำนวน 4 บท โดยผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการแก้ไข ดังภาพที่ ช-45



ภาพที่ ช-45 หน้าแรกสำหรับแก้ไขข้อสอบ

เมื่อผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการแก้ไข จะปรากฏข้อสอบและคำตอบที่ถูกต้องในแบบทดสอบนั้น หากผู้สอนต้องการแก้ไขข้อสอบต้องทำการคลิกเลือกข้อสอบที่ต้องการแก้ไขที่ปุ่ม ○ ดังภาพที่ ช-46



ภาพที่ ช-46 หน้าจอแก้ไขข้อสอบ

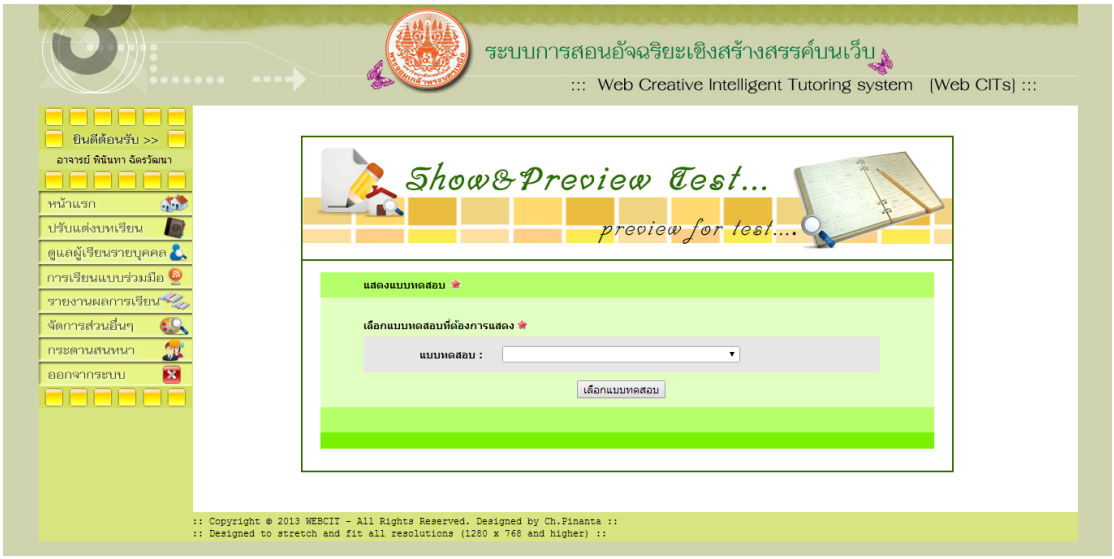
1.5 ลบข้อสอบ เป็นหน้าจอสำหรับลบข้อสอบที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก สำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนจำนวน 4 บท โดยผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการลบ ดังภาพที่ ช-47

ภาพที่ ช-47 หน้าแรกสำหรับลบข้อสอบ

เมื่อผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการลบ จะปรากฏข้อสอบและคำตอบที่ถูกต้องในแบบทดสอบนั้น หากผู้สอนต้องการลบข้อสอบในข้อใดต้องทำการคลิกที่ไอคอน ของข้อสอบข้อนั้น ดังภาพที่ ช-48

ภาพที่ ช-48 หน้าจอลบข้อสอบ

1.6 แสดงข้อสอบ เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อสอบที่มีลักษณะเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก สำหรับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนจำนวน 4 บท โดยผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการแสดง ดังภาพที่ ช-49



ภาพที่ ช-49 หน้าแรกสำหรับแสดงข้อสอบ

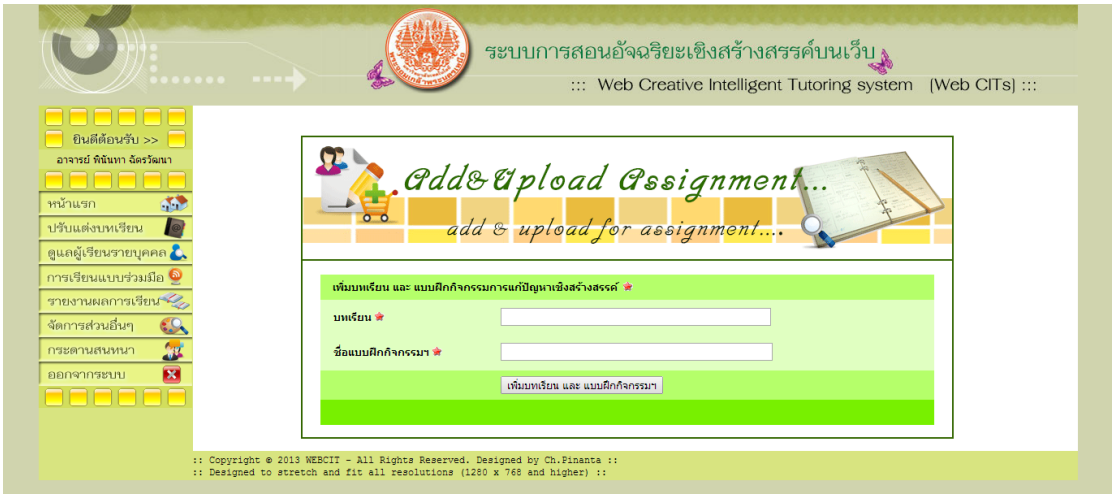
เมื่อผู้สอนทำการเลือกแบบทดสอบที่ต้องการแสดง จะปรากฏหน้าจอการแสดงผลข้อสอบพร้อมทั้งตัวเลือกทั้ง 4 ข้อและคำตอบที่ถูกต้องสำหรับข้อสอบข้อนั้น ดังภาพที่ ช-50

ภาพที่ ช-50 หน้าจอแสดงข้อสอบ

1.7 เพิ่มแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ ประกอบด้วย ไฟล์โจทย์ปัญหา ไฟล์ตัวอย่าง และไฟล์เฉลย โดยผู้สอนทำการเลือกบทเรียน และชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการเพิ่ม และสามารถเพิ่มไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ ในรูปของไฟล์นามสกุล .docx และ .pdf ดังภาพที่ ช-51

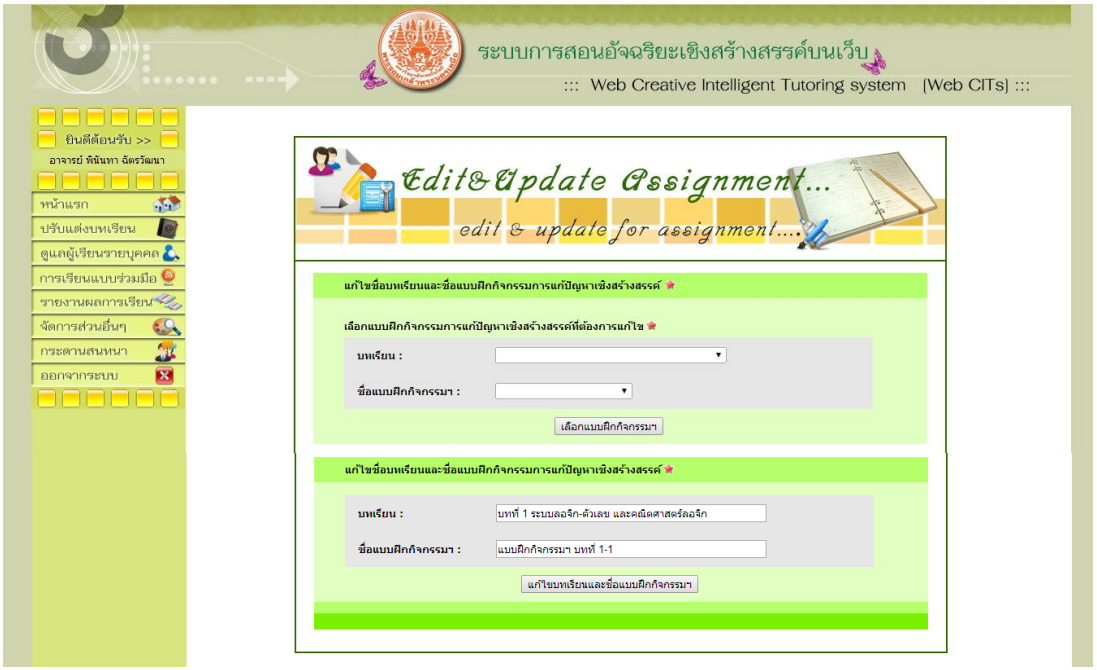
ภาพที่ ช-51 หน้าจอเพิ่มแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.8 เพิ่มชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มบทเรียน และเพิ่มชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ สำหรับทำกิจกรรมแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในห้องสนทนากลุ่ม ดังภาพที่ ช-52



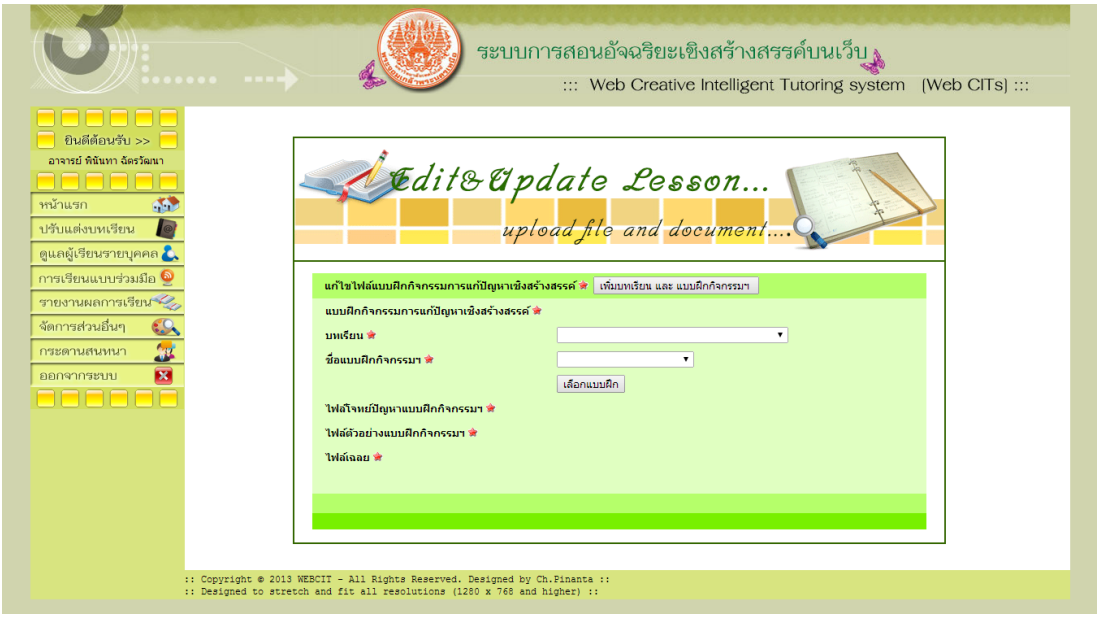
ภาพที่ ช-52 หน้าจอเพิ่มชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.9 แก้ไขชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขชื่อบทเรียน และชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ โดยผู้สอนต้องทำการเลือกบทเรียนและแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการแก้ไขชื่อ จะปรากฏหน้าจอสำหรับแก้ไขชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ ดังภาพที่ ช-53



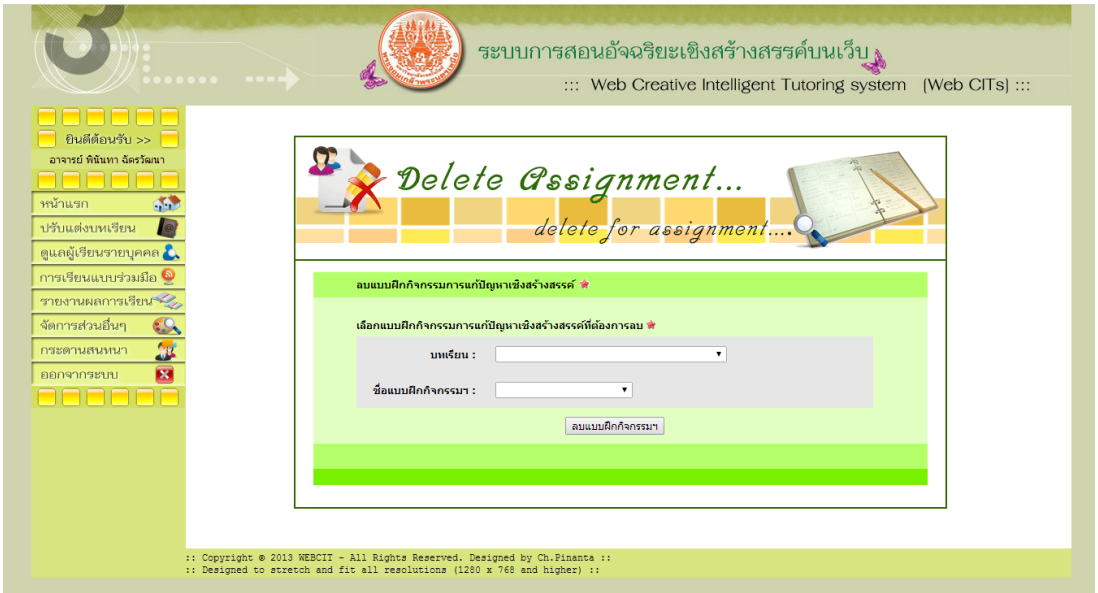
ภาพที่ ช-53 หน้าจอแก้ไขชื่อแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.10 แก้ไขแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ ประกอบด้วย ไฟล์โจทย์ปัญหา ไฟล์ตัวอย่าง และไฟล์เฉลย โดยผู้สอนทำการเลือกบทเรียน และชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการแก้ไข ดังภาพที่ ช-54



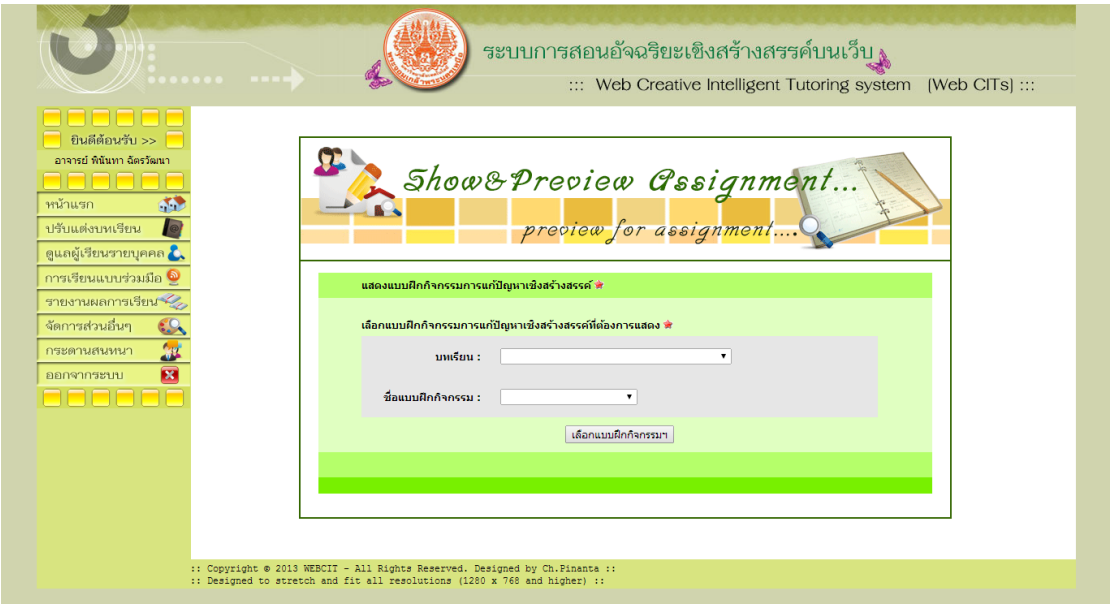
ภาพที่ ช-54 หน้าจอแก้ไขแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.11 ลบแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับลบไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ ประกอบด้วย ไฟล์โจทย์ปัญหา ไฟล์ตัวอย่าง และไฟล์เฉลย โดยผู้สอนทำการเลือกบทเรียน และชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการลบ หลังจากนั้นระบบจะทำการลบแบบฝึกกิจกรรมฯ ทั้งหมดที่อยู่ในแบบฝึกกิจกรรมฯ ดังภาพที่ ช-55



ภาพที่ ช-55 หน้าจอลบแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.12 แสดงแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นหน้าจอสำหรับแสดงไฟล์แบบฝึกกิจกรรมฯ ประกอบด้วย ไฟล์โจทย์ปัญหา ไฟล์ตัวอย่าง และไฟล์เฉลย โดยผู้สอนทำการเลือกบทเรียน และชื่อแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการแสดง ดังภาพที่ ช-56



ภาพที่ ช-56 หน้าจอเลือกแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ต้องการแสดง

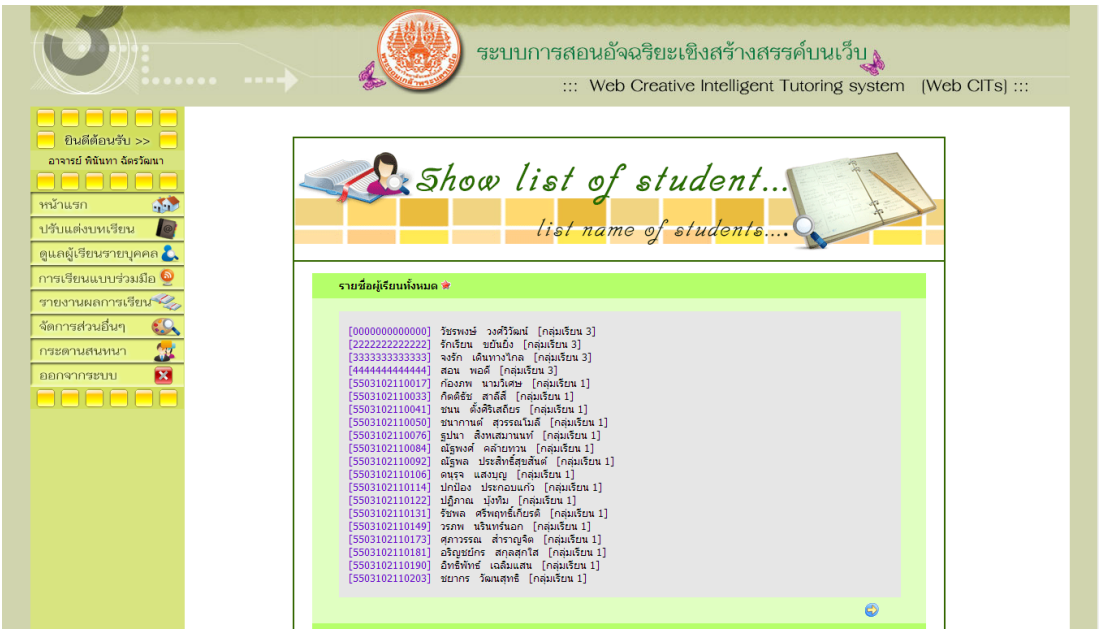
เมื่อผู้สอนทำการเลือกบทเรียน และแบบฝึกกิจกรรมฯ ที่ต้องการแสดง จะปรากฏหน้าจอรายชื่อไฟล์โจทย์ปัญหา ไฟล์ตัวอย่าง และไฟล์เฉลยของแบบฝึกกิจกรรมฯ ดังภาพที่ ช-57

ภาพที่ ช-57 หน้าจอแสดงแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2. **เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล (Student Management)** เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลผู้เรียนรายบุคคล ดูผลการเรียนและคะแนนสอบรายบุคคล รวมทั้งจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหารายบุคคล ประกอบด้วย 10 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-58

ภาพที่ ช-58 เมนูดูแลผู้เรียนรายบุคคล

2.1 รายชื่อผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับแสดงรายชื่อผู้เรียนทั้งหมด พร้อมทั้งกลุ่มเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังภาพที่ ช-59

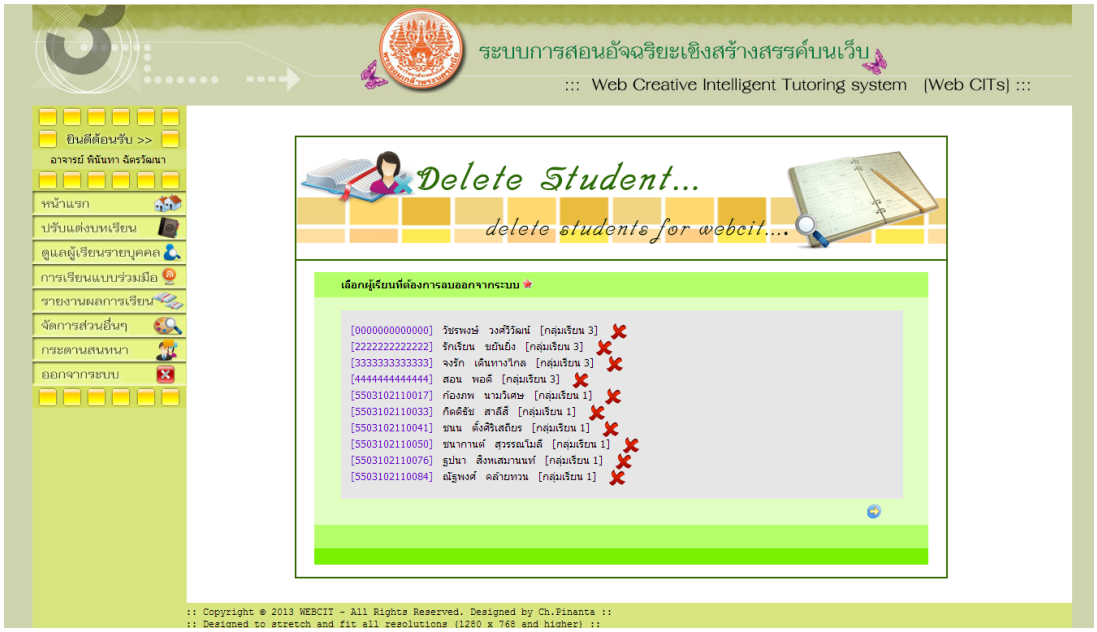


ภาพที่ ช-59 หน้าจอรายชื่อผู้เรียน

2.2 เพิ่มผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มผู้เรียน และประวัติส่วนตัว ดังภาพที่ ช-60

ภาพที่ ช-60 หน้าจอเพิ่มผู้เรียน

2.3 ลบผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับลบผู้เรียนและประวัติส่วนตัวออกจากระบบ ดังภาพที่ ช-61



ภาพที่ ช-61 หน้าจอลบผู้เรียน

2.4 ประวัติผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับตรวจสอบประวัติผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อตรวจสอบประวัติผู้เรียน ดังภาพที่ ช-62

ภาพที่ ช-62 หน้าจอประวัติผู้เรียน

2.5 ตรวจการบ้าน เป็นหน้าจอสำหรับตรวจสอบ ดาวน์โหลด และลบแบบฝึกฯ หรือไฟล์การบ้านที่ผู้เรียนจัดส่งผ่านเมนูการส่งแบบฝึกหัดในส่วนของระบบผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถเลือกตรวจสอบไฟล์การบ้านเฉพาะกลุ่มเรียนที่ต้องการหรือทั้งหมด ดังภาพที่ ช-63

ภาพที่ ช-63 หน้าจอตรวจการบ้าน

2.6 แจกดาวผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับแจกดาวหรือโบนัสสำหรับผู้เรียนรายบุคคล โดยผู้สอนทำการเลือกผู้เรียนที่ต้องการแจกดาวโดยคลิกที่ ดังภาพที่ ช-64

ภาพที่ ช-64 หน้าจอแจกดาวผู้เรียน

ผู้สอนทำการเลือกชนิดแบบทดสอบหรือป้อนข้อมูลในส่วนของรายละเอียดอื่น ๆ และคะแนนโบนัสที่ต้องการให้แก่ผู้เรียน แล้วทำการคลิกปุ่มบันทึกคะแนน หลังจากนั้นระบบจะทำการบันทึกคะแนนให้อัตโนมัติ ดังภาพที่ ช-65

ภาพที่ ช-65 หน้าจอบันทึกคะแนนแจกดาวผู้เรียน

2.7 ผลการเรียน เป็นหน้าจอสำหรับแสดงสถานะการทำแบบทดสอบสำหรับผู้เรียนรายบุคคล โดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อตรวจสอบผลการเรียน ดังภาพที่ ช-66

ภาพที่ ช-66 หน้าจอผลการเรียน

2.8 คะแนนแบบทดสอบ เป็นหน้าจอสำหรับตรวจสอบสถานะการทำแบบทดสอบ และตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบแต่ละประเภท โดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อตรวจสอบคะแนนแบบทดสอบ ดังภาพที่ ช-67

ภาพที่ ช-67 หน้าจอคะแนนแบบทดสอบ

2.9 จัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล เป็นหน้าจอสำหรับบันทึก และลบคะแนนการทำแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาฯ รายบุคคลจากการทำกิจกรรมผ่านห้องสนทนาโดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อบันทึกและลบคะแนนกิจกรรมฯ ดังภาพที่ ช-68

ภาพที่ ช-68 หน้าจอจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

2.10 แสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล เป็นหน้าจอสำหรับแสดงคะแนนการทำแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาฯ รายบุคคลจากการทำกิจกรรมผ่านห้องสนทนา โดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อตรวจสอบคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหา ดังภาพที่ ช-69

ภาพที่ ช-69 หน้าจอแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

3. เมนูการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperation Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลผู้เรียนรายกลุ่ม โดยใช้รูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ ประกอบด้วย 7 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-70

ภาพที่ ช-70 เมนูการเรียนแบบร่วมมือ

3.1 จัดกลุ่มผู้เรียน เป็นหน้าจอสำหรับจัดกลุ่มผู้เรียน กลุ่มละ 4 คน โดยใช้หลักการโค้งปกติเทคนิค 27% ของเคลลี่ในการจัดกลุ่มผู้เรียน (ภัทรา, 2543: 158) ซึ่งผู้เรียนแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ผู้เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน ดังภาพที่ ช-71

ภาพที่ ช-71 หน้าจอจัดกลุ่มผู้เรียน

3.2 ดูข้อมูลการจัดกลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วย รหัสนักศึกษา ชื่อ-นามสกุล เกรดเฉลี่ย ระดับความรู้ และผลการเรียนเฉลี่ยของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ ช-72

กลุ่ม	ตอนเรียน	รหัสประจำตัว	ชื่อ	นามสกุล	เกรดเฉลี่ย	ระดับความรู้	เฉลี่ยผลการเรียนกลุ่ม
1	2	5503102111226	อนุชา	เต่าทอง	2.78	ปานกลาง	2.71
1	2	5503102111013	กฤษฎา	ชินเดช	2.36	ปานกลาง	2.71
1	2	5503102111137	ปริญญา	ยศกำจรกุล	3.76	เก่ง	2.71
1	2	5503102111285	นิติ์นันท์	ฟักสังข์	1.92	อ่อน	2.71
2	2	5503102121060	สรวิศ	อัจฉริยบุญยงค์	3.67	เก่ง	2.94
2	2	5503102111021	กัลติธัช	เจนกฤติยา	3.24	ปานกลาง	2.94
2	2	5503102121051	ไพบูลย์	บุญพจนเวชกิจ	2.79	ปานกลาง	2.94
2	2	5503102111277	นันทชัย	เจริญโชควิทยา	2.06	อ่อน	2.94
3	2	5503102121043	พจนีย์	เหลืองอุดม	3.65	เก่ง	2.76
3	2	5503102111251	ตระการศักดิ์	จังตระการ	2.8	ปานกลาง	2.76
3	2	5503102121035	ปรมะ	สุขสมรักษ์	2.47	ปานกลาง	2.76
3	2	5503102111072	ณัฐพล	บุสักะนันท์	2.11	อ่อน	2.76
4	2	5503102111234	เอกศิษฎ์	บัวทองเอียม	3.49	เก่ง	2.93
4	2	5503102111307	พิชชาพร	กลั่นทิม	2.2	อ่อน	2.93
4	2	5503102111048	ชนก	หงสวัฒน์	3.2	ปานกลาง	2.93
4	2	5503102111196	สิบพงศ์	น้อยศรี	2.83	ปานกลาง	2.93
5	2	5503102111323	รวิสรา	บุญทับ	2.23	อ่อน	2.72
5	2	5503102111145	ปวันรัตน์	เริกเวียง	2.54	ปานกลาง	2.72
5	2	5503102111340	ศรุตยา	สุขย้อย	2.64	ปานกลาง	2.72
5	2	5503102111102	นิธิชัย	เทพมง	3.45	เก่ง	2.72
6	2	5503102111129	ปฏิภาณ	จริยภูมิ	3.3	เก่ง	2.80
6	2	5503102111218	อดิคุณ	สันป่าแก้ว	2.5	ปานกลาง	2.80
6	2	5503102121027	นฤกร	สุขมาศ	3.12	ปานกลาง	2.80
6	2	5503102121078	อนุสรา	แสนภัย	2.26	อ่อน	2.80
7	2	5503102111242	กษิดิ์เดช	พึ่งมา	3.27	เก่ง	2.96
7	2	5503102111188	สัณฐิติ	เพชรส่งศรี	2.36	อ่อน	2.96
7	2	5503102111358	หทัยรัตน์	วัฒนากร	3.26	ปานกลาง	2.96

ภาพที่ ช-72 หน้าจอดูข้อมูลการจัดกลุ่ม

3.3 ความสมดุลเกรดเฉลี่ย เป็นหน้าจอสำหรับตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยผลการเรียนแต่ละกลุ่ม โดยผู้สอนสามารถคลิกที่ เพื่อดูรายละเอียดสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม ดังภาพที่ ช-73

ภาพที่ ช-73 หน้าจอความสมดุลเกรดเฉลี่ย

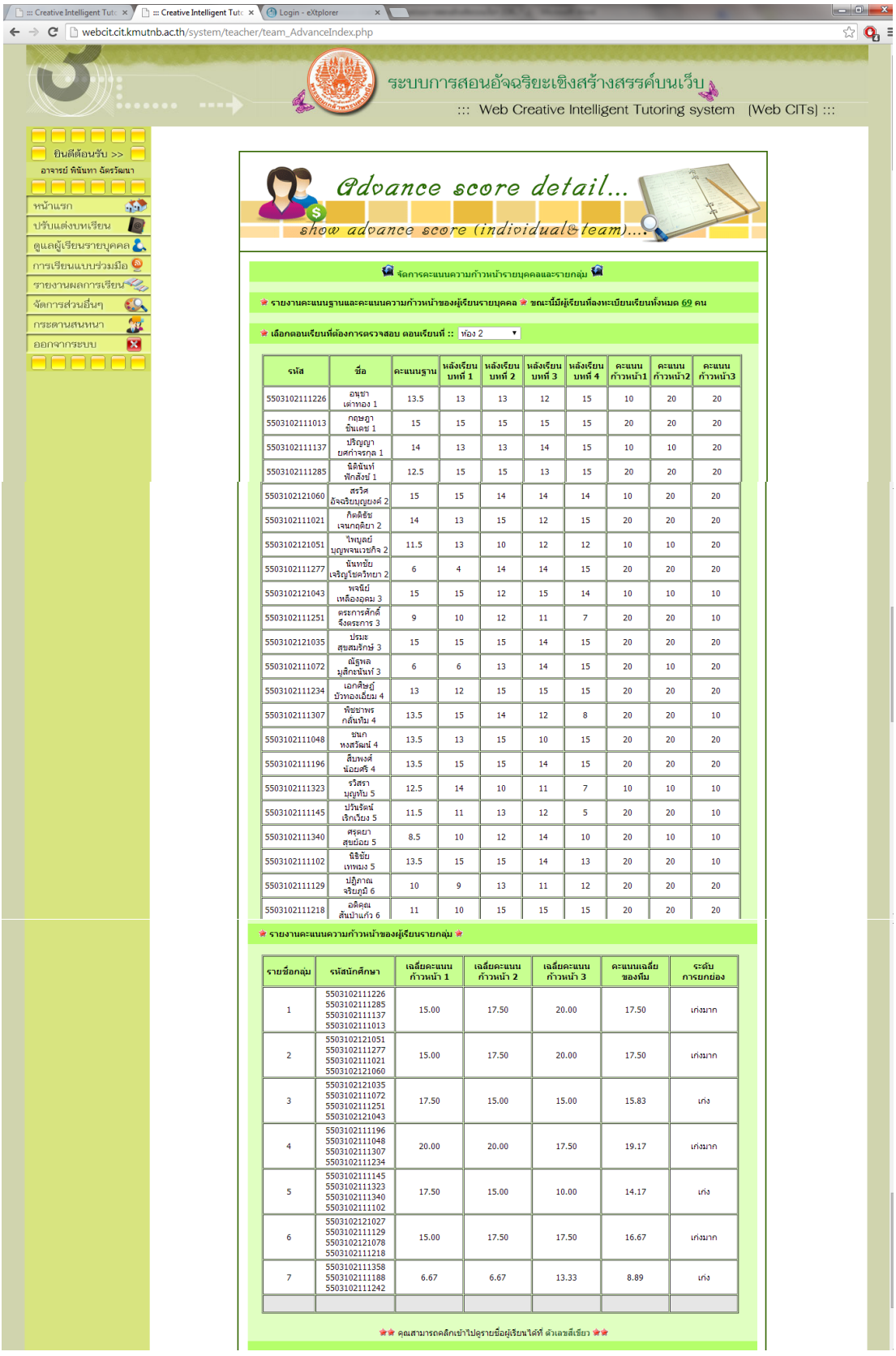
3.4 ห้องสนทนากลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับแสดงจำนวนผู้เข้าร่วมการสนทนา และดูข้อมูลการสนทนาผ่านห้องสนทนาของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ ช-74

ภาพที่ ช-74 หน้าจอห้องสนทนากลุ่ม

ผู้สอนทำการคลิกที่ เพื่อดูข้อมูลการสนทนาและโต้ตอบการสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนภายในกลุ่มผ่านห้องสนทนา ดังภาพที่ ช-75

ภาพที่ ช-75 หน้าจอการสนทนากลุ่มย่อยผ่านห้องสนทนา

3.5 จัดการคะแนนก้าวหน้า เป็นหน้าจอสำหรับจัดการคะแนนความก้าวหน้าสำหรับผู้เรียนรายบุคคลและผู้เรียนรายกลุ่ม โดยผู้สอนสามารถตรวจสอบคะแนนก้าวหน้าในแต่ละกลุ่มเรียน ดังภาพที่ ช-76



รหัส	ชื่อ	คะแนนฐาน	หลังเรียนบทที่ 1	หลังเรียนบทที่ 2	หลังเรียนบทที่ 3	หลังเรียนบทที่ 4	คะแนนก้าวหน้า1	คะแนนก้าวหน้า2	คะแนนก้าวหน้า3
5503102111226	อนุชา เต่าทอง 1	13.5	13	13	12	15	10	20	20
5503102111013	กฤษฎา ยินเคย 1	15	15	15	15	15	20	20	20
5503102111137	ปริญญา ยศกำจรกุล 1	14	13	13	14	15	10	10	20
5503102111285	นิตินันท์ ฟักสังข์ 1	12.5	15	15	13	15	20	20	20
5503102121060	สรวิศ อัจฉริยบุญยงค์ 2	15	15	14	14	14	10	20	20
5503102111021	กิตติชัย เจนกฤติยา 2	14	13	15	12	15	20	20	20
5503102121051	ไพบูลย์ บุญพจนวรกิจ 2	11.5	13	10	12	12	10	10	20
5503102111277	นันทชัย เจริญโชควิทยา 2	6	4	14	14	15	20	20	20
5503102121043	พจนีย์ เหลืองอุดม 3	15	15	12	15	14	10	10	10
5503102111251	ตระการศักดิ์ จิ่งตระการ 3	9	10	12	11	7	20	20	10
5503102121035	ปรมะ สุขสมรักษ์ 3	15	15	15	14	15	20	20	20
5503102111072	ณัฐพล มุสิกะนันท์ 3	6	6	13	14	15	20	10	20
5503102111234	เอกศิษฎ์ บัวทองเอี่ยม 4	13	12	15	15	15	20	20	20
5503102111307	พิชชาพร กลั่นทิม 4	13.5	15	14	12	8	20	20	10
5503102111048	ชนก พงสวัฒน์ 4	13.5	13	15	10	15	20	20	20
5503102111196	สิบพงศ์ น้อยศรี 4	13.5	15	15	14	15	20	20	20
5503102111323	รวิสรา บุญทิน 5	12.5	14	10	11	7	10	10	10
5503102111145	ปรินธิดนี เจ๊กเวียง 5	11.5	11	13	12	5	20	20	10
5503102111340	ศรุตยา สุขย้อย 5	8.5	10	12	14	10	20	10	10
5503102111102	นิธิชัย เทพมง 5	13.5	15	15	14	13	20	20	10
5503102111129	ปฏิภาณ จิรยภูมิ 6	10	9	13	11	12	20	20	20
5503102111218	อดิคุณ สันป่าแก้ว 6	11	10	15	15	15	20	20	20

รายงานคะแนนความก้าวหน้าของผู้เรียนรายกลุ่ม

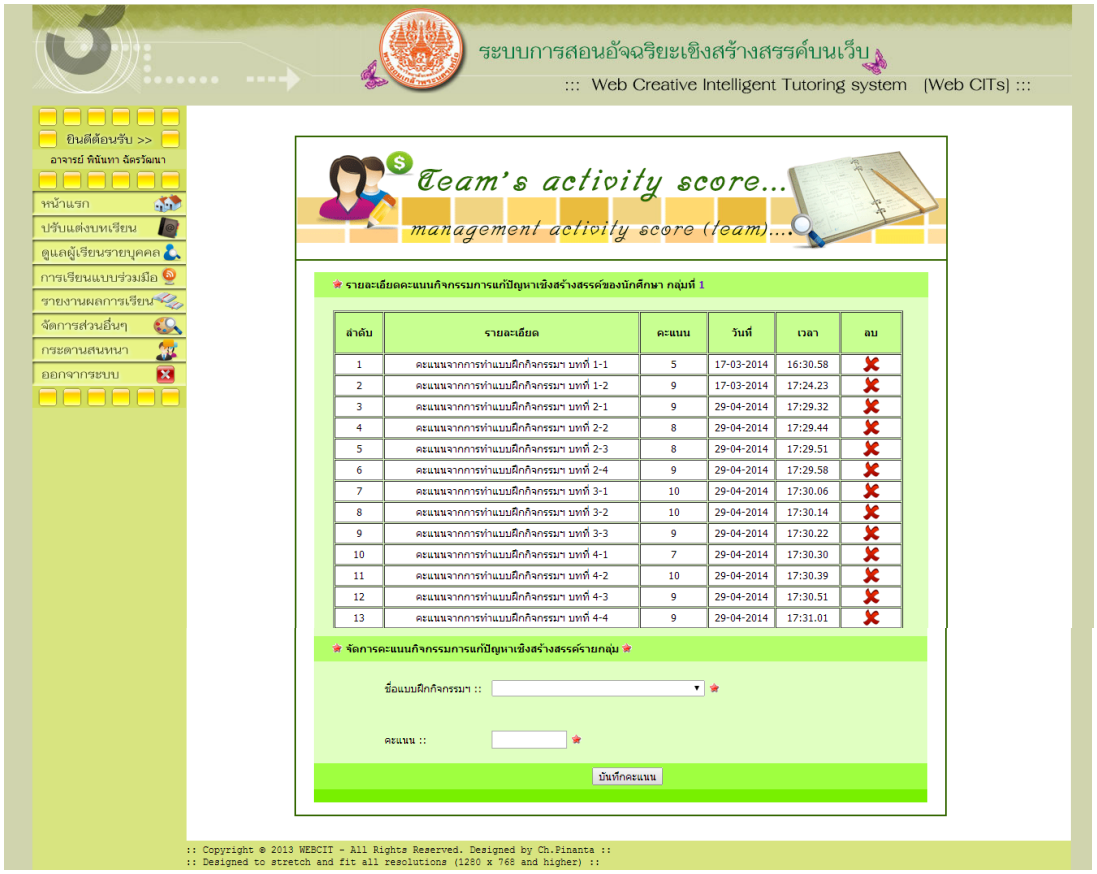
รายชื่อกลุ่ม	รหัสนักศึกษา	เฉลี่ยคะแนนก้าวหน้า 1	เฉลี่ยคะแนนก้าวหน้า 2	เฉลี่ยคะแนนก้าวหน้า 3	คะแนนเฉลี่ยของทีม	ระดับการยกย่อง
1	5503102111226 5503102111285 5503102111137 5503102111013	15.00	17.50	20.00	17.50	เก่งมาก
2	5503102121051 5503102111277 5503102111021 5503102121060	15.00	17.50	20.00	17.50	เก่งมาก
3	5503102121035 5503102111072 5503102111251 5503102121043	17.50	15.00	15.00	15.83	เก่ง
4	5503102111196 5503102111048 5503102111307 5503102111234	20.00	20.00	17.50	19.17	เก่งมาก
5	5503102111145 5503102111323 5503102111340 5503102111102	17.50	15.00	10.00	14.17	เก่ง
6	5503102121027 5503102111129 5503102121078 5503102111218	15.00	17.50	17.50	16.67	เก่งมาก
7	5503102111358 5503102111188 5503102111242	6.67	6.67	13.33	8.89	เก่ง

ภาพที่ ช-76 หน้าจอจัดการคะแนนก้าวหน้า

3.6 จัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ผู้เรียนผ่านการทำกิจกรรมผ่านห้องสนทนาสำหรับผู้เรียนรายกลุ่ม ได้แก่ การบันทึกคะแนน และการลบคะแนน ดังภาพที่ ช-77

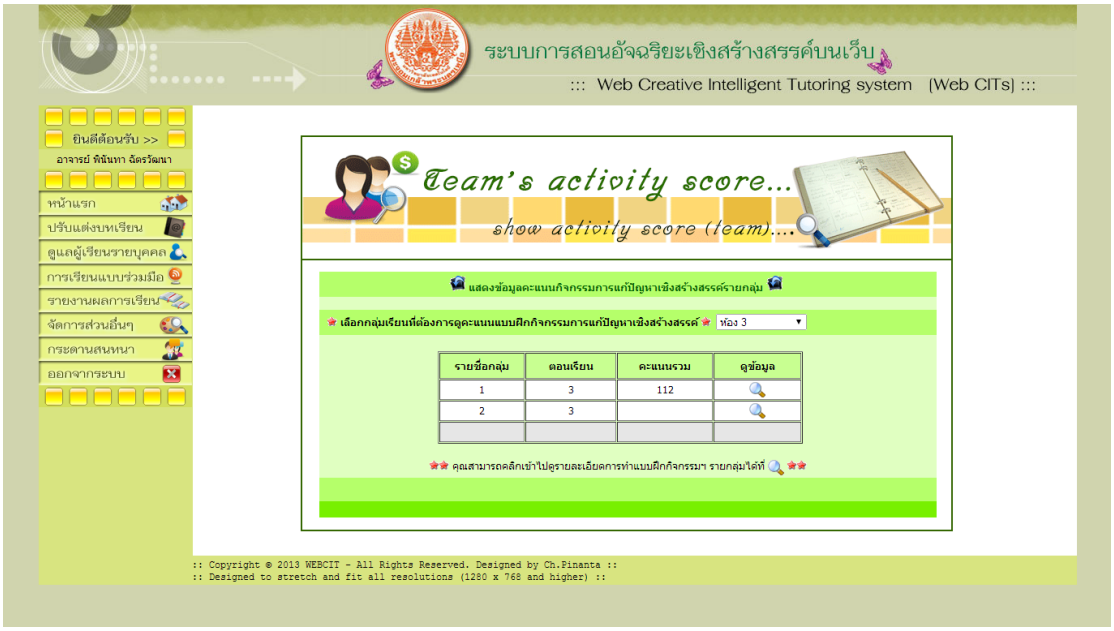
ภาพที่ ช-77 หน้าจอแรกสำหรับจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

เมื่อผู้สอนทำการคลิกที่ เพื่อทำการบันทึกคะแนนกิจกรรมฯ สำหรับผู้เรียนรายกลุ่ม ดังภาพที่ ช-78



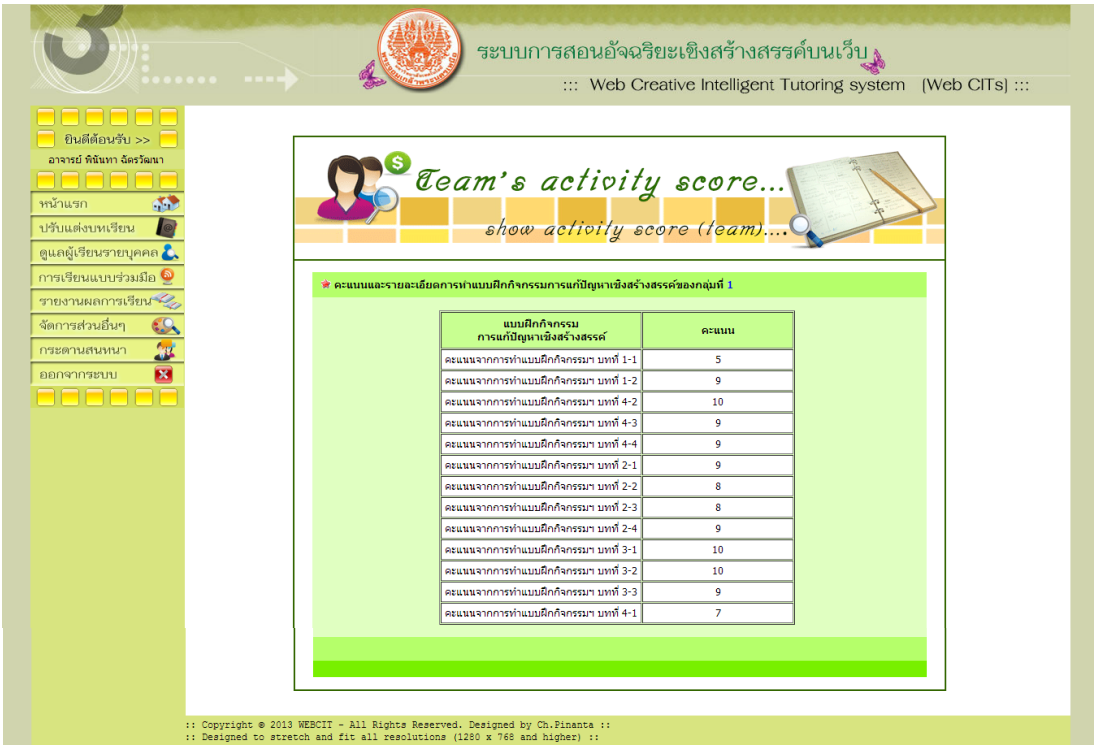
ภาพที่ ช-78 หน้าจอจัดการคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

3.7 แสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับผู้เรียนรายกลุ่ม ดังภาพที่ ช-79



ภาพที่ ช-79 หน้าจอแรกสำหรับแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

เมื่อผู้สอนทำการคลิกที่ ระบบจะทำการแสดงรายละเอียดคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม ดังภาพที่ ช-80



ภาพที่ ช-80 หน้าจอแสดงคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายกลุ่ม

4. เมนูรายงานผลการเรียน (Report Management) เป็นเมนูสำหรับแสดงสถิติข้อมูลผลการเรียนของผู้เรียนรายบุคคลและรายกลุ่ม ประกอบด้วย 6 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-81

ภาพที่ ช-81 เมนูรายงานผลการเรียน

4.1 สถิติการเข้าเรียน เป็นหน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดจำนวนผู้เรียนที่กำลังเรียนอยู่ และศึกษาจบในแต่ละแบบทดสอบและแต่ละบทเรียน ดังภาพที่ ช-82

ภาพที่ ช-82 หน้าจอสถิติการเข้าเรียน

เมื่อผู้สอนทำการคลิกที่ตัวเลขสีน้ำเงิน ระบบจะทำการแสดงรายชื่อผู้เรียนที่กำลังศึกษาและศึกษาจบในแต่ละแบบทดสอบและแต่ละบทเรียนให้ผู้สอนทราบ ดังภาพที่ ช-83

ภาพที่ ช-83 หน้าจอแสดงรายชื่อผู้เรียนที่เรียนจบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

4.2 สถิติคะแนนแบบทดสอบ เป็นหน้าจอสำหรับแสดงจำนวนผู้เรียน คะแนนสูงสุดและต่ำสุดสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเรียนที่ทำแบบทดสอบแต่ละประเภท ดังภาพที่ ช-84

ภาพที่ ช-84 หน้าจอสถิติคะแนนแบบทดสอบ

4.3 สถิติคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล เป็นหน้าจอสำหรับแสดงจำนวนผู้เรียนคะแนนสูงสุด และต่ำสุดสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่มเรียนที่ทำแบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล ดังภาพที่ ช-85

ภาพที่ ช-85 หน้าจอสถิติคะแนนกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์รายบุคคล

4.4 สถิติคะแนนดาว เป็นหน้าจอสำหรับแสดงสถิติคะแนนสะสมดาวสำหรับผู้เรียนรายบุคคล ดังภาพที่ ช-86

ภาพที่ ช-86 หน้าจอสถิติคะแนนดาว

4.6 สถิติคะแนนความก้าวหน้ารายกลุ่ม เป็นหน้าจอสำหรับแสดงคะแนนความก้าวหน้ารายกลุ่ม ดังภาพที่ ช-87

ภาพที่ ช-87 หน้าจอสถิติคะแนนความก้าวหน้ารายกลุ่ม

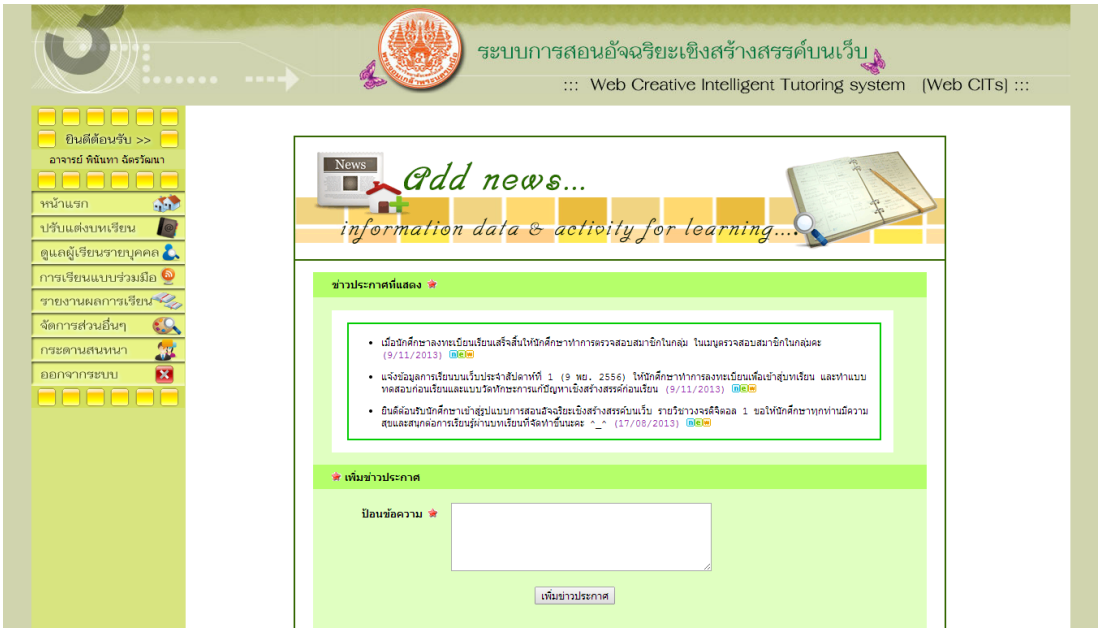
4.7 สถิติเวลาการทำแบบทดสอบ เป็นหน้าจอสำหรับแสดงสถิติการทำแบบทดสอบแต่ละชนิดสำหรับผู้เรียนรายบุคคล พร้อมทั้งแสดงคะแนนแบบทดสอบที่ผู้เรียนทำได้ ดังภาพที่ ช-88

ภาพที่ ช-88 หน้าจอสถิติเวลาการทำแบบทดสอบ

5. เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ (Other Management) เป็นเมนูสำหรับจัดการข่าวประชาสัมพันธ์และแหล่งการเรียนรู้ให้การผู้เรียน ประกอบด้วย 6 เมนูย่อย ดังภาพที่ ช-89

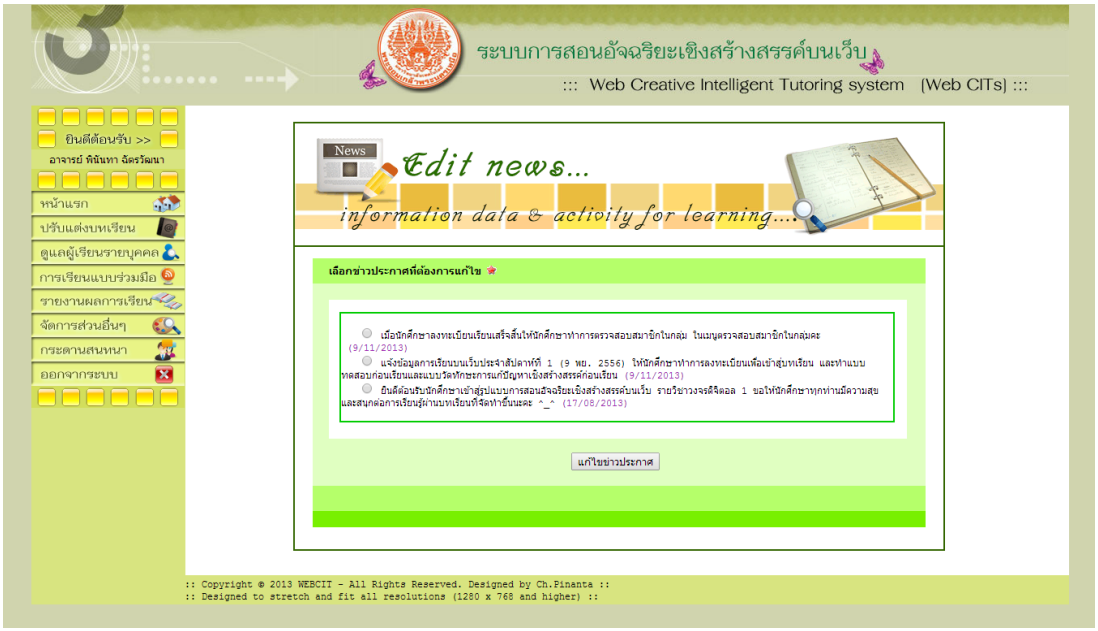
ภาพที่ ช-89 เมนูจัดการส่วนอื่น ๆ

5.1 เพิ่มข่าวประกาศ เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มข่าวประกาศเพื่อประชาสัมพันธ์ข่าวสารให้ผู้เรียนได้ทราบในส่วนของระบบผู้เรียน ดังภาพที่ ช-90



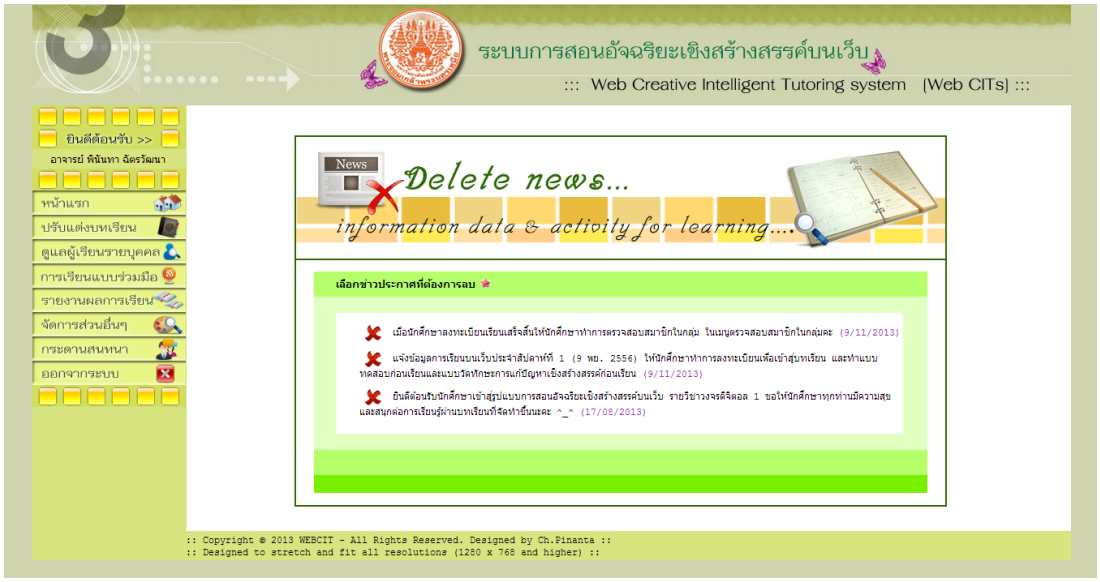
ภาพที่ ช-90 หน้าจอเพิ่มข่าวประกาศ

5.2 แก้ไขข่าวประกาศ เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขข่าวประกาศที่สำหรับประชาสัมพันธ์ให้ผู้เรียนได้ทราบ โดยผู้สอนสามารถแก้ไขข่าวประกาศได้โดยการคลิกที่ปุ่ม ○ และกดปุ่มแก้ไขข่าวประกาศ ดังภาพที่ ช-91



ภาพที่ ช-91 หน้าจอแก้ไขข่าวประกาศ

5.3 ลบข่าวประกาศ เป็นหน้าจอสำหรับลบข่าวประกาศที่ไม่ต้องการออกจากระบบ ดังภาพที่ ช-92

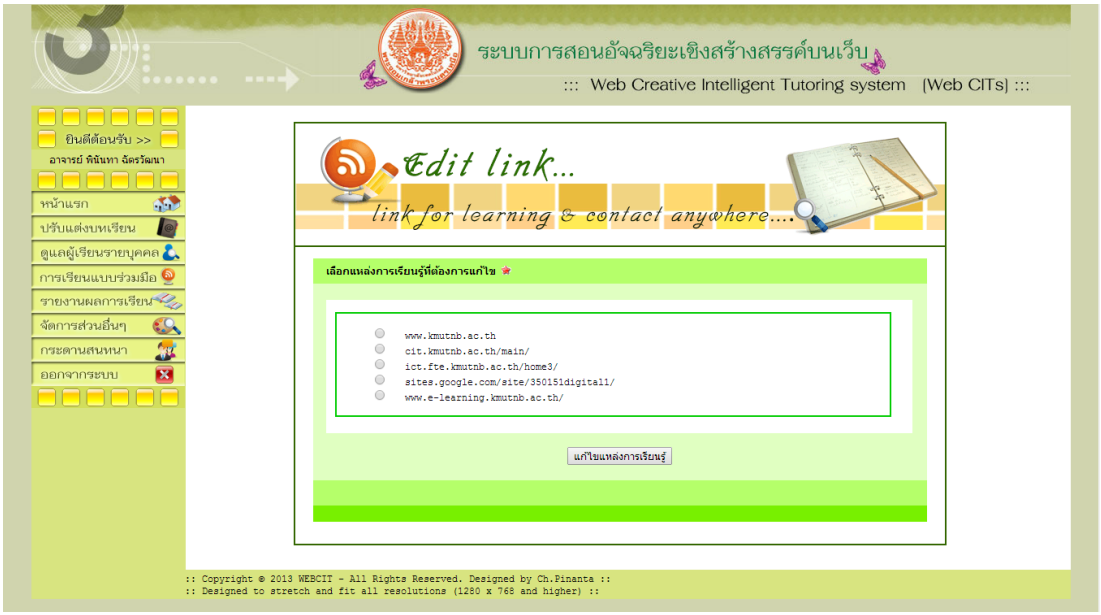


ภาพที่ ช-92 หน้าจอลบข่าวประกาศ

5.4 เพิ่มแหล่งการเรียนรู้ เป็นหน้าจอสำหรับเพิ่มแหล่งการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน ดังภาพที่ ช-93

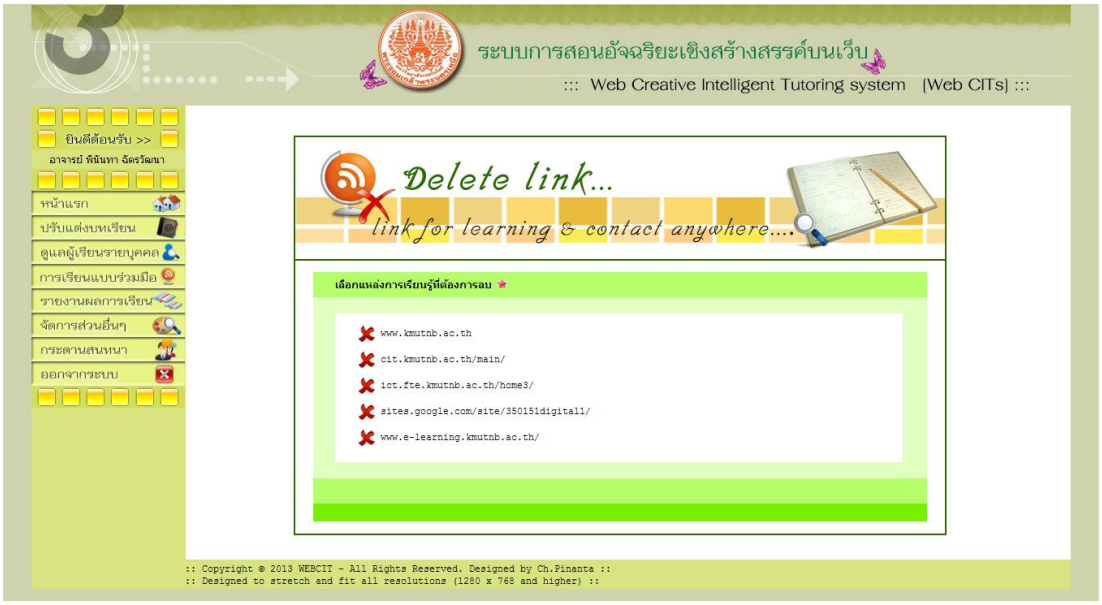
ภาพที่ ช-93 หน้าจอเพิ่มแหล่งการเรียนรู้

5.6 แก้ไขแหล่งการเรียนรู้ เป็นหน้าจอสำหรับแก้ไขแหล่งการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนโดย ผู้สอนสามารถแก้ไขแหล่งการเรียนรู้ ได้โดยการคลิกที่ปุ่ม ○ และกดปุ่มแก้ไขแหล่งการเรียนรู้ ดังภาพที่ ช-94



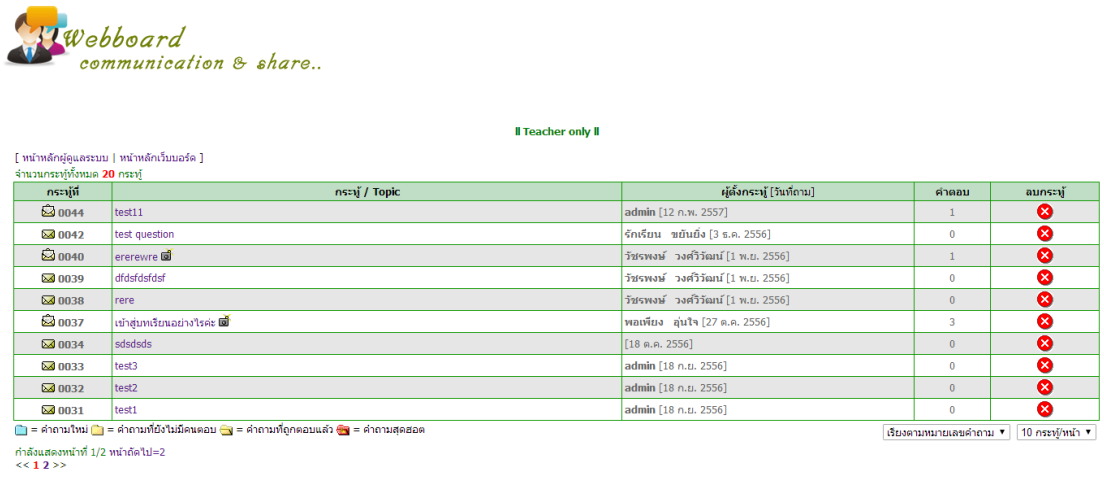
ภาพที่ ช-94 หน้าจอแก้ไขแหล่งการเรียนรู้

5.7 ลบแหล่งการเรียนรู้ เป็นหน้าจอสำหรับลบแหล่งการเรียนรู้ที่ไม่ต้องการออกจากระบบ ดังภาพที่ ช-95



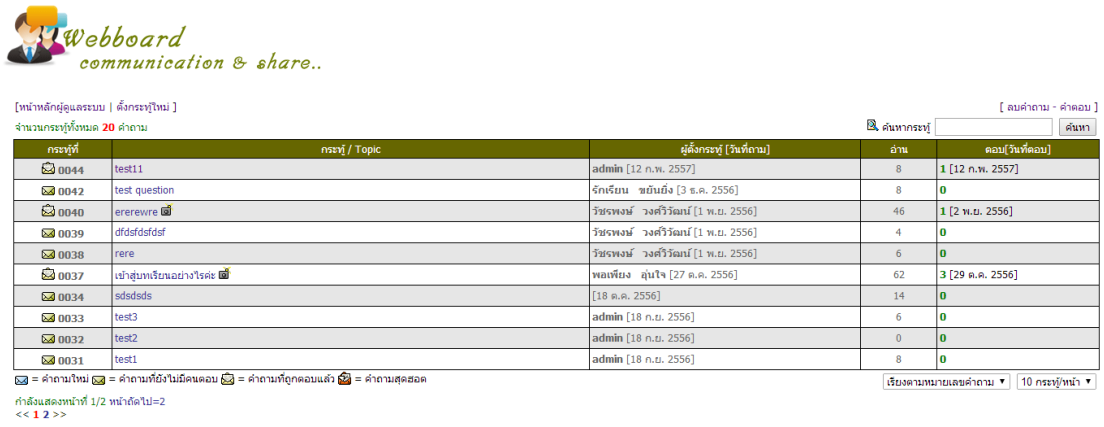
ภาพที่ ช-95 หน้าจอลบแหล่งการเรียนรู้

6. เมนูกระดานสนทนา (Webboard Communication&Share) เป็นเมนูสำหรับจัดการข้อมูลในกระดานสนทนาสำหรับผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วย การตั้งกระทู้-ลบกระดานสนทนา การตอบข้อซักถามระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เป็นต้น ดังภาพที่ ช-96



ภาพที่ ช-96 หน้าจอแรกของกระดานสนทนา (ระบบผู้สอน)

กรณีที่ผู้สอนต้องการลบกระทู้สามารถคลิกที่ไอคอน ของกระทู้ที่ต้องการลบ หากผู้สอนต้องการตั้งกระทู้ใหม่ หรือตอบข้อซักถามแก่ผู้เรียนคลิกที่เมนูหน้าหลักเว็บบอร์ด จะปรากฏหน้าหลักเว็บบอร์ด ดังภาพที่ ช-97



ภาพที่ ช-97 หน้าจอกระดานสนทนา

7. เมนูเพิ่มอาจารย์ (Add Lecturer) เป็นเมนูสำหรับเพิ่มอาจารย์ผู้สอนในการจัดการระบบบริหารจัดการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ (LMS) และระบบบริหารการจัดการเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนบนเว็บ (CMS) ดังภาพที่ ช-98

ภาพที่ ช-98 หน้าจอเพิ่มอาจารย์ผู้สอน

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวพินันทา ฉัตรวัฒนา
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต เกียรตินิยมอันดับ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2555–ปัจจุบัน อาจารย์ประจำแขนงวิชาการกระจายเสียงวิทยุและโทรทัศน์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ