

การพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน  
ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ  
เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย  
สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE DEVELOPMENT OF  
ADAPTIVE PROCEDURAL SIMULATED LEARNING SYSTEM  
BASED ON FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN  
TO PROMOTE SAFETY AWARENESS  
FOR UNDERGRADUATE STUDENTS MAJORING IN GEMS AND JEWELRY



Mr. Charnkiat Mahantakhun

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Doctor of Philosophy in Educational Technology and  
Communications

Department of Educational Technology and Communications

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ
โดย	นายชาญเกียรติ มหันตคุณ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวิณยา สุวรรณณัฐโชติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทวีร์ คล้ายสังข์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์)

..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวดี ถังคุบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ)

ชาญเกียรติ มหันตคุณ : การพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ. ( THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PROCEDURAL SIMULATED LEARNING SYSTEM BASED ON FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN TO PROMOTE SAFETY AWARENESS FOR UNDERGRADUATE STUDENTS MAJORING IN GEMS AND JEWELRY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ประกอบ กรณกิจ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษา สภาพ ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการพัฒนาระบบฯ 2) พัฒนาระบบฯ 3) ศึกษาผลการใช้ระบบฯ 4) นำเสนอระบบฯ ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพและความต้องการ คือ นิสิตนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 335 คน ตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์ความคิดเห็นและรับรองรูปแบบ คือ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 27 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา 8 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับอัญมณี 16 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา 3 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ นักศึกษาวิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี 2 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็น แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินรับรองร่างระบบการเรียน แบบประเมินความเหมาะสมของตัวชี้วัด แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในกาทำงาน แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ one-way ANOVA

ผลการวิจัยพบว่า ระบบการเรียนฯ ที่พัฒนาขึ้น มี 5 องค์ประกอบ คือ 1) การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ 2) การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ 3) เครื่องมือทางเทคโนโลยีการศึกษา 4) การวัดและการประเมินผล 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง กระบวนการเรียนการสอนในระบบ มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) นำเข้าสู่บทเรียน 2) ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน 3) ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ 4) บันทึกการเรียนรู้ 5) ทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน 6) นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนฯ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังทดลองสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....  
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

# # 5684206827 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS

KEYWORD: ADAPTIVE LEARNING, PROCEDURAL SIMULATION, FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN, SAFETY AWARENESS, 4C/ID

Chamkiat Mahantakhun : THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PROCEDURAL SIMULATED LEARNING SYSTEM BASED ON FOUR-COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN TO PROMOTE SAFETY AWARENESS FOR UNDERGRADUATE STUDENTS MAJORING IN GEMS AND JEWELRY. Advisor: Assoc. Prof. PRAKOB KORANEEKIJ, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. JINTAVEE KHIAISANG, Ph.D.

The purposes of this research were 1) to investigate needs for developing safety awareness learning system 2) to develop a 4C/ID-based adaptive procedural simulation (4C/APS) learning system to promote safety awareness 3) to test the effects of the learning system on safety awareness and 4) to propose 4C/APS learning system to promote safety awareness in undergraduate students majoring in gems and jewelry. The subjects in model development consisted of 27 experts including 8 educational technology experts, 16 jewelry manufacturing experts, and 3 educational psychology experts. The subjects in system experiment were 26 undergraduate students from Poh-Chang Academy of Arts who enrolled in Metalware and Jewelry Making 2 course. The research instruments consisted of questionnaires, an expert interview forms, system evaluation forms, and an adaptive computer assisted instruction. The data gathering instruments consisted of two safety awareness tests, and a student's satisfaction towards the learning system questionnaire. The data were analyzed using mean, standard deviation, t-test dependent, and one-way ANOVA.

The research results indicated that the developed system consisted of five components as follows: 1) adaptive learning 2) 4C/ID 3) educational technology tool 4) measurement and evaluation and 5) roles of persons involved. The learning process within the system consisted of six steps as follows: 1) introduction 2) screening test 3) adapted procedural simulation with guidance 4) learning journal entry 5) post-assessment 6) presentation of safety performance result and summary. The result of the experiment indicated that the mean post-test score of safety awareness was higher than pre-test mean score at .05 level of significance.

Field of Study: Educational Technology and  
Communications

Academic Year: 2018

Student's Signature .....

Advisor's Signature .....

Co-advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาโดยทันทีในทุกครั้งและทุกช่วงเวลาและผู้วิจัยต้องการความช่วยเหลือ อีกทั้งให้คำแนะนำที่ชัดเจนและตรงประเด็นเสมอมา ตลอดจนคอยกระตุ้นและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปณิตา วรรมพิรุณ รศ.ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์ ผศ.ดร.พรสุข ตันตระรุ่งโรจน์ และผศ.ดร.ธีรวดี ถังคุบุตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์จิราพร รอดคุ้ม และคณาจารย์สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี วิทยาลัยเพาะช่าง ที่กรุณาที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการทดลองเครื่องมือในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการตรวจเครื่องมือวิจัย ให้คำปรึกษา และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์และมีคุณค่า

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง ที่กรุณาให้โอกาสเปิดประตูสู่โลกแห่งเทคโนโลยีการศึกษา และขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง ที่ผลักดันและหล่อหลอมจนประเด็นวิจัยตกตะกอน ขอขอบคุณ ผศ.ดร.พร้อมภักดิ์ บึงบัว และ ดร.ปัทมา จันทวิมล สำหรับคำแนะนำดี ๆ ขอขอบคุณ ดร.กุลชัย กุลตวนิช และ ดร.รัตตมา รัตนางศา สำหรับความช่วยเหลือ ขอขอบคุณเพื่อนๆ เทคโนโลยี ป.เอก รุ่น'51 และพี่น้องชาวเทคโนโลยีทุกคนสำหรับความเอื้อเฟื้อและกำลังใจ โดยเฉพาะพี่ประคองและพี่ปึกที่ช่วยประสานงานและคอยอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษา

สุดท้ายนี้วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะไม่มีความสำเร็จได้เลยหากไม่ได้รับการสนับสนุนที่ดีจากครอบครัวของผู้วิจัย หากความรู้ที่ได้จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใดไม่ว่าจะมากหรือน้อย ผู้วิจัยขออุทิศความดีทั้งหมดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้แก่ คุณพ่อสุชาติและคุณแม่สุวลักษณ์ มหันตคุณ ที่สนับสนุนการศึกษาของลูกตั้งแต่วัยเยาว์จนกระทั่งจบปริญญาตรีและปริญญาโท ขอขอบคุณคุณพ่อคุณแม่เป็นอย่างสูงที่เลี้ยงดูและสนับสนุนการศึกษามาโดยตลอด

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยจากทุน 90 ปีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการผู้พิจารณาทุนและจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัยเป็นอย่างสูงที่เล็งเห็นถึงประโยชน์จากการทำวิจัยในครั้งนี้

ชาญเกียรติ มหันตคุณ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ต
สารบัญภาพ.....	น
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย .....	8
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	8
สมมติฐานการวิจัย .....	9
ขอบเขตการวิจัย .....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	10
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	12
คำอธิบายกรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย .....	13
ประโยชน์ของการวิจัย .....	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ .....	16
1.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction).....	17
1.2 แนวทางการพัฒนาการเรียนแบบปรับเหมาะ .....	19
1.3 ประเภทของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ .....	20

1.4 องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ .....	22
สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ .....	27
1.5 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้.....	28
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ .....	31
ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองขั้นตอน .....	36
2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์.....	36
2.2 ประเภทของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ .....	37
2.3 กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์.....	40
สังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์.....	49
2.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ .....	51
สังเคราะห์องค์ประกอบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง .....	53
2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์....	55
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Alessi and Trollip.....	57
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Forcier .....	58
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Clapper .....	59
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ กุลนารี นิยมไทย .....	60
สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง สถานการณ์.....	61
2.6 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์.....	63
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์.....	64
ตอนที่ 3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ.....	67



3.1 ภาพรวมของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-component instructional design หรือ 4C/ID).....	67
3.2 องค์ประกอบที่ 1: ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks).....	70
3.3 องค์ประกอบที่ 2: สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) .....	75
3.4 องค์ประกอบที่ 3: สารสนเทศกระบวนการ (Procedural information).....	80
3.5 องค์ประกอบที่ 4: การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-task Practice).....	82
3.6 สรุปสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	86
3.7 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	87
3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	91
ตอนที่ 4 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ.....	92
4.1 ความหมายของระบบ.....	92
4.2 วงจรการพัฒนาระบบ Systems Development Life Cycle (SDLC).....	93
4.3 รูปแบบของ SDLC.....	93
4.4 กระบวนการในการพัฒนาวงจร SDLC.....	100
ตอนที่ 5 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย.....	108
5.1 การสร้างพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน.....	108
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักและพฤติกรรม.....	109
5.3 ความหมายของความตระหนัก.....	111
5.4 ความหมายของความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน.....	112
5.5 แนวทางและขั้นตอนการเกิดความตระหนัก.....	114
5.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาองค์ประกอบของความตระหนัก.....	116
5.7 การวัดความตระหนัก.....	117
5.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัย.....	118

ตอนที่ 6 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องประดับ.....	119
6.1 ภาพรวมอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ.....	119
6.2 ปัจจัยและโครงสร้างต้นทุนในการผลิตเครื่องประดับ.....	121
6.3 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ.....	123
6.4 สภาพปัจจุบันความปลอดภัยในการผลิตเครื่องประดับ.....	124
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	127
ระยะที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอน สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อ พัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	130
วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 1.....	130
วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 1.....	130
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 1.....	131
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ ระยะที่ 1.....	131
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 1.....	134
การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 1.....	135
ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียน การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ.....	136
วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 2.....	136
วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 2.....	136
กลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 2.....	151
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และวิธีการพัฒนาเครื่องมือ ระยะที่ 2.....	151
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 2.....	153

การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 2.....	154
ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	154
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 3.....	157
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ ระยะที่ 3.....	157
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 3.....	163
การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 3.....	163
ระยะที่ 4 การรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ.....	165
วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 4.....	165
วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 4.....	165
กลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 4.....	165
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการพัฒนาเครื่องมือ ระยะที่ 4.....	166
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 4.....	166
การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 4.....	167
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	168
ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนรู้การสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	169
ตอนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเกี่ยวกับสภาพ ความปลอดภัยในการทำงาน .....	169
1.1 สภาพแวดล้อมในการทำงาน.....	169
1.2 การปฏิบัติตนในการทำงานของพนักงาน .....	171

1.3 การปฏิบัติตามกฎและข้อห้ามในเรื่องความปลอดภัย .....	171
ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ....	172
2.1 สภาพการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในปัจจุบัน .....	172
2.2 การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน.....	175
2.3 ความต้องการในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ ปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	175
ตอนที่ 3 ผลการสำรวจสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความ ต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	177
3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม .....	177
3.2 ประสบการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนัก ด้านความปลอดภัย .....	179
3.3 ประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตาม หลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	180
3.4 สภาพและความต้องการที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตาม หลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัก ด้านความปลอดภัย .....	180
ระยะที่ 2 ผลการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ.....	184
ตอนที่ 1 (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรี นการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	184
1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความ	



1.2	คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน .....	203
ตอนที่ 2	ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตามเส้นทางการเรียน .....	205
2.1	คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน จำแนกตามเส้นทางการเรียน .....	206
2.2	คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จำแนกตามเส้นทางการเรียน .....	207
ตอนที่ 3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียนรู้ ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย.....	209
3.1	การสะท้อนคิดถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน .....	209
3.2	การเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์จริง .....	211
3.3	การนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริง .....	212
ตอนที่ 4	ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย.....	214
ระยะที่ 4	ผลการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	217
4.1	ความเหมาะสมในภาพรวมของระบบฯ .....	217
4.2	ความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ.....	218
4.3	ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ.....	218
4.4	ความเหมาะสมของการใช้งานระบบฯ.....	219

4.5 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย .....	220
บทที่ 5 ผลการวิจัย.....	221
ตอนที่ 1 บทนำ.....	222
1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตาม หลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ .....	222
1.2 วัตถุประสงค์ของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ .....	224
ตอนที่ 2 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่ องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัย และเครื่องประดับ.....	225
2.1 ภาพรวมของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ .....	225
2.2 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลอง ขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความ ตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ... 227	
2.3 กระบวนการเรียนการสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ .....	237
ตอนที่ 3 การนำไปใช้.....	246
3.1 วิธีการนำระบบไปใช้ .....	246
3.2 เงื่อนไขการนำระบบไปใช้ .....	246
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	248
วิธีดำเนินการวิจัย.....	248

<p>ระยะที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอน                      สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับ                      เหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนที่                      องค์กรประกอบ .....</p>	<p>248</p>
<p>ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ                      เรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ                      นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>249</p>
<p>ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ                      ออกแบบการเรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ                      ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>250</p>
<p>สรุปผลการวิจัย.....</p>	<p>250</p>
<p>ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความ                      ต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตาม                      หลักการออกแบบการเรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ                      ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>251</p>
<p>ระยะที่ 2 ผลการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ                      การเรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ                      นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>253</p>
<p>ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ                      ออกแบบการเรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ                      ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>253</p>
<p>ระยะที่ 4 ผลการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ                      การเรียนการสอนองค์กรประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ                      นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....</p>	<p>254</p>
<p>อภิปรายผลการวิจัย.....</p>	<p>255</p>
<p>ข้อเสนอแนะ.....</p>	<p>261</p>
<p>1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ .....</p>	<p>261</p>



2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	262
บรรณานุกรม.....	263
ภาคผนวก.....	276
ภาคผนวก ก รายงานผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ.....	277
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ .....	278
รายชื่อพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับในการให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพ ความปลอดภัยในการทำงาน .....	278
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและ เครื่องประดับ ความต้องการในการพัฒนาระบบฯ.....	278
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการให้สัมภาษณ์แนวทางในการพัฒนาระบบฯ.....	279
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองร่างระบบฯ.....	280
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในระบบ.....	281
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือแบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยและ ความสอดคล้องของตัวชี้วัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย.....	282
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	282
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในระยะที่ 1 .....	283
แบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการ ในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	284
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในระยะที่ 2 .....	288
แบบประเมินรับรอง (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	289
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในระยะที่ 3.....	293

ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน สื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ขั้นตอนการให้ความร้อนเพื่อให้แท่งเงินอ่อนตัว) .....	294
แบบประเมินความเหมาะสมของตัวชี้วัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนากระบวนปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ” .....	304
แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตาม หลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ.....	307
แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 1 .....	310
แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 2 .....	314
แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียน .....	318
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในระยะที่ 4 .....	321
แบบประเมินรับรอง ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	322
ประวัติผู้เขียน.....	325

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ .....	27
ตารางที่ 2 สังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ .....	49
ตารางที่ 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง สถานการณ์.....	62
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของการออกแบบการเรียนการสอนสี่ องค์ประกอบ (van Merriënboer, et al., 2002).....	86
ตารางที่ 5 ข้อดีและข้อเสียของ Waterfall Model.....	95
ตารางที่ 6 ข้อดีและข้อเสียของ Incremental Model.....	96
ตารางที่ 7 ข้อดีและข้อเสียของ Spiral Model .....	97
ตารางที่ 8 สังเคราะห์ด้านย่อยของความตระหนักด้านความปลอดภัย .....	113
ตารางที่ 9 โครงสร้างต้นทุนในการผลิตในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ .....	122
ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จังหวัดจันทบุรี จำแนกได้ตามลักษณะการใช้เครื่องป้องกันอันตราย .....	125
ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จำแนกตามสาเหตุ ที่ใช้เครื่องป้องกันอันตรายในการทำงานน้อยครั้งหรือไม่เคยใช้.....	125
ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานระบบของผู้เรียนและผู้สอน.....	137
ตารางที่ 13 โมเดลต่าง ๆ ของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย.....	137
ตารางที่ 14 แสดงเงื่อนไขในการเลือกใช้เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบ.....	138
ตารางที่ 15 ขั้นตอนการผลิตแหวนเงินจำแนกเป็นสถานการณ์ปกติและสถานการณ์เสริมต่าง ๆ ...	139
ตารางที่ 16 กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน	144
ตารางที่ 17 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน .....	145

ตารางที่ 18	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อร่างระบบฯ และแนวทางการปรับปรุง .....	149
ตารางที่ 19	กำหนดการและกิจกรรมในการทดลองใช้ระบบ .....	155
ตารางที่ 20	ปัญหาที่พบจากการทดสอบระบบและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข .....	158
ตารางที่ 21	ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม .....	178
ตารางที่ 22	ความถี่และร้อยละของการใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยของนักศึกษาที่ไม่มีคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook สำหรับใช้งานเป็นของตนเอง.	178
ตารางที่ 23	ประสบการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย .....	179
ตารางที่ 24	ระดับความสามารถของนักศึกษาที่เคยเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย .....	179
ตารางที่ 25	ประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ .....	180
ตารางที่ 26	สภาพและความต้องการที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย.	182
ตารางที่ 27	กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน	190
ตารางที่ 28	แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน .....	191
ตารางที่ 29	แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ.....	195
ตารางที่ 30	แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ.....	196
ตารางที่ 31	แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ.....	197
ตารางที่ 32	แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของการทำงานระบบ .....	198
ตารางที่ 33	แสดงรายละเอียดข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย .....	199

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน.....	201
ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	203
ตารางที่ 36 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียน จำนวนและร้อยละของผู้เรียน.....	205
ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ด้วยการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน จำแนกตามเส้นทางการเรียน.....	207
ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัย จำแนกตามกลุ่ม .....	208
ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย.....	215
ตารางที่ 40 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ.....	217
ตารางที่ 41 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ.....	218
ตารางที่ 42 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ.....	219
ตารางที่ 43 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของการทำงานระบบ .....	220
ตารางที่ 44 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและแนวทางการปรับปรุงระบบ .....	220
ตารางที่ 45 ขั้นตอนการผลิตแหวนเงินจำแนกเป็นสถานการณ์ปกติและสถานการณ์เสริมต่าง ๆ ...	228
ตารางที่ 46 กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน	232

ตารางที่ 47 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน .....	233
--	-----



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ความแตกต่างของการเรียนการสอน.....	19
ภาพที่ 2 รูปแบบของการปรับเหมาะในระบบคอมพิวเตอร์.....	20
ภาพที่ 3 แบบจำลองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของ Wallach.....	23
ภาพที่ 4 แบบจำลองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของ Park and Seidel.....	26
ภาพที่ 5 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้.....	28
ภาพที่ 6 โครงสร้างหน่วยความรู้ในระบบปรับเหมาะ.....	30
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Alessi and Trollip.....	57
ภาพที่ 8 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Forcier.....	58
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างความสนใจในสถานการณ์.....	59
ภาพที่ 10 รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้การเรียนการสอน 4 องค์ประกอบ.....	70
ภาพที่ 11 Waterfall Model.....	94
ภาพที่ 12 Incremental Model.....	96
ภาพที่ 13 Win-Win Spiral Model.....	98
ภาพที่ 14 V-Model.....	99
ภาพที่ 15 W-Model.....	100
ภาพที่ 16 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก.....	110
ภาพที่ 17 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักที่เด่นชัด.....	110
ภาพที่ 18 ขั้นตอนโครงสร้างของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทย.....	120
ภาพที่ 19 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ.....	123

ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ระยะ.....	128
ภาพที่ 21 แสดงผังโครงสร้างของบทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน .....	138
ภาพที่ 22 แผนผังกระบวนการเรียนการสอนในระบบ .....	146
ภาพที่ 23 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 1-4.....	147
ภาพที่ 24 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 5-8.....	148
ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างรายละเอียดสถานการณ์ในเส้นทางการเรียนแบบปรับเหมาะ.....	192
ภาพที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน .....	202
ภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ.....	204
ภาพที่ 28 ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ .....	226
ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างรายละเอียดสถานการณ์ในเส้นทางการเรียนแบบปรับเหมาะ.....	234
ภาพที่ 30 แผนผังกระบวนการเรียนการสอนในระบบ .....	237
ภาพที่ 31 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดเข้าสู่บทเรียน.....	238
ภาพที่ 32 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดเข้าสู่บทเรียน.....	239
ภาพที่ 33 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดทดสอบก่อนเรียน.....	239
ภาพที่ 34 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดทดสอบก่อนเรียน.....	240
ภาพที่ 35 ตัวอย่างหน้าจอสถานการณ์อุบัติเหตุ.....	240
ภาพที่ 36 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 1-4.....	241
ภาพที่ 37 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 5-8.....	242
ภาพที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดให้คำแนะนำจากผู้ชี้แนะ .....	243
ภาพที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน.....	244



ภาพที่ 40 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดเสนอผลการประเมิน..... 245



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นอุตสาหกรรมที่สร้างรายได้เข้าประเทศมากเป็นอันดับต้น ๆ และเป็นอุตสาหกรรมที่มีการจ้างงานในระดับภาคอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ วิชาทฤษฎีชุมชนผลิตภัณฑ์ชุมชน (OTOP) ไปจนถึงระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าภาพรวมของตลาดแรงงานอัญมณีจะเติบโตไปในทางที่ดี แต่ในด้านของสวัสดิภาพแรงงานนั้นกลับอยู่ในสถานะตรงกันข้าม จำนวนผู้ประสบอันตราย สูญเสียอวัยวะ หรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ในปี พ.ศ. 2556 ถึง 2560 มีสูงถึง 1,892 ราย (สำนักงานกองทุนเงินทดแทน, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560) แสดงถึงคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยในการทำงานของทรัพยากรมนุษย์ในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับที่อยู่ในระดับที่น่าเป็นห่วง เมื่อศึกษาลึกลงไปจะพบว่าปัญหาที่น่าเป็นห่วงที่สุดประการหนึ่ง คือการขาดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ดังจะเห็นได้จากทัศนคติของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อการไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของสถานประกอบการ เช่น การไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เนื่องจากมีแนวคิดที่ผิดว่าการสวมอุปกรณ์ป้องกันภัยทำให้เกิดความไม่สะดวกในการทำงาน (อรุบล โชติพงศ์ และคณะ, 2558) และเป็นที่น่าสังเกตว่า ทัศนคติดังกล่าวตรงกับผลการศึกษาของสำนักแรงงานจังหวัดจันทบุรี ที่ได้ทำการศึกษาไว้ก่อนหน้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่ถูกกละเลยและไม่ได้รับการแก้ไขเป็นเวลานานเกือบทศวรรษโดยได้รับการยืนยันจากสถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับ (องค์การมหาชน) (2557) ว่าปัญหาด้านความปลอดภัยในการทำงานของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นปัญหาที่ไม่ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมมาเป็นเวลานาน

การป้องกันอุบัติเหตุในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากอุบัติเหตุในการผลิตเครื่องประดับจะทำให้เกิดอันตรายต่อช่างฝีมือผู้ผลิตและสถานประกอบการแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุดิบที่มีราคาสูงและอาจไม่สามารถหามาทดแทนได้ตามที่เห็นได้จากกรณีที่คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงานได้กำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างผู้ผลิตเครื่องประดับไว้ว่า ต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องของความปลอดภัยในการทำงานเป็นสำคัญ (ราชกิจจานุเบกษา, 2557) และแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรม อัญมณีและเครื่องประดับ พ.ศ.2557-2560 ของสถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ก็ได้ระบุว่าการยกระดับคุณภาพชีวิตและความปลอดภัยใน

การทำงานของช่างฝีมือด้านอัญมณีและเครื่องประดับให้มีอุบัติเหตุจากการทำงานลดลง เป็นประเด็นที่มีความสำคัญมากที่สุดประเด็นหนึ่ง

ถึงแม้ว่าภาครัฐจะมีความพยายามที่จะแก้ปัญหานี้โดยกำหนดในพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 ไว้ว่า นายจ้างจะต้องจัดและดูแลสถานประกอบกิจการให้มีสภาพการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ (ราชกิจจานุเบกษา, 2554) แต่การพยายามนั้นอาจไม่ใช่การแก้ปัญหาที่ตรงจุดสักทีเดียวนัก เนื่องจากงานวิจัยหลายเรื่องพบว่า สาเหตุสำคัญของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ไม่ได้เกิดขึ้นจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน หากแต่เกิดจากความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานเอง (Rasmussen, 1997; Sole, Musu, Boi, Giusto, & Popescu, 2013; บุญชัย สอนพรหม, 2555) ดังนั้น แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาอุบัติเหตุในการทำงานที่เหมาะสมจึงควรเป็นการปรับแก้ที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน ดังที่งานวิจัยของ Guastello (1993) พบว่า แนวทางที่มีประสิทธิภาพในการลดอุบัติเหตุในการทำงานสูงสุด คือ การให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงานถึงพฤติกรรมที่ปลอดภัยและพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในการทำงาน ซึ่งความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยที่เกิดขึ้น จะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนทัศนคติ อันจะส่งผลไปยังการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อไป (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2548)

เมื่อพิจารณาแล้ว จะเห็นได้ว่าการให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในการทำงานแก่ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ดังที่งานวิจัยหลายเรื่องของไทยยืนยันว่า ความรู้ด้านอุบัติเหตุในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานไทยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานอย่างมีนัยสำคัญ (เฉลียว โกงเพชร, 2547; เฉิดศักดิ์ สืบทรัพย์, 2557; พิสุทธิ รัตนแสนวงษ์ และคณะ, 2555) กล่าวคือ ถ้าคนงานมีความรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานเพิ่มขึ้น พฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุในการทำงานจะดียิ่งขึ้นด้วย การให้ความรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานเช่นนี้สามารถทำได้หลายรูปแบบ ซึ่งล้วนแล้วแต่มีประสิทธิภาพแตกต่างกัน โดย Burke et al. (2006) พบว่า รูปแบบการฝึกอบรมเพื่อความปลอดภัยในการทำงานที่มีการแสดงแบบพฤติกรรมและให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนอย่างเพียงพอมีประสิทธิภาพสูงกว่ารูปแบบอื่น ๆ ตัวอย่างที่ดีของรูปแบบการฝึกอบรมลักษณะนี้ ได้แก่ การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์

การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลาในการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานได้เป็นอย่างดี เนื่องจากการเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สภาพการทำงานและหาแนวทางกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยไม่ต้องลองผิดลองถูกในการปฏิบัติงานจริง นอกจากนี้ การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ยังช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาดในการทำงาน สามารถทำให้

ผู้เรียนทดลองค้นหาแนวทางกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ และศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งอาจไม่สามารถกระทำได้ในการกระบวนการทำงานในสถานการณ์จริง (Maria, 1997) ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์สามารถนำไปใช้บนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปรับปรุงการเรียนทบทวนและการฝึกฝน สามารถควบคุมบทเรียนได้ประหนึ่งว่าผู้เรียนกำลังประสบกับเหตุการณ์จริง สามารถเพิ่มแรงจูงใจ และสามารถทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Alessi & Trollip, 1991)

การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Simulation) เป็นการเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอบทเรียนจากเอกสารตำราให้อยู่ในรูปของสื่อการเรียนการสอนที่มีการนำเสนอแบบสื่อประสมที่ให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันที มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับเนื้อหา โดยที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามความต้องการในลักษณะที่ไม่จำเป็นต้องเป็นเชิงเส้นตรง รวมทั้งมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจได้ทันที (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541) การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้โดยควบคุมให้ผู้เรียนมีสมาธิกับเนื้อหาทักษะที่ต้องเรียนรู้ และควบคุมไม่ให้เกิดปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่อาจรบกวนการเรียนรู้ได้ (Analoui, 1993) อีกทั้งเป็นการเรียนการสอนที่สร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ใช้สัญชาตญาณในการเรียนรู้ แก้ปัญหา หรือปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ทำให้การเรียนรู้จากการกระทำจากสถานการณ์แวดล้อมที่เสมือนจริง (Kindley, 2002) ซึ่งผู้เรียนสามารถเห็นวิธีการแก้ไขปัญหาและร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้น โดยปราศจากความเสี่ยงที่จะเกิดความเสียหายหรือได้รับอันตรายจากเครื่องมือ (Knapp & Glenn, 1996)

การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ประเภทหนึ่งที่มีวัตถุประสงค์ในการสอนลำดับขั้นตอนที่เป็นองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ (Alessi, 2000) โดยเน้นการสอนให้ผู้เรียนกระทำการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง มีการนำเสนอวิธีการ หรือขั้นตอนการปฏิบัติที่จะนำไปสู่เป้าหมาย (Heinich, Molenda, Russell, & Smaldino, 2002) เช่น การจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ ซึ่งการจำลองขั้นตอนสามารถควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทดลองให้คงที่ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานเกิดปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร การจำลองขั้นตอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการทดลองสำรวจวิธีการ หรือกระทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ว่ามีจุดมุ่งหมายอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ต้องแก้ปัญหายังไง ทำให้ผู้เรียนได้เห็นผลลัพธ์ที่หลากหลายจากการตัดสินใจที่แตกต่างกัน เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ จะทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติ และช่วยให้เกิดการประยุกต์ทักษะจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เกิดกระบวนการคิดและเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์จริงได้ (Leemkuil, De Jong, De Hoog, Christoph, & gaming, 2003; Lunce, 2006; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; ประจวบ กล่อมจิตร, 2554)

เนื่องจากระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้การจำลองขั้นตอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย และเมื่อนำมาพัฒนาเป็นสถานการณ์เรื่องความปลอดภัยในการทำงาน จะส่งผลให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความบกพร่องในการปฏิบัติงาน แก้ไข และหาแนวทางการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้เป็นอย่างดี (Alessi & Trollip, 2001; Durso & Gronlund, 1999; Endsley, 2012) การจำลองขั้นตอนบนคอมพิวเตอร์จึงถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุในหลายกิจกรรมอย่างแพร่หลาย เช่น การดับเพลิง การทำเหมืองแร่ การกลั่นสกัด วิศวกรรม และการแพทย์ (Zhao & Lucas, 2014) การจำลองขั้นตอนบนคอมพิวเตอร์ จึงมีความเหมาะสมในบริบทของการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เนื่องจากสามารถลดค่าใช้จ่ายจากวัสดุ อุปกรณ์ และวัตถุดิบที่มีราคาสูง และลดความเสี่ยงที่อาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการและสถานประกอบการได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการเรียนการสอนด้วยการจำลองขั้นตอนจะสามารถก่อให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น แต่เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน กลับพบว่ามีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนที่แตกต่างหลากหลาย (Brown & Chronister, 2009; Y. L. Chen, Hong, Sung, & Chang, 2011; Cook et al., 2012; Koh et al., 2010; Leemkuil et al., 2003; Salas & Burke, 2002; Smithburger, Kane-Gill, Ruby, & Seybert, 2012) สาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะการเรียนการสอนด้วยการจำลองขั้นตอนเมื่อนำไปใช้กับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่ออกแบบเพื่อผู้เรียนแบบกลุ่มใหญ่ ไม่สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งเป็นปัจจัยในการเรียนรู้ได้ จึงทำให้มีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่สามารถบรรลุถึงเป้าหมายทางการเรียนตามที่คาดหวังไว้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้น การออกแบบการเรียนการสอนด้วยการจำลองขั้นตอนจึงควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งรวมไปถึงกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากบทเรียน

เมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้โดยการแปลความหมายและสร้างสัญลักษณ์หรือแบบจำลองของสิ่งของต่าง ๆ ที่พบเห็นไว้ในความคิด เพื่ออธิบายถึงวัตถุประสงค์ปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว (กรมวิชาการ 2543, อ้างถึงใน วิจิต เทพประสิทธิ์, 2552) การแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ เป็นเรื่องเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ และภูมิหลังของแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน (Jonassen, 1992 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2552) ความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้เอง ทำให้เกิดแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สามารถติดตามกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิเคราะห์ความหมาย สรุปตัดสินใจ และสามารถปรับการนำเสนอความรู้และกระบวนการการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน (Jevremović & Vasić, 2010) ตั้งแต่การปรับเหมาะ

ในระดับมหภาค (Macro-Adaptive Instructional Systems) ที่เป็นการปรับเหมาะทางเลือกหรือองค์ประกอบหลักในการเรียนการสอน เช่น เป้าหมายของการเรียนการสอน ความลึกของเนื้อหาในหลักสูตร หรือระบบนำส่ง (Delivery system) และการปรับเหมาะปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรความถนัด (Aptitude-Treatment Interaction Models) ซึ่งเป็นการจำแนกคุณลักษณะทางความถนัดของผู้เรียนเพื่อเลือกกลวิธีการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับคุณลักษณะดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพ มาจนถึงการปรับเหมาะในระดับจุลภาค (Micro-Adaptive Instructional Systems) ที่เป็นการวินิจฉัยความต้องการที่เฉพาะเจาะจงของผู้เรียนและกำหนดกลวิธีการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการในขณะนั้น โดยกระบวนการวินิจฉัยและปรับเปลี่ยนกลวิธีการสอนนี้จะดำเนินเป็นวงต่อเนื่องตลอดทั้งกระบวนการการเรียนการสอน (Park & Lee, 2008)

ที่ผ่านมา การพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ มักจะใช้การผสมผสานกันระหว่างรูปแบบทั้งสามดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ไม่ได้ยึดเพียงแบบใดแบบหนึ่ง ซึ่ง Mavroudi and Hadzilacos (2016) กล่าวว่า ในการปรับเนื้อหาให้เหมาะสมต่อการเรียนในการเรียนการสอน สิ่งที่น่าเสนอควรจะเป็นการปรับเหมาะในระดับจุลภาค ในขณะที่วิธีการสอนที่เหมาะสมควรจะเป็นการปรับเหมาะในระดับมหภาค นอกจากนี้ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันส่งผลให้ระบบการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะซึ่งเดิมจำกัดอยู่แค่เพียงในห้องปฏิบัติการสามารถนำไปใช้ได้บนอินเทอร์เน็ตหรือในการเรียนการสอนทั่วไปได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากจะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลแล้ว ขณะเดียวกันก็ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้อีกด้วย อย่างไรก็ตาม วิจิต เทพประสิทธิ์ (2552) กล่าวว่า ปัญหาที่มักพบในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ คือ การที่ผู้พัฒนาระบบมักมุ่งเน้นไปที่ความสำคัญของกลไกทางซอฟต์แวร์ในการปรับเหมาะ โดยมิได้พิจารณานำหลักทฤษฎีทางการศึกษา หลักการออกแบบระบบการเรียนการสอน หรือจิตวิทยาการศึกษามาร่วมใช้ด้วย ดังนั้นบทเรียนแบบปรับเหมาะที่ผ่านมาจึงไม่ได้ครอบคลุมถึงขอบเขตทางทฤษฎีเท่าที่ควรจะเป็น

การพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอนเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย จึงจำเป็นต้องมีหลักทฤษฎีทางการศึกษาที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง ออกแบบการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการทำงาน รวมไปถึงให้ผู้เรียนมีความสามารถในการรับรู้และเข้าใจถึงสถานะขององค์ประกอบและสภาพแวดล้อมในการทำงาน และมีความสามารถในการคาดคะเนสถานะขององค์ประกอบและสภาพแวดล้อมที่จะเปลี่ยนไปในอนาคต รวมไปถึงการมีเจตคติที่ดี สามารถมองเห็นความสำคัญ ความรับผิดชอบ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา ผู้เรียนต้องบูรณาการทักษะ องค์ความรู้ เจตคติ และถ้อยคำ

ประสบการณ์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงได้ ซึ่งการเรียนรู้ลักษณะนี้ เรียกว่า การเรียนรู้ที่ซับซ้อน (Complex learning)

การเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่ซับซ้อน มิได้เป็นการสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้ย่อย ๆ แล้ว คาดหวังว่าผู้เรียนจะสามารถผสมผสานความรู้ย่อย ๆ เหล่านั้น เชื่อมต่อให้เกิดเป็นความรู้ที่มีความซับซ้อนได้เอง หากแต่เป็นการสอนที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้หลายอย่างที่ ล้วนมีความผูกพันเกี่ยวข้องกัน การเรียนการสอนที่มีความซับซ้อนเช่นนี้ จำเป็นต้องใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสม เนื่องจากการเรียนรู้ทักษะที่มีความซับซ้อนมีกระบวนการการเรียนรู้ของผู้เรียนแตกต่างจากการเรียนรู้ทักษะพื้นฐานง่าย ๆ ทั่วไป (Van Merriënboer, Clark, & De Croock, 2002; Van Merriënboer & Kirschner, 2017)

Van Merriënboer et al. (2002) ได้เสนอรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสี่ องค์ประกอบ (Four-Component Instructional Design หรือ 4C/ID) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่ซับซ้อนที่สามารถนำมาใช้กับการเรียนการสอนด้วยการจำลองขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม (Van Merriënboer & Kester, 2005; van Merriënboer & Kirschner, 2018) รูปแบบนี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบในการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) เป็นแกนหลักในการเรียนการสอน โดยเป็นการมอบหมาย กิจกรรมที่สัมพันธ์กับงานที่ต้องปฏิบัติในชีวิตจริง หรือการกำหนดประเด็นที่กระตุ้นให้ผู้เรียนปฏิบัติที่ไม่ใช่เป็นเพียงแค่การให้ผู้เรียนนำความรู้จากแหล่งข้อมูลมาตอบเท่านั้น แต่ต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียน บูรณาการแนวคิดทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ในการแก้ไขปัญหาตามสภาพจริง ซึ่งภารกิจ การเรียนรู้ที่มอบให้ผู้เรียนนั้นควรเป็นภารกิจแบบองค์รวม (Whole-task) ที่มีเป้าหมายในการเรียนรู้ หลาย ๆ เป้าหมายพร้อม ๆ กัน เช่นเดียวกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้วิธีการ บูรณาการทักษะ ความรู้ และเจตคติในการแก้ปัญหา พร้อมกับเรียนรู้เนื้อหาและพัฒนากลยุทธ์ทาง ความคิดไปพร้อม ๆ กันตั้งแต่เริ่มแรก (Salden, Paas, & van Merriënboer, 2006) 2) สารสนเทศ สนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ สารสนเทศจะต้องถูกจัดอย่างเป็นระบบ โดยผู้เรียนจะได้รับคำแนะนำ หรือสามารถค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการออกแบบวิธีการที่จะใช้ในการ แก้ปัญหาหรือปฏิบัติภารกิจ สารสนเทศสนับสนุนเป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและ สิ่งที่ผู้เรียนต้องค้นหาเพิ่มเติมเพื่อปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) หรือเรียกอีกอย่างว่า สารสนเทศแบบทันเวลา (Just-in-Time Information) เป็น สารสนเทศที่ชี้แนะผู้เรียนก่อนที่จะลงมือเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ เป็นสารสนเทศในลักษณะ ของขั้นตอนการทำงาน โดยให้สารสนเทศสั้น ๆ ที่ผู้เรียนต้องการในขณะกำลังมือปฏิบัติภารกิจ การเรียนรู้ และ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการทำให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมซ้ำ ๆ

เฉพาะในภารกิจส่วนย่อยบางภารกิจ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะย่อยในบางทักษะที่ต้องการให้เกิด เป็นความชำนาญและแม่นยำจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับแนวทางในการ พัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ทักษะที่จำเป็น และเงื่อนไขในการ นำทักษะนั้นไปใช้ รวมไปถึงกลยุทธ์การเลือกใช้ทักษะนั้น ๆ จนผู้เรียนเข้าใจถึงวิธีที่จะประเมินและ ตีความหมายของสถานะองค์ประกอบและสภาพแวดล้อม ผิดจนเกิดเป็นคลังประสบการณ์ (Experiential Repertoires) และ แบบจำลองทางปัญญา (Mental Models) เพื่อใช้ในการสร้าง แบบจำลองสถานการณ์ (Situation Model) ของตน ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกจัดการกับเหตุการณ์ที่ สำคัญและเพิกเฉยต่อเหตุการณ์อื่น ๆ ที่เกิดขึ้นได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพื้นที่ของความจำ ระยะสั้นที่ใช้สนับสนุนในการสร้างและรักษาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยและการปฏิบัติงานใน อนาคต (Bass, Zenyuh, Small, & Fortin, 1996; Collins, Brown, & Newman, 1989; Durso & Gronlund, 1999; Salas, Prince, Baker, & Shrestha, 1995)

นอกจากนั้น การออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (4C/ID) สามารถนำมาใช้ร่วมกับการ เรียนแบบปรับเหมาะได้เป็นอย่างดี โดยสามารถปรับภารกิจการเรียนรู้ให้เหมาะสมสอดคล้องกับ คุณลักษณะของผู้เรียน โดยคัดเลือกและปรับเหมาะภารกิจการเรียนรู้จากการวินิจฉัยและประเมิน ความรู้เดิมหรือประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน เช่นความแม่นยำหรือความรวดเร็วระหว่างเรียน หรืออาจจะปรับเหมาะจากความพยายามทางความคิด (Mental effort) ของผู้เรียนก็ได้ โดยระบบจะ ประเมินการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนและสามารถปรับเหมาะความยากง่ายของภารกิจการเรียนรู้และ ปรับระดับการให้การสนับสนุนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ ซึ่งการปรับเหมาะภารกิจการเรียนรู้จะทำให้ เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้มากกว่าผู้เรียนที่เรียน จากการจัดเรียงภารกิจการเรียนรู้แบบตายตัว (Van Merriënboer & Kester, 2005)

จากความเป็นมาและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการเสริมสร้างความตระหนักรู้ ด้านความปลอดภัยในการทำงานต่อบุคลากรในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นภารกิจที่มีความ สำคัญอย่างยิ่ง โดยควรปลูกฝังบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในการทำงานตั้งแต่ในระดับมหาวิทยาลัย เพื่อเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างรากฐานให้ ผู้เรียนได้ซึมซับถึงความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยกระทั่งกลายเป็นพฤติกรรมนิสัยและสามารถ ปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติ เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ของไทยให้ก้าวหน้าไปได้อย่างปลอดภัย ทั้งนี้สำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ในประเทศไทยนั้น ยังไม่มีการนำระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้าน



ความปลอดภัย ดังนั้นจึงเป็นแนวคิดสูงสุดของนักเทคโนโลยีการศึกษาที่จะช่วยพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อที่จะพัฒนาการเรียนรู้และเตรียมความพร้อมให้กับบุคลากรที่จะเข้าสู่อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ให้เกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยผู้วิจัยคาดว่าจากการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ได้ความรู้ใหม่ในเรื่องหลักการ แนวคิด และแนวปฏิบัติในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยให้นักศึกษาและบุคคลทั่วไปที่ได้เรียนรู้ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนที่สร้างขึ้นต่อไป

### คำถามวิจัย

1. ในปัจจุบัน สภาพ ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับ ระบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ การจำลองขั้นตอน การออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ และความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นอย่างไร
2. ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีองค์ประกอบและมีขั้นตอนอย่างไร
3. นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ที่เรียนรู้ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ จะมีความตระหนักด้านความปลอดภัยสูงขึ้นหรือไม่

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับ การจำลองขั้นตอน ระบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ การออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ และความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับในปัจจุบัน
2. เพื่อพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

3. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

4. เพื่อนำเสนอระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

### สมมติฐานการวิจัย

นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ได้เรียนรู้ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ มีความตระหนักด้านความปลอดภัยสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### ขอบเขตการวิจัย

#### 1. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความตระหนักด้านความปลอดภัย

#### 2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้านอัญมณีและเครื่องประดับ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะรูปพรรณวิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี 2 จำนวน 26 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ ได้แก่ วิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี ซึ่งเป็นวิชาที่นักศึกษาต้องศึกษาและฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับการผลิตงานเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณีตลอดกระบวนการ โดยมีความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในหลาย ๆ ด้าน ครอบคลุมถึงการใช้เปลวเพลิง แก๊ส เคมี และเครื่องจักร

## คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย (Adaptive Procedural Simulated Learning System Based on Four-Component Instructional Design to Promote Safety Awareness) หมายถึง ระบบการจัดการบทเรียนที่มีการพัฒนาอย่างเป็นระบบและสัมพันธ์สอดคล้องจากกรอบแนวคิด การจำลองขั้นตอน การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ การออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ ความตระหนักด้านความปลอดภัย และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักด้านความปลอดภัย มีการติดตาม ควบคุม ประเมินผลการเรียน และสามารถปรับเหมาะเนื้อหาการเรียนเพื่อให้เหมาะสมกับความรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้วยการจำลองขั้นตอน (Procedural Simulated Learning Task) โดยระบบจะวินิจฉัยว่าผู้เรียนปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมด้านความปลอดภัยที่กำหนดในแต่ละด้านหรือไม่ หากผู้เรียนไม่ผ่านการประเมินในด้านใด ระบบจะปรับเหมาะบทเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนเสริมเพื่อพัฒนาความตระหนักในด้านนั้น ผู้เรียนจะได้เรียนสารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) ระหว่างเรียน และมีสารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) ให้กับผู้เรียนเมื่อต้องการ และมีการฝึกฝนส่วนงานย่อย (Part-Task Practice) สำหรับทักษะที่ต้องการให้เกิดความเป็นอัตโนมัติ สอดแทรกซ้ำ ๆ ระหว่างบทเรียนเป็นระยะ ๆ เมื่อเรียนจบ ผู้เรียนจะถูกทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยการวัดพฤติกรรมด้านความปลอดภัยจากการจำลองขั้นตอนอีกครั้ง

2. การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) หมายถึง การจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสอนลำดับขั้นตอนในการผลิตเครื่องประดับ โดยให้ผู้เรียนสำรวจขั้นตอนต่าง ๆ ว่าปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลต่อผลลัพธ์ หรือจุดมุ่งหมายในแต่ละขั้น รวมถึงส่งผลต่อสภาพแวดล้อมอย่างไร และให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์หรือจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

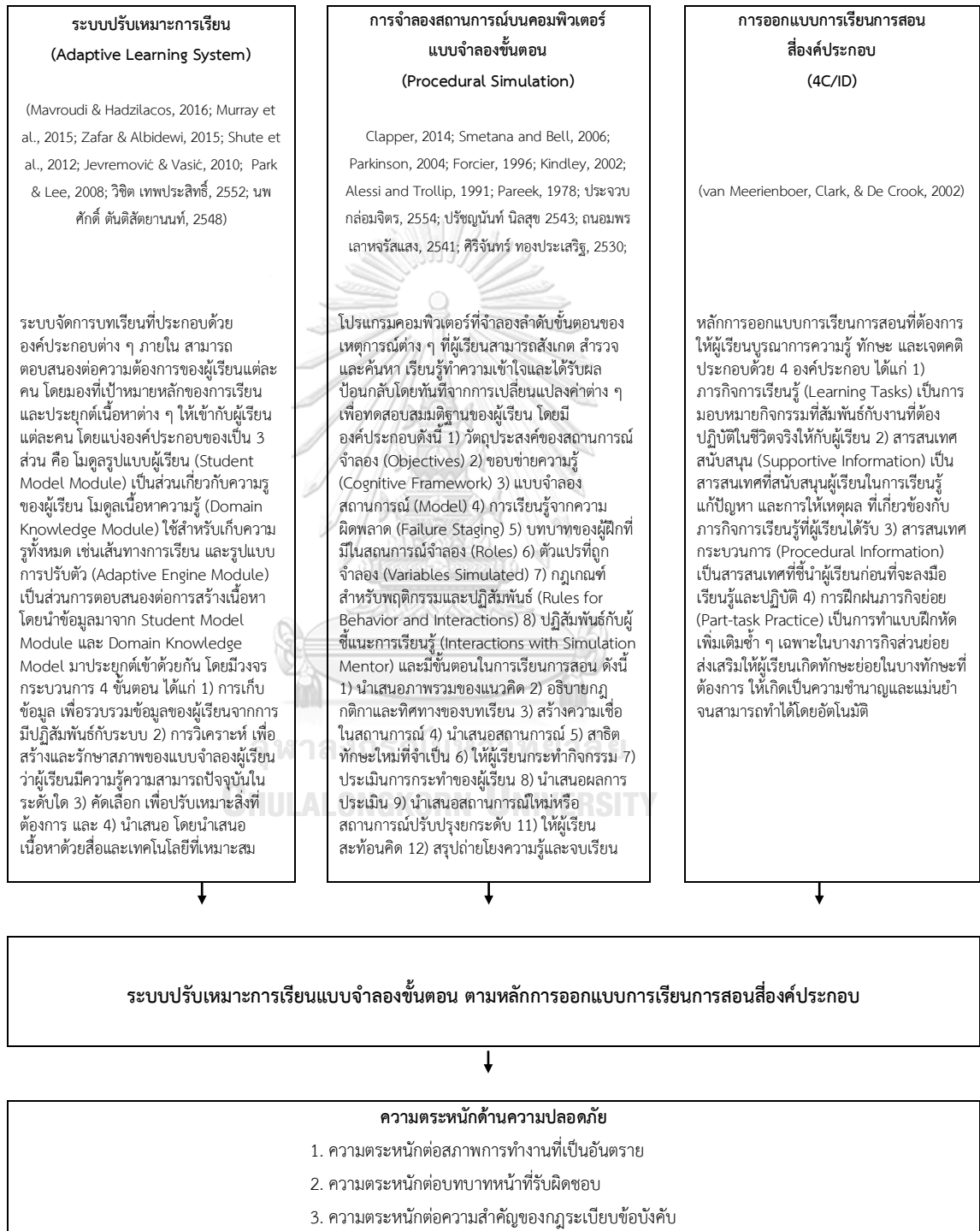
3. หลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ (Four-Component Instructional Design หรือ 4C/ID) หมายถึง รูปแบบที่ใช้ในการออกแบบการเรียนรู้การสอน ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Task) เป็นการวัดประสิทธิภาพให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงการทำให้เครื่องประดับตลอดกระบวนการ 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นความรู้ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้สนับสนุนการสร้างความรู้ใหม่ของผู้เรียน 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นขั้นตอนหรือวิธีการในการทำงานที่ให้กับผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการ และ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกทักษะที่ต้องทำซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ

4. ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ (Adaptive Learning System) หมายถึง ระบบจัดการบทเรียนที่ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ภายใน สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน โดยมองที่เป้าหมายหลักของการเรียน และประยุกต์เนื้อหาต่าง ๆ ให้เข้ากับผู้เรียนแต่ละคน โดยแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) โมดูลรูปแบบผู้เรียน (Student Model Module) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ของผู้เรียน 2) โมดูลเนื้อหาความรู้ (Domain Knowledge Module) ใช้สำหรับเก็บความรู้ทั้งหมด เช่นสถานการณ์อุบัติเหตุต่าง ๆ เส้นทางการศึกษา และ 3) รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Engine Module) เป็นส่วนของการตอบสนองต่อการสร้างเนื้อหา โดยนำข้อมูลมาจาก Student Model Module และ Domain Knowledge Model มาประยุกต์เข้าด้วยกัน

5. ความตระหนัkd้านความปลอดภัย (Safety Awareness) หมายถึง ความคิดเห็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบที่มีต่อเหตุการณ์และสภาพแวดล้อมที่อาจเกิดอันตราย การบาดเจ็บ หรือการสูญเสีย รวมทั้งการหลีกเลี่ยง ป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อสภาวะและสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายในการทำงาน 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงาน และความต้องการในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตนอย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย 3) ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานที่สถานประกอบการกำหนดขึ้น และความต้องการที่จะปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับนั้น

**กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย**

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีดังนี้



### คำอธิบายกรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

1. ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ (Adaptive Learning System) คือ ระบบจัดการบทเรียนที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน โดยมองที่เป้าหมายหลักของการเรียน เป็นการประยุกต์เนื้อหาให้เหมาะสมและเข้ากับผู้เรียนแต่ละคน โดยมีองค์ประกอบทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ 1) โมดูลรูปแบบผู้เรียน (Student Model Module) เป็นส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ของผู้เรียน 2) โมดูลเนื้อหาความรู้ (Domain Knowledge Module) ใช้สำหรับเก็บความรู้ทั้งหมด และ 3) รูปแบบการปรับตัว (Adaptive Engine Module) ที่เป็นส่วนตอบสนองต่อการสร้างเนื้อหา โดยนำข้อมูลมาจาก Student Model Module และ Domain Knowledge Model มาประยุกต์เข้าด้วยกัน โดยมีวงจรกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเก็บข้อมูล เพื่อรวบรวมข้อมูลของผู้เรียนจากการมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ 2) การวิเคราะห์ เพื่อสร้างและรักษาสภาพของแบบจำลองผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถปัจจุบันในระดับใด 3) คัดเลือก เพื่อปรับเหมาะสิ่งที่ต้องการ และ 4) นำเสนอ โดยนำเสนอบทเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน

2. การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) หมายถึง วิธีการ และเทคนิคการสอนที่ปรับให้เข้ากับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกันไป (Corno & Snow, 1986) เป็นการแทรกแซงทางการศึกษาที่มีเป้าหมายเพื่อปรับกลวิธีการสอนให้เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือให้นักเรียนแต่ละคนได้พัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ (Park & Lee, 2008)

3. การจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) หมายถึง การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงบนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการให้ความรู้และฝึกอบรม (Alessi & Trollip, 2001) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสอนลำดับขั้นตอนที่เป็นองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ (Alessi, 2000) โดยเน้นการสอนให้ผู้เรียนทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การจำลองขั้นตอนในการสอนการผลิตเครื่องประดับ การจำลองขั้นตอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการสำรวจวิธีการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งบทเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่เป้าหมาย (Heinich et al., 2002) สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและกระทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ว่ามีจุดมุ่งหมายอย่างไร มีปัญหาอย่างไร ต้องแก้ปัญหาอย่างไร โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ดังนี้ 1) วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง (Objectives) ที่แสดงเป้าหมายของการเรียนรู้ 2) ขอบข่ายความรู้ (Cognitive Framework) เป็นเนื้อหาความรู้ที่เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น ๆ 3) แบบจำลองสถานการณ์ (Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองของสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นเนื้อเรื่อง (Storyline) ของบทเรียน 4) การเรียนรู้จากความผิดพลาด (Failure Staging) เหตุการณ์ที่ผิดพลาดในเนื้อเรื่องที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและเรียนรู้ถึงข้อผิดพลาดรวมไปถึงวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดนั้น 5) บทบาท

ของผู้ฝึกที่มีในสถานการณ์จำลอง (Roles) เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจำลองขั้นตอนจากการดำเนินการไปตามบทบาทที่กำหนด 6) ตัวแปรที่ถูกจำลอง (Variables Simulated) ที่จำลองจากสถานการณ์จริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ 7) กฎเกณฑ์สำหรับพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ (Rules for Behavior and Interactions) 8) ปฏิสัมพันธ์กับผู้ชี้แนะการเรียนรู้ (Interactions with Simulation Mentor) ที่สามารถประเมินความต้องการของผู้เรียนและแนะนำสิ่งที่ควรทำ ทางเลือกหรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีระเบียบแบบแผน โดยให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนในปริมาณมากในช่วงต้นของการเรียนรู้และลดลงเมื่อผู้เรียนมีพัฒนาการ และจากการสังเคราะห์ พบว่าขั้นตอนสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วย 11 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่ 1) นำเสนอภาพรวมของแนวคิด 2) อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน 3) สร้างความเชื่อในสถานการณ์ 4) นำเสนอสถานการณ์ 5) สาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็น 6) ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรม 7) ประเมินการกระทำของผู้เรียน 8) นำเสนอผลการประเมิน 9) นำเสนอสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ปรับปรุงยกระดับ (หากเหมาะสม) 10) ให้ผู้เรียนสะท้อนคิด 11) สรุปถ่ายโยงความรู้และจบเรียน

4. หลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (4C/ID) (Van Merriënboer et al., 2002) หมายถึง หลักการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้ที่ซับซ้อน ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) เป็นแกนหลักของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เป็นการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้สร้างโครงสร้างทางปัญญาและสร้างกฎเกณฑ์สำหรับทักษะที่ต้องใช้ในการปฏิบัติภารกิจ ด้วยการมอบหมายกิจกรรมที่สัมพันธ์กับงานที่ต้องปฏิบัติในชีวิตจริงให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะ ความรู้ และเจตคติในการแก้ปัญหา 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่สนับสนุนผู้เรียนในการเรียนรู้ แก่ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ โดยอยู่ในรูปแบบของเนื้อหาความรู้ที่ระบบจัดให้ผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ หรือในรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับทางความคิดที่จะให้หลังจากผู้เรียนรู้ได้ทำภารกิจการเรียนรู้เสร็จสิ้น 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศที่ชี้นำผู้เรียนก่อนที่จะลงมือเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ในรูปแบบของขั้นตอนการทำงาน โดยให้สารสนเทศสั้น ๆ เมื่อผู้เรียนต้องการในขณะที่ลงมือปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-task Practice) เป็นการทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมซ้ำ ๆ เฉพาะในบางภารกิจส่วนย่อย ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะย่อยในบางทักษะที่ต้องการ ให้เกิดเป็นความชำนาญและแม่นยำจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ การฝึกฝนภารกิจย่อยไม่ได้เป็นองค์ประกอบภาคบังคับของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ โดยอาจจะมีหรือไม่มีอยู่ในรูปแบบการเรียนการสอนก็ได้

5. ความตระหนัkd้านความปลอดภัย (Safety Awareness) หมายถึง ความคิดเห็นทั้งทางด้านบวกและด้านลบที่เกิดจากความรุ้ความเข้าใจ ที่มีต่อการป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน ไม่ว่าจะจากสภาพแวดล้อม หรือเหตุการณ์ที่จะก่อให้เกิดอันตราย บาดเจ็บ หรือสูญเสีย ซึ่งเป็นสิ่งที่พึงหลีกเลี่ยง โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย หมายถึง ภาวะที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเข้าใจ มีความสำนึกต่อสภาพแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่รับผิดชอบ หมายถึง ภาวะที่ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจ รู้สึกรับผิดชอบ หรือมีความสำนึกต่อบทบาทหน้าที่ในการรับผิดชอบตนเอง และต้องการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตนอย่างถูกต้องเหมาะสม และ 3) ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ หมายถึง ภาวะที่ผู้ปฏิบัติงานรู้สึกรับผิดชอบ หรือมีความสำนึกต่อกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานที่สถานประกอบการกำหนดขึ้น และต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับนั้น

### ประโยชน์ของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ในเรื่องหลักการ แนวคิด และแนวปฏิบัติในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ
2. การสร้างสื่อการเรียนการสอนเพื่อทดลองรูปแบบในการวิจัยนี้ ทำให้เกิดนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ เป็นบทเรียนการผลิตเครื่องประดับที่มีการจำลองขั้นตอนในระบบการเรียนแบบปรับเหมาะ ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยที่นักศึกษาสาขาที่เกี่ยวข้องและบุคคลทั่วไปที่สนใจ จะได้มีโอกาสใช้เรียนรู้เพื่อพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัยของตน
3. กระบวนการวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้จะสร้างโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ได้ประโยชน์ในการพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัย และมีความพร้อมในการก้าวเข้าสู่การทำงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นต่อไป อีกทั้งจะสร้างโอกาสให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ร่วมเรียนรู้และร่วมพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัkd้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนา ความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ซึ่งได้ ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง สามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับเหมาะการเรียน

ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองขั้นตอน

ตอนที่ 3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

ตอนที่ 4 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

ตอนที่ 5 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย

ตอนที่ 6 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องประดับ

#### ตอนที่ 1 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับเหมาะการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลอง ขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและ งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

1.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction)

1.2 ประเภทของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ

1.3 ประเภทของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

1.4 แนวทางการพัฒนาการเรียนแบบปรับเหมาะ

1.5 องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียน

1.6 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียน

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ

## 1.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction)

คำว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ หรือ Adaptive Instruction ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายประการ นอกจากนี้ยังมีคำใกล้เคียงกัน และจัดว่าอยู่ในขอบเขตเนื้อหาเดียวกัน เช่น การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ดังนั้น การทำความเข้าใจกับความหมายของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนี้ จะทำให้เข้าใจถึงมโนทัศน์ที่ครอบคลุมได้

Park and Lee (2008) ได้อธิบายความหมายของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive Learning) ว่าเป็นแนวคิดและเทคนิคการเรียนรู้ที่บรรลุความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน โดยจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน การเรียนรู้แบบปรับเหมาะจะแตกต่างกับการสอนเป็นรายบุคคล (Individual Instruction) คือสามารถอ่อนไหว (Sensitive) ไปกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน เช่นเดียวกับกับความต้องการโดยทั่วไปของผู้เรียนทั้งกลุ่ม การเรียนรู้แบบปรับเหมาะ จะนำเสนอทางเลือกเพื่อการเรียนรู้และวัตถุประสงค์การเรียนรู้หลายรูปแบบให้เลือก ซึ่งสามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคนได้จากทางเลือกการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับสติปัญญา จุดอ่อน และจุดแข็งของแต่ละคน โดยคำนึงถึงระดับความรู้ของผู้เรียนต่อบทเรียน ทั้งนี้เพื่อสร้างความแข็งแกร่งให้กับทักษะและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนให้ประสบความสำเร็จในการเรียนได้

การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

Wang and Lindvall (1994) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะว่าเป็นวิธีการทางการศึกษาที่ได้รวมเอาขั้นตอน กลวิธีทางเลือกสำหรับการสอน และการใช้งานทรัพยากร โดยระบบจะมีความยืดหยุ่นที่ให้ผู้เรียนเลือกเส้นทาง และเวลาในการเรียนรู้ของตนเองได้

Corno and Snow (1986) ระบุว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive instruction) หมายถึง วิธีการและเทคนิคการสอนที่ปรับให้เข้ากันกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน

Park and Lee (2008) ได้ระบุถึงความหมายของการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ว่าเป็นการแทรกแซงการศึกษา (educational intervention) ที่มีเป้าหมายเพื่อปรับให้เหมาะกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและในขณะเดียวกันก็ช่วยเหลือให้นักเรียนแต่ละคนได้พัฒนาความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้

Stoyanov (2004) ได้ให้ความหมายของสภาพแวดล้อมของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับเหมาะว่า (Adaptive e-learning environment) ว่าเป็นระบบปฏิสัมพันธ์ที่ทำการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้มีความเฉพาะกับบุคคลมากขึ้นโดยปรับเปลี่ยน

องค์ประกอบของการเรียนอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้มีความเฉพาะกับบุคคลมากขึ้นโดยปรับเปลี่ยนทั้งด้านเนื้อหา รูปแบบการเรียนการสอน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในสภาพแวดล้อมนั้น เพื่อรองรับต่อความต้องการของแต่ละบุคคล และความชอบของผู้ใช้งานที่เกิดขึ้น การปรับเหมาะเหล่านี้ส่งผลให้มีการนำเสนอโครงสร้างของสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์แก่ผู้เรียนแตกต่างกันไป

Glaser (1977) ได้ระบุว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะจะต้องมี 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ได้แก่ 1) มีการเตรียมทางเลือกในการเรียนรู้ และเป้าหมายของการเรียนรู้ไว้หลากหลาย สำหรับให้ผู้เรียนได้เลือก 2) มีความพยายามใช้ และพัฒนาความสามารถที่ผู้เรียนจะใช้เป็นทางเลือกในการเรียนรู้ของตน และเพื่อปรับให้เหมาะสมกับสติปัญญา จุดแข็ง และจุดอ่อนของผู้เรียน 3) มีความพยายามที่จะเสริมสร้างความสามารถของแต่ละบุคคลให้เข้าเชิง เพื่อเข้าถึงโอกาสทางการศึกษาที่มีอยู่ได้ และพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการประสบความสำเร็จในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อน

วิชิต เทพประสิทธิ์ (2552) ให้ข้อสังเกตไว้ว่า แม้ว่าจะมีผู้ใช้คำว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ สลับ หรือแทนที่กับคำว่า การเรียนการสอนตามเอกัตภาพ เนื่องจากเข้าใจว่ามีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่โดยความหมายที่แท้จริงแล้วทั้งสองคำนี้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ การสอนแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one-on-one) ทุกรูปแบบ จัดว่าเป็นการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ แต่ถ้าหากลักษณะการเรียนการสอนนั้นไม่มีความยืดหยุ่นเพียงพอต่อความต้องการที่เฉพาะเจาะจงของผู้เรียนแต่ละคน ก็ไม่จัดว่าเป็นการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะได้ ถ้าหากว่าเป็นการเรียนการสอนที่ไวต่อความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน และความต้องการร่วมของกลุ่มด้วย ในทางทฤษฎีแล้ว การเรียนการสอนตามเอกัตภาพควรจะต้องมีลักษณะของการปรับเหมาะด้วย เนื่องจากการเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อได้ตอบสนองต่อความต้องการของแต่ละบุคคล และจากรายงานการศึกษาหลาย ๆ ชิ้น พบว่าการเรียนการสอนแบบเอกัตภาพ ให้ผลที่ดีกว่าการเรียนการสอนแบบกลุ่ม (Group Instruction) ก็เนื่องจากคุณลักษณะของการปรับเหมาะ ซึ่งเป็นธรรมชาติของการเรียนการสอนตามเอกัตภาพส่วนใหญ่ นั่นเอง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ โดยได้เตรียมทางเลือกต่าง ๆ ในการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลเหล่านั้น เป็นระบบปฏิสัมพันธ์ที่ปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนให้สอดคล้องกับผู้เรียน โดยมีการวินิจฉัยสภาวะของผู้เรียนตลอดเวลาทำให้ผู้เรียนได้รับสารสนเทศที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด

## 1.2 แนวทางการพัฒนาการเรียนแบบปรับเหมาะ

จากแนวคิดประยุกต์ใช้การเรียนรู้แบบปรับเหมาะที่จะทำให้สภาพแวดล้อมการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถปรับตัวเองได้ตามลักษณะนิสัยของผู้เรียนแต่ละคนในระดับปัจเจกบุคคลโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ผู้สอนต้องคำนึงถึงหลักความแตกต่างของการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน



ภาพที่ 1 ความแตกต่างของการเรียนการสอน

วิธีการที่นำมาใช้ในการพัฒนาบทเรียนแบบปรับเหมาะโดยทั่วไปมีใช้กันอยู่ 2 วิธีด้วยกันคือ (ซุณหพงศ์ ไทยอุบลรัตน์, 2546)

1. Personalization วิธีนี้จะเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมทางการเรียนให้เป็นที่ไปตามความต้องการของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ
2. Customization วิธีนี้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมทางการเรียนได้ตามความต้องการของตนเอง ซึ่งทั้งสองวิธีการนี้ช่วยให้การเรียนรู้เป็นที่ไปตามความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด

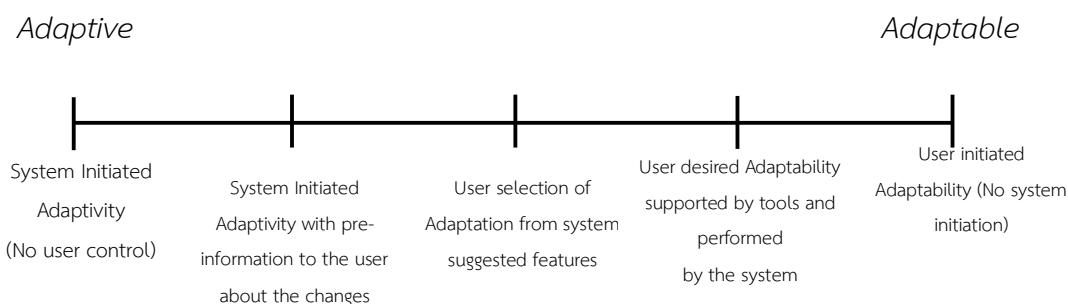
เทคนิคที่นำมาใช้ในการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์มีหลายวิธี ได้แก่

1. การปรับเนื้อหาของกระบวนการวิชาบนหน้าจอให้ตรงกับเป้าหมาย ความรู้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมีอยู่
2. การจัดเรียงหลักสูตรการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลในการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่รวดเร็วขึ้นด้วย

3. การปรับปรุงลำดับการจัดเรียงหลักสูตรตามความสำคัญโดยการใช้การเชื่อมโยง
4. การวิเคราะห์ตัวอย่างชาวนฉลาดเพื่อหาคำตอบให้แก่ผู้เรียน วิธีการนี้จะมีการเชื่อมโยงกับคำถามสุดท้ายที่ได้ทำการจัดเรียงไว้สำหรับช่วยเหลือผู้เรียน และผู้เรียนจะให้ข้อมูลการใช้งานกลับมาเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น
5. การสนับสนุนแบบโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา โดยสร้างตัวช่วยเหลือที่ชาญฉลาดไว้คอยช่วยเหลือในขั้นตอนการแก้ปัญหาต่าง ๆ แก่ผู้เรียน
6. การแก้ปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของตัวอย่าง หากผู้เรียนต้องมีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยทำมาก่อน อาจมีการยกตัวอย่างการแก้ปัญหานั้น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่

### 1.3 ประเภทของการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ

ในปัจจุบันระบบการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะศึกษาและพัฒนาโดยมุ่งที่ความยืดหยุ่นหรือปรับเหมาะ (Adaptive) เป็นประเด็นสำคัญ เนื่องจากมีการพิสูจน์หรือแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมประยุกต์ที่มีความยืดหยุ่นนั้นจะสามารถสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ได้ดีกว่า ดังนั้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาจึงมีการศึกษาและพัฒนาในด้านนี้มาก ระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะประกอบด้วยส่วนข้อมูลผู้เรียน (User Models) และการทำงานที่ปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม (Adaptation Features) ระบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ยอมให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมหรือกำหนดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ เรียกว่าการปรับเหมาะเองได้ (Adaptable) ส่วนระบบที่ปรับเปลี่ยนเองตามผู้ใช้โดยอัตโนมัติ จะเรียกว่าการปรับเหมาะอัตโนมัติ (Adaptive)



**ภาพที่ 2** รูปแบบของการปรับเหมาะในระบบคอมพิวเตอร์  
(Spectrum of adaptation in computer systems)

ที่มา: Oppermann and Rasher (1997)

การเรียนรู้แบบปรับเหมาะมีได้หลายประเภท ได้แก่ (Chen, Liu, & Chang, 2006)

1. การนำเสนอแบบปรับเหมาะ (Adaptive presentation)
2. การสนับสนุนการค้นหาแบบปรับเหมาะ (Adaptive navigation support)
3. การจัดลำดับหลักสูตร (Curriculum sequencing)
4. การวิเคราะห์อย่างอัจฉริยะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน (Intelligent analysis of student's solutions)

#### 1. การนำเสนอแบบปรับเหมาะ

ในบทเรียนทางเว็บที่ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และไฮเปอร์มีเดีย นั้นสามารถนำเสนอรูปแบบและเนื้อหาการเรียนได้หลากหลายที่จะปรับใช้หรือจัดเหมาะกับผู้เรียนแต่ละราย การนำเสนอด้านเนื้อหาจะเน้นที่การจัดเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน เช่น ผู้เรียนที่เรียนเก่งควรได้รับเนื้อหาการเรียนที่ลุ่มลึกหรือจำนวนมากในแต่ละครั้งการเรียน ในทางกลับกันผู้เรียนที่เรียนอ่อนควรได้รับเนื้อหาการเรียนที่มีรายละเอียดหรือตัวอย่างมากเพื่อสร้างความเข้าใจให้ง่ายขึ้น หรือการให้เนื้อหาที่ละน้อยเพื่อให้สามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น โดยจัดทำหน้าบทเรียนที่แตกต่างกัน (Page or Fragment variants) เป็นต้น นอกจากนี้การนำเสนอบทเรียนอาจจัดให้มีการช่วยเหลือการเรียนโดยจัดทำเป็นข้อความปรากฏขึ้นอัตโนมัติ (Popup information) หรือเป็นหมายเหตุเทคนิค (Tool tips) ปรากฏขึ้นมาเมื่อผู้เรียนนาเมาส์ไปวางไว้บริเวณเนื้อหานั้น

#### 2. การสนับสนุนการค้นหาแบบปรับเหมาะ

ในบทเรียนทางเว็บที่มีระบบค้นหา (Navigators) เพื่อคลิกดูข้อมูลของบทเรียน อาจทำได้หลายวิธีการตามความพอใจหรือทักษะของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการและคลิกดู เช่น การให้ข้อมูลตรง ๆ (Direct guidance) การเรียงลำดับข้อมูล (Ordering information) การซ่อนข้อมูลที่ไม่ใช่ไว้ (Hiding information) การใช้ตัวอักษรหรือสีของตัวอักษรแตกต่างกัน (Annotation) เพื่อแสดงประเภทและสภาพการศึกษา (educational state) การให้คลิกดูข้อมูลแต่ละส่วน (Mapping) เป็นต้น

นอกจากนี้การคลิกดู (browsing) รายการเนื้อหาหลักสูตรที่ต้องการเรียน ผู้เรียนอาจหลงทางหาบทเรียนไม่เจอหรือจำไม่ได้ว่าเคยเรียนถึงตอนไหนแล้ว ระบบจะช่วยเหลือผู้เรียนโดยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และผู้เรียนจะทราบสารบัญเนื้อหาของบทเรียนที่พร้อมสำหรับเรียนและยังไม่พร้อมสำหรับเรียนหากยังไม่ผ่านบทเรียนใดมาก่อน โดยการเสนอสีที่แตกต่างกัน เช่น สีแดงหมายถึงยัง

ไม่พร้อมสำหรับเรียน สีเขียวหมายถึงพร้อมที่จะเรียนได้ และสีขาวหมายถึงยังไม่มีเนื้อหาหรือข้อมูลใหม่ เนื้อหาแต่ละตอนที่เรียนผ่านแล้วจะปรากฏเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ (Check mark) ให้

### 3. การจัดลำดับหลักสูตร

เนื้อหาของบทเรียนในหลักสูตรหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องมีการจัดลำดับเนื้อหาการเรียนรู้อ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและได้รับความรู้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรนั้น การลำดับเนื้อหาอาจทำได้หลายรูปแบบ เช่น เรียนจากเนื้อเรื่องกว้างไปสู่เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง เรียนเนื้อหาหนึ่งก่อนเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาในลำดับต่อไป เรียนเนื้อหาใด ๆ ก่อนหรือหลังก็ได้ตามความพอใจหรือความถนัดของผู้เรียน เป็นต้น ซึ่งการเรียนแบบปรับเหมาะจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อจัดลำดับเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียนนั้น เช่น ผู้เรียนบางคนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งดีแล้วก็ไม่จำเป็นต้องเรียนเรื่องนั้นซ้ำโดยเข้าไปเรียนเนื้อหาต่อไปได้เลย เป็นต้น

### 4. การวิเคราะห์อย่างอัจฉริยะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

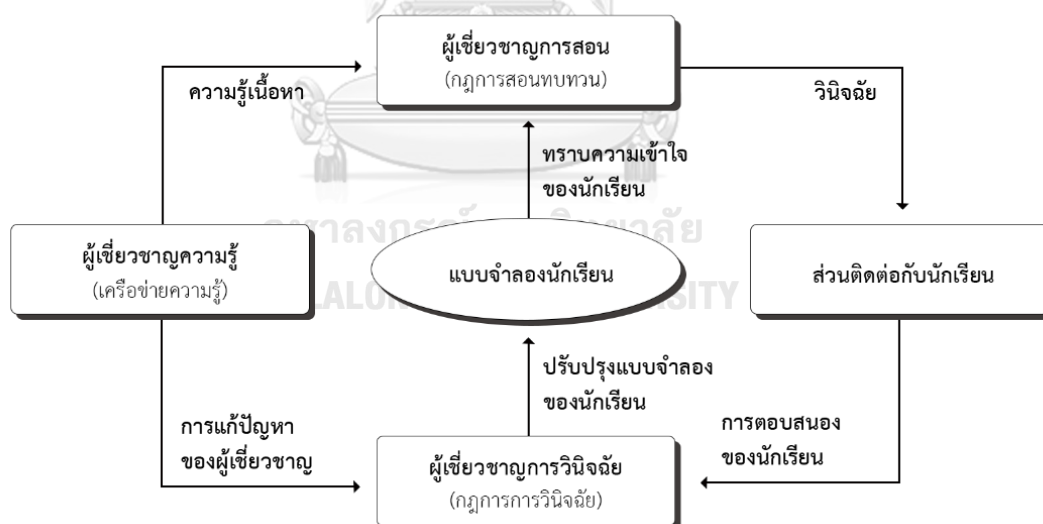
เป็นการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการเก็บข้อมูลพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแก้ปัญหาคำเรียนให้ได้อย่างถูกต้องตรงความต้องการของผู้เรียนซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น เช่น การเรียนแบบจับคู่ (Two-paired learning) ระบบจะจัดหาคู่เรียนที่เหมาะสมให้เพื่อให้สามารถช่วยเหลือในการเรียนของทั้งคู่ได้ โดยการจับคู่คนที่เรียนเก่งกับคนที่เรียนอ่อน หรือจับคู่คนที่ถนัดด้านใดด้านหนึ่งกับคนที่ถนัดแตกต่างกันเพื่อช่วยเหลือกันในการเรียน เป็นต้น

## 1.4 องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้

“ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้” (Adaptive Learning System) หรือ “ระบบสอนเสริมอัจฉริยะ” (Intelligent Tutoring System) ถึงแม้จะมีความหมายไม่เหมือนกันโดยที่เดียว แต่มักใช้แทนที่กันบ่อยครั้งในงานวิจัยต่าง ๆ (Verdú, Regueras, Verdú, De Castro, & Pérez, 2008) โดยเฉพาะเมื่อต้องการใช้อธิบายองค์ประกอบของข้อมูลและกลไกที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นเรื่องจำเป็นในการพัฒนาระบบ หรือที่เรียกว่า “โมดูล” นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอองค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ไว้หลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบจะมีโครงสร้างที่คล้ายกัน ดังนี้

Wallach (1987) อธิบายว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 โมดูล ได้แก่

- 1) โมดูลผู้เชี่ยวชาญความรู้ เป็นส่วนที่บรรจุความรู้ มีทั้งความรู้ที่เป็นกระบวนการและข้อเท็จจริงที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน ความรู้นี้จะถูกนำไปใช้ในการตอบคำถามแก่ผู้เรียน หรือแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญการสอน เพื่อจัดการเปรียบเทียบโดยผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย
- 2) โมดูลผู้เชี่ยวชาญการสอน เป็นส่วนที่มีหน้าที่ในการเลือกยุทธศาสตร์การสอนแก่ผู้เรียนต่อไป โดยอาศัยสภาพปัจจุบันของแบบจำลองผู้เรียน รวมถึงการจัดการวินิจฉัยการเสนอความรู้ใหม่ และตั้งคำถาม หรือเสนอปัญหาแก่ผู้เรียน
- 3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย เป็นส่วนที่ใช้กฎในการวิเคราะห์การตอบสนองของผู้เรียน โดยการตั้งสมมติฐานว่าผู้เรียนได้รับความรู้อะไร หรือผู้เรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้าง ซึ่งสมมติฐานเหล่านี้จะได้รับการพิจารณาในสภาพปัจจุบันและแบบจำลองผู้เรียน
- 4) โมดูลแบบจำลองผู้เรียน คือ แบบจำลองที่แสดงความเข้าใจของผู้เรียนที่มีต่อเนื้อหาที่เรียน
- 5) โมดูลติดต่อกับผู้เรียน เป็นส่วนของคำถามและปัญหาที่สร้างจากผู้เชี่ยวชาญการสอน โดยนำเสนอแก่ผู้เรียน เพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์และเป็นส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่แปลความหมาย ซึ่งการตอบสนองของผู้เรียนนั้น จะนำมาทำการวินิจฉัยโดยผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัย



ภาพที่ 3 แบบจำลองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของ Wallach

Livergood (1991) กล่าวว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 โมดูล ได้แก่



1) โมดูลแบบจำลองผู้เรียน (Student Model Module) เป็นส่วนที่ใช้ในการประเมินสภาพความรู้ของผู้เรียน เพื่อสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับโมโนทัศน์ และยุทธศาสตร์การใช้เหตุผลของผู้เรียนที่ทำให้เกิดสถานะความรู้ปัจจุบันในขณะที่เรียน ส่วนมากจะแสดงสถานะความรู้เป็นชุดย่อยของฐานความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ แบบจำลองจึงสร้างขึ้นโดยการเปรียบเทียบการปฏิบัติของผู้เรียนกับพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาในรูปแบบเดียวกันผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2) โมดูลการบริหาร (Administrative Module) เป็นโมดูลที่ควบคุมกิจกรรมทั้งหมดด้วยระบบการสอนบททวนที่สมบูรณ์แบบ

3) โมดูลการสอนบททวน (Tutorial Module) คือ ชุดที่กำหนดว่าจะสอนอะไร นำเสนออย่างไร และเมื่อไร

4) โมดูลฐานข้อมูล (Data-Based Module) เป็นฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอนและผู้เรียน โมดูลนี้ถูกใช้ในการสร้างเนื้อหาและจัดเก็บเนื้อหาที่จะสอนทั้งหมด

Recker and Pirolli (1992) เสนอว่า องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้นั้นควรมี 4 โมดูล ได้แก่

1) โมดูลผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา (Domain Expert Module) ประกอบด้วย ฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะสอนผู้เรียน ฐานความรู้ประกอบด้วยข้อเท็จจริงและหลักการ หรือสภาพแบบจำลองที่เป็นจริงที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ

2) โมดูลแบบจำลองผู้เรียน (Student Model Module) เป็นส่วนที่พยายามเข้าใจสภาพความรู้ของผู้เรียนในขณะที่เรียน ซึ่งอาศัยการติดตามการแก้ปัญหาของผู้เรียน ทั้งนี้แบบจำลองผู้เรียนได้รับการพัฒนา โดยมี 2 แบบจำลอง ดังนี้

2.1) แบบจำลอง Overlay เป็นแบบจำลองที่อยู่บนสมมติฐานว่า การพัฒนาความรู้ของผู้เรียน คือ ชุดย่อยของฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญนั้นเป็นสิ่งที่ต้องสร้างขึ้น หากเปรียบเทียบอยู่บนสมมติฐานว่า ฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญถูกวางทับด้วยสภาพความรู้ปัจจุบันของผู้เรียน เพื่อดูว่าสภาพการเรียนรู้ปัจจุบันของผู้เรียนมีปัญหาอะไร ระบบการสอนบททวนก็จะจัดการแก้ไขปัญหานี้ โดยการกำหนดวิธีสอนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน

2.2) แบบจำลอง Bug-Library เป็นแบบจำลองที่ประกอบด้วยกฎซึ่งอยู่ในฐานความรู้ผู้เชี่ยวชาญ โดยกฎแต่ละกฎจะเชื่อมกับชุดของกฎความคลาดเคลื่อน ดังนั้น ระบบการสอนบททวนในรูปแบบนี้ จะบรรจุการแสดงความรู้ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องบรรจุกฎแห่งความคลาดเคลื่อนในเนื้อหาวิชาไว้จำนวนมากพอที่จะครอบคลุมพฤติกรรมของผู้เรียน

3) โมดูลการสอน (Teaching Module) เป็นองค์ประกอบที่อาศัยการบูรณาการระหว่างผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาและแบบจำลองผู้เรียน โดยโมดูลนี้จะต้องกำหนดลำดับการเสนอปัญหาการตัดสินใจให้คำแนะนำเมื่อผู้เรียนต้องการ หรือหยุดการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้ชั่วคราว เพื่อจัดสอนซ่อมส่วนที่ยังคลาดเคลื่อนให้ถูกต้องก่อน

4) โมดูลที่ติดต่อกับผู้เรียน (Interface Module) เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทในการสื่อสารกับผู้เรียนด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย ส่วนนี้จะต้องไม่สร้างความยุ่งยากให้กับผู้เรียน ส่วนใหญ่แล้วระบบจะใช้ส่วนติดต่อกับผู้เรียนด้วยภาษาธรรมชาติ

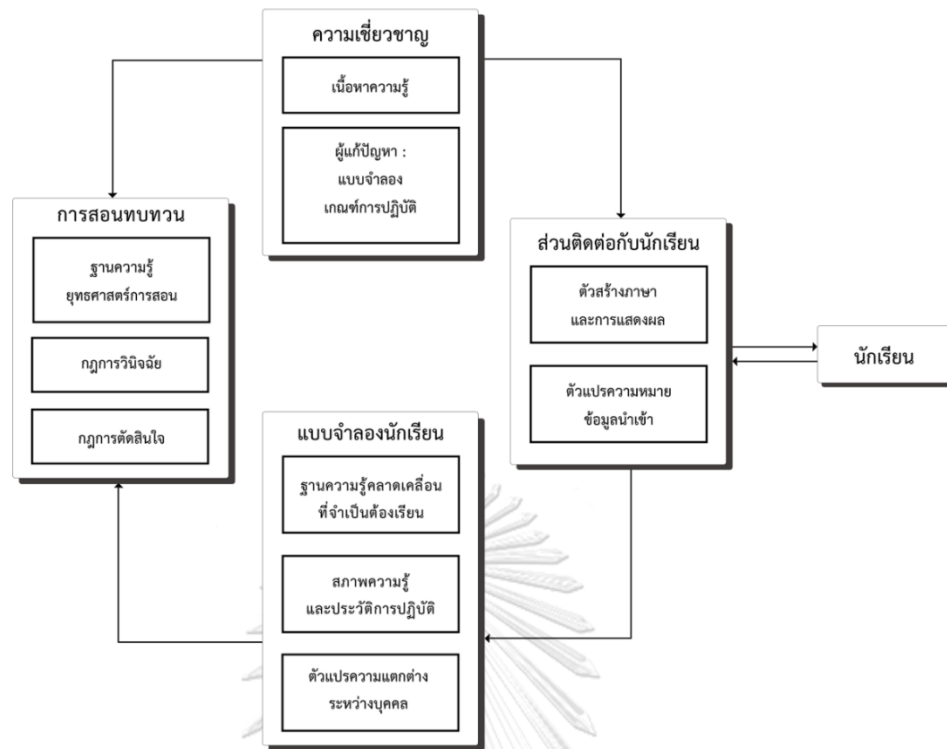
Park and Seidel (1991) กล่าวว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ มีองค์ประกอบ 4 โมดูล คือ โมดูลความเชี่ยวชาญ โมดูลแบบจำลองผู้เรียน โมดูลการสอนทบทวน และโมดูลส่วนติดต่อกับผู้เรียน

1) โมดูลความเชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ฐานข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและแบบจำลองเกณฑ์การปฏิบัติ โดยเนื้อหาที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน เพื่อให้เกิดความรู้เกี่ยวกับบทโนทัศน์และความรู้ที่เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาในวิชานั้นอยู่ในองค์ประกอบย่อยของฐานความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา และแบบจำลองเกณฑ์การปฏิบัติ คือ ความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่บรรจุในคอมพิวเตอร์ โดยจะแก้ปัญหาเดียวกันกับปัญหาที่ผู้เรียนได้รับ ซึ่งระบบสามารถประเมินผลการปฏิบัติของผู้เรียนได้

2) โมดูลแบบจำลองผู้เรียน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ สภาพความรู้และประวัติการปฏิบัติงานของผู้เรียน เป็นส่วนที่แสดงถึงระดับการปฏิบัติของผู้เรียนที่เพิ่งผ่านพ้นไป และยุทธศาสตร์การใช้เหตุผลที่ผู้เรียนได้ใช้ในการระบวนการเรียน องค์ประกอบย่อยที่สอง คือ ความบกพร่องในการเรียนและสิ่งที่จำเป็นต้องเรียน แสดงถึงบทโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนและความไม่พึงพอใจในยุทธศาสตร์การปฏิบัติที่ผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาของขอบเขตเนื้อหาวิชา และองค์ประกอบย่อยสุดท้าย คือ ฐานข้อมูลของตัวแปรรวม

3) โมดูลการสอนทบทวน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ฐานความรู้ด้านการสอนซึ่งบรรจุวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ไว้ องค์ประกอบย่อยที่สอง คือ ฐานกฎการวินิจฉัยเพื่อการทำอนุมานเกี่ยวกับบทโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ของผู้เรียน และองค์ประกอบย่อยสุดท้าย คือ ฐานกฎการกำหนด เป็นการเลือกวิธีการสอนที่ดีที่สุดบนพื้นฐานของความจำเป็นที่ต้องเรียนของผู้เรียน

4) โมดูลส่วนติดต่อกับผู้เรียน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ ตัวสร้างภาษาและการแสดงผล และตัวแปลความความหมายข้อมูลของผู้เรียนที่ถูกป้อนเข้าสู่ระบบ



ภาพที่ 4 แบบจำลองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของ Park and Seidel

## สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้

จากองค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของนักวิชาการข้างต้น สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้

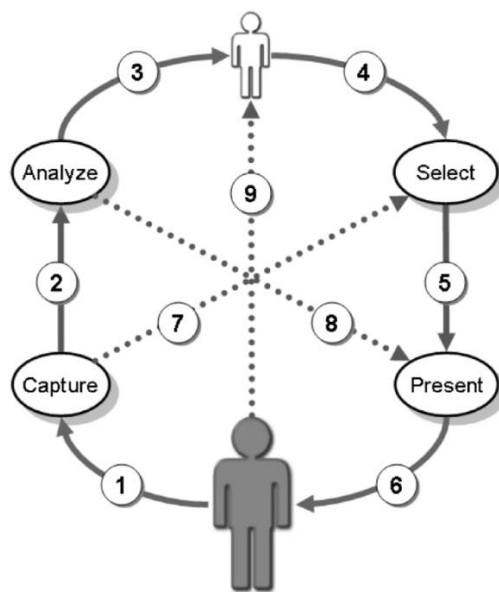
องค์ประกอบ	Wallach (1987)	Livergood (1991)	Recker and Pirolli (1992)	Park and Seidel (1991)	ผู้วิจัย
Domain Knowledge	✓	✓		✓	✓
Analysis	✓		✓	✓	
Interface	✓	✓	✓	✓	✓
Teaching	✓	✓	✓	✓	
Student Model	✓	✓	✓	✓	✓

จาก ตารางที่ 1 สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ของนักวิชาการแต่ละท่าน ล้วนมีความคล้ายคลึงและเหลื่อมล้ำกันอยู่ อย่างไรก็ตาม ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้นั้น อาจไม่จำเป็นต้องมีครบถ้วนสมบูรณ์ทุกองค์ประกอบ เนื่องจากขึ้นอยู่กับขนาดและความซับซ้อนของโปรแกรม (Park and Seidel, 1991) ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้องค์ประกอบของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ตามภาพรวมขององค์ประกอบที่ Murray et al. (2015) ได้อธิบายไว้ ดังต่อไปนี้

- 1) โมดูลเนื้อหาความรู้ (Domain Knowledge Module) เป็นส่วนที่ใช้จัดเก็บเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่จะใช้สอนผู้เรียน รวมถึงจัดเก็บแบบทดสอบและแบบฝึกหัด
- 2) โมดูลแบบจำลองผู้เรียน (Student Model Module) เป็นส่วนที่พยายามเข้าใจสภาพความรู้ของผู้เรียนในขณะที่เรียน โดยอาศัยการติดตามการแก้ปัญหาของผู้เรียน
- 3) โมดูลการปรับเหมาะ (Adaptation Module) ใช้กฎในการวิเคราะห์การตอบสนองของผู้เรียน โดยการตั้งสมมติฐานว่าผู้เรียนได้รับความรู้อะไร หรือผู้เรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอะไรบ้าง ซึ่งสมมติฐานเหล่านี้จะได้รับการพิจารณาในสภาพปัจจุบันรวมถึงแบบจำลองผู้เรียน

### 1.5 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้

Shute and Zapata-Rivera (2012) กล่าวว่า กระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้ ประกอบด้วย 4 กระบวนการ ได้แก่ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ การคัดเลือก และการนำเสนอ โดยสามารถแสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 5 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้

ที่มา: “Adaptive Educational Systems”, Shute and Zapata-Rivera (2012)

#### 1) การเก็บข้อมูล (Capture)

การเก็บข้อมูลเป็นกระบวนการในการรวบรวมข้อมูลของผู้เรียนที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ ซึ่งแสดงด้วยภาพคนตัวใหญ่ดังแสดงในรูปที่ 5 ข้อมูลที่รวบรวมจะเป็นข้อมูลทางด้านพุทธิปัญญา เช่น วิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน และข้อมูลด้านอื่น ๆ เช่น ความมุ่งมั่นในการเรียนของผู้เรียน รวมไปถึงระดับความรู้ของผู้เรียน โดยข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้จะนำไปปรับแบบจำลองผู้เรียน ทั้งนี้ในระบบการเก็บข้อมูลของผู้เรียนสามารถกระทำได้หลายวิธี และในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีดังต่อไปนี้

1.1) การทดสอบความรู้ก่อนเริ่มบทเรียน เป็นวิธีการที่สามารถเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผู้เรียนได้อย่างแม่นยำว่า ผู้เรียนมีความรู้ก่อนบทเรียน ณ ขณะนั้นเพียงใด ระบบจะทำการทดสอบความรู้ของผู้เรียนด้วยคำถามจากคลังข้อสอบ และเก็บข้อมูลที่ได้มาเพื่อนำไปวิเคราะห์ระดับความรู้ของผู้เรียนต่อไป

1.2) การสอบถามความมั่นใจในข้อความ เพื่อทดสอบความรู้แต่ละข้อ ซึ่ง Murray et al. (2015) กล่าวว่า ในวิธีนี้ สำหรับข้อความเพื่อทดสอบความรู้ในแต่ละข้อ ผู้เรียนสามารถ

เลือกตอบคำถามเพื่อทดสอบความรู้ในข้อนั้น หรือยอมแพ้ไม่ตอบคำถามนั้น ๆ และผู้เรียนจะต้องระบุความมั่นใจในการตอบคำถามเหล่านั้น โดยเลือกระหว่าง “มั่นใจ” “คิดว่ามีใจ” “ไม่ค่อยมั่นใจ” และ “ไม่มั่นใจเลย” ถ้าผู้เรียนยอมแพ้ ไม่ตอบคำถามข้อนั้น หรือตอบคำถามแต่ระบุความมั่นใจว่า “ไม่มั่นใจเลย” ระบบจะเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง แต่จะบันทึกข้อมูลไว้ว่า ผู้เรียนยังไม่ผ่านหัวข้อการเรียนรู้นี้ ในขณะเดียวกัน ถ้าผู้เรียนเลือกที่จะตอบคำถามทดสอบความรู้และระบุความมั่นใจเป็นอย่างดี ระบบจะเฉลยคำตอบพร้อมกับให้ผลป้อนกลับทันที

## 2) การวิเคราะห์ (Analyze)

การวิเคราะห์เป็นกระบวนการในการสร้างและรักษาสภาพของแบบจำลองผู้เรียน โดยมักแสดงในลักษณะการอ้างอิงถึงสถานะปัจจุบันของผู้เรียน ว่ามีความรู้ความสามารถในระดับใด เช่น หากผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่ยากได้ ระบบจะวิเคราะห์ว่าผู้เรียนน่าจะมีความรู้ในด้านนี้ดี และหากผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่ยากต่อไปได้อีก ระบบจะยิ่งมั่นใจว่าผู้เรียนน่าจะมีความรู้ในด้านนี้เป็นอย่างดี โดยภาพคนตัวเล็กในดังแสดงในรูปที่ 5 แสดงถึงแบบจำลองผู้เรียน

Zafar and Albidewi (2015) ได้เสนอสูตรในการวิเคราะห์ไว้ว่า

$$CF_{(c)} = MB_{(c)} - MD_{(c)}$$

โดยที่  $CF_{(c)}$  หมายถึง Concept หรือระดับความรู้ของหน่วยความรู้หนึ่ง ๆ

$MB_{(c)}$  หมายถึง Measure of Belief หรือระดับความเข้าใจของหน่วยความรู้นั้น

$MD_{(c)}$  หมายถึง Measure of Disbelief หรือระดับของความไม่เข้าใจของหน่วยความรู้

ในการเริ่มต้นบทเรียน ระบบจะกำหนดให้  $CF_{(c)} = MB_{(c)} = MD_{(c)} = 0$  ซึ่งหมายความว่า ระดับความรู้ของผู้เรียนในหน่วยความรู้นั้นเป็นศูนย์ และจะเริ่มสะสมคะแนนจากการทดสอบและกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งการวิเคราะห์มีรายละเอียด ดังนี้

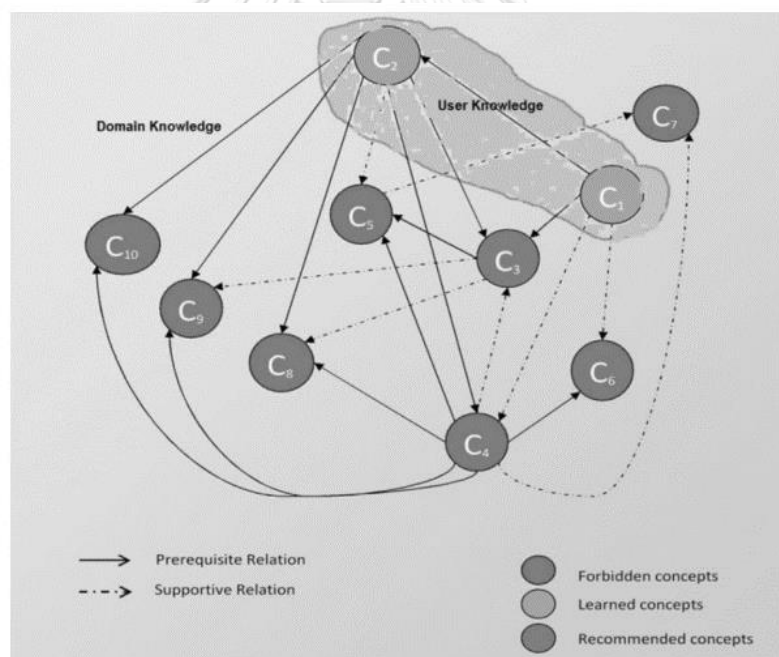
2.1) การวิเคราะห์จากการทดสอบความรู้ก่อนเริ่มบทเรียน หากผู้เรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง ค่า  $MB_{(c)}$  หรือคะแนนระดับความเข้าใจของหน่วยความรู้นั้นจะเพิ่มขึ้น และหากผู้เรียนสามารถตอบคำถามในหัวข้อเดียวกันได้ถูกต้องหลาย ๆ ข้อ นั้นย่อมหมายความว่า ผู้เรียนมีความรู้ในหัวข้อนี้เป็นอย่างดี ทำให้คะแนนระดับความเข้าใจของหน่วยความรู้นั้นเพิ่มมากขึ้น

2.2) การวิเคราะห์จากความมั่นใจในการตอบคำถาม ถ้าผู้เรียนระบุว่า “ไม่ค่อยมั่นใจ” หรือ “ไม่มั่นใจเลย” ระบบจะวิเคราะห์ว่าผู้เรียนยังไม่มีความรู้เพียงพอ (Murray et al., 2015) ซึ่งจะทำให้ค่า  $MD_{(C)}$  หรือระดับของความไม่เข้าใจของหน่วยความรู้นั้นเพิ่มขึ้น

### 3) การคัดเลือก (Select)

การคัดเลือกเป็นกระบวนการในการคัดเลือกสิ่งที่ต้องการปรับเหมาะ โดยเลือกจากสถานะปัจจุบันของผู้เรียน โดยใช้ข้อมูลจากแบบจำลองผู้เรียน และจุดประสงค์ของระบบ ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการปรับเหมาะระดับของเนื้อหาและความสามารถในการเข้าถึงในเนื้อหา

Zafar and Albidewi (2015) กล่าวว่า หน่วยความรู้ต่าง ๆ ในระบบ ( $CF_{(C)}$ ) จะเชื่อมโยงกัน โดยแบ่งระดับการเข้าถึง ดังนี้ หน่วยความรู้ที่เรียนแล้ว หน่วยความรู้ที่แนะนำต่อไป และหน่วยความรู้ต้องห้าม ซึ่งผู้เรียนจะไม่สามารถเข้าถึงหน่วยความรู้ต้องห้ามได้ และจะสามารถเข้าถึงหน่วยความรู้ที่แนะนำต่อไปได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีระดับความรู้ในหน่วยความรู้ที่กำลังเรียนสูงกว่าระดับที่ระบบกำหนดไว้ ดังภาพ



ภาพที่ 6 โครงสร้างหน่วยความรู้ในระบบปรับเหมาะ

ที่มา: Evaluation Study of eLGuide: A Framework for Adaptive e-Learning, Zafar and Albidewi (2015)

#### 4) การนำเสนอ (Present)

ในขั้นตอนนี้ เป็นกระบวนการในการนำเสนอ โดยนำเสนอสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการนำข้อมูลสู่ผู้เรียน

วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้ แสดงให้เห็นถึงการปรับเหมาะในหลายระดับ โดยวงจรการปรับเหมาะอาจจะหมุนเป็นวงครบทุกกระบวนการ ซึ่งเป็นลักษณะของการปรับเหมาะการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์แบบ หรืออาจจะไม่ครบทุกกระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 5 วงจรกระบวนการปรับเหมาะการเรียนรู้ ก็ได้

### 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ

Murray et al. (2015) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมและการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ โดยกลุ่มทดลองเป็นนักศึกษาจำนวน 113 คนที่ลงเรียนวิชา Digital Literacy โดยเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ที่มีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบผลการเรียนแบบปรับเหมาะ และกลุ่มควบคุมเป็นนักศึกษาจำนวน 105 ที่ลงเรียนวิชาเดียวกัน โดยเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบดั้งเดิม ซึ่งผลการศึกษา พบว่า การเรียนการสอนทั้งสองแบบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยดังกล่าว อธิบายถึงการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะว่า ใช้คะแนนจากการตอบข้อคำถามและคะแนนความมั่นใจเพื่อนำมาพิจารณาปรับเหมาะในการจบบทเรียน โดยไม่ได้อธิบายถึงการปรับเหมาะในแนวทางการเรียนการสอนระหว่างบทเรียนแต่อย่างใด

Wang et al. (2015) พัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดของการเรียนการสอนด้วยปัญหาในสถานการณ์จำลอง การสาธิต และการเรียนรู้จากการกระทำ เป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบและทักษะทางด้าน ICT สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีในประเทศจีน เมื่อทดลองประสิทธิภาพของระบบ พบว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ที่พัฒนานั้น ไม่ได้ส่งผลต่อทักษะด้าน ICT อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยดังกล่าว ใช้แนวคิดการปรับเหมาะในการพิจารณาว่า ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้หน่วยนั้นหรือไม่ ซึ่งระบบจะให้ผู้เรียนกลับไปทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ จนกว่าจะบรรลุวัตถุประสงค์ แต่ไม่ได้ปรับเหมาะกลวิธีในการสอนแต่อย่างใด

Ng, Lui, and Wong (2015) พัฒนาแอปพลิเคชันปรับเหมาะการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนภาษาญี่ปุ่น โดยวิเคราะห์ความสามารถของผู้ใช้จากการทำแบบฝึกหัด และปรับเหมาะแบบฝึกหัดเพิ่มเติมจากหัวข้อที่ผู้ใช้ยังมีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ งานวิจัยดังกล่าว พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน



Dolenc and Aberšek (2015) พัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้สำหรับนักเรียนเกรด 8 โดยก่อนเริ่มบทเรียน ระบบจะวิเคราะห์ผู้เรียนจากการทดสอบก่อนบทเรียน และแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ระดับเก่งและระดับอ่อน โดยผู้เรียนระดับอ่อนจะได้รับเนื้อหาและตัวอย่างการเรียนรู้เพิ่มเติมมากกว่าผู้เรียนระดับเก่ง ผลการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า ระบบปรับเหมาะดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม และผู้เรียนในระบบปรับเหมาะมีการพัฒนาที่สูงขึ้น

Verdú et al. (2008) ได้วิเคราะห์อภิमानงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ โดยใช้การคำนวณค่าอิทธิพล (Effect Size) และพบว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ต่าง ๆ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

Chen et al. (2006) ศึกษาและพัฒนาบทเรียนที่มีการปรับลำดับหลักสูตรให้เหมาะสมในแต่ละผู้เรียน โดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory–IRT) เพื่อสร้างลำดับของบทเรียนในหลักสูตรที่มีการปรับระดับความยากง่ายให้เหมาะกับผู้เรียนที่มีความแตกต่างทางด้านพื้นฐานความรู้ ทักษะคิดทางการเรียน และจุดมุ่งหมายในการเรียน ซึ่งบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะส่วนใหญ่มักละเลยความสำคัญของความสามารถของผู้เรียน หรือระดับความรู้ของผู้เรียน บทเรียนนี้สามารถหลีกเลี่ยงเนื้อหาที่ยากและไม่จำเป็นแก่ผู้เรียนบางคน โดยนำเสนอเป็นรูปแบบที่เรียกว่า ระบบบทเรียนทางเว็บแบบส่วนบุคคล (Personalized Web-Based Instruction System) วิชาที่สอน คือ การเขียนโปรแกรมภาษาซี ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนดังกล่าว พบว่า การนำเอาทฤษฎี IRT มาใช้ในบทเรียนทางเว็บ จะสามารถสร้างทิศทางการเรียนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคนได้ และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Melis and Andres (2005) พัฒนาระบบบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะที่เรียกว่า ACTIVEMATH สำหรับสอนวิชาเลขคณิตที่ปรับเหมาะตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเก็บข้อมูลผู้เรียนใน 2 ขั้นตอน ได้แก่ การวินิจฉัยขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียน และการวินิจฉัยเหตุผลในการตอบข้อคำถามเพื่อจัดบทเรียนและคำแนะนำในการเรียนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ หน้าจอการนำเสนอบทเรียนและคำแนะนำจะปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความชอบและทักษะของผู้เรียน

Chorfi and Jemni (2004) พัฒนาระบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปรับเหมาะที่เรียกว่า PERSO (PERSONalizing e-Learning System) ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน ได้แก่ หลักสูตร รูปแบบผู้เรียน ตัววิเคราะห์ผู้เรียน ระบบจัดการเรียน และตัวดำเนินการ (The Generator) ระบบจะเรียนรู้ความสามารถของผู้เรียนและจัดส่งเนื้อหาบทเรียนที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนตามระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกันบนพื้นฐานความรู้วิชาดังกล่าวได้ ซึ่งได้ทดลองใช้บทเรียนดังกล่าวกับวิชาไมโครซอฟต์เวิร์ด และไมโครซอฟต์เอ็กเซล กับนิสิตสาขาวิชาวิทยาการ

คอมพิวเตอร์ และประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและผู้สอนด้วยแบบสอบถาม เพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

อนุชิต กลิ่นกำเนิด (2553) ได้ศึกษาเรื่องระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของระบบการบริหารจัดการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ พัฒนารูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ผู้ใช้โปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียน ครูผู้สอน และผู้ดูแลระบบ สำหรับนักเรียนจะทำการเข้าเรียนเนื้อหาสื่อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยทำการวัดค่าความสามารถของนักเรียนด้วยการใช้ทฤษฎีการตอบสนองของข้อสอบ และการประมาณค่าความสามารถ ซึ่งใช้กลวิธีของเบส์ปรับใหม่ ในส่วนของครูผู้สอน ระบบได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยให้ผู้สอนเตรียมเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมต่อนักเรียนในแต่ละระดับ โดยใช้เทคนิคสื่อหลายมิติแบบปรับตัว และจัดเตรียมแบบทดสอบโดยระบบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบ เพื่อนำไปใช้ในการทำแบบทดสอบแบบปรับเหมาะได้ ผลการวิจัยพบว่า ค่าความสารถทางการเรียนก่อนเรียนและหลังการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าความสามารถทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ครูผู้สอนมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งหมดเห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

วิจิต เทพประสิทธิ์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริง ตามวิธีการคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับข้าราชการกระทรวงพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการพัฒนาสมรรถนะ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นก่อนเรียน ขั้นวัดและประเมินผลสมรรถนะ และขั้นการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ โดยในขั้นการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ มีขั้นตอนย่อยดังนี้ 1) ผู้เรียนเข้าสู่ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ 2) ระบบให้แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวินิจฉัยความรู้ว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดที่ร้อยละ 80 หรือไม่ 3) แนะนำบทเรียน 4) แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 5) ตั้งประเด็นคำถาม/ปัญหา 6) แนะนำกิจกรรมเสริม จัดตั้งกลุ่มอภิปรายเพื่อแก้ไขปัญหา 7) เรียนเนื้อหาบทเรียนตามการจัดวางเนื้อหาที่ได้จากการวินิจฉัยความรู้ผู้เรียน 8) แนะนำ อำนวยความสะดวกในการอภิปราย นำเสนอ และแสวงหาคำตอบของปัญหา 9) แนะนำการนำไปปฏิบัติในสภาพการทำงานจริง แจ้งผลการปฏิบัติที่คาดหวัง 10) ระบบให้ทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อวินิจฉัยความรู้หลังเรียน 11) ระบบรายงานผลการเรียน โดยวัดและประเมินผลจากการใช้แบบทดสอบแบบปรนัย แบบสังเกต และแบบบันทึกผลงาน ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนนด้วยค่าเฉลี่ย พบว่า ผู้เรียนที่ผ่านระบบการพัฒนาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศฯ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกระดับสมรรถนะ และมีคะแนนผ่านเกณฑ์ถึง 80% โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการทำงานที่

สังเกตได้จากแบบสังเกตอยู่ในระดับดี และมีผลงานเป็นที่ปรากฏน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดที่ 80% ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

แหวตา เตชทวิวรรณ (2550) ศึกษาเรื่องการพัฒนาบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการ จัดหมวดหมู่ระบบบทศนิยมดิวอี้ ซึ่งการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการ จัดหมวดหมู่ระบบบทศนิยมดิวอี้ ซึ่งบทเรียนมี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบยาก แบบปานกลาง และแบบง่าย และปรับเหมาะโดยนำเสนอเนื้อหาในปริมาณที่เหมาะสมกับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ ระบบจะเก็บข้อมูลพฤติกรรมกรรมการเรียนของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด และจัดส่งบทเรียนหนึ่งในสามรูปแบบที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนนั้น เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนแบบปรับเหมาะตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และเพื่อเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะ กับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี วิชาเอกบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ซึ่งไม่เคยลงเรียนวิชาการจัดหมวดหมู่ระบบบทศนิยมดิวอี้มาก่อน จำนวน 30 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีสุ่มแบบเจาะจง สำหรับเครื่องมือการวิจัยประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ได้แก่ บทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการจัดหมวดหมู่ระบบบทศนิยมดิวอี้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และแบบประเมินคุณภาพทางเว็บแบบปรับเหมาะจากผู้เชี่ยวชาญ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการจัดหมวดหมู่ระบบบทศนิยมดิวอี้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.78/81.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีสอนตามแผนการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

นพศักดิ์ ตันติสตัยอนนท์ (2548) ทำการศึกษาเรื่องระบบการศึกษาแบบ 3A ซึ่งได้อธิบายถึงระบบช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์(Intelligent Tutoring System : ITS) มัลติมีเดียที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับระบบดังกล่าว ด้วยการนำ Adaptive ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ Adaptive Presentation, Adaptive Navigation และ Adaptive Testing มาสร้างเป็นระบบมัลติมีเดียช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์(Multimedia Intelligent Tutoring System : MITS) จากนั้นการนำเอาหลักการของ Adaptive ทั้ง 3 ชนิดมาใช้ร่วมกับ MITS นอกจากนี้ยังนำเสนอการออกแบบรูปแบบโครงสร้างของ 3A Educational System for MITS Model ที่มีการใช้งานผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยโครงสร้างดังกล่าวจะเป็นกลไกการทำงานของ 3A Educational System for MITS Model เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นระบบมัลติมีเดียช่วยสอนแบบปัญญาประดิษฐ์ต่อไป

Narumol Ruksasuk (2000) ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้กับบทเรียนทางเว็บแบบมีส่วนร่วมในการศึกษาทางไกล วิชาทางบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ของนักศึกษาไทย มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อกำหนดรูปแบบการเรียนและบทเรียนทางเว็บที่มีผลต่อลำดับชั้น (Degree) และความสำเร็จของผู้เรียน โดยใช้การออกแบบเชิงตัวประกอบ (Factorial Design) ซึ่งมีตัวแปร 2 ตัว คือ ประเภทของรูปแบบการเรียนรู้ และประเภทของบทเรียนทางเว็บ ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้มี 4 รูปแบบ ได้แก่ Converger, Diverger, Accommodator และ Assimilator ทั้งนี้ประเภทของบทเรียนทางเว็บมี 2 รูปแบบ ได้แก่ บทเรียนทางเว็บที่มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (WBI with Social and Instructional Interaction Modes) และบทเรียนทางเว็บที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (WBI with Instruction-Only Interaction Mode) สำหรับประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ทั้งหมดจำนวน 199 คนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการศึกษาค้นคว้า วิชาความคิดแบบตรรกะ ซึ่งในการแยกประเภทรูปแบบการเรียนของนักศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้แบบสำรวจของคอล์บ (Kolb Learning Style Inventory) และใช้สถิติวิเคราะห์ตัวแปร ANOVA ในการเปรียบเทียบคะแนนของนักศึกษากับประสิทธิผลการเรียนรู้ ผลการศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ และบทเรียนทางเว็บที่แตกต่างกันทั้ง 2 รูปแบบไม่มีผลต่อความสำเร็จของผู้เรียนในการเรียนเรื่องการจัดระบบสารสนเทศ (Organization of Information) ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งในสาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ ดังนั้น Narumol Ruksasuk (2000) จึงสรุปว่า วิชาการจัดระบบสารสนเทศไม่จำเป็นต้องออกแบบบทเรียนทางเว็บให้มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

จะเห็นได้ว่า สำหรับงานวิจัยทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศนั้น การวิจัยเกี่ยวกับระบบปรับเหมาะการเรียนเป็นหัวข้องานวิจัยที่ค่อนข้างใหม่และยังไม่มีข้อสรุปที่แน่ชัด ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นการศึกษาในหัวข้อคล้ายกัน นั่นก็คือ การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนและทัศนคติต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม ระบบปรับเหมาะการเรียนในวิจัยต่าง ๆ นั้นส่งผลที่ไม่สอดคล้องกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระบบปรับเหมาะในงานวิจัยต่าง ๆ มีองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจส่งผลให้ระบบปรับเหมาะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป

จากการสังเคราะห์งานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า ระบบปรับเหมาะที่น่าจะมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ควรจะเป็นระบบปรับเหมาะการเรียนที่สามารถวิเคราะห์ผู้เรียนจากการทดสอบก่อนบทเรียน และแบ่งผู้เรียนออกเป็นระดับ ๆ มีการปรับเหมาะเนื้อหา กระบวนการ หรือกลวิธีในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้รับระดับเนื้อหาในระดับที่เหมาะสมกับความรู้ก่อนเริ่มเรียนของผู้เรียนแต่ละคน

## ตอนที่ 2 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองขั้นตอน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองขั้นตอน ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

- 2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
- 2.2 ประเภทของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์
- 2.3 กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์
- 2.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์
- 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
- 2.6 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์

### 2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

การใช้การจำลองสถานการณ์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรูปแบบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุด การทำให้ผู้เรียนได้ประสบกับปัญหาในชีวิตจริง ในสภาพแวดล้อมที่ได้เข้าร่วมตัดสินใจเป็นลำดับขั้น ไม่มีอันตรายกับตัวเขา และถึงแม้เกิดการผิดพลาดขึ้นนั้นก็จะเป็นประโยชน์ เพราะถ้าได้เรียนรู้และหาทางเลือกและแก้ไขได้ ประสบการณ์ที่ได้รับก็จะช่วยให้วิเคราะห์กระบวนการแก้ไขปัญหาได้ภายหลัง ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เหมือนกับเป็นประสบการณ์ตรงเป็นสิ่งที่ติดตรึงไปตลอดชีวิต อย่างไรก็ตาม การจำลองสถานการณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลับไม่เป็นที่แพร่หลายอันเนื่องมาจากเป็นสื่อที่สร้างยากในทุกขั้นตอน ตั้งแต่ออกแบบการสอน จนถึงการสร้างโปรแกรมให้สามารถจำลองสถานการณ์ได้เหมือนจริง (ปรัชญนันท์ นิลสุข, 2543)

การจำลองสถานการณ์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจแบ่งเป็น 4 ลักษณะ ตามลักษณะการตอบสนอง หรือกิจกรรมที่ผู้เรียนจะต้องทำได้แก่ (Binder & Heermann, 1988)

1. การจำลองสถานการณ์ที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ (Non-interactive Simulation) เป็นการตอบสนองสภาพการณ์ที่เกิดตามความเป็นจริงให้ผู้เรียนได้สังเกตและฟังโดยไม่ต้องทำอะไร เช่น

สถานการณ์จำลองการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การทำงานของกระบอกสูบในเครื่องยนต์ เป็นต้น โปรแกรมเช่นนี้จะเป็นการให้ดูการทำงานหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น

2. การจำลองสถานการณ์แบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Simulation) เป็นสถานการณ์จำลองที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น โดยที่ผู้เรียนสามารถจัดข้อมูลในสถานการณ์นั้นได้ด้วย เช่น สามารถปรับอากาศกับน้ำมัน ตั้งจังหวะการจุดระเบิดอื่น ๆ ซึ่งรูปแบบนี้เป็นสถานการณ์จำลองที่มีประสิทธิภาพและจะเป็นการเรียนการสอนนักเรียนในเรื่องของการแก้ปัญหาด้วย

3. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันเป็นกลุ่ม (Group Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับสังคม เศรษฐกิจ การเมือง หรือเนื้อหาอื่น ๆ ที่เสนอปัญหาเพื่อแก้ปัญหา โดยการตัดสินใจเป็นทีม มีการแข่งขันกันของนักเรียน

4. การจำลองสถานการณ์การแข่งขันรายบุคคล (Individual Competitive Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์ที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมเป็นรายบุคคล ในการแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและกำหนดจุดหรือการกระตุ้นให้มีความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา

## 2.2 ประเภทของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ไว้ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Heinich et al. (2002) ได้แบ่งการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย และการจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ ซึ่งแต่ละประเภทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย เป็นการจำลองที่เน้นการอธิบายความหมายเกี่ยวกับวัตถุวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง เป็นการจำลองซึ่งตอบคำถามว่า “คืออะไร” นั่นเอง การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมายนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย ๆ ได้แก่ การจำลองกายภาพ (Physical simulation) และการจำลองกระบวนการ (Process simulation)

1.1 การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับความหมาย เป็นการจำลองที่อธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งที่สามารถสังเกตเห็นได้ เช่น ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เป็นต้นผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของการกำหนดค่าของตัวแปรต้นที่ส่งผลต่อเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือจากการสังเกตการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสถานการณ์ตามเวลาล่วงเลยไป ตัวอย่างเช่น การจำลองทางกายภาพ คือการสอนที่เกี่ยวกับ

โครงการประชาร่วมใจประหยัดไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งทำการสอนเกี่ยวกับการกำเนิดไฟฟ้า โดยมีการนำเสนอในลักษณะการจำลองกายภาพ และให้ผู้เรียนกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ได้ เช่น กำหนดจำนวนรอบของขดลวดที่พันรอบโรเตอร์ซึ่งมีผลต่อการเกิดพลังงานไฟฟ้า

1.2 การจำลองกระบวนการ (Process simulation) เป็นการอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับกระบวนการหรือแนวคิดที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ตัวอย่างเช่น การทำงานทางด้านเศรษฐกิจ ผลกระทบของอุปสงค์และอุปทานต่อการตั้งราคา การเติบโตและลดลงของประชากร เป็นต้น ข้อได้เปรียบของการจำลองกระบวนการ คือช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับระดับความเร็วซ้ำของกระบวนการที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์ให้ได้ระดับและสามารถสังเกตได้ชัดเจนซึ่งการทำเช่นนี้ย่อมเป็นไปได้ในสถานการณ์จริง ไม่ว่าจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนตามไม่ทัน เช่น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน แสง หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เช่น การเจริญเติบโตของต้นไม้หรือสิ่งมีชีวิตบางชนิด เป็นต้น ความคล้ายคลึงของการจำลองกระบวนการและการจำลองกายภาพได้แก่ ประการที่ 1 เป็นการจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายความหมายเกี่ยวกับวัตถุใดวัตถุหนึ่งแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ประการที่ 2 การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดจากการกำหนดค่า หรือปริมาณของตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถจะเปลี่ยนค่าตัวเลขใหม่ให้กับตัวแปรต่าง ๆ ได้ รวมทั้งการสังเกตผลลัพธ์ที่เปลี่ยนไปตามค่าที่กำหนด

2. การจำลองซึ่งตอบคำถามเกี่ยวกับวิธีการ เป็นการจำลองที่มุ่งเน้นในการอธิบายวิธีการในการจัดการกับวัตถุใดวัตถุหนึ่ง แนวคิดใดแนวคิดหนึ่งหรือกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง ซึ่งเป็นการจำลองซึ่งตอบคำถามว่า “ทำอย่างไร” นั่นเอง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การจำลองขั้นตอน (Procedural simulation) และการจำลองสถานการณ์ (Situational simulation)

2.1 การจำลองขั้นตอน (Procedural simulation) จะอธิบายลำดับของวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความแตกต่างของการจำลองขั้นตอนกับการจำลองกายภาพคือการจำลองขั้นตอนเน้นในการสอนผู้เรียนให้ทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น การสอนผู้เรียนในการใช้โทรศัพท์หรือการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ในขณะที่การจำลองกายภาพเน้นการสอนให้ผู้เรียนได้รู้เกี่ยวกับการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น ชิ้นส่วนภายในของเครื่องใช้ไฟฟ้าทำงานอย่างไร เป็นต้น ตัวอย่างได้แก่การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การจำลองขั้นตอนในการสอนการวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย เพื่อให้ นักเรียนแพทย์สามารถให้การช่วยเหลือคนไข้ได้ถูกต้อง เป็นต้น การจำลองขั้นตอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการสำรวจวิธีการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ผลลัพธ์ที่ได้จะขึ้นอยู่กับการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ผู้เรียนจะเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งบทเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่นำไปสู่เป้าหมาย อย่างไรก็ตาม การนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่จะนำไปสู่จุดหมายนั้นอาจมีได้หลายทางซึ่งแต่ละทางอาจมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันออกไป

2.2 การจำลองสถานการณ์ (Situational simulation) มุ่งเน้นด้านแนวคิด เจตคติ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ มากกว่าขั้นตอนหรือวิธีการในการจัดการกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งปกติแล้วการจำลองสถานการณ์จะนำเสนอสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ หรือผู้เรียนต้องเล่นบทบาทสำคัญในการตัดสินใจในสถานการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองสำหรับนิสิตหรือนักศึกษาฝึกสอน โดยมีการจำลองปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการควบคุมชั้นเรียนที่ยากต่อการตัดสินใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับ เหตุการณ์ ข้อดีของการใช้การจำลองสถานการณ์ก็คือ การที่ผู้เรียนสามารถทดลองตัดสินใจด้วยตนเองได้ในหลาย ๆ ลักษณะและศึกษาผลที่ได้จากการตัดสินใจในใจนั้น ๆ ก่อนที่จะเผชิญกับเหตุการณ์จริง

Alessi and Trollip (1991) ได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองออกเป็น 4 ประเภทได้แก่ การจำลองทางกายภาพ (Physical simulations) การจำลองขั้นตอน (procedural simulations) การจำลองสถานการณ์ (situational simulations) และการจำลองกระบวนการ (process simulations) กล่าวคือ

1. การจำลองทางกายภาพ (Physical simulations) ในการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ที่เป็นการจำลองทางกายภาพ วัตถุต่าง ๆ จะถูกแสดงบนจอภาพเพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการเรียนรู้ ตัวอย่างเช่น เครื่องจักรที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ในการควบคุม หรืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์บางชนิดที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลอง หรือสถานการณ์ของการบินด้วยเครื่องบิน โดยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ ประเภทนี้ใช้จำลองการทดลองที่มีความซับซ้อน เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง

2. การจำลองขั้นตอน (procedural simulations) วัตถุประสงค์ของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ประเภทการจำลอง ขั้นตอน คือ การสอนลำดับขั้นตอนที่เป็นองค์ประกอบของเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. การจำลองสถานการณ์ (situational simulations) การจำลองสถานการณ์จะเกี่ยวข้องกับเจตคติและพฤติกรรมของผู้คนในสถานการณ์ที่แตกต่างกันมากกว่าเกี่ยวข้องกับการแสดงออกถึงความสามารถและทักษะ การจำลองสถานการณ์จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสำรวจและค้นหาผลของแนวทางที่แตกต่างในสถานการณ์นั้น ๆ โดยที่ผู้เรียนต้องเป็นส่วนหนึ่งของการจำลองสถานการณ์นั้น

4. การจำลองกระบวนการ (process simulations) การจำลองกระบวนการเป็นการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ที่ต่างจากประเภทอื่น ๆ ตรงที่ผู้เรียนต้องเลือกค่าหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในตอนเริ่มของสถานการณ์จำลองจากนั้นก็ดูผลที่เกิดขึ้นโดยไม่มีการเข้าไปแทรก



Wellington (2004) ได้แบ่งประเภทของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ ตามชนิดของสิ่งที่จำลอง ซึ่งแบ่งได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. การจำลองกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (direct copies of existing laboratory activities) เช่น การไตเตรท (titrations) เป็นต้น
2. การจำลองของกระบวนการในอุตสาหกรรม (simulations of industrial processes) เช่น กระบวนการผลิตกรดซัลฟิวริก หรือการสร้างสะพาน เป็นต้น
3. การจำลองกระบวนการต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง (simulation of processes) ที่มีลักษณะดังต่อไปนี้
  - 3.1 กระบวนการที่เป็นอันตรายมาก (too dangerous)
  - 3.2 กระบวนการที่เกิดขึ้นช้าเกินไป (too slow) เช่น วิวัฒนาการ (evolution) การเติบโตของประชากร (population growth) และระบบนิเวศน์ชนิดต่าง ๆ (ecosystems) เป็นต้น
  - 3.3 กระบวนการที่เกิดขึ้นรวดเร็วเกินไป (too fast) เช่น การชนกัน (collisions) เป็นต้น
  - 3.4 กระบวนการที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างสะดวกหรือมีขนาดเล็กเกินไป (too small) เช่น การเปลี่ยนชั้นของอะตอม (sub-atomic changes) เป็นต้น
4. การจำลองสิ่งที่ไม่ได้อยู่จริง (simulations involving non-existent entities) เช่น แก๊สในอุดมคติ (ideal gases) พื้นผิวที่ไร้แรงเสียดทาน (frictionless surfaces) และวัตถุที่มีความยืดหยุ่นสมบูรณ์ (perfectly elastic objects) เป็นต้น
5. การจำลองแบบจำลองหรือทฤษฎี (simulation of models or theories) เช่น ทฤษฎีจลน์ (kinetic theory) หรือแบบจำลองคลื่นแสง (the wave model of light) เป็นต้น

### 2.3 กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

Loice et al. (2015) ได้ทำการจัดการความรู้เกี่ยวกับกระบวนการในการพัฒนาการจำลองสถานการณ์ และได้นำเสนอมาตรฐานของวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Standards of Best Practice) ของกระบวนการในการพัฒนาการจำลองสถานการณ์ ดังนี้

1. ประเมินความต้องการจำเป็น (Needs assessment)
2. กำหนดจุดประสงค์ที่สามารถวัดประเมินได้ (Measurable objectives)
3. กำหนดรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ (Format of simulation)
4. กำหนดสถานการณ์หรือกรณีศึกษา (Clinical scenario or case)

5. กำหนดความเหมือนจริง (Fidelity)
6. กำหนดรูปแบบการอำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitator/Facilitative)
7. ออกแบบการเกริ่นนำกฎกติกาก่อนเข้าสถานการณ์จำลอง (Briefing)
8. ออกแบบการอภิปรายหลังเสร็จสิ้นสถานการณ์จำลองและให้ข้อมูลป้อนกลับ (Debriefing and/or feedback)
9. ออกแบบการประเมินผล (Evaluation)
10. กำหนดเงื่อนไขและการเตรียมตัวของผู้เรียน (Participant preparation)
11. ทดสอบประเมินรูปแบบ (Test of design)

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2530) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ไว้ 11 ขั้นตอน ดังนี้

1. การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน (problem formulation and system definition)
2. การสร้างแบบจำลอง (model formulation)
3. การจัดเตรียมข้อมูล (data preparation)
4. การแปรรูปแบบจำลอง (model translation)
5. การทดสอบความถูกต้อง (validation)
6. การออกแบบการทดลอง (strategic planning)
7. การวางแผนการใช้งานการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ (tactical planning)
8. การดำเนินการทดลอง (experimentation)
9. การตีความผลการทดลอง (interpretation)
10. การนำไปใช้ (implementation)
11. การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (documentation)

อย่างไรก็ตามขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่ 1 ถึง 9 นั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องทำตามลำดับ เพราะในระหว่างการดำเนินการสร้างแบบจำลองนั้น ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองบ่อย ๆ จึงอาจมีกาย้อนกลับไปทำขั้นตอนแรก ๆ ใหม่ และส่วนใหญ่ การตั้งปัญหา การให้คำจำกัดความของระบบงาน การสร้างแบบจำลอง และการจัดเตรียมข้อมูล มักจะกระทำไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาจึงเป็นเสมือนแนวทางสำหรับตรวจสอบว่าได้มีการกระทำตามขั้นตอนที่จำเป็นหรือไม่ มากกว่าจะเป็นกฎเกณฑ์ข้อบังคับที่ต้องกระทำโดยลำดับ

รายละเอียดของขั้นตอนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ในแต่ละขั้นมีดังนี้

1. การตั้งปัญหาและให้คำจำกัดความของระบบงาน (problem formulation and system definition) ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง คือการตั้งปัญหา เพราะคำตอบที่ถูกต้องสำหรับปัญหาที่ผิดย่อมไม่มีประโยชน์ ดังนั้นในระหว่างการออกแบบและสร้างแบบจำลอง อาจจำเป็นต้องย้อนกลับไปตั้งปัญหาใหม่แทนปัญหาเดิมที่ไม่ใช่ปัญหาที่แท้จริง

1.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนย่อยได้ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1.1 การระบุหรือกำหนดวัตถุประสงค์ (Purposes) ของการศึกษาหรือสิ่งที่ต้องการจะวิเคราะห์ในระบบงานจริงนั้น เราอาจจะสร้างแบบจำลองได้หลายแบบ แล้วแต่วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองนั้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการบอกความต้องการของการจำลองแบบปัญหาแล้ว ยังเป็นการบอกว่าจะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ ๆ อะไรอยู่บ้างอีกด้วย

1.1.2 การวิเคราะห์อาการอันไม่พึงปรารถนาของระบบงาน ก็คือการวิเคราะห์ระบบงานโดยเฉพาะในส่วนที่ก่อให้เกิดปัญหา ผู้ศึกษาจะต้องวิเคราะห์ให้ดีกว่าปัญหานั้น เกิดขึ้นเนื่องจากอะไร ซึ่งนอกเหนือจากระบบงานส่วนที่มีปัญหาแล้ว อาจต้องทำการวิเคราะห์ระบบงานส่วนอื่น ๆ ที่อาจเป็นจุดเริ่มต้นของปัญหา

1.2 วิธีการที่สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาและวิเคราะห์ระบบงาน สามารถทำได้หลายวิธี ตัวอย่างเช่น

1.2.1 การศึกษาข้อมูลของระบบงาน ซึ่งมักจะอยู่ในรูปของเอกสารต่าง ๆ แต่หากในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการไม่ปรากฏอยู่ในเอกสาร ก็ต้องทำการวัดผล สัมภาษณ์ หรือสังเกตการณ์ แหล่งข้อมูลของระบบงาน รวมไปถึงข้อมูลจากภายนอกมาประกอบการศึกษา

1.2.2 การศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของระบบงาน ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งนิยมใช้ในการวิเคราะห์ระบบงาน เป็นการติดตามการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบในระบบงาน ซึ่งจะช่วยให้เราเข้าใจถึงระบบงานและปัญหา โดยที่องค์ประกอบที่เคลื่อนที่ระบบ อาจเป็น คน วัตถุติดพัสดุ เอกสาร ข้อมูล ฯลฯ วิธีการที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบที่นิยมใช้ในงานด้านวิศวกรรม ได้แก่ 1) การใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (Process Chart) ซึ่งเป็นวิธีการในการบันทึกขั้นตอนการทำงานของระบบงาน โดยอาศัยศึกษาจากการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบ อาทิ คน วัตถุติด ฯลฯ 2) แผนภูมิการเคลื่อนที่ (Flow Diagram) ซึ่งเป็นการแสดงวิธีการทำงานโดยอาศัยสัญลักษณ์ของแผนภูมิกระบวนการผลิตร่วมกับผังบริเวณที่ทำการผลิต และ 3) แผนภูมิกิจกรรม (Activity Chart) ซึ่งใช้สำหรับการศึกษาขั้นตอนของการปฏิบัติงานและเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอน

โดยมากใช้ในกรณีที่มีการทำงานร่วมกันระหว่างองค์ประกอบ เช่น ระหว่างคนกับเครื่องจักร ระหว่างคนหลาย ๆ คน

1.2.3 การศึกษาหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบงาน เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับระบบงานที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนและไม่มีองค์ประกอบที่ทำการเคลื่อนที่หรือมีแต่ไม่ชัดเจน โดยเครื่องมือที่ใช้ในกรณีนี้ มักจะเป็นการใช้เส้นและรูปต่าง ๆ ในการบันทึกหน้าที่และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ

## 2. การสร้างแบบจำลอง (model formulation)

การสร้างแบบจำลอง สามารถทำได้โดยแบ่งระบบงานออกเป็นระบบย่อย ๆ แล้วทำการศึกษาระบบย่อยเหล่านั้นก่อน โดยถือว่าแต่ละระบบย่อยเป็นอิสระแก่กัน เมื่อได้คำตอบของแต่ละระบบย่อยที่ต้องการแล้ว จึงนำเอาระบบย่อยมาต่อเข้าด้วยกันเพื่อศึกษาระบบใหญ่ อีกทั้งยังสามารถเริ่มต้นจากแบบจำลองง่าย ๆ ซึ่งอาจเป็นแบบจำลองของเฉพาะบางส่วนของระบบ จากนั้นก็จะเพิ่มเติมองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นที่จะทำให้แบบจำลองสามารถทำงานเหมือนกับระบบงานตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ วิธีการที่จะช่วยให้ได้แบบจำลองซึ่งอาจใช้เป็นแบบจำลองเริ่มต้นสำหรับการสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมต่อไปคือ

- 2.1 เปลี่ยนตัวแปรให้เป็นค่าคงที่
- 2.2 ลดหรือรวมตัวแปร
- 2.3 สมมติฐานหรือข้อจำกัด
- 2.4 ใส่สมมติฐานหรือข้อจำกัด
- 2.5 เขียนขอบเขตของระบบงานให้เด่นชัด

หลังจากที่ได้แบบจำลองเริ่มต้นแล้ว ก็จะมีการทดสอบการทำงานและผลที่ได้จากแบบจำลองว่าใกล้เคียงกับระบบงานจริงหรือไม่ ถ้าไม่ ควรจะเพิ่มเติมองค์ประกอบอะไรเข้าไปหรือลดความจำกัดและสมมติฐาน หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะของตัวแปรหรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพจริงของระบบงาน เมื่อมีการเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแบบจำลอง เราก็จะได้แบบจำลองใหม่ซึ่งจะต้องนำไปทำการทดสอบเปรียบเทียบกับระบบงานจริง แล้วก็นำกลับมาเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ จนได้แบบจำลองที่แน่ใจว่าทำงานได้เหมือนกับระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองไม่จำเป็นต้องทำครั้งเดียว เราอาจต้องมีการใส่องค์ประกอบเพิ่มเติมหรือนำองค์ประกอบออกจากแบบจำลอง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแบบจำลองก็จะต้องทำการทดสอบเปรียบเทียบกับระบบงานจริงจนกว่าจะได้ผลที่น่าพอใจ

### 3. การจัดเตรียมข้อมูล (data preparation)

ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองแบบปัญหานั้นมาจากแหล่งข้อมูลสองแหล่ง คือ แหล่งข้อมูลภายในระบบ และแหล่งข้อมูลภายนอกระบบ ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มา ไม่ว่าจะจากเอกสาร จากการทดลอง หรือการเก็บข้อมูลด้วยวิธีใด เมื่อนำไปใช้ก็จำเป็นต้องจัดเตรียมให้อยู่ในรูปที่จะนำไปใช้งานได้ข้อมูลต่าง เหล่านี้ นอกจากใช้เพื่อสำหรับการศึกษาระบบงานแล้ว ยังจำเป็นสำหรับการประมาณค่าคงที่ และพารามิเตอร์ การหาค่าเริ่มต้นของตัวแปรต่าง ๆ และการใช้ในการทดสอบความถูกต้องของผลที่ได้จากการจำลองแบบปัญหาอีกด้วย

### 4. การแปรรูปแบบจำลอง (model translation)

แบบจำลองที่ได้สร้างขึ้น จะต้องทำการแปรรูปแบบจำลองให้อยู่ในรูปของแบบจำลองที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยที่การเขียนโปรแกรมและประเภทของคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะแตกต่างกันตามประเภทของระบบงาน งานส่วนหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาจะอยู่ที่การจัดการการเคลื่อนที่ของเวลาในแบบจำลอง และวิธีการจัดการให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นสอดคล้องประสานกับเวลา รวมทั้งการพิจารณาเลือกใช้คอมพิวเตอร์และภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจำลองสถานการณ์ต้องมีความสามารถในการปฏิบัติการต่อไปนี้

- 4.1 การสร้างข้อมูลแบบสุ่ม
- 4.2 การบริหารเวลา
- 4.3 การบริหารโปรแกรมให้ปฏิบัติตามคำสั่ง
- 4.4 การบริหารแถวคอย
- 4.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4.6 การสรุปผลและวิเคราะห์ข้อมูล
- 4.7 การจัดรูปแบบและพิมพ์ผลการจำลองแบบปัญหา

### 5. การทดสอบความถูกต้อง (validation)

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลอง ว่าผลที่ได้จากแบบจำลองนั้นควรจะเป็นผลที่ถูกต้อง นำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง การทดสอบความถูกต้องนั้นไม่มี “วิธีการทดสอบ” ที่จะบอกได้ว่าแบบจำลองนั้นเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องของระบบงานหรือไม่ ความถูกต้องของแบบจำลองในที่นี้คือความมั่นใจว่า มันเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องใช้งานได้ ความมั่นใจดังกล่าวจะได้มาก็โดยความเข้าใจในระบบงาน ความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบ พฤติกรรมต่าง ๆ

ขององค์ประกอบและค่าเชิงปริมาณที่ใช้แทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ต่าง ๆ การทดสอบพฤติกรรมที่ได้มาจากแบบจำลองเทียบกับพฤติกรรมขององค์ประกอบของระบบงานจริง ฯลฯ

กรรมวิธีที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้กันอยู่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

5.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เป็นการทำให้แน่ใจว่าแบบจำลองมีพฤติกรรมอย่างที่คุณสร้างต้องการให้มันเป็น วิธีการใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่

5.1.1 การถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Face Validity) เป็นการถามความเห็นจากผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญจากการทำงานขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบงานและการใช้ระบบงาน ว่าองค์ประกอบและระบบงานว่ามีองค์ประกอบและระบบงานนั้น ๆ มีพฤติกรรมอย่างไรภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ และการที่องค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองมีพฤติกรรมต่าง ๆ ควรจะเป็นพฤติกรรมที่สอดคล้องกับพฤติกรรมขององค์ประกอบและระบบงานจริงหรือไม่

5.1.2 การจำลองความตรงของกลไกภายในระบบจำลอง (Internal Validity) เป็นการทดสอบองค์ประกอบในแบบจำลองหรือแบบจำลอง โดยการใส่เงื่อนไข เช่น ให้ค่าตัวแปรเข้า (Input Variables) เป็นค่าคงที่ แล้วดูว่าผลที่ได้จากองค์ประกอบหรือแบบจำลอง หลาย ๆ ครั้ง มีความแปรปรวนมากน้อยแค่ไหน ถ้ามีความแปรปรวนมาก องค์ประกอบในแบบจำลองหรือแบบจำลองนั้น ก็ไม่ควรจะถูกต้องและควรจะต้องมีการแก้ไข

5.1.3 การทดสอบความตรงของตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables – Parameters Validity) เป็นการทดสอบความไว (Sensitivity Testing) ของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ ว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากองค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองอย่างไร ถ้าผลที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไวต่อค่าตัวแปรหรือมีพารามิเตอร์ใด ก็เป็นเครื่องแสดงบอกให้เราทราบว่าต้องระมัดระวังให้มากต่อการประมาณค่าตัวแปรและพารามิเตอร์เหล่านั้น นอกจากนั้นแล้ว การทดสอบความไวยังช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองได้เห็น ว่า องค์ประกอบในแบบจำลองและแบบจำลองประพฤติตนอย่างที่เราจะเป็นหรือไม่ เพราะถ้าเราทราบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์จะทำให้ผลที่ได้จากระบบงานจริงนั้นเปลี่ยนไป แต่ถ้าจากการทดลองกับแบบจำลองแล้วได้ผลเป็นอย่างอื่น แบบจำลองนั้นก็มิไม่ควรถูกต้องและควรจะต้องมีการแก้ไข

5.1.4 การทดสอบความตรงของสมมติฐาน (Hypothesis Validity) เป็นการทดสอบความตรงทางสถิติ ว่าผลที่ได้จากองค์ประกอบในแบบจำลองกับผลที่ได้จากองค์ประกอบของระบบงานจริงนั้นเหมือนกัน โดยอาจใช้เงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีปรากฏจากข้อมูลในอดีต ใส่ให้กับองค์ประกอบในแบบจำลอง แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลที่ได้จากอดีตว่าสามารถยอมรับว่าเหมือนกัน โดยมีระดับนัยสำคัญที่รับได้

5.2 การทดสอบความตรง (Validation) เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงที่เงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกัน การวิเคราะห์กระทำโดยอาศัยเทคนิคทางสถิติ ได้แก่

5.2.1 การทดสอบสมมติฐาน ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับของระบบงานจริง

5.2.2 การทดสอบสมมติฐานของลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูลจากแบบจำลองเปรียบเทียบกับของระบบงานจริง

5.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองเปรียบเทียบกับค่าโดยประมาณของพารามิเตอร์ของระบบงานจริง

5.2.4 การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

5.3 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) เป็นการทดลองใช้แบบจำลองในการพยากรณ์พฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบงานเปรียบเทียบกับพฤติกรรมจริงของระบบงาน การวิเคราะห์อาศัยเทคนิคทางสถิติ

จากขั้นตอนต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กล่าวมานี้ ควรจะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองมีความมั่นใจในแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่า น่าจะใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

โดยสรุป การสร้างความมั่นใจในความถูกต้องของแบบจำลองอาจได้มาจาก

1. การใช้วิจารณ์ญาณและตรรกวิทยา
2. การใช้ความรู้ความเข้าใจในระบบงาน
3. การทำการทดสอบโดยเทคนิคทางสถิติในส่วนของข้อมูลเชิงปริมาณ
4. การให้ความสนใจ ไตร่ตรอง ตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ในการสร้างแบบจำลอง
5. การตรวจสอบดูว่าแบบจำลองประพัตินได้อย่างที่เราอยากให้มันเป็น
6. การวิเคราะห์ความไวของตัวแปรและพารามิเตอร์
7. เปรียบเทียบข้อมูลเข้าและข้อมูลออก (Input – Output) ระหว่างแบบจำลองกับระบบงานจริง
8. การทดสอบการใช้งานจริงของแบบจำลอง

## 6. การออกแบบการทดลอง (Strategic planning)

สาเหตุที่ต้องมีการออกแบบและวางแผนการทดลองก่อนที่จะดำเนินการทดลองกับแบบจำลอง คือการที่ต้องใช้ผลการทดลองในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และค่าใช้จ่ายในการทดลอง ซึ่งส่วนหนึ่งของการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองนั้น กระทำโดยการใส่เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับระบบงานจริงให้กับแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับผลของระบบงานจริง ถ้าผลที่ได้มีความใกล้เคียงที่ยอมรับได้ ก็จะถือว่าแบบจำลองนั้นถูกต้อง ความเชื่อมั่นในความถูกต้องขอแบบจำลองมักจะขึ้นกับจำนวนครั้งของการทดลอง และช่วงกว้างของเงื่อนไขการทดลอง จำนวนครั้งการทดลองยิ่งมากความเชื่อมั่นหรือความมั่นใจในผลการทดลองก็จะมีมากในขณะที่ช่วงกว้างของเงื่อนไขการทดลองที่แคบกว่าจะช่วยให้ความเชื่อมั่นสูงขึ้น นอกจากนี้ จำนวนข้อมูลทีมากก็จะช่วยให้ผู้ใช้เกิดความมั่นใจในผลที่ได้รับมากขึ้นด้วย

เพื่อช่วยให้การทดลองเป็นไปอย่างมีระเบียบระบบและข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้ จึงได้มีการนำเอาวิธีการทางสถิติเข้ามาช่วย ได้แก่ การออกแบบการทดลองทางสถิติ (Statistical Design of Experiments)

ขั้นตอนในการออกแบบการทดลองนั้นประกอบไปด้วย ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

### 6.1 การทดลอง (Experiment) อันประกอบด้วย

#### 6.1.1 การระบุปัญหา (Statement of Problem)

#### 6.1.2 การเลือกตัวแปรตอบสนองหรือตัวแปรตาม

#### 6.1.3 การเลือกปัจจัยและระดับของปัจจัย

#### 6.1.4 การพิจารณาผลกระทบร่วมกันของระดับของปัจจัยในกรณีที่มีปัจจัย

มากกว่าหนึ่ง

### 6.2 การออกแบบ (Design)

#### 6.2.1 การกำหนดจำนวนข้อมูลที่ต้องการจากกาทดลองของแต่ละระดับ

#### 6.2.2 การกำหนดรูปแบบของการทดลอง

#### 6.2.3 การกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่าง

#### 6.2.4 การกำหนดรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของการทดลอง

### 6.3 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วย

#### 6.3.1 การเก็บและจัดระบบข้อมูล

#### 6.3.2 การคำนวณหาสถิติสำหรับทดสอบที่เหมาะสม

#### 6.3.3 การตีความผลการวิเคราะห์



#### 7. การวางแผนการใช้งานการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ (tactical planning)

การวางแผนการใช้งานการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์เป็นการวางแผนว่าจะใช้งานการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ในการทดสอบอย่างไร ต้องดำเนินการทดลองตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่แล้วครั้ง จึงจะได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ผลเพียงพอ ในระดับความเชื่อมั่นที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ยอมรับได้

#### 8. การดำเนินการทดลอง (experimentation)

การดำเนินการทดลอง เป็นการคำนวณหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการและความไวของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลจากการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

#### 9. การตีความผลการทดลอง (interpretation)

การตีความผลการทดลอง เป็นการนำผลการทดลองที่ได้มาตีความว่าระบบงานจริงมีปัญหาอย่างไร และการแก้ปัญหาจะได้ผลอย่างไร

#### 10. การนำไปใช้ (implementation)

จากผลการทดลอง เลือกวิธีการที่จะแก้ปัญหาได้ดีที่สุดและไปใช้กับระบบงานจริง

#### 11. การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน (documentation)

การจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน เป็นการบันทึกกิจกรรมในการจัดการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ โครงสร้างของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ วิธีการใช้งานและผลที่ได้จากการใช้งาน เพื่อประโยชน์สำหรับผู้ที่นำการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ไปใช้งาน และเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงตัดแปลงการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงระบบ ฯลฯ

นอกเหนือจากกระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์ของ ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2530) ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น Pareek (1978) กล่าวว่า การออกแบบสถานการณ์จำลองเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนมากที่สุดนั้น จะต้องคำนึงถึงเป้าหมายของการเรียนและการฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องกระทำกับการจำลองสถานการณ์นั้น ๆ โดยได้จำแนกขั้นตอนในการออกแบบการจำลองสถานการณ์ในการเรียนไว้ 13 ประการได้แก่

1. กำหนดปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง
2. แยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน
3. พิจารณาการดำเนินการเรียนการสอน ว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ที่กำหนด
4. ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนของบทเรียนนั้น ๆ
5. สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล
6. เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์
7. เลือกรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการสร้าง

8. พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
9. พัฒนารายละเอียดต่าง ๆ ของประสบการณ์จำลอง
10. ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ
11. นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนาม
12. ทำการปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไปจากข้อมูลการทดลองภาคสนามนั้น

### สังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

จากกระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ของนักวิชาการท่านต่าง ๆ ผู้วิจัยสังเคราะห์กระบวนการในการพัฒนา ได้ดังนี้

### ตารางที่ 2 สังเคราะห์กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์

กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์	ศิริจันทร์ทอง			ผู้วิจัย
	Liocce et al. (2015)	Pareek (1978)	ประเสริฐ (2530)	
ประเมินความต้องการจำเป็น	✓			✓
กำหนดปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง		✓		
ตั้งปัญหาและการให้คำจัดความของระบบงาน			✓	
แยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน		✓		✓
พิจารณาการดำเนินการเรียนการสอน ว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ที่กำหนด		✓		
ตั้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนของบทเรียนนั้น ๆ	✓	✓		
กำหนดจุดประสงค์ที่สามารถวัดประเมินได้	✓			
สร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล		✓		
การสร้างแบบจำลอง			✓	✓
เลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์		✓		
กำหนดรูปแบบของการจำลองสถานการณ์	✓			

กระบวนการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บน คอมพิวเตอร์	ศิริจันทร์ ทอง ประเสริฐ ผู้วิจัย			
	Loice et al. (2015)	Pareek (1978)	(2530)	
กำหนดความเสมือนจริง (Fidelity)	✓			
เลือกรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่ต้องการสร้าง		✓		
กำหนดสถานการณ์หรือกรณีศึกษา	✓			✓
การจัดเตรียมข้อมูล			✓	
การแปรรูปแบบจำลอง			✓	
พัฒนารายละเอียดต่าง ๆ ของประสบการณ์จำลอง		✓		✓
กำหนดรูปแบบการอำนวยความสะดวกในการ เรียน	✓			
ออกแบบการเกริ่นนำกฎกติกาก่อนเข้าสถานการณ์	✓			
ออกแบบการอธิบายหลังเสร็จสิ้นสถานการณ์ จำลองและให้ข้อมูลป้อนกลับ	✓			
การทดสอบความถูกต้อง			✓	✓
พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ		✓		✓
ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ		✓		
ออกแบบการทดลอง			✓	✓
วางแผนการใช้งานการจำลองสถานการณ์บน คอมพิวเตอร์			✓	
นำต้นแบบที่แก้ไขแล้วไปทดลองภาคสนาม		✓	✓	
นำไปใช้			✓	
ตีความผลการทดลอง			✓	
ปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้น ต่อไปจากข้อมูลการทดลองภาคสนามนั้น		✓		
จัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน			✓	

จากการสังเคราะห์ พบว่ากระบวนการสำคัญในการพัฒนาการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 8 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่

1. กำหนดปัญหา ที่ได้จากการประเมินความต้องการจำเป็น ว่าปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนการสอนปกติว่ามีอะไรบ้าง รวมไปถึงการให้คำจำกัดความของระบบงาน
2. กำหนดจุดประสงค์และสร้างเกณฑ์สำหรับการวัดผล โดยการแยกรายละเอียดส่วนย่อยของระบบการดำเนินการเรียนการสอน และพิจารณาการดำเนินการเรียนการสอนว่ามีส่วนใดเกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ที่กำหนด
3. กำหนดรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ โดยการเลือกส่วนที่จะจำลองสถานการณ์ และกำหนดความเสมือนจริง (Fidelity)
4. กำหนดสถานการณ์หรือกรณีศึกษา โดยการจัดเตรียมข้อมูลและแปรรูปแบบจำลอง
5. พัฒนารายละเอียดต่าง ๆ ของประสบการณ์จำลอง โดยกำหนดรูปแบบการอำนวยความสะดวกในการเรียน ออกแบบการเกริ่นนำกฎกติกา ก่อนเข้าสถานการณ์ รวมไปถึงออกแบบการอภิปรายหลังเสร็จสิ้นสถานการณ์จำลอง และให้ข้อมูลป้อนกลับ
6. ตรวจสอบความถูกต้องของการจำลองสถานการณ์
7. พัฒนาระบบการจำลองสถานการณ์ต้นแบบ ทดสอบระบบ และปรับปรุง
8. ทดลองระบบการจำลองสถานการณ์ภาคสนาม โดยการวางแผนการทดลอง วิเคราะห์ตีความผลจากการทดลอง และปรับปรุงปรับปรุงระบบการจำลองสถานการณ์ให้ดียิ่งขึ้นต่อไปจากข้อมูลการทดลองภาคสนามนั้น รวมไปถึงจัดทำเป็นเอกสารการใช้งาน

#### 2.4 องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์

Pareek (1978) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสถานการณ์จำลองไว้ว่าสถานการณ์จำลองประกอบขึ้นด้วยองค์ประกอบที่สำคัญซึ่งยังคงสามารถปรับใช้ได้ในปัจจุบันไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง (Objectives) สำหรับวัตถุประสงค์นี้ จะแสดงเป้าหมายของการฝึกซึ่งผู้ออกแบบและผู้ใช้สถานการณ์จำลองจะต้องเข้าใจอย่างเด่นชัด เพื่อผลสัมฤทธิ์ของการใช้สถานการณ์จำลอง สำหรับวัตถุประสงค์นั้นอาจมีได้หลายประเภท เช่น วัตถุประสงค์ประเภท ความรู้เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดความรู้ หรือวัตถุประสงค์ประเภทการแสดงออกเมื่อ สถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติการฝึกทักษะ

2. ขอบข่ายความรู้ (Cognitive Framework) เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองผู้ฝึกจะต้องมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ อย่างกระจ่างในส่วนที่ได้เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้นๆ เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปต่อโยงให้เกิดความรู้ใหม่ หรือ ความเข้าใจในการฝึกในงาน ครั้งแรกผู้ฝึกอาจไม่สำเร็จตามความต้องการ อันมีสาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้ พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลองนั้น ๆ อย่างกระจ่าง ดังนั้น ขอบข่ายความรู้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลอง มีความระมัดระวังในการออกแบบให้ผู้ฝึกได้ประสบผลสำเร็จที่ดีอีกด้วย

3. ตัวแปรที่ถูกจำลอง (Variables Simulated) เนื่องจากการจำลองในสถานการณ์นั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อมุ่งหวังให้ผู้ใช้งานสถานการณ์จำลองเกิดความรู้ หรือเกิดพฤติกรรมการแสดงออกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่อาจเป็นการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้เกิดทั้งความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงมาจากของจริงนี้ ไม่ว่าจะผู้ออกแบบ หรือผู้ใช้งานสถานการณ์จำลองก็ตามจะต้องเข้าใจเรื่องราวของตัวแปรในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี เพื่อผลสัมฤทธิ์ของฝึกสถานการณ์จำลองนั้น

4. บทบาทของผู้ฝึกที่มีในสถานการณ์จำลอง (Roles) เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลอง ทุกครั้ง ตัวผู้ฝึกเองจะเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น ผู้ฝึกจะต้องดำเนินการไปตามบทบาทที่เกี่ยวข้องในระหว่างการฝึก ซึ่งบทบาทเหล่านี้อาจถูกให้กระทำตามกำหนดไว้ หรือเกิดขึ้นเองอัตโนมัติก็ตามยอมแล้วแต่วัตถุประสงค์และลักษณะของการจำลองสถานการณ์นั้น ๆ

5. ปฏิสัมพันธ์ (Interactions) เนื่องจากการจำลองในการฝึกมักเกี่ยวข้องกับตัวบุคคลเสมอไม่ว่าจะทำงานในสถานการณ์จำลองเป็นกลุ่ม หรือทำงานในสถานการณ์จำลองเพียงลำพัง จะเป็นการเกี่ยวข้องระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่จำลอง ฉะนั้นเพื่อผลสัมฤทธิ์ในการใช้สถานการณ์จำลองผู้ออกแบบต้องเข้าใจจิตวิทยาในการทำงานร่วมกันของบุคคลในสถานะต่าง ๆ ซึ่งจะได้ออกแบบสถานการณ์ให้ตรงตามเป้าหมาย

6. กฎเกณฑ์สำหรับพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ (Rules for Behavior and Interactions) ในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น ผู้ออกแบบสามารถกำหนด เป้าหมาย ทิศทางการดำเนินการฝึก ได้ด้วยการตั้งกฎเกณฑ์ (คล้ายหรือเหมือนกติกาในการเล่นเกม) ในการตั้งกฎเกณฑ์นั้นผู้ออกแบบมักจะตั้งกฎเกณฑ์ ขึ้นจากการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลสำเร็จที่ต้องการให้ผู้ฝึกปฏิบัติ

นอกจากนั้น Kindley (2002) กล่าวว่า องค์ประกอบของการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลองที่ดี ควรประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่างนี้ด้วย ซึ่งได้แก่

1. แบบจำลองสถานการณ์ (Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองของสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นเนื้อเรื่อง (Storyline) ของบทเรียน แบบจำลองสถานการณ์เหล่านี้สามารถกำหนดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เฉพาะสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ ต่างกับในชีวิตจริงที่ในสถานการณ์ส่วนมากจะประกอบด้วยเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้และเหตุการณ์อื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง

2. การเรียนรู้จากความผิดพลาด (Failure Staging) การเรียนรู้จากสถานการณ์จำลองที่ดีเกิดขึ้นเมื่อสถานการณ์จำลองนำพาให้ผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ซึ่งการเรียนรู้เกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนพบกับเหตุการณ์ที่ผิดพลาด ผู้เรียนจะทำความเข้าใจ และเรียนรู้ถึงข้อผิดพลาดรวมไปถึงวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดนั้น อย่างไรก็ตาม การทำให้ผู้เรียนเกิดความผิดพลาดนั้นต้องระมัดระวังไม่ให้ผู้เรียนเกิดความท้อใจในการเรียน โดยสามารถป้องกันได้ ดังนี้

2.1 กำหนดให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขความผิดพลาดต่าง ๆ ได้ แทนที่จะสิ้นสุดสถานการณ์จำลอง

2.2 ระวังอย่าให้ความผิดพลาดที่คาดหวังว่าจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนเกิดขึ้นง่ายเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความไม่สมจริง

2.3 หากมีข้อผิดพลาดที่ต้องการให้เกิดขึ้นง่ายกว่าความเป็นจริง ให้กำหนดให้เกิดความผิดพลาดนั้นตั้งแต่ช่วงต้นของสถานการณ์จำลอง

2.4 ระบบควรรองรับในการที่ผู้เรียนแต่ละคนอาจจะเกิดข้อผิดพลาดในเวลาและเหตุการณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งระบบควรนำไปสู่เหตุการณ์ที่จะเกิดข้อผิดพลาดที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนกัน

3. ผู้ชี้แนะการเรียนรู้ (Simulation Mentor) ผู้ชี้แนะการเรียนรู้ที่ดีเปรียบเสมือนครูในอุดมคติ ที่นอกเหนือจากการสอนเนื้อหาแล้ว ยังสามารถทำให้การเรียนการสอนมีความสนุก สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ตลอดเวลา สามารถชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ได้อย่างมีระเบียบแบบแผน ซึ่งผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้จากการที่ผู้เรียนประสบความผิดพลาดในสถานการณ์จำลองและมีผู้ชี้แนะการเรียนรู้ถึงวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น ๆ ผู้ชี้แนะการเรียนรู้ควรจะสามารถประเมินความต้องการของผู้เรียนได้และสามารถแนะนำสิ่งที่ควรทำ ทางเลือก หรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ให้แก่ผู้เรียนได้ ผู้ชี้แนะการเรียนรู้ควรอยู่ในภาพลักษณ์ที่ผู้เรียนพร้อมที่จะสร้างสัมพันธ์ด้วย โดยใช้หลักการ Scaffolding ในการให้ความช่วยเหลือที่มากน้อยในช่วงต้นของการเรียนรู้และลดลงเมื่อผู้เรียนมีความพัฒนาการ

### สังเคราะห์องค์ประกอบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง

จากองค์ประกอบของการเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น สามารถสรุปองค์ประกอบได้ทั้งหมด 8 องค์ประกอบ ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลอง (Objectives) สำหรับวัตถุประสงค์นี้ จะแสดงเป้าหมายของการฝึกซึ่งผู้ออกแบบและผู้ใช้สถานการณ์จำลองจะต้องเข้าใจอย่างเด่นชัด เพื่อผลสัมฤทธิ์ของการใช้สถานการณ์จำลอง สำหรับวัตถุประสงค์นั้นอาจมีได้หลายประเภท เช่น วัตถุประสงค์ประเภท ความรู้เมื่อสถานการณ์จำลองก่อให้เกิดความรู้ หรือวัตถุประสงค์ประเภทการ แสดงออกเมื่อ สถานการณ์จำลองก่อให้เกิดการปฏิบัติการฝึกทักษะ

2. ขอบข่ายความรู้ (Cognitive Framework) เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลองผู้ฝึกจะต้อง มีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ อย่างกระจ่างในส่วนที่ได้เกี่ยวข้องในการฝึกสถานการณ์จำลอง นั้น ๆ เพื่อที่จะนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดให้เกิดความรู้ใหม่ หรือ ความเข้าใจในการฝึกในงาน ครั้งแรกผู้ฝึกอาจ ไม่สำเร็จตามความต้องการ อันมีสาเหตุมาจากผู้ฝึกขาดความรู้ พื้นฐานที่เกี่ยวกับสถานการณ์จำลอง นั้น ๆ อย่างกระจ่าง ดังนั้น ขอบข่ายความรู้จึงเป็นตัวกำหนดให้ผู้ออกแบบสถานการณ์จำลอง มีความ ระมัดระวังในการออกแบบให้ผู้ฝึกได้ประสบผลสำเร็จที่ดียิ่งด้วย

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองของสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้ หรืออาจเรียกได้ว่าเป็นเนื้อเรื่อง (Storyline) ของบทเรียน มีวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ที่จะ แสดงเป้าหมายของการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เข้าใจอย่างเด่นชัด และผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ว่าตัวแปรใด มีการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

4. การเรียนรู้จากความผิดพลาด (Failure Staging) การเรียนรู้จากสถานการณ์จำลองที่ดี เกิดขึ้นเมื่อสถานการณ์จำลองนำไปให้ผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ซึ่งการเรียนรู้เกิดขึ้น ได้เมื่อผู้เรียนเรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนพบกับเหตุการณ์ที่ผิดพลาด ผู้เรียนจะทำความ เข้าใจ และเรียนรู้ถึงข้อผิดพลาดรวมไปถึงวิธีการที่จะหลีกเลี่ยงความผิดพลาดนั้น ซึ่งแนวคิดนี้ สอดคล้องกับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)

5. บทบาทของผู้ฝึกที่มีในสถานการณ์จำลอง (Roles) เนื่องจากการฝึกสถานการณ์จำลอง ทุก ครั้ง ตัวผู้ฝึกเองจะเป็นส่วนหนึ่งในสถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น ผู้ฝึกจะต้องดำเนินการไปตามบทบาท ที่เกี่ยวข้องในระหว่างการฝึก ซึ่งบทบาทเหล่านี้อาจถูกให้กระทำตามกำหนดไว้ หรือเกิดขึ้นเอง อัตโนมัติก็ตามยอมแล้วแต่วัตถุประสงค์และลักษณะของการจำลองสถานการณ์นั้น ๆ

6. ตัวแปรที่ถูกจำลอง (Variables Simulated) เนื่องจากการจำลองในสถานการณ์นั้นเป็นส่วนที่เปลี่ยนมาจากความจริง ในบางครั้งลักษณะการเปลี่ยนจากของจริงให้เป็นสถานการณ์จำลอง เพื่อมุ่งหวังให้ผู้สถานการณ์จำลองเกิดความรู้ หรือเกิดพฤติกรรมแสดงออกอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือไม่อาจเป็นการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้เกิดทั้งความรู้และการแสดงออกพร้อมกันในส่วนที่ถูก เปลี่ยนแปลงมาจากของจริงนี้ ไม่ว่าผู้ออกแบบ หรือผู้ใช้สถานการณ์จำลองก็ตามจะต้องเข้าใจเรื่องราว ของตัวแปรในส่วนที่ถูกเปลี่ยนแปลงนี้เป็นอย่างดี เพื่อผลสัมฤทธิ์ของฝึกสถานการณ์จำลองนั้น

7. กฎเกณฑ์สำหรับพฤติกรรมและปฏิสัมพันธ์ (Rules for Behavior and Interactions) ในการฝึกสถานการณ์จำลองนั้น ผู้ออกแบบสามารถกำหนด เป้าหมาย ทิศทางการดำเนินการฝึก ได้ด้วยการตั้งกฎเกณฑ์ (คล้ายหรือเหมือนกติกาในการเล่นเกม) ในการตั้งกฎเกณฑ์นั้นผู้ออกแบบมักจะตั้งกฎเกณฑ์ ขึ้นจากการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงผลสำเร็จที่ต้องการให้ผู้ฝึกปฏิบัติ

8. ปฏิสัมพันธ์กับผู้ชี้แนะการเรียนรู้ (Interactions with Simulation Mentor) สามารถประเมินความต้องการของผู้เรียนและแนะนำสิ่งที่ควรทำ ทางเลือก หรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีระบบแบบแผน โดยให้ความช่วยเหลือแก่ผู้เรียนในปริมาณมากในช่วงต้นของการเรียนรู้และลดลงเมื่อผู้เรียนมีพัฒนาการ

## 2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

กนกวรรณ จินตามณี (2554) กล่าวว่า องค์ประกอบขั้นตอนหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้

### 1. นำเข้าสู่บทเรียน (Introduction)

โดยปกติผู้เรียนจะไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบจำลองสถานการณ์ การนำเข้าสู่บทเรียนจึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนให้ชัดเจน อีกทั้งยังต้องบอกวัตถุประสงค์ของกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนทำด้วย การให้คำสั่งต่าง ๆ ในการนำเข้าสู่บทเรียนมีความสำคัญและต้องกระจำจชัดมากกว่าบทเรียนแบบอื่น

ในส่วนการนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ต้องกระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียนด้วย และต้องบอกให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าว่าต้องพบกับเหตุการณ์อะไรบ้างด้วยการบรรยายให้เห็นบริบทของเหตุการณ์ที่จำลองขึ้น เช่น ถ้าเป็นการจำลองทางกายภาพก็อธิบายให้เห็นคุณสมบัติทางกายภาพของวัตถุนั้น ถ้าเป็นการจำลองขั้นตอนในการทำงาน (Procedural Simulation) ก็ให้ผู้เรียนรู้ว่ากระบวนการและขั้นตอนที่จะเกิดขึ้นมีอะไรบ้าง

### 2. เนื้อหาของบทเรียน (Body of Simulation)

ถึงแม้เนื้อหาหลัก ๆ ของการจำลองสถานการณ์อาจไม่สามารถแยกแต่ละส่วนออกจากกันได้ชัดเจนเหมือนบทเรียนประเภท Tutorial หรือ Drill แต่ก็สามารถแยกออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลอง โปรแกรมจะต้องให้ข้อมูลที่จำเป็น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจสถานการณ์ของแบบจำลองมากที่สุด และเข้าใจบทบาทของตนเองในการโต้ตอบกับโปรแกรม เช่น แบบจำลองการหล่อโลหะด้วยเครื่องจักร ต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ แม่พิมพ์ปูน อุณหภูมิ



และยังต้องให้สูตรที่บอกให้รู้ว่าแต่ละองค์ประกอบจะเปลี่ยนไปอย่างไร อันเป็นผลจากตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ข้อมูลเหล่านี้ใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่ตัวแปรเปลี่ยน ในการให้ข้อมูลจะต้องบอกให้ผู้เรียนทราบถึงตรรกะของการเปลี่ยนแปลงแบบชุดเงื่อนไขด้วย เช่น “ถ้าเลือก A ผลจะเป็น B”

2.2 การนำเสนอ การนำเสนอต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของการเรียนเป็นอันดับแรก โดยทั่วไปการนำเสนอมักใช้หลายรูปแบบผสมกันเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนฝึกบังคับวัตถุในเหตุการณ์จำลองทางกายภาพมักแสดงให้เห็นด้วยภาพ หรือในกรณีให้ผู้เรียนต้องฟังโน้ตเพลง อาจนำเสนอด้วยเสียง เป็นต้น การนำเสนอบทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ต้องคำนึงความสมจริงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้มากขึ้นด้วย (Kinney & Henderson, 2008) อย่างไรก็ตาม การสร้างการจำลองสถานการณ์ที่มีความสมจริงสูงย่อมมีค่าใช้จ่ายที่สูงตามไปด้วย แต่อาจไม่ได้หมายความว่าประสิทธิภาพในการเรียนรู้จะต้องสูงตามด้วยเสมอไป (Kardong-Edgren, Anderson, & Michaels, 2007)

2.3 การป้อนข้อมูลจากผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นสื่อคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกับบทเรียนสูงกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่น ๆ วิธีการป้อนข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้เกิดความน่าสนใจสำหรับผู้เรียนมากกว่าวิธีที่ตายตัวเพียงแบบเดียว และควรให้ผู้เรียนมีอำนาจในการป้อนข้อมูลเพื่อควบคุมการเรียนรู้ได้ตามต้องการ โดยเฉพาะการฝึกซ้ำเมื่อเกิดการผิดพลาด

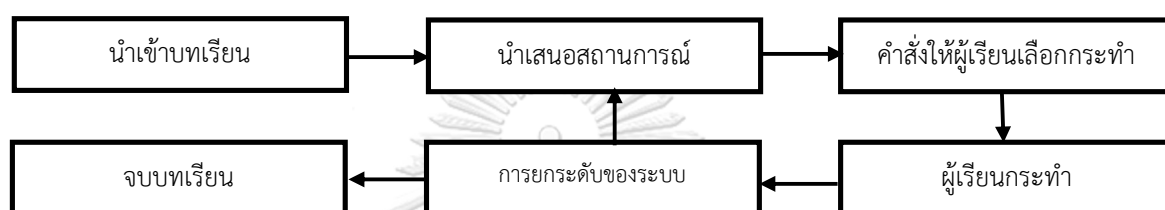
2.4 ปฏิกริยาย้อนกลับจากคอมพิวเตอร์ เมื่อผู้เรียนป้อนข้อมูลแสดงการกระทำของตัวเองลงไป ย่อมต้องมีปรากฏการณ์บางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นเป็นการตอบสนอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการกระทำของผู้เรียนได้ 2 ลักษณะ คือ ก่อนหรือหลังเหตุการณ์อันเป็นผลจากการกระทำของผู้เรียน

3. สิ้นสุดเหตุการณ์ (Completion) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สิ้นสุดลงเมื่อผู้เรียนได้รับความสำเร็จหรือล้มเหลวในการปฏิบัติภายใต้สถานการณ์จำลองที่ตนเลือก แต่ไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจำเป็นต้องยุติการเรียนรู้และออกจากบทเรียนไป ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ต้องเตรียมทางเลือกให้ผู้เรียนเลือกที่จะเข้าไปเริ่มต้นการปฏิบัติใหม่ได้อีกทันทีที่ครั้งก็ได้หรือสิ้นสุดบทเรียนได้ตามต้องการ

มีนักการศึกษาได้นำเสนอขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

## ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Alessi and Trollip

Alessi and Trollip (1991) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์โดยเริ่มต้นด้วยส่วนที่นำผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน จากนั้นจึงเป็นวงจรของเนื้อหาที่หมุนเวียนเข้ามา แต่ละวงจรประกอบด้วย ฉากเหตุการณ์หรือสถานการณ์จำลอง คำสั่งให้ผู้เรียนเลือกกระทำ ผู้เรียนกระทำ และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการกระทำ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถแสดงได้ดังภาพ

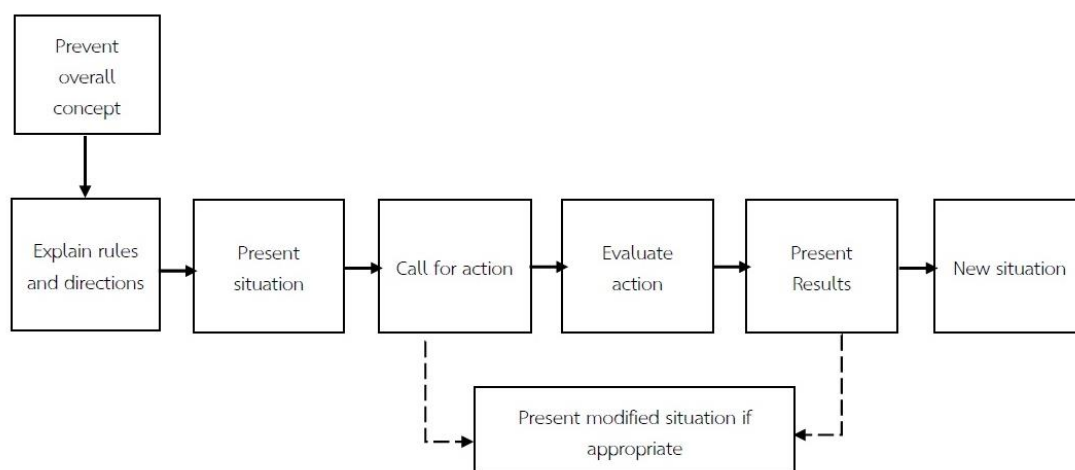


ภาพที่ 7 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Alessi and Trollip

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Alessi and Trollip มีรายละเอียด ดังนี้

1. นำเข้าบทเรียน
2. นำเสนอสถานการณ์
3. คำสั่งให้ผู้เรียนเลือก
4. ผู้เรียนกระทำ
5. การยกระดับของระบบ (ย้อนกลับไปนำเสนอสถานการณ์)
6. จบบทเรียน

**ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ของ Forcier**  
 Forcier (1996) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพ



**ภาพที่ 8** ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Forcier

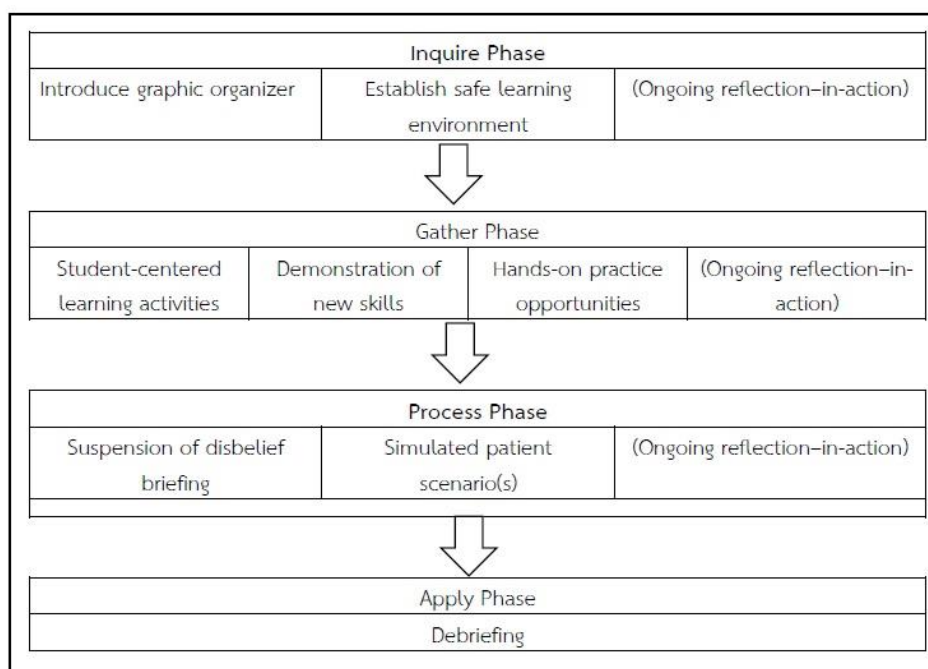
โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Forcier มีรายละเอียด ดังนี้

1. นำเสนอภาพรวมของแนวคิด
2. อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน
3. นำเสนอสถานการณ์
4. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรม
5. ประเมินการกระทำของผู้เรียน
6. นำเสนอการประเมิน และอาจปรับปรุงสถานการณ์และนำเสนออีกครั้งหากเหมาะสม
7. นำเสนอสถานการณ์ใหม่

## ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ Clapper

Clapper (2014) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์สำหรับบุคลากรทางแพทย์ โดยใช้แนวคิดของการสร้างความสนใจสถานการณ์ (Situational Interest) ซึ่งผู้วิจัยพบว่าแนวคิดนี้มีความสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีความสนใจในความปลอดภัยในการทำงานอยู่ในระดับต่ำ (อรุบล โชติพงษ์ และคณะ, 2558) การที่จะให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความสนใจในการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์จึงจำเป็นต้องออกแบบให้ผู้เรียนมีความสนใจในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และเชื่อมโยงให้ความสนใจในสถานการณ์กลายเป็นความสนใจส่วนบุคคลจนเกิดเป็นความตระหนักรู้ในความปลอดภัยต่อไป

การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ของ Clapper (2014) แบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ระยะด้วยกัน ได้แก่ ระยะสืบสอบ (Inquire Phase) ระยะรวบรวม (Gather Phase) ระยะประมวลผล (Process Phase) และระยะนำไปใช้ (Apply Phase) ตามแสดงในภาพ



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างความสนใจในสถานการณ์  
ที่มา: Clapper (2014)

ระยะที่ 1 ระยะสืบสอบ (Inquire Phase) ประกอบด้วยการใช้ Graphic Organizer ซึ่งเป็นแนวคิดของ Ausubel (1960) เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยการเสนอโน้ตค้นรวบยอดก่อนการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม และการสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกว่าจะสามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้อย่างสบายใจ รวมไปถึงการสะท้อนคิดในขณะปฏิบัติ

ระยะที่ 2 ระยะรวบรวม (Gather Phase) ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้เรียนเป็นหลัก การสาธิตทักษะใหม่ การฝึกปฏิบัติทักษะ และการสะท้อนคิดใจขณะปฏิบัติ

ระยะที่ 3 ระยะประมวลผล (Process Phase) ประกอบด้วยการทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าการจำลองสถานการณ์เป็นบริบทจริง (Suspension of disbelief) การจำลองเหตุการณ์ scenario ต่าง ๆ และการสะท้อนคิดในขณะปฏิบัติ

ระยะที่ 4 ระยะนำไปใช้ (Apply Phase) เป็นการ Debriefing ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจำลองสถานการณ์ตามที่ได้มีนักวิชาการให้ความสนใจศึกษาในประเด็นนี้เป็นพิเศษ (Crookall, 2010; Fanning & Gaba, 2007; Mayville, 2011; Zigmont, Kappus, & Sudikoff, 2011) โดยเป็นการสรุปและถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ต่อไป

จะเห็นได้ว่า ตลอดระยะที่ 1 ถึง 3 ของขั้นตอนการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ของ Clapper (2014) จะมีการสะท้อนคิดในขณะปฏิบัติ (Reflection-in-action) เป็นกระบวนการสร้าง Metacognition ของผู้เรียนในการสะท้อนคิดสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ เปรียบเทียบกับความรู้เก่า ทำการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ และพิจารณาถึงการนำไปใช้ในอนาคต ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีความสนใจกับบทเรียนตลอดเวลา การหยุดเพื่อสะท้อนคิดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยเป็นอย่างดี

### ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของ กุลนารี นิยมไทย

กุลนารี นิยมไทย (2556) ได้สังเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์จากนักวิชาการหลายท่าน และได้ข้อสรุปว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. นำเสนอโน้ตค้นโดยรวม เป็นการสร้างความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมของผู้เรียน โดยปกติสถานการณ์จำลองส่วนใหญ่จะมีความซับซ้อน การนำเสนอสถานการณ์จำลอง และ กติกาต่าง ๆ จึงต้องมีการเตรียมการอย่างดี ในการนำเสนอสถานการณ์นั้น ๆ ผู้สอนจะต้องเสนอให้ เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการบอกวัตถุประสงค์ ภาพรวมของสถานการณ์จำลองทั้งหมด

2. อธิบายรูปแบบและคำแนะนำ ผู้เรียนจะต้องเข้าใจกฎ/ กติกาของกิจกรรม และมีการอธิบายข้อมูลรายละเอียด พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามเพื่อความเข้าใจได้อย่างเพียงพอ ก่อนจะเริ่มเรียนด้วยสถานการณ์จำลอง

3. การเลือกสถานการณ์ และนำเสนอสถานการณ์ ผู้สอนให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมในแต่ละสถานการณ์ โดยศึกษาวิธีการกระทำกิจกรรม กฎ กติกา เวลาและบทบาทที่กำหนดไว้ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกกาตัดสินใจในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ซึ่งสถานการณ์จำลองที่ดีจะต้องเป็นสถานการณ์จำลองที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปัญหา มีการเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเลือก

4. วิเคราะห์ปัญหา และทางเลือกในการตัดสินใจ ผู้เรียนใช้ผลจากการร่วมกิจกรรมโดยตรง ทำการจำแนกแยกแยะและร่วมกันอภิปราย การวิเคราะห์ปัญหา ทางเลือกในการตัดสินใจ และความคิดรวบยอดที่ถูกต้องในสถานการณ์จำลอง

5. การทดลองใช้ หรือปฏิบัติกิจกรรมในสถานการณ์ ผู้เรียนเรียนรู้และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานการณ์จำลอง โดยใช้ความคิด หลักการ หรือวิธีการทำการจำแนก และ วิเคราะห์ปัญหา เพื่อแก้ไขปัญหานั้น ๆ

6. ลงความเห็นสรุป ประเมินผล ผู้เรียนแต่ละคนลงความเห็นสรุปความคิด หลักการหรือวิธีการที่ได้จากสถานการณ์จำลอง และนำเอาความคิด หลักการ หรือวิธีการที่ได้รับไปเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวัน เมื่อจบสถานการณ์จำลองต้องมีการสรุปผลร่วมกันโดยนำมาเทียบเคียงกับสถานการณ์จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์**

จากรูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ของนักวิชาการต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอไปแล้วนั้น สามารถสังเคราะห์รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในตารางที่ 3 ดังนี้

**ตารางที่ 3** สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

ขั้นตอน	Alessi and			กุลนารี	ผู้วิจัย
	Trollip (1991)	Forcier (1996)	Clapper (2014)	นิยมไทย (2556)	
นำเสนอภาพรวมของแนวคิด		✓	✓	✓	✓
อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน	✓	✓	✓	✓	✓
สร้างความเชื่อในสถานการณ์			✓		✓
นำเสนอสถานการณ์	✓	✓	✓	✓	✓
สาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็น			✓		✓
ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรม	✓	✓	✓	✓	✓
ประเมินการกระทำของผู้เรียน		✓		✓	✓
นำเสนอผลการประเมิน		✓			✓
ปรับปรุงสถานการณ์และนำเสนออีกครั้ง (หากเหมาะสม)		✓			✓
นำเสนอสถานการณ์ใหม่		✓			
ให้ผู้เรียนสะท้อนคิดการกระทำ			✓	✓	✓
สรุปถ่ายโยงความรู้และจบบทเรียน	✓		✓	✓	✓

จากการสังเคราะห์ พบว่าขั้นตอนสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ประกอบด้วย 12 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่

1. นำเสนอภาพรวมของแนวคิด
2. อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน
3. สร้างความเชื่อในสถานการณ์
4. นำเสนอสถานการณ์
5. สาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็น
6. ให้ผู้เรียนกระทำกิจกรรม

7. ประเมินการกระทำของผู้เรียน
8. นำเสนอผลการประเมิน
9. นำเสนอสถานการณ์ใหม่ หรือ สถานการณ์ปรับปรุงยกระดับ (หากเหมาะสม)
10. ให้ผู้เรียนสะท้อนคิด
11. สรุปถ่ายโยงความรู้และจบเรียน

## 2.6 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์

นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ไว้ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541; ประจวบ กล่อมจิตร, 2554; ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2530)

1. ช่วยให้การเรียนการสอนสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยสามารถทดลองสถานการณ์ต่าง ๆ ได้โดยไม่รบกวนระบบงานจริง รวมไปถึงทดสอบกับระบบที่ออกแบบใหม่ เพื่อทราบผลลัพธ์ก่อนที่จะมีการจัดสรรทรัพยากร
2. การวัดผลของสมรรถนะของผู้ปฏิบัติการในการจำลองสถานการณ์มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าในระบบจริง เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถปรับสมรรถนะของตนเองตามระบบได้
3. สามารถควบคุมเงื่อนไขต่าง ๆ ของการทดลองให้คงที่ได้ และทำให้เข้าใจว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานเกิดปฏิภิกิริยาต่อกันอย่างไร
4. ลดความเสี่ยงจากอันตรายอันเกิดขึ้นได้เอเปรียบเทียบกับการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง และลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่อาจไม่คุ้มค่า
5. ประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ เพราะสามารถควบคุมเวลาได้โดยการใช้การจำลองสถานการณ์ร่วมกับคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ช่วยในการวิเคราะห์
6. สะดวก รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงการจำลองสถานการณ์ในการกำหนดทางเลือกอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดต่อการใช้งาน
7. นำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาและประเมินผลกับระบบงานที่มีความซับซ้อนที่ไม่สามารถอธิบายด้วยวิธีการวิเคราะห์อื่น ๆ
8. เป็นประโยชน์สำหรับระบบงานที่ยังไม่มีอยู่จริง โดยทดลองจากการออกแบบให้เป็นไปตามแนวคิดและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมี
9. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจได้ดี ผลักดันให้ผู้เรียนเกิดการแสดงออก และเป็นผลต่อเนื่องติดต่อกันตลอดและทำให้การเรียนการสอนในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งยากแก่การสังเกตหรือมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาเป็นความจริงขึ้นมาได้



10. ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และช่วยให้เกิดการถ่ายโอนความรู้หรือประยุกต์ทักษะหรือความรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้สถานการณ์อื่นได้เป็นอย่างดี

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ ดังนี้

Y. L. Chen et al. (2011) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการจำลองสถานการณ์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านความเข้าใจที่มีต่อแนวคิดที่ซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมในการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยทดลองกับนักศึกษาจำนวน 49 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในด้านความเข้าใจที่มีต่อแนวคิดที่ซับซ้อนและมีความเป็นนามธรรมในการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์

Koh et al. (2010) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการจำลองสถานการณ์แบบสามมิติ ที่มีต่อแรงจูงใจในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ผลวิจัยพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์แบบสามมิติมีแรงจูงใจในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์แบบสามมิติ

Brown and Chronister (2009) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมีความสมจริงสูง (High-fidelity) ที่มีต่อความคิดอย่างมีวิจารณญาณและความมั่นใจในตนเองของนักศึกษาพยาบาล โดยทดลองกับนักศึกษาพยาบาลจำนวน 140 คน ผลการทดลองพบว่า นักศึกษาพยาบาลที่เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์แบบมีความสมจริงสูง มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและความมั่นใจในตนเองสูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่ไม่ได้เรียนด้วยการจำลองสถานการณ์

Kardong-Edgren et al. (2007) ทำการศึกษาทดลองเปรียบเทียบ ระหว่างการเรียนการสอนในห้องเรียน การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเสมือนจริงต่ำ (low-fidelity) และการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเสมือนจริงสูง (high-fidelity) โดยพบว่าการเรียนการสอนทั้ง 3 รูปแบบไม่ได้ส่งผลที่แตกต่างต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตาม การเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเสมือนจริงต่ำและเสมือนจริงสูง แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาก้าวหน้าที่ดีกว่าของผู้เรียน

ชัชพงศ์ เพียรดี (2556) พัฒนาเกมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเรื่องการทำขนมชิฟพอนเค้กสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทดลองกับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาอุตสาหกรรมงานอาหาร ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556 คณะเทคโนโลยี

คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจำนวน 20 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งผลวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรู้ผ่านเกมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเรื่องกาทำขนมซิฟพอนเค้กสูงกว่าก่อนเล่นเกมคอมพิวเตอร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ.05 โดยเกมคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองเรื่องการทำขนมซิฟพอนเค้กที่ได้มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.65

กนกวรรณ จินตามณี (2554) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและความดัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลสงขลา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 102 โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม แบบแบ่งชั้น และสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในระดับมากที่สุด

สวียา สุรมณี และคณะ (2553) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กฎหมายจราจร และศึกษาผลการใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 45 คน โดยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้นในระดับมากที่สุด อีกทั้งยังมีความคงทนทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ชัยณรงค์ แก้วสุก (2550) ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ED3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 90 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบการสอน ED3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียนชีววิทยาตามแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนชีววิทยาจากการทดสอบด้วยซ้ำหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ โดยพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองทันที และหลังการทดสอบ 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์สามารถสรุปได้ว่า พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์สามารถนำมาใช้ในการศึกษาได้เป็นอย่างดี โดยสามารถ

พัฒนาทักษะและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถสร้างความคงทนในการเรียน และสามารถสร้างแรงจูงใจและความพึงพอใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ จะสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในประเทศไทยยังมีไม่แพร่หลายมากนัก เนื่องจากการสร้างสรรค์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เป็นสิ่งที่กระทำได้ยาก โดยมีข้อจำกัดหลายประการนอกจากนี้ บุคลากรในประเทศไทยที่มีความรู้ทางด้าน การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ยังมีไม่มากนัก



### ตอนที่ 3 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลอง ขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ซึ่งได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-component Instructional Design หรือ 4C/ID)

3.2 องค์ประกอบที่ 1: ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks)

3.3 องค์ประกอบที่ 2: สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information)

3.4 องค์ประกอบที่ 3: สารสนเทศกระบวนการ (Procedural information)

3.5 องค์ประกอบที่ 4: การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-task Practice)

3.6 สรุปสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

3.7 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

#### 3.1 ภาพรวมของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-component instructional design หรือ 4C/ID)

รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-component instructional design หรือ 4C/ID) เป็นรูปแบบที่ใช้เพื่อออกแบบการเรียนการสอนการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อน (Van Merriënboer & Kirschner, 2017) ในรูปแบบนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากภารกิจการเรียนรู้ที่จำลองจากสถานการณ์ในชีวิตการทำงานจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะจากภาระงานต่าง ๆ ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ รูปแบบนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการได้รับภาระงานมากกว่าการเรียนแบบบรรยาย ภารกิจการเรียนรู้เหล่านี้จะถูกเรียบเรียงอย่างมีระเบียบแบบแผนโดยคำนึงถึงความซับซ้อนของภาระงานและปริมาณของคำแนะนำที่ต้องมีให้ผู้เรียน โดยมีเครื่องมือทางการศึกษาต่าง ๆ ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และเกิดการบูรณาการความรู้ ทักษะ และทัศนคติที่ต้องการ รูปแบบนี้จึงทำให้ผู้เรียนอาจไม่จำเป็นต้องศึกษาเนื้อหาในห้องเรียนให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ แต่ผู้เรียนจะสามารถค้นคว้าหาความรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อผู้เรียนรู้ว่าผู้เรียนต้องการความรู้นั้นในการแก้ปัญหา กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Susilo, van Merriënboer, van Dalen, Claramita, & Scherpbier, 2013)

รูปแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ประกอบด้วย 1) ภารกิจการเรียนรู้ (learning tasks), 2) สารสนเทศสนับสนุน (supportive information), 3) สารสนเทศเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอน (procedural information), และ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (part-task practice).

ภารกิจการเรียนรู้เป็นแกนหลักของหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ภารกิจการเรียนรู้ควรนำเสนอให้กับผู้เรียนในรูปแบบของภาระงานแบบองค์รวมที่สอดคล้องกับหลักด้านความถูกต้อง (authenticity) และหลักด้านความผันแปร (variability) (Van Merriënboer & Kirschner, 2017) ความถูกต้องเกิดจากการออกแบบภารกิจการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จากชีวิตจริง (real-life tasks) อย่างไรก็ตาม ภารกิจการเรียนรู้นี้แตกต่างจากสถานการณ์จริงตรงที่ภารกิจการเรียนรู้มักจะมีการช่วยเหลือหรือการชี้แนะต่าง ๆ ซึ่งภารกิจการเรียนรู้สามารถปฏิบัติได้ในทั้งเหตุการณ์สมมติจริงหรือสถานการณ์จำลองก็ได้ (Gulikers, Bastiaens, Kirschner, & development, 2004) ความผันแปรสามารถเพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มภารกิจการเรียนรู้ที่มีความแตกต่างกัน โดยสะท้อนถึงความแตกต่างในสถานการณ์จริง การที่ผู้เรียนได้รับภารกิจที่ต่างกันนี้จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงแบบแผนและแนวทางในการแก้ปัญหา ที่สามารถนำไปปรับใช้ในบริบทที่แตกต่างในชีวิตจริงได้ (Van Merriënboer et al., 2002; Van Merriënboer & Kirschner, 2017)

ภารกิจเรียนรู้ที่มีระดับความซับซ้อนเท่ากัน สามารถจัดไว้ในกลุ่มภารกิจเดียวกันได้ โดยที่ในหลักสูตรหนึ่ง ๆ กลุ่มภารกิจที่มีระดับความซับซ้อนน้อย ๆ ควรอยู่ลำดับก่อนหน้ากลุ่มภารกิจที่มีความซับซ้อนมาก ๆ ซึ่งในแต่ละกลุ่มภารกิจควรประกอบด้วยภารกิจเรียนรู้ที่มีระดับความซับซ้อนเดียวกันหลาย ๆ ภารกิจ และในแต่ละภารกิจการเรียนรู้ในกลุ่มนั้น จะมีระดับของการชี้แนะที่ให้แก่วผู้เรียนที่ลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้เรียนรู้สามารถปฏิบัติภารกิจได้ด้วยตนเอง (Van Merriënboer et al., 2002)

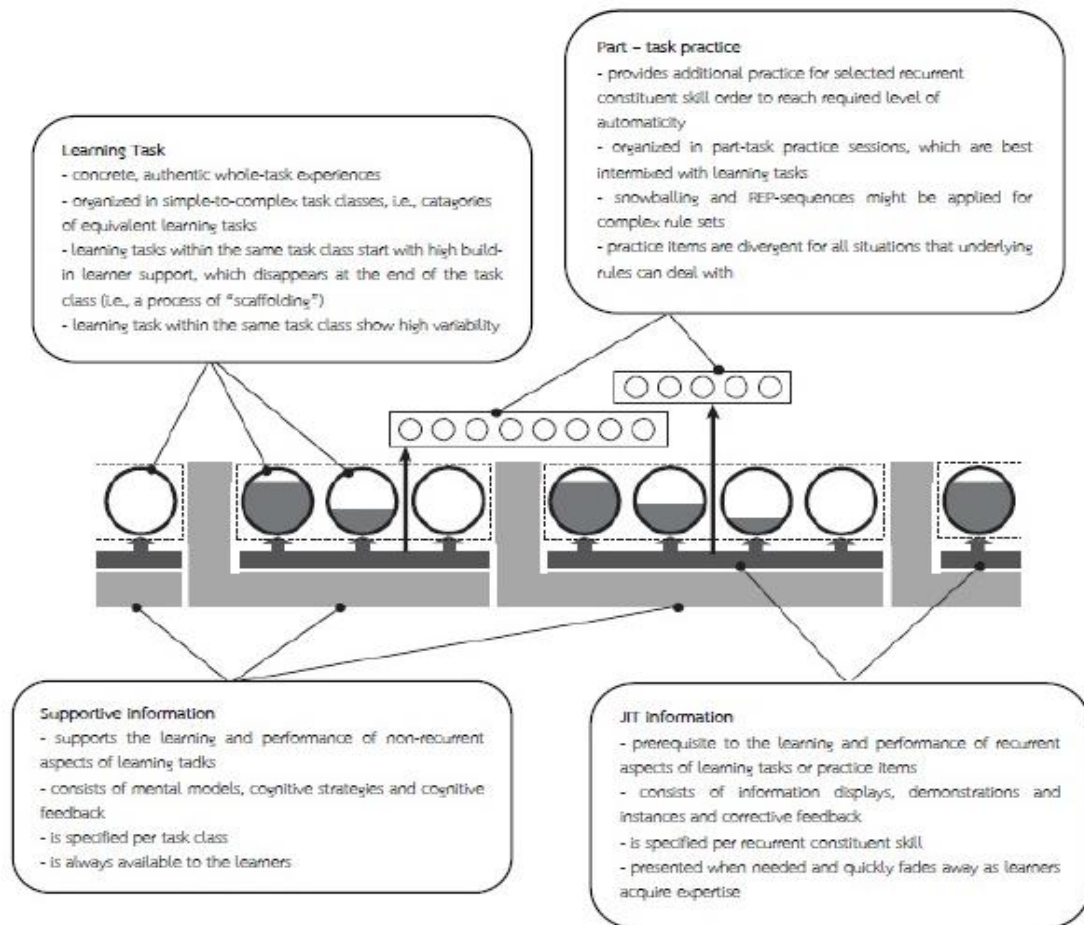
สารสนเทศสนับสนุนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนในการทำความเข้าใจและทำให้สามารถบรรลุภารกิจการเรียนรู้ได้ สารสนเทศสนับสนุนควรให้ผู้เรียนรู้ในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนรู้สามารถนำไปพัฒนาเป็นกลยุทธ์ทางปัญญา (cognitive strategy) และรูปแบบทางความคิด (mental model) ได้ กลยุทธ์ทางปัญญาสามารถใช้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ในขณะที่รูปแบบทางความคิดทำหน้าที่เป็นแผนที่ของขอบเขตการเรียนรู้ หรือจัดการความรู้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของหัวข้อต่าง ๆ ในการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (4C/ID) สารสนเทศสนับสนุนอาจอยู่ในรูปแบบของความรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาเป็นผู้สอน หรือเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสามารถค้นหาได้จากแหล่งข้อมูล ในขณะที่เรียนรู้ด้วยตนเองระหว่างภารกิจการเรียนรู้ หรืออาจจะอยู่ในรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อนกลับทางความคิดที่จะให้หลังจากผู้เรียนรู้ได้ทำภารกิจการเรียนรู้เสร็จสิ้น โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้ได้มีการไตร่ตรองถึงคุณภาพของกลยุทธ์ทางปัญญาและรูปแบบทางความคิดที่ผู้เรียนรู้ได้รับมาก็ได้ (Van Merriënboer et al., 2002)

สารสนเทศกระบวนการเป็นข้อมูลที่ควรให้แก่ผู้เรียนรู้ในขณะที่กำลังทำภารกิจเมื่อจำเป็น เหมือนกับเป็นการเฝ้าติดตามภารกิจการเรียนรู้ของผู้เรียน และให้ข้อมูลนี้ในทันทีที่ผู้เรียนต้องการ สารสนเทศกระบวนการจะช่วยเหลือส่วนที่ถูกทำซ้ำ ๆ ในภารกิจ (routine aspects) และควรให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ที่ปริมาณของการชี้แนะจะลดลงเรื่อย ๆ ตามภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนปฏิบัติผ่านได้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Van Merriënboer & Kirschner, 2017)

การฝึกฝนภารกิจย่อย ไม่ได้เป็นส่วนประกอบภาคบังคับของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ โดยอาจจะมีหรือไม่มีอยู่ในการเรียนการสอนก็ได้ การฝึกฝนภารกิจย่อยเป็นองค์ประกอบสำหรับการฝึกฝนที่จำเพาะเจาะจงบางส่วนซ้ำ ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญและทำได้อย่างอัตโนมัติ

ภารกิจการเรียนรู้เป็นแกนหลักของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบโดยจัดกลุ่มเป็นกลุ่มภารกิจ สารสนเทศสนับสนุนมีความสัมพันธ์กับกลุ่มภารกิจในการช่วยผู้เรียนให้สามารถบรรลุแต่ละกลุ่มภารกิจ ภารกิจที่มีความซับซ้อนมากขึ้นย่อมต้องการสารสนเทศสนับสนุนที่มากขึ้น ในขณะที่สารสนเทศกระบวนการนั้นมีความสัมพันธ์กับภารกิจเรียนรู้ใด ๆ ภารกิจหนึ่ง เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ให้ผู้เรียนรู้ในเวลาต่าง ๆ อย่างทันท่วงทีเมื่อผู้เรียนรู้ต้องการ ส่วนการฝึกฝนภารกิจย่อยนั้นจะเข้ามาเกี่ยวข้องหลังจากได้มีการทำภารกิจเรียนรู้บางส่วนซ้ำ ๆ เท่านั้น ทำให้ผู้เรียนรู้เข้าใจถึงกระบวนการสนับสนุนการทำภาระงานแบบองค์รวมด้วยการฝึกฝนภารกิจย่อยนี้

แนวคิดหลักของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน 4 องค์ประกอบ (four-component instructional design หรือ 4C/ID) คือ การออกแบบสภาพแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้ที่ซับซ้อนสามารถอธิบายได้ใน 4 องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบเหล่านี้อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการเรียนรู้ 4 แบบที่เป็นหัวใจของการเรียนรู้ที่ซับซ้อน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 10 รูปแบบการออกแบบการเรียนรู้การเรียนการสอน 4 องค์ประกอบ  
ที่มา: van Merriënboer et al. (2002)

### 3.2 องค์ประกอบที่ 1: ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks)

ภารกิจการเรียนรู้เป็นเสมือนแกนหลักของระบบการเรียนการสอน ซึ่งได้มีการวางเป้าหมายไปที่การเรียนรู้ที่ซับซ้อน ภารกิจการเรียนรู้อาจจะเป็นกรณีศึกษา โครงการงาน หรือโจทย์ปัญหาที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ก็ได้ ภารกิจเรียนรู้มักจะถูกปฏิบัติในสภาพแวดล้อมจริงหรือสถานการณ์จำลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกจนสิ้นสุดภาระงานโดยรวมทั้งหมด ภารกิจเรียนรู้จะอยู่ในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่มีความเสมือนจริงสูง เช่น Virtual Reality หรือจะเป็นเหตุการณ์สมมติบนกระดาษก็ได้ ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายภาระงานด้วยทักษะที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งจะประกอบขึ้นเป็นทักษะที่ซับซ้อน สิ่งสำคัญคือผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะที่มีอยู่ แบบนี้ไม่เหมือนกับกิจกรรมที่ผู้เรียนศึกษาข้อมูลทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับทักษะที่ซ้ำซ้อนซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และ

ทักษะที่ซ้ำซ้อนในภาพรวม (ซึ่งมักจะไม่มีเกิดขึ้นซ้ำ ๆ เสมอ ๆ ) ภารกิจการเรียนรู้สนับสนุนให้เกิดการสร้างแบบแผนโดยกระบวนการอุปนัย กล่าวคือภารกิจการเรียนรู้จะกระตุ้นผู้เรียนให้สร้างแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้โดยประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งผู้เรียนจะได้รับจากภารกิจการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้ เช่น ลักษณะทั่วไป (generalization) และการจำแนกแยกแยะให้เห็นความแตกต่าง (discrimination) จะสร้างแบบแผนขึ้นใหม่ตามลำดับเพื่อให้สอดคล้องกับประสบการณ์ใหม่ ๆ แบบแผนที่ถูกสร้างขึ้นใหม่มี 2 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบทางความคิด (mental models) ซึ่งจะทำให้เกิดการคิดหาเหตุผลในขอบเขตความรู้ เพราะรูปแบบนี้จะสะท้อนให้เห็นวิธีการรวบรวมขอบเขตความรู้ และ 2) กลวิธีทางความคิด(cognitive strategies) ซึ่งจะให้แนวทางในการแก้ปัญหาในขอบเขตความรู้ เพราะรูปแบบนี้สะท้อนให้เห็นวิธีในการรับมือกับปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

การมอบภารกิจการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนสามารถทำได้หลายรูปแบบ ได้แก่ (Van Merriënboer, 1997; Van Merriënboer & De Croock, 1992)

Modeling Example เป็นการให้ผู้เรียนศึกษาวิธีการแก้ปัญหาจากตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

Completion problems เป็นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหา โดยมีการกำหนดสถานะปัจจุบันเป้าหมายที่ต้องการ และบอกวิธีแก้ปัญหาบางส่วนให้ผู้เรียน

Conventional problems เป็นการให้ผู้เรียนแก้ปัญหา โดยมีการกำหนดสถานะปัจจุบันเป้าหมายที่ต้องการ และให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง

รูปแบบของภารกิจการเรียนรู้ สามารถจำแนกได้ 6 รูปแบบ ดังนี้ (Willis, 1996)

1. การจัดทำรายการ (Listing) คือ รูปแบบกิจกรรมที่มุ่งหวังให้ผู้เรียน แสดงความคิดเห็นของตน โดยมีวิธีการที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมความคิดและการค้นหาความจริง

2. การเรียงลำดับและการแยกประเภท (Ordering and sorting) คือ รูปแบบกิจกรรมที่ผู้เรียนฝึกใช้การเรียงลำดับข้อมูลและจัดแยกประเภทตามหัวข้อต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

3. การเปรียบเทียบ (Comparing) คือ รูปแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบข้อมูลที่มีลักษณะเดียวกัน แต่แหล่งที่มาหรือเนื้อหาต่างกัน เพื่อที่จะรวบรวมส่วนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน และแยกแยะส่วนที่แตกต่างกันได้

4. การแก้ปัญหา (Problem solving) คือ รูปแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและเหตุผลพร้อมทั้งท้าทายให้ผู้เรียนพยายามแก้ไขปัญหาให้บรรลุผล



5. การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Sharing personal experience) คือ รูปแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนข้อมูลกับบุคคลอื่น ผลที่ได้จากการปฏิสัมพันธ์นั้นใกล้เคียงกับบทสนทนาในชีวิตประจำวัน

6. งานที่สร้างสรรค์ (Creative task) หรืออีกชื่อหนึ่งที่เรียกกันทั่วไปว่า โครงการงาน คือรูปแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนทำงานเป็นคู่หรือกลุ่ม งานประเภทนี้มีขั้นตอนการทำงานมากกว่าประเภทอื่น และเป็นงานที่รวมกิจกรรมหลายประเภทเข้าด้วยกัน ซึ่งบางครั้งผู้เรียนอาจต้องออกไปทำกิจกรรมนอกชั้นเรียน สิ่งที่สำคัญที่ทำให้งานเสร็จสมบูรณ์นั้นขึ้นอยู่กับทักษะการจัดการและการทำงานร่วมกัน

### กลุ่มภาระงาน (Task classes)

การให้ผู้เรียนฝึกทักษะที่ซับซ้อนมาก ๆ ตั้งแต่เริ่มโปรแกรมการฝึกจะทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการรับรู้มากเกินไป (cognitive overload) ดังนั้น ผู้เรียนจึงควรเริ่มจากภาระงานที่ง่าย ๆ แล้วค่อย ๆ พัฒนาไปสู่ภาระงานที่ซับซ้อนขึ้น ความซับซ้อนนี้เป็นผลมาจากจำนวนของทักษะประกอบที่เกี่ยวข้อง จำนวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างทักษะประกอบ และปริมาณความรู้ที่จำเป็นเพื่อปฏิบัติทักษะประกอบ กลุ่มภาระงานจะถูกใช้เพื่อกำหนดประเภทของภารกิจการเรียนรู้จากง่ายไปสู่ซับซ้อน และเพื่อนำทางกระบวนการในการเลือกสรรและการพัฒนาภารกิจการเรียนรู้ที่เหมาะสม ภารกิจการเรียนรู้ภายในกลุ่มภาระงานเฉพาะหนึ่ง ๆ มีความเท่าเทียมกันในลักษณะที่ว่าภาระงานเหล่านั้นจะสามารถถูกปฏิบัติได้บนหลักการขององค์ความรู้เดียวกัน กลุ่มภาระงานที่มีความซับซ้อนมากกว่าจะต้องการความรู้มากกว่าเพื่อการปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มภาระงานแรกหมายถึงส่วนที่ง่ายที่สุดโดยภาพรวมทั้งหมด ซึ่งผู้เรียนที่มีความเชี่ยวชาญจะพบเจอได้ในโลกแห่งความเป็นจริง กลุ่มภาระงานสุดท้ายจะแสดงให้เห็นภาระงานโดยรวมทั้งหมด รวมถึงภาระงานที่ซับซ้อนที่สุด ซึ่งผู้เรียนระดับมืออาชีพจะพบเจอในโลกแห่งความเป็นจริง ยกตัวอย่างเช่น การค้นหารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นทักษะที่ซับซ้อนระดับปานกลาง

ปัจจัยของภาระงานที่สามารถบ่งบอกสิ่งที่ตัดสินว่าการปฏิบัติทักษะมีความซับซ้อนมากเพียงใด มีดังต่อไปนี้

- 1) ความชัดเจนของคำจำกัดความแนวความคิดภายในหรือระหว่างขอบเขตความรู้ (ชัดเจน ถึง ไม่ชัดเจน)
- 2) จำนวนของบทความที่เขียนขึ้นเกี่ยวกับหัวข้อความสนใจ (น้อย ถึง มาก)
- 3) จำนวนของขอบเขตความรู้ซึ่งบทความที่เกี่ยวข้องได้ถูกตีพิมพ์อยู่ในขอบเขตความรู้ นั้น และจำนวนฐานข้อมูลที่ต้องค้นหา (ฐานข้อมูลที่คุ้นเคยฐานเดียว ถึง ฐานข้อมูลหลายฐานที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อความสนใจ)

- 4) ลักษณะของการค้นหา (หัวข้อ คำค้น ถึงบทความย่อ บทความเต็ม) และ
- 5) จำนวนของคำค้นและตัวแปรบูลเลียน (Boolean operators) ที่ใช้ (คำค้นน้อยถึง คำค้นมาก ที่มีความเชื่อมโยงระหว่างกันกับตัวแปรบูลเลียน)

จากปัจจัยเหล่านี้ สมมติฐานสำหรับกลุ่มภาระงานแรกและง่ายที่สุดอธิบายได้ดังต่อไปนี้ ประเภทของภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเผชิญในสถานการณ์ที่ต้องมีการค้นหาในขอบเขตความรู้ ซึ่งหลาย ๆ แนวความคิดได้ถูกอธิบายไว้อย่างชัดเจนในขอบเขตความรู้ นั้น โดยใช้หัวข้อและคำค้นในฐานข้อมูลเฉพาะฐานข้อมูลเดียวด้วยคำค้นเพียงไม่กี่คำ เพื่อให้ได้บทความที่เกี่ยวข้องในจำนวนที่ไม่มีขีดจำกัด กลุ่มภาระงานที่ซับซ้อนที่สุดได้ถูกอธิบายไว้ว่า เป็นประเภทของภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะพบเจอในสถานการณ์ที่คำจำกัดความแนวความคิดภายในหรือระหว่างขอบเขตความรู้ไม่ชัดเจน และสถานการณ์ที่การหาบทความเต็มในหลาย ๆ ฐานข้อมูล ที่มีความสัมพันธ์กับคำค้นหลายคำ ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับตัวแปรบูลเลียน เพื่อจำกัดจำนวนบทความที่มีความสัมพันธ์กัน กลุ่มภาระงานที่มีความซับซ้อนระดับปานกลางสามารถเพิ่มเข้าไปได้ โดยการใช้ปัจจัยภาระงานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ที่มีการกำหนดกลุ่มภาระงานแล้ว ภารกิจการเรียนรู้สามารถถูกเลือกและพัฒนาสำหรับแต่ละกลุ่ม ยกตัวอย่างเช่น เราสามารถขอให้บรรณารักษ์ยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการค้นหา ด้วยหัวข้อในฐานข้อมูลเฉพาะฐานข้อมูลเดียว กรณีตัวอย่างที่ได้เลือกมาสำหรับกลุ่มภาระงานแต่ละกลุ่มเป็นพื้นฐานสำหรับภารกิจการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนา สำหรับกลุ่มภาระงานแต่ละกลุ่ม จำเป็นต้องมีกรณีศึกษาที่เพียงพอเพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนจะได้รับการฝึกเพียงพอที่จะมีความชำนาญ กรณีศึกษาหรือภารกิจการเรียนรู้ภายในกลุ่มภาระงานเดียวกัน ไม่ได้มีการจัดลำดับจากง่ายไปหายาก แต่มันมีความเท่าเทียมกันในแง่ของความยาก แต่กระนั้นก็ตามที่สำคัญที่สุด ควรต้องมีภารกิจการเรียนรู้ที่หลากหลายภายในกลุ่มภาระงานเดียวกัน มีการสุ่มจัดลำดับภารกิจการเรียนรู้และควรจะแยกความแตกต่างจากกัน ในแง่ของความสำคัญของการอธิบายลักษณะเฉพาะ, บริบทที่ต้องไปปฏิบัติภาระงาน, ความคุ้นเคยของภาระงาน หรือมิติอื่น ๆ ของภาระงานที่แตกต่างกันในโลกแห่งความเป็นจริง ความแตกต่างกันนี้เป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมพัฒนาการของแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่ต้องอาศัยแผนงานจากโปรแกรมการฝึกฝนไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง

### การสนับสนุนผู้เรียน (Learner support)

ถึงแม้ว่าภายในกลุ่มภารกิจการเรียนรู้แต่ละกลุ่มจะไม่มี ความแตกต่างกันในความยากง่าย แต่มีความแตกต่างกันในเรื่องของการสนับสนุนผู้เรียน ควรสนับสนุนผู้เรียนมาก ๆ ในภาระงานแรก ๆ ที่อยู่ในกลุ่มภาระงานเดียวกัน และไม่ควรรสนับสนุนผู้เรียนในภาระงานสุดท้าย กระบวนการลดการ

สนับสนุนเพื่อให้ผู้เรียนมีความชำนาญมากขึ้นนี้ เรียกว่า scaffolding ซึ่งนำมาใช้ในทุก ๆ กลุ่มภาระงาน (แสดงด้วยการเติมสีในวงกลมในภาพด้านบน) แนวคิดในการแก้ปัญหาทั่วไป (Newell & Simon, 1972) ถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกความแตกต่างของโครงสร้างการสนับสนุน จากแนวคิดนี้ ภารกิจการเรียนรู้สามารถอธิบายได้ด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) สภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ซึ่งผู้เรียนต้องเผชิญ
- 2) เกณฑ์สำหรับสภาพแวดล้อมเป้าหมายที่สามารถยอมรับได้
- 3) วิธีแก้ปัญหา ซึ่งก็คือ การเรียงลำดับการทำงานที่ทำให้สามารถเปลี่ยนจากสภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ไปสู่สภาพแวดล้อมเป้าหมาย และ
- 4) กระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถมองได้ว่าเป็นการปฏิบัติงานโดยใช้สมองเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

แนวคิดนี้ใช้เพื่อทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างการสนับสนุนที่เน้นผลลัพธ์เป็นหลัก (product-oriented support) และการสนับสนุนที่เน้นกระบวนการเป็นหลัก (process-oriented support) การสนับสนุนที่เน้นผลลัพธ์เป็นหลักมีความสัมพันธ์กับเฉพาะ 3 องค์ประกอบแรกเท่านั้น แต่การสนับสนุนที่เน้นกระบวนการเป็นหลักให้ความสำคัญในการสนับสนุนกระบวนการในการไปสู่การแก้ปัญหาด้วย

การให้การสนับสนุนที่เน้นผลลัพธ์เป็นหลักจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของภารกิจการเรียนรู้ การสนับสนุนที่เน้นผลลัพธ์เป็นหลักที่มากที่สุด คือการใช้กรณีศึกษา โดยให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสภาพแวดล้อมที่กำหนดให้ สภาพแวดล้อมเป้าหมายซึ่งเป็นที่ต้องการและวิธีการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการสร้างความสนใจของผู้เรียน ควรจะใช้กรณีศึกษาที่อธิบายถึงปรากฏการณ์ที่น่าตื่นเต้น เช่น อุบัติเหตุ ความบังเอิญ เรื่องราวแห่งความสำเร็จ หรือข้อขัดแย้งที่กลายเป็นเรื่องดี โดยส่วนใหญ่ ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามที่กระตุ้นกระบวนการคิดที่ลึกซึ้งและการอุปนัยกลวิธีทางความคิดจากตัวอย่างจำลองที่ให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่าคุณสมบัติความรู้ที่จัดระเบียบอย่างไร

การสนับสนุนที่เน้นกระบวนการเป็นหลักนำไปสู่การแก้ปัญหาเช่นกัน ตัวอย่างจำลองจะให้การสนับสนุนที่เน้นกระบวนการเป็นหลักมากที่สุด ผู้เรียนจะได้พบกับผู้เชี่ยวชาญที่กำลังปฏิบัติภาระงาน และในเวลาเดียวกันก็อธิบายถึงสาเหตุว่าทำไมต้องปฏิบัติภาระงานนั้น การนำเสนอบทบาทจำลองที่เหมาะสมและมีความน่าเชื่อถือด้วยทักษะความรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้เป็นสิ่งจำเป็น การคิดแล้วแสดงออกมาเป็นคำพูดอาจช่วยในการเผยแพร่กระบวนการแก้ปัญหาในความคิดของผู้เชี่ยวชาญที่ถูกซ่อนอยู่ออกมา สำหรับกรณีศึกษา ผู้เรียนมักต้องตอบคำถามที่กระตุ้นกระบวนการอันลึกซึ้งและอุปนัยกลวิธีทางความคิดจากตัวอย่างจำลองที่ให้มา โดยการศึกษาตัวอย่างจำลองนี้ ผู้เรียนจะเข้าใจวิธีการและหลักการง่าย ๆ ที่เป็นระบบซึ่งมีอาชีพใช้อยู่

การสนับสนุนที่เน้นกระบวนการเป็นหลัก อาจจะอยู่ในรูปแบบของข้อจำกัดในการปฏิบัติ (performance constraints) และโครงสร้างการสนับสนุนการปฏิบัติ (performance support structure) ก็ได้ ทั้งสองอย่างนี้ขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ภาระงานทางความคิดของความรู้ทางกลวิธี ซึ่งจะให้คำอธิบายกลวิธีทางความคิด ในฐานะที่เป็นวิธีการที่เป็นระบบเพื่อการแก้ปัญหา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญใช้เพื่อแก้ปัญหาในขอบเขตของความสนใจ วิธีการที่เป็นระบบเพื่อการแก้ปัญหามักจะแสดงให้เห็นขั้นตอนต่อเนื่องในกระบวนการการแก้ปัญหาและหลักการง่าย ๆ ที่อาจจะเป็นประโยชน์เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จในแต่ละขั้นตอน

ข้อจำกัดในการปฏิบัติ (performance constraints) เป็นการกำหนดให้ผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์การปฏิบัติในขั้นตอนหนึ่ง ๆ ก่อนที่จะสามารถไปถึงขั้นตอนต่อไป

การใช้โครงสร้างสนับสนุนการปฏิบัติ (performance support structures) มักอยู่ในรูปแบบของการสนับสนุนการแก้ปัญหา ยกตัวอย่างเช่น การให้แผนงานที่แสดงถึงกระบวนการ ซึ่งมีรายการขั้นตอนหลัก ๆ และหลักการง่าย ๆ ที่เป็นประโยชน์สำหรับแต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นการแนะนำแนวทางในกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน หรือวิธีการขั้นสูงที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ อาจเป็นเหตุให้ผู้เรียนเข้าไปใกล้ปัญหา เหมือนกับที่ผู้เชี่ยวชาญทำ (เพื่อเป็นตัวอย่าง)

### 3.3 องค์ประกอบที่ 2: สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information)

ผู้เรียนต้องการสารสนเทศเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จในการทำงานกับภารกิจการเรียนรู้ที่ไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และเพื่อเรียนรู้จากภาระงานเหล่านั้นได้อย่างแท้จริง สารสนเทศสนับสนุนนี้เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ผู้เรียนรู้อยู่แล้วกับภารกิจการเรียนรู้ สารสนเทศเหล่านี้เป็นสารสนเทศที่ผู้สอนมักเรียกว่า “ทฤษฎี” และเป็นสิ่งที่มักปรากฏอยู่ในหนังสือเรียนและการบรรยาย สารสนเทศสนับสนุนจะอยู่คู่กับกลุ่มภาระงาน เพราะว่าองค์ความรู้โดยทั่วไปเป็นพื้นฐานของภารกิจการเรียนรู้ทั้งหมดในกลุ่มภาระงานเดียวกัน และเพราะไม่มีใครรู้ว่าจริง ๆ แล้วต้องการความรู้แบบใดเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้เฉพาะหนึ่ง ๆ สารสนเทศสนับสนุนในกลุ่มภาระงานไม่ได้คู่กันไปกับภารกิจการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล แต่จะคู่กันไปกับกลุ่มภาระงาน สารสนเทศสนับสนุนถัดไปเป็นสารสนเทศหรือความรู้ที่ขยายมาจากสารสนเทศเดิม ทำให้ผู้เรียนสามารถทำในสิ่งที่ไม่เคยทำได้มาก่อน กลวิธีในการเรียนการสอนในการให้สารสนเทศสนับสนุนจะให้เพื่อส่งเสริมการสร้างแผนงานผ่านการให้รายละเอียดเพิ่มเติม (elaboration) นั่นคือการช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความสัมพันธ์อย่างมีกฎเกณฑ์ระหว่างสารสนเทศใหม่และความรู้เดิม กระบวนการการให้รายละเอียดเพิ่มเติม ทำให้เกิดแผนงานที่ซับซ้อนอย่างสูงและทำให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

แบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การฝึกการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ มีอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) รูปแบบทางความคิด (mental models) ที่ทำให้ผู้เรียนให้เหตุผลภายในขอบเขตการเรียนรู้ และ 2) กลวิธีทางความคิด (cognitive strategies) ที่ทำให้ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และใช้หลักการง่าย ๆ เป็นแนวทางในกระบวนการแก้ปัญหา สารสนเทศสนับสนุนจะสะท้อนให้เห็นความรู้ที่เป็นแบบแผนทั้ง 2 แบบ ยกตัวอย่างเช่น Tiger Woods ศึกษาสภาพของสนามกอล์ฟทั่วโลกอย่างลึกซึ้ง เพื่อพัฒนารูปแบบทางความคิดในวิธีการจัดระเบียบโลก และศึกษาวิถีทัศน์ของกลุ่ม เพื่อพัฒนากลวิธีทางความคิดในวิธีการเข้าถึงปัญหาที่มีอยู่ในโลก จะเห็นได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานก็ยังพัฒนารูปแบบความคิดและกลวิธีทางความคิด เพื่อที่จะพัฒนาการปฏิบัติงานของพวกเขา

ผู้สอนอาจออกแบบให้ผู้เรียนต้องเรียนสารสนเทศสนับสนุนก่อนปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ หรืออาจให้ผู้เรียนเรียนรู้ระหว่างที่ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ก็ได้ (van Merriënboer & Kirschner, 2018)

สารสนเทศสนับสนุนสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ (Melo, 2018)

- 1) รูปแบบโดเมนต่าง ๆ (Domain models) ได้แก่ ข้อเท็จจริง แนวคิด หลักการ และแผนผังความรู้ ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์รูปแบบทางความคิด (mental models) ตัวอย่างเช่น รูปแบบกรอบแนวคิด รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ รูปแบบเชิงโครงสร้าง ซึ่งสามารถนำเสนอได้ในรูปแบบของการนำเสนอวิดีโอ
- 2) การสาธิตวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Systematic approaches to problem solving หรือ SAP) ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์กลยุทธ์ทางพุทธิปัญญา (Cognitive strategies)
- 3) การป้อนกลับทางพุทธิปัญญา (Cognitive feedback) เป็นการป้อนกลับที่ให้แก่ผู้เรียนภายหลังจากผู้เรียนได้ทำภารกิจการเรียนรู้แล้ว เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงคุณภาพของกระบวนการในการแก้ปัญหา ได้แก่ การบอกใบ้ชี้แนะ การให้คำแนะนำ และการตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิด

### รูปแบบทางความคิด (Mental models)

รูปแบบทางความคิดเป็นตัวแทนของการจัดระเบียบของโลก ซึ่งประกอบด้วยความรู้ทั่วไป ความรู้ที่เป็นนามธรรม และกรณีศึกษารูปธรรมที่เป็นตัวอย่างของความรู้ นั้น รูปแบบทางความคิดอาจได้มุมมองที่แตกต่างกันและสามารถวิเคราะห์ได้เป็น

1) รูปแบบเชิงความคิด (Conceptual model) มุ่งเน้นในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อการจำแนกหรืออธิบายวัตถุ เหตุการณ์ หรือกิจกรรม เช่น ความรู้เกี่ยวกับตลาดหุ้นหลาย ๆ รูปแบบ ทำให้นักวิเคราะห์ทางการเงินตัดสินใจถึงความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนที่แตกต่างกัน

2) รูปแบบเชิงโครงสร้าง (Structural model) อธิบายถึงแผนในการบรรลุเป้าหมาย แผนดังกล่าวสามารถอยู่ในรูปแบบของบทเขียน ที่มุ่งเน้นไปที่การอธิบายว่าเหตุการณ์ต่าง ๆ สัมพันธ์กันในช่วงเวลาไหนอย่างไร เพื่อช่วยในการเข้าใจและคาดคะเนถึงพฤติกรรม และสร้างแบบแผนในการคิดวาทวัตถุต่าง ๆ สัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อให้เกิดความเข้าใจในวัตถุนั้น ๆ เช่น ความรู้เกี่ยวกับลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในนกสายพันธุ์หนึ่ง ทำให้นักชีววิทยาคาดคะเนและเข้าใจถึงพฤติกรรมการสืบพันธุ์ของนกได้ หรือในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ความรู้เกี่ยวกับแบบแผนการเขียนโปรแกรมช่วยให้นักเขียนโปรแกรมเข้าใจและสามารถพัฒนาโปรแกรมได้

3) รูปแบบเชิงสาเหตุ (Causal model) มุ่งเน้นที่การอธิบายว่าหลักการต่าง ๆ ส่งผลกระทบต่อกันอย่างไร และช่วยให้เข้าใจกระบวนการ อธิบายเหตุการณ์ และทำการคาดคะเน เช่น ความรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานของส่วนประกอบในโรงงานเคมี และผลกระทบที่ส่วนประกอบมีต่อกัน ช่วยให้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ความผิดพลาดได้ รูปแบบทางความคิดอาจอยู่ในลักษณะทั้งสามผสมผสานกัน ซึ่งจะสามารถทำให้เกิดการให้เหตุผลเชิงคุณภาพในบางขอบเขตความรู้

ในการนำเสนอสารสนเทศสนับสนุน ต้องให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์อย่างมีกฎเกณฑ์ การใช้กลวิธีการเรียนการสอนในการช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์นั้น กลวิธีเหล่านี้สามารถนำมาใช้ด้วยวิธีการชี้แจง (expository) หรือวิธีการสอบถาม (inquiry)

1) วิธีการชี้แจง (Expository methods) เป็นวิธีแสดงให้เห็นความสัมพันธ์อย่างมีเหตุผลกับผู้เรียนอย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อผู้เรียนศึกษาชิ้นส่วนเฉพาะของเครื่องจักร ผู้เรียนจะสามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่า มีชิ้นส่วนใดของเครื่องจักรที่แตกต่างกัน

2) วิธีการสอบถาม (Inquiry methods) เป็นการถามให้ผู้เรียนได้ “ค้นหา” ความสัมพันธ์ดังนั้นในตัวอย่างก่อนหน้า ผู้สอนควรให้ผู้เรียนระบุชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่แตกต่างกัน วิธีการสอบถามเป็นวิธีที่ใช้เวลานาน แต่เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่ผู้เรียนสร้างความรู้เพิ่มเติมจากความรู้เดิม วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมในการเชื่อมความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วในแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ วิธีนี้เป็นรูปแบบของการค้นพบโดยการถูกชี้แนะ (guided discovery) เนื่องจากคำถามที่ชี้แนะจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความสัมพันธ์อย่างมีกฎเกณฑ์

ความสัมพันธ์ที่สำคัญอย่างยิ่งคือความสัมพันธ์เชิงประสบการณ์ ซึ่งเชื่อมต่อกันความรู้ทั่วไปที่เป็นนามธรรมเข้ากับกรณีศึกษาที่เป็นรูปธรรม รูปแบบ 4C/ID แสดงให้เห็นความแตกต่างของการนำเสนอข้อมูลทั่วไปกับกรณีศึกษาที่เป็นรูปธรรมหรือกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นข้อมูลนี้ ในรูปแบบเชิงความคิด กรณีศึกษาอาจอธิบายวัตถุ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่เป็นรูปธรรม ในรูปแบบเชิง

โครงสร้าง ทัศนศึกษาอาจเป็นสิ่งทีสร้างขึ้นมาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเฉพาะ ในรูปแบบเชิงสาเหตุ ทัศนศึกษาอาจอธิบายถึงกระบวนการในชีวิตจริง คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการนำเสนอทัศนศึกษา เนื่องจากผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่หลากหลาย และศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นที่มีต่อตัวแปรอื่น ๆ (De Jong & Van Joolingen, 1998)

รูปแบบ 4C/ID ยังจำแนกความแตกต่างวิธีอุปนัยและนิรนัยสำหรับการนำเสนอสารสนเทศ สันับสนุน

1) กลวิธีแบบอุปนัย เป็นการนำเสนอทัศนศึกษาหนึ่งกรณีหรือมากกว่า ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสารสนเทศสนับสนุน จากนั้นก็จะเกี่ยวข้องกับสารสนเทศทั่วไปที่เป็นนามธรรม และสุดท้ายจึงให้ภารกิจการเรียนรู้กับผู้เรียน กลวิธีแบบอุปนัย แบ่งได้หลายประเภท

1.1) กลวิธีอุปนัยแบบสอบถาม (Inductive-inquiry strategy) เป็นการให้ผู้เรียนนำเสนอทัศนศึกษาหนึ่งกรณีหรือมากกว่า แล้วหลังจากนั้นให้ผู้เรียนระบุความสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศที่แสดงอยู่ในกรณีศึกษานั้น กลวิธีนี้ใช้เวลามาก ควรจะใช้กลวิธีนี้ถ้ามีเวลามากพอ ถ้าผู้เรียนไม่มีทักษะใด ๆ เลย และถ้าต้องการระดับความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

1.2) กลวิธีอุปนัยแบบชี้แจง (Inductive-expository strategy) เป็นการให้ผู้เรียนเริ่มต้นทัศนศึกษาหนึ่งกรณีหรือมากกว่า แล้วหลังจากนั้นให้ผู้เรียนนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศที่แสดงอยู่ในกรณีศึกษานั้นอย่างชัดเจน รูปแบบ 4C/ID เป็นวิธีที่สมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพ เริ่มต้นด้วยรูปธรรม ทัศนศึกษาซึ่งยอมรับได้ใช้งานได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีความรู้มาก่อนเพียงเล็กน้อย

2) กลวิธีแบบนิรนัย เป็นการให้ผู้เรียนทำงานจากความรู้นามธรรมทั่ว ๆ ไปกับภารกิจการเรียนรู้โดยตรง ซึ่งตรงกับบทบาทของทัศนศึกษา ผู้เรียนจะเริ่มต้นด้วยการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศ (ทฤษฎี) แล้วหลังจากนั้นอธิบายสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับสารสนเทศทั่วไปนี้กับภารกิจการเรียนรู้หนึ่งภาระงานหรือมากกว่า โดยให้การสนับสนุนที่เน้นผลลัพธ์เป็นหลัก (product-oriented support) ให้มากที่สุด ปัญหาข้อหนึ่งก็คือ หากผู้เรียนไม่มีความรู้มาก่อนเลย ผู้เรียนก็อาจเกิดปัญหาอย่างมากมายในเรื่องความเข้าใจสารสนเทศทั่วไปนี้ กลวิธีนี้จึงควรนำมาใช้เมื่อมีเวลาจำกัดและเมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์ในทักษะนั้นมาบ้างแล้ว และจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีระดับความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

### กลวิธีทางความคิด (Cognitive strategies)

เช่นเดียวกับรูปแบบทางความคิด (mental models) กลวิธีทางความคิด ประกอบด้วยทั้ง ความรู้นามธรรมทั่วไปและกรณีศึกษา ซึ่งจะเป็นตัวอย่างอธิบายความรู้นี้ กลวิธีทางความคิดสามารถ อธิบายลำดับขั้นตอนในกระบวนการและหลักการง่าย ๆ ในการแก้ปัญหา หรือกฎของการวิเคราะห์ พฤติกรรมซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ เพื่อให้ขั้นตอนแต่ละขั้นตอนประสบความสำเร็จ วิธีการเรียนการสอน สำหรับการนำเสนอกลวิธีทางความคิด คล้ายคลึงกับวิธีที่ใช้สำหรับการนำเสนอรูปแบบทาง ความคิด และโดยเฉพาอย่างยิ่งรูปแบบเชิงโครงสร้างและรูปแบบเชิงสาเหตุ ยกตัวอย่างเช่น ผู้สอน อาจให้ผู้เรียนอธิบายว่า ทำไมขั้นตอนหนึ่งจึงควรกระทำก่อนอีกขั้นตอนหนึ่ง หรือให้ผู้เรียนคาดคะเน ผลกระทบที่เกิดขึ้นของการจัดเรียงขั้นตอน หรือให้ผู้เรียนอธิบายการใช้กฎเฉพาะของการวิเคราะห์ พฤติกรรมและนำมาซึ่งสภาวะของงานนั้นอย่างไร หรือให้ผู้เรียนคาดคะเนผลกระทบของการใช้กฎ เฉพาะของการวิเคราะห์พฤติกรรม สำหรับกลวิธีทางความคิด ความสัมพันธ์เชิงประสบการณ์หมายถึง กรณีศึกษาที่เป็นรูปธรรมซึ่งใช้รูปแบบของการสร้างตัวอย่างแบบจำลอง ตัวอย่างแบบจำลองนี้จะให้ สิ่งที่เชื่อมระหว่างสารสนเทศสนับสนุนและภารกิจการเรียนรู้ ตัวอย่างแบบจำลองนี้อาจจะหมายถึง ผู้เชี่ยวชาญผู้ซึ่งปฏิบัติงานเล็ก ๆ น้อย ๆ พร้อมกับอธิบายในเวลาเดียวกันว่าทำไมจึงตัดสินใจกระทำ เช่นนั้น ควรจะกระจายตัวอย่างนั้นด้วยคำถามที่เรียกร้องให้ผู้เรียนต้องคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับ กระบวนการแก้ปัญหา รูปแบบ 4C/ID แนะนำให้ใช้แต่เฉพาะกลวิธีอุปนัยแบบชี้แจงเท่านั้นสำหรับการ นำเสนอ เนื่องจากกลวิธีทางความคิดมีความเป็นนามธรรมสูง ดังนั้นควรเริ่มต้นด้วยการนำเสนอ ตัวอย่างแบบจำลองหนึ่งตัวอย่างหรือมากกว่า แล้วหลังจากนั้นจึงนำเสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาและ หลักการง่าย ๆ ที่ตัวอย่างเหล่านั้นได้อธิบายไว้

### ข้อมูลสะท้อนกลับทางความคิด (Cognitive feedback)

สารสนเทศสนับสนุนส่วนสุดท้ายเกี่ยวข้องกับข้อมูลสะท้อนกลับทางความคิดที่ให้ต่อคุณภาพ ของการปฏิบัติ ข้อมูลสะท้อนกลับทางความคิดหมายถึง ลักษณะของการปฏิบัติที่ไม่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ เท่านั้น และดังนั้นข้อมูลสะท้อนกลับทางความคิดควรจะส่งเสริมให้เกิดการสร้างแบบแผน เนื่องจา กการปฏิบัติที่ไม่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ไม่มี “ถูก” หรือ “ผิด” แต่จะได้ข้อมูลสะท้อนกลับทางความคิดที่มี ประสิทธิภาพน้อยกว่าหรือมากกว่าเท่านั้น หลังจากผู้เรียนเสร็จสิ้นภารกิจการเรียนรู้หนึ่งภาระงาน หรือมากกว่า หรือแม้แต่หลังจากผู้เรียนเสร็จสิ้นกลุ่มภาระงานทั้งหมด ข้อมูลสะท้อนกลับที่ดีควร กระตุ้นให้ผู้เรียนได้สะท้อนถึงคุณภาพของกระบวนการแก้ปัญหาส่วนตัวของเขาเพื่อว่าจะได้สามารถ พัฒนารูปแบบทางความคิดและกลวิธีทางความคิดที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อมีการประชุมเพื่อตั้ง คำถาม คำวิจารณ์จากเพื่อนหรือผู้เชี่ยวชาญและการอภิปรายกลุ่มจะเสนอวิธีการอันทรงคุณค่า



ต่อจากนั้นกระบวนการการแก้ปัญหาที่แท้จริงของผู้เรียนอาจจะถูกเปรียบเทียบและเปรียบต่างกับแบบอย่างหรือกับกระบวนการการแก้ปัญหาของผู้เรียนคนอื่น นอกเหนือจากนั้นวิธีการแก้ปัญหาที่พบอาจจะนำมาเปรียบเทียบและเปรียบต่างกับสารสนเทศทั่วไป หรือกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นสารสนเทศทั่วไป หรือการแก้ปัญหาที่พบก่อนหน้านี้หรือที่ผู้เรียนอื่นรายงาน ในการอภิปรายเรื่องนี้วิธีการสอบถามอาจจะใช้ได้ดีในฐานะที่เป็นรูปแบบหนึ่งของ “ข้อมูลสะท้อนกลับโดยการค้นพบ”

### 3.4 องค์ประกอบที่ 3: สารสนเทศกระบวนการ (Procedural information)

สารสนเทศกระบวนการเกี่ยวข้องกับลักษณะการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซึ่งหมายถึงทักษะประกอบที่ควรจะนำมาปฏิบัติหลังจากการฝึกในวิธีการที่คล้ายคลึงกันมาก ๆ ต่อสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน สารสนเทศกระบวนการคือข้อมูลความรู้ที่ให้กับผู้เรียนในขั้นตอนการปฏิบัติทักษะที่จะต้องเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซึ่งสามารถอยู่ในลักษณะของแนวทางที่ผู้สอนบอกให้ผู้เรียนทราบในระหว่างการฝึก เนื่องจากภารกิจการเรียนรู้หลายอย่างต้องใช้ทักษะประกอบอย่างเดียวกัน จึงต้องการสารสนเทศกระบวนการอย่างเดียวกัน ดังนั้นสารสนเทศกระบวนการจึงให้กับผู้เรียนในภารกิจการเรียนรู้แรก ที่จำเป็นต้องใช้ทักษะประกอบนั้น ๆ สำหรับภารกิจการเรียนรู้ในลำดับต่อไป สารสนเทศกระบวนการจะหายไปอย่างรวดเร็ว เพราะว่าผู้เรียนจะได้ความชำนาญมากขึ้น วิธีการสอนสำหรับการนำเสนอสารสนเทศกระบวนการจะส่งเสริมการรวบรวมตั้งแต่เริ่มต้น โดยผ่านการเข้ารหัสที่ถูกจำกัดของความรู้ในสถานการณ์เฉพาะเข้าสู่กฎเกณฑ์ทางความคิด สารสนเทศกระบวนการควรถูกจำเพาะอยู่ที่ระดับของผู้เรียน นั่นคือ ในระดับที่เหมาะสมเพื่อนำเสนอต่อผู้เรียนที่มีความสามารถในระดับต่ำสุด มันไม่สำคัญว่าสารสนเทศนั้นควรจะอยู่ในแผนงานที่มีอยู่ในความทรงจำ ในระหว่างการนำเสนอไม่ต้องทำการอ้างอิงเฉพาะให้กับโครงสร้างความรู้ที่เกี่ยวข้องในความทรงจำระยะยาว

กฎเกณฑ์ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ อย่างถูกต้องได้นั้นต้องผ่านการฝึก และกระบวนการนี้ถูกทำให้ง่ายขึ้น เมื่อสารสนเทศที่จำเป็นสำหรับการสร้างกฎเกณฑ์ได้โดยตรงในความทรงจำ แนนอนในเวลาที่คุณเรียนต้องการ สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับสารสนเทศที่อธิบายกฎเกณฑ์หรือขั้นตอนที่ผสมผสานกฎเกณฑ์เหล่านั้นเข้าด้วยกัน รวมทั้งสารสนเทศที่อธิบายองค์ประกอบของความรู้ เช่น ข้อเท็จจริง กรอบแนวคิด แผนการหรือหลักการ นั่นคือ องค์ประกอบของความรู้แบบเดียวกันที่ทำให้เกิดแผนงานที่ซับซ้อน ซึ่งเป็นสิ่งที่ต้องมีมาก่อนการเรียนรู้และการปฏิบัติกฎเกณฑ์เหล่านั้น ยกตัวอย่างเช่น เมื่อกำลังเรียนรู้ที่จะเล่นกอล์ฟ ผู้สอนก็จะสอนวิธีถือไม้กอล์ฟ วิธีทำท่าตีลูกกอล์ฟ และวิธีทำวงสวิง ขณะที่ลงสนามเป็นครั้งแรก และมันไม่ใช่ช่วงเวลาของการเรียนทฤษฎีในห้องเรียน ในทำนองเดียวกันสำหรับผู้เรียนในโปรแกรมการฝึกซึ่งมีเป้าหมายไปที่การสืบค้นวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในงานวิจัย สำหรับทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ อย่างเช่น การใช้

โปรแกรมเพื่อค้นหา คำสั่งที่เป็นขั้นตอนสำหรับการใช้โปรแกรมจะถูกนำเสนออย่างดีที่สุดในการหว่างการฝึก แนนอนในเวลาที่คุณเรียนต้องการ

### การแสดงผลสารสนเทศ (Information displays)

สารสนเทศกระบวนการถูกจัดให้อยู่ในหน่วยเล็ก ๆ ที่เรียกว่า การแสดงผลสารสนเทศ (Information displays) การจัดให้อยู่ในหน่วยเล็ก ๆ นี้เป็นสิ่งจำเป็น เพราะว่าเพียงการนำเสนอปริมาณสารสนเทศใหม่ ๆ ในปริมาณค่อนข้างเล็กน้อยในเวลาเดียวกัน ก็สามารถป้องกันไม่ให้เกิดการปฏิบัติมากเกินไปในระหว่างการฝึก การแสดงผลสารสนเทศรวมถึงข้อจำกัดของกฎเกณฑ์ที่อธิบายการปฏิบัติที่ถูกต้อง และความรู้ที่จำเป็นต้องมีมาก่อนการใช้กฎเกณฑ์เหล่านั้นอย่างถูกต้อง ยกตัวอย่างเช่น กฎเกณฑ์อาจจะระบุว่า “เพื่อที่จะเปิดเครื่องจักร ก่อนอื่นคุณต้องเปิดสวิตช์” และยังชี้ให้เห็นว่าสวิตช์ปิดเปิดมีตำแหน่งอยู่บนด้านหลังของเครื่องจักร หรือในบริบทของการสืบค้นวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย กฎเกณฑ์สำหรับการใช้โปรแกรมค้นหาอาจจะระบุว่า “เพื่อที่จะค้นหาคำสำคัญ จงเลือกตัวเลือก FIELDS ในเมนู SEARCH และป้อนคำค้นที่ต้องการลงในช่องที่เขียนว่า KW” การแสดงผลสารสนเทศแบบนี้นี้อาจให้คำจำกัดความของแนวความคิด FIELD ตัวอย่างเหล่านี้ทำให้ชัดเจนว่าการแสดงผลสารสนเทศอาจจะถูกแสดงลักษณะพิเศษเฉพาะว่าเป็นคำสั่งบอกวิธีการหรือคำสั่งที่มีกฎเกณฑ์เป็นฐาน

วิธีการดั้งเดิมในการนำเสนอสารสนเทศกระบวนการจะทำให้ผู้เรียนจดจำสารสนเทศได้ก่อนที่จะเริ่มภารกิจการเรียนรู้ แนวทางนี้ไม่ถูกแนะนำ เนื่องจากการท่องจำเป็นกิจกรรมที่ไม่น่าสนใจ และไม่มีประโยชน์ ผู้เรียนควรจะนำเสนอการแสดงผลสารสนเทศโดยตรง เมื่อผู้เรียนต้องการสารสนเทศนี้ในเวลาที่ต้องทำงานกับภารกิจการเรียนรู้เฉพาะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ดังนั้นมันจึงถูกเชื่อมโยงเข้ากับภารกิจการเรียนรู้แรกที่มีมันเกี่ยวข้อง และค่อย ๆ จางหายไปในการฝึกการเรียนรู้ในลำดับต่อ ๆ ไป การช่วยเหลือผู้เรียน เช่น ระบบการช่วยเหลือออนไลน์ รายการตรวจสอบ และคู่มือ จะเป็นทางเลือกที่ดีขณะที่สารสนเทศกระบวนการจะไม่ได้ถูกนำเสนอโดยตรงในเวลาที่คุณเรียนต้องการสำหรับภารกิจการเรียนรู้ อย่างน้อยที่สุดมันก็หาได้ง่ายและพร้อมที่จะเข้าถึงได้ง่าย (Carroll, Smith-Kerker, Ford, & Mazur, 1988)

### การสาธิตและการยกตัวอย่าง (Demonstrations and instances)

องค์ประกอบส่วนมากของการแสดงผลสารสนเทศเป็นข้อความทั่วไปเกี่ยวกับทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หรือกฎเกณฑ์ทั่วไป (generalities) (M. D. Merrill, 1983) ยกตัวอย่างเช่น หลายกฎเกณฑ์มีลักษณะทั่วไปในแง่ที่ว่าสามารถนำมาใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ และแนวความคิดที่จำเป็นต้องมีลักษณะทั่วไป ในแง่ที่มันอ้างอิงถึงประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์ เราต้องการใช้มันเพื่อนำเสนอ

ตัวอย่างที่จะอธิบายกฎเกณฑ์ทั่ว ๆ ไปเหล่านั้น สำหรับกฎเกณฑ์ตัวอย่างที่ว่านั้นเรียกว่าการสาธิต (demonstration) สำหรับแนวความคิด แบบแผนและหลักการ เรียกว่าการยกตัวอย่าง (instances) รูปแบบ 4C/ID แนะนำให้มีการสาธิตและการยกตัวอย่างในบริบทของภารกิจการเรียนรู้ ควรให้ผู้เรียน กำหนดทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ไว้ในบริบทของภาระงานทั้งหมด ดังนั้นการสาธิตของทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันกับภารกิจการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น ตัวอย่างจำลอง (modeling example) และตัวอย่างขององค์ประกอบความรู้ที่จำเป็นต้องมี จะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันกับภารกิจการเรียนรู้ที่เหมาะสม เช่น กรณีศึกษา นี้คือ กลวิธีนรีนัยแบบชี้แจง (Inductive-expository strategy) ซึ่งหลักการทั่ว ๆ ไปจะถูกนำเสนอพร้อมกับตัวอย่างซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภารกิจการเรียนรู้แบบเดียวกันกับการแสดงสารสนเทศ

### การให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อการแก้ไข (Corrective feedback)

เช่นเดียวกับสารสนเทศกระบวนการประเภทอื่น ๆ การให้ข้อมูลสะท้อนกลับนี้ควรส่งเสริมให้เกิดการรวบรวม (compilation) หากผู้เรียนไม่ได้ใช้กฎเกณฑ์อย่างถูกต้อง ก็หมายถึงว่าผู้เรียนทำให้เกิดข้อผิดพลาด ซึ่งควรให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อการแก้ไขในทันที เนื่องจากผู้เรียนควรจะได้รับทราบถึงข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อการแก้ไข ในขณะที่สารสนเทศดังกล่าวยังอยู่ในความจำระยะสั้น เพื่อที่จะได้นำข้อมูลเพื่อการแก้ไขเชื่อมโยงกับความรู้ของผู้เรียน

ความผิดพลาดที่เกิดในการเรียนรู้จากภารกิจการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งการให้ผู้เรียนได้จัดระเบียบเรียบเรียงแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยความรู้ที่ถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญ การให้ข้อมูลสะท้อนกลับเพื่อการแก้ไขที่มีการออกแบบมาอย่างดี ควรแจ้งให้ผู้เรียนได้ทราบว่า ทำไมจึงเกิดข้อผิดพลาด และให้แนวทางที่จะไปถึงเป้าหมายได้ แนวทางดังกล่าว อาจอยู่ในรูปของตัวอย่างหรือการสาธิต ควรหลีกเลี่ยงการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนไม่ได้รับการฝึก ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การรวบรวมความรู้เกิดขึ้น และควรจะให้ผู้เรียนได้รู้ถึงวิธีการแก้ไขจากความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

### 3.5 องค์ประกอบที่ 4: การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-task Practice)

ภารกิจการเรียนรู้ได้รับการออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการสร้างแบบแผนในขั้นต้น และยังช่วยรวบรวมทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กระบวนการนี้ขับเคลื่อนโดยการฝึกทักษะประกอบซ้ำ ๆ ในภารกิจการเรียนรู้ ภารกิจการเรียนรู้มักจะทำให้โอกาสในการฝึกทั้งทักษะซับซ้อนที่ไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ที่มากพอ เนื่องจากผู้สอนสามารถใช้ธรรมชาติของกระบวนการการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน สำหรับทักษะซับซ้อนที่ไม่ได้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และทักษะซับซ้อนที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ใน

บริบทของการนำเสนอสารสนเทศ สารสนเทศกระบวนการมุ่งเน้นไปที่การเข้ารหัสของสารสนเทศใหม่ ให้อยู่ในรูปของกฎเกณฑ์ ส่วนสารสนเทศสนับสนุนมุ่งเน้นไปที่รายละเอียดของแบบแผนที่มีอยู่เดิมกับ สารสนเทศใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม หากต้องการความเป็นอัตโนมัติสูง ของทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ การกิจ การเรียนรู้ อาจจะทำให้การเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ที่ไม่เพียงพอสำหรับการเสริมสร้าง ดังนั้นการฝึกฝนภารกิจย่อย เพิ่มเติมจึงมีความจำเป็น แต่โดยทั่วไป การฝึกฝนภารกิจย่อย มากเกินไปจะไม่เป็นประโยชน์ สำหรับการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อน การฝึกฝนส่วนงานย่อยจึงมีความจำเป็นเฉพาะทักษะย่อยที่ต้อง ความเป็นอัตโนมัติสูงเท่านั้น ตัวอย่างเช่น เมื่อภารกิจการเรียนรู้คือการให้เด็กเรียนรู้การคำนวณพื้นที่ ของห้อง การฝึกฝนส่วนงานย่อยที่จำเป็นคือการท่องสูตรคูณ หรือ เมื่อภารกิจการเรียนรู้คือการเล่น เปียโนบทเพลงหนึ่ง การฝึกฝนส่วนงานย่อยที่จำเป็นคือการซ้อมเล่นสเกล

การให้ผู้เรียนฝึกส่วนงานย่อย ควรจะให้ผู้เรียนฝึก เมื่อผู้เรียนเข้าใจถึงภารกิจการเรียนรู้รวม แล้ว เนื่องจากผู้เรียนจะได้เข้าใจและเห็นถึงประโยชน์ในความจำเป็นของการฝึกฝนส่วนงานย่อย

การฝึกฝนภารกิจย่อย ส่งเสริมให้เกิดการรวบรวมกระบวนการหรือกฎเกณฑ์ และโดยเฉพาะ อย่างยิ่งส่งเสริมความแข็งแกร่งที่จะเกิดขึ้นตามมา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลาในการฝึก ตัวอย่าง การฝึกฝนภารกิจย่อย ที่พบเห็นได้บ่อย ได้แก่ การให้ผู้เรียนฝึกหัดสูตรคูณ หรือฝึกเล่นสเกลในเครื่อง ดนตรี ในการออกแบบการฝึกอบรม การฝึกฝนภารกิจย่อย มักใช้กับทักษะประกอบที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ที่ ซึ่งสำคัญอย่างยิ่งในแง่ของความปลอดภัย ยกตัวอย่างเช่นการตรวจจับสถานการณ์การจราจรทาง อากาศที่เป็นอันตรายจากเรดาร์ ในบริบทของการควบคุมการจราจรทางอากาศ แต่หากมีเวลาในการ เรียนรู้ที่มากพอ ก็อาจจะใช้สำหรับทักษะประกอบที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ที่มีความสัมพันธ์ในลำดับขั้นของ ทักษะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า

1) ทำให้การแสดงทักษะอื่น ๆ สามารถมีลำดับขั้นที่สูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด ของ Gagné (1992)

2) ต้องปฏิบัติพร้อมกับทักษะอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน

การฝึกฝนภารกิจย่อย ควรเริ่มภายในบริบททางความคิดที่เหมาะสม เพราะว่าการฝึกฝน ภารกิจย่อย จะมีประสิทธิผล เฉพาะหลังจากผู้เรียนได้ฝึกทักษะซับซ้อนในแบบง่าย ๆ เท่านั้น (Carlson, Khoo, & Elliott, 1990; Schneider & Detweiler, 1988) ผู้สอนควรระบุกลุ่มภาระงาน แรกที่ต้องการใช้ทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ และเริ่มต้นการฝึกฝนภารกิจย่อย ในระหว่างกลุ่มภาระงานนี้ ถ้า จะให้ดีต้องภายหลังจากกรณีศึกษาหรือภารกิจการเรียนรู้อื่น ๆ พร้อมกับผู้เรียนได้รับการสนับสนุนที่ เพียงพอ เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนสามารถระบุถึงกิจกรรมที่นำไปบูรณาการกับการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ใน ภารกิจการเรียนรู้

### รายการการฝึก (Practice items)

ในการฝึกฝนภารกิจย่อย แต่ละส่วน มีเพียงทักษะเดียวที่ต้องการฝึก หรือมีเพียงวัตถุประสงค์เดียวที่ได้รับไว้ในกฎเกณฑ์ รายการการฝึกจึงควรให้ผู้เรียนได้ฝึกซ้ำ ๆ จนเกิดความชำนาญ การฝึกฝนภารกิจย่อย ทั้งหมดควรมีความหลากหลาย ซึ่งเป็นตัวแทนของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สามารถใช้กฎเกณฑ์นั้น ๆ ได้ จึงเป็นการสำคัญที่จะพัฒนากฎเกณฑ์หลาย ๆ ข้อ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

ในบางครั้งการฝึกฝนภารกิจย่อย อาจต้องเรียงลำดับจากง่ายไปยาก หากการฝึกนั้นมาจากกฎเกณฑ์หรือขั้นตอนที่มีความซับซ้อนมาก กฎเกณฑ์นั้น ๆ จะถูกนำมาแยกออกเป็นส่วน ๆ และผู้เรียนจะได้รับการฝึกในแต่ละส่วน ก่อนที่จะฝึกในทักษะที่จะต้องทำซ้ำโดยรวม การให้ผู้เรียนฝึกเช่นนี้ทำให้เกิดการเป็นอัตโนมัติได้อย่างรวดเร็ว

การให้การสนับสนุนผู้เรียนในการฝึกฝนภารกิจย่อย แตกต่างจากการให้การสนับสนุนในภารกิจการเรียนรู้ การปฏิบัติทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ เป็นการนำกฎเกณฑ์มาใช้ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ดังนั้นการนำกฎเกณฑ์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา การสนับสนุนการฝึกฝนภารกิจย่อย จึงอยู่ในรูปแบบของการสนับสนุนขั้นตอนการปฏิบัติ (procedure support) รายการฝึกพิเศษอาจจำเป็นต้องนำมาใช้ หากขั้นตอนในการแก้ปัญหาทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย หรือขั้นตอนในการแก้ปัญหาทำให้สับสนได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น การเรียบเรียงรายการการฝึกฝนแบบ รู้จัก-แก้ไข-เกิดผลลัพธ์ (recognize-edit-produce หรือ REP) ของ Gropper (1983) ซึ่งเริ่มจากการให้ผู้เรียนรู้จักและตระหนักถึงกฎเกณฑ์ที่จะต้องนำมาใช้ จากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำการแก้ไขการนำกฎเกณฑ์นั้นมาใช้อย่างไม่ถูกต้องและปิดท้ายด้วยการให้ผู้เรียนนำกฎเกณฑ์มาใช้เพื่อแก้ปัญหา การควบคุมการปฏิบัติของการฝึกงานส่วนย่อย อาจอยู่ในรูปของวงล้อ การฝึกฝน (training wheel interfaces) (Carroll et al., 1988) ซึ่งคล้ายคลึงกับล้อเสริมในจักรยานสำหรับเด็ก ถ้ากฎเกณฑ์ข้อไหนทำให้ผู้เรียนเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ผู้สอนอาจไม่ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงกฎเกณฑ์ข้อนั้น ๆ ได้ในเบื้องต้น ลักษณะการสนับสนุนเช่นนี้ สามารถนำไปใช้กับภารกิจการเรียนรู้ทั้งหมดได้ด้วยเช่นกัน

### สารสนเทศกระบวนการสำหรับการฝึกฝนภารกิจย่อย (Procedural information for part-task practice)

นอกเหนือจากภารกิจการเรียนรู้แล้ว สารสนเทศกระบวนการก็มีความสำคัญกับการฝึกฝนภารกิจย่อย ด้วยเช่นกัน สารสนเทศกระบวนการคือข้อมูลความรู้ที่ให้ผู้เรียนในขั้นตอนการปฏิบัติทักษะที่จะต้องเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซึ่งสามารถอยู่ในลักษณะของแนวทางที่ผู้สอนบอกให้ผู้เรียนทราบใน

ระหว่างการฝึกในเวลาที่คุณเรียนจำเป็นต้องใช้ วิธีการนี้เรียกว่าวิธีการเรียนการสอนแบบขั้นต่อขั้น (step-by-step instruction) (Landa, 1983) นอกเหนือจากนั้น ไม่สามารถให้การสาธิตการใช้ กฎเกณฑ์และตัวอย่างความรู้เดิมที่จำเป็นต้องมี ในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของภารกิจการเรียนรู้ แต่จะ ให้แยกจากกันและควบคู่กันไปในการแสดงสารสนเทศ (information displays) ยกตัวอย่างเช่น ในการฝึกฝนภารกิจย่อย สำหรับขั้นตอนลูกเดิน การแสดงสารสนเทศจะให้ขั้นตอนการทำงานแบบขั้นต่อ ขั้น และอาจจะไปถึงแนวคิดที่จำเป็นต้องมีมาก่อน เช่น ชีตจำกัดของสัญญาณเตือนภัยหรือการตั้งค่า ลูกเดิน การสาธิตควรจะบ่งบอกผลลัพธ์ที่ต้องการของขั้นตอนไว้อย่างชัดเจน รวมไปถึงวัตถุและ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้วยการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และควรแสดงให้เห็นถึงการปฏิบัติโดยใช้ วัตถุเหล่านี้ การให้ข้อมูลสะท้อนกลับควรให้กับผู้เรียนทันทีหลังจากที่ผู้เรียนปฏิบัติแต่ละขั้นตอน เสร็จสิ้นหรือหลังจากนำกฎเกณฑ์มาใช้

### การฝึกมากเกินไป (Overtraining)

การฝึกฝนภารกิจย่อย จะทำให้การปฏิบัติทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ เป็นไปได้อย่างแม่นยำ แต่ อย่างไรก็ตาม การฝึกมากเกินไปอาจเป็นสิ่งจำเป็นในการทำให้ทักษะนั้นเกิดขึ้นได้อย่างอัตโนมัติ สำหรับทักษะที่ต้องการความเป็นอัตโนมัติสูง เป้าหมายสูงสุดก็ไม่ใช่ความถูกต้องแม่นยำสูงสุดเสมอไป เป้าหมายคือการได้ความถูกต้องแม่นยำในระดับที่สามารถรับได้ ควบคู่ไปกับความเร็วและความสามารถในการปฏิบัติทักษะนั้นร่วมกับทักษะอื่น ๆ ในบริบทของภาระงานโดยรวม เพื่อที่จะไปถึงจุดนี้ ทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ซึ่งสามารถปฏิบัติได้อย่างแม่นยำในระดับที่พึงพอใจแล้ว จะถูกนำมาฝึก ภายในเวลาที่กำหนด หลังจากสามารถปฏิบัติได้ภายในเวลาที่กำหนดแล้ว จะทำการฝึกภายในเวลาที่ กำหนดควบคู่ไปกับทักษะอื่น ๆ และท้ายสุดจะนำไปใช้ปฏิบัติในบริบทของภาระงานโดยรวม ดังนั้น เกณฑ์ในการฝึกจะเป็นดังนี้ (Salisbury, Richards, & Klein, 1985)

- 1) มีความแม่นยำ
- 2) มีความแม่นยำ และมีความรวดเร็ว
- 3) มีความแม่นยำ มีความรวดเร็ว และสามารถปฏิบัติทักษะควบคู่ไปกับทักษะอื่น ๆ

ได้

การฝึกฝนภารกิจย่อย ในช่วงเวลาที่ค่อนข้างสั้น จะได้ผลดีมากกว่าการฝึกในช่วงเวลาที่ ยาวนานเกินไป ดังนั้นการฝึกฝนภารกิจย่อย จึงควรใช้ควบคู่ไปกับภารกิจการเรียนรู้ เนื่องจากจะทำให้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กับภาระงานโดยรวมได้อีกด้วย

### 3.6 สรุปสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

แนวคิดการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบสามารถนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 4** ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (van Merriënboer, et al., 2002)

องค์ประกอบ	ลักษณะ	วิธีการสอน
ภารกิจการเรียนรู้	ประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่มีความเป็นรูปธรรมที่น่าเชื่อถือ ที่ให้ผู้เรียนได้สร้างแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ สำหรับทักษะที่แปลกใหม่และในระดับหนึ่งให้แก่ผู้เรียนได้สร้างกฎเกณฑ์สำหรับทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ	การอุปนัย (induction) ซึ่งหมายถึงแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ ด้วยการสรุปอย่างมีความหมายจากประสบการณ์รูปธรรมที่ใช้ในภารกิจการเรียนรู้
สารสนเทศสนับสนุน	สารสนเทศที่สนับสนุนผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติประเด็นที่แปลกใหม่ของภารกิจการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมของผู้เรียนกับภารกิจการเรียนรู้	การให้รายละเอียดเพิ่มเติม (elaboration) ซึ่งเป็นการเสริมแต่งแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ด้วยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน
สารสนเทศกระบวนการ	สารสนเทศที่จำเป็นต้องมีก่อนที่จะเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ในประเด็นที่จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ	การรวบรวม (compilation) และเข้ารหัสที่มีอยู่จำกัด (restricted encoding) การบันทึกขั้นตอนลงในกฎเกณฑ์ สารสนเทศมีความเกี่ยวข้องกับภาระงานเพื่อการเรียนรู้และส่วนฝึกงานย่อย
การฝึกฝนภารกิจย่อย	การฝึกที่ให้ผู้เรียนได้สร้างกฎเกณฑ์อัตโนมัติในประเด็นที่จะเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของทักษะที่มีความซับซ้อน	การสร้างกฎเกณฑ์อัตโนมัติ (rule automation) ซึ่งรวมถึงการเสริมความแข็งแกร่ง (strengthening) เพื่อให้ได้การเป็นอัตโนมัติที่สูง

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (van Merriënboer, et al., 2002) มีดังนี้

1. ภารกิจการเรียนรู้ (Learning tasks) เป็นประสบการณ์ในการเรียนรู้ มีความเป็นรูปธรรม น่าเชื่อถือ ทำให้ผู้เรียนได้สร้างแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้สำหรับทักษะที่แปลกใหม่ และทำให้ผู้เรียนได้สร้างกฎเกณฑ์สำหรับทักษะที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ วิธีการสอนมุ่งเน้นไปที่การอุปนัย (induction) ซึ่งหมายถึง การสร้างแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ด้วยการสรุปอย่างมีความหมายจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมที่ใช้ในภารกิจการเรียนรู้

2. สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่สนับสนุนผู้เรียนในการเรียนรู้และปฏิบัติประเด็นที่แปลกใหม่ของภารกิจการเรียนรู้ เป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมของผู้เรียนกับภารกิจการเรียนรู้ วิธีการสอนมุ่งเน้นไปที่การให้รายละเอียดเพิ่มเติม (elaboration) ซึ่งเป็นการเสริมแต่งแบบแผนที่เป็นองค์ความรู้ ด้วยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบใหม่เข้ากับความรู้เดิมของผู้เรียน

3. สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศที่จำเป็นต้องมีก่อนที่จะเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจเรียนรู้ในประเด็นที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ วิธีการสอนเน้นการใช้วิธีการรวบรวม (compilation) และการเข้ารหัสที่มีอยู่จำกัด (restricted encoding) การบันทึกขั้นตอนสารสนเทศลงในกฎเกณฑ์ มีความเกี่ยวข้องกับภารกิจเรียนรู้และส่วนฝึกงานย่อย

4. การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-task practice) เป็นการฝึกที่ให้ผู้เรียนได้สร้างกฎเกณฑ์อัตโนมัติในประเด็นที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของทักษะที่ซับซ้อน วิธีการสอนเน้นไปที่การสร้างกฎเกณฑ์อัตโนมัติ (rule automation) ซึ่งรวมไปถึงการรวบรวม (compilation) และการเสริมความแข็งแกร่ง (strengthening) เพื่อให้ได้การเป็นอัตโนมัติที่สูง

### 3.7 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

Van Merriënboer and Kirschner (2017) ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ 10 ขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่

- 1) ออกแบบภารกิจการเรียนรู้
- 2) ออกแบบเครื่องมือในการวัดผล
- 3) เรียบเรียงภารกิจการเรียนรู้
- 4) ออกแบบสารสนเทศสนับสนุน
- 5) วิเคราะห์กลยุทธ์ทางความคิด (Cognitive strategies)
- 6) วิเคราะห์รูปแบบทางปัญญา (Mental models)



- 7) ออกแบบสารสนเทศกระบวนการ
- 8) วิเคราะห์กฎเกณฑ์การใช้องค์ความรู้
- 9) วิเคราะห์ความรู้แรกเริ่มที่จำเป็น
- 10) ออกแบบการฝึกฝนภารกิจย่อย

Kirschner and Van Merriënboer (2008) กล่าวว่าขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน สิ่งค์ประกอบ 10 ขั้นตอนนี้ สามารถอธิบายให้สอดคล้องกับวิธีการออกแบบการเรียนการสอนแบบ “ก้อนกรวดในบ่อน้ำ” (Pebble-in-the-pond) ของ M. D. J. P. i. Merrill (2002) ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีการออกแบบการเรียนการสอนที่มีเนื้อหาเป็นศูนย์กลาง ที่เริ่มต้นการออกแบบด้วยการกำหนดเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ แทนที่จะเริ่มต้นด้วยการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในทางทฤษฎีที่จับต้องไม่ได้ วิธีการนี้ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ที่ถูกขยายออกเป็นวงกว้าง ที่เริ่มจากการออกแบบภารกิจการเรียนรู้ในหัวข้อที่ผู้เรียนจะต้องเรียนและเข้าใจ เปรียบเสมือนกับการโยนก้อนกรวดลงไปในบ่อน้ำ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นทำให้เกิดการกระเพื่อมกลายเป็นขั้นตอนการออกแบบที่เกี่ยวข้องในขั้นตอนต่อ ๆ ไป รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีประโยชน์ทั้งสำหรับผู้สอนและนักออกแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

### ขั้นที่ 1-3 การออกแบบภารกิจการเรียนรู้ ออกแบบเครื่องมือในการวัดผล และจัดเรียงลำดับกลุ่มภารกิจ

ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบสามขั้นตอนแรก จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาการออกแบบและจัดลำดับภารกิจการเรียนรู้ซึ่งเปรียบเสมือนแกนหลักของการเรียนการสอนในขั้นตอนแรก ซึ่งอาจเปรียบเสมือนการโยนก้อนกรวดลงในบ่อน้ำครั้งแรก เป็นขั้นตอนในการออกแบบภารกิจการเรียนรู้ เพื่อเป็นตัวแทนของทักษะที่ซับซ้อนทักษะหนึ่งๆ ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตาม การชี้แนะสั่งสอน ซึ่งอาจจะเป็นภารกิจเดียวหรือหลายภารกิจก็ได้ ในอดีตนั้นภารกิจแนวนี้ได้ถูกจำกัดความว่าเป็น “แบบอย่างที่ดีเลิศ” (*epitome*) ของภารกิจพื้นฐานเพื่อการเรียนรู้ทักษะที่ครอบคลุมที่สุด การออกแบบในลักษณะนี้จะทำให้เป้าหมายของการเรียนรู้ชัดเจนและเป็นรูปธรรมที่สุดตั้งแต่จุดเริ่มต้น ดังนั้นจึงทำให้เกิดการออกแบบขั้นตอนถัดไป ซึ่งเทียบเคียงได้กับแรงกระเพื่อมในบ่อน้ำของการออกแบบคลื่นถัดไป ขั้นตอนถัดมานี้เป็นเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงคุณภาพทางการเรียนของผู้เรียน มาตรฐานของการปฏิบัติงานที่คาดหวัง รวมไปถึงเกณฑ์และเงื่อนไขในการเลื่อนขั้นผ่านขั้นไปยังภารกิจงานที่ยากขึ้นในขั้นถัดไป การกำหนดจุดประสงค์

การเรียนรู้ในขั้นตอนที่สามเช่นนี้ ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาที่พบในการออกแบบทั่วไปที่กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ก่อนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ตัวอย่างเช่น การที่ไม่สามารถตอบโจทย์จุดประสงค์การเรียนรู้บางข้อเนื่องจากข้อจำกัดของกิจกรรมการเรียนรู้ หรือ การที่ต้องย้อนกลับมาปรับแก้จุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ถูกพัฒนาขึ้นมาภายหลัง โดยทั่วไปการทำภารกิจการเรียนรู้เพียงแค่ว่าไม่มีการกิจอาจไม่เพียงพอต่อผู้เรียนรู้ที่จะพัฒนาทักษะที่ครอบคลุมต่อการนำไปใช้ในการทำงานจริง คลื่นลูกถัดไปของการออกแบบ คือขั้นตอนที่สาม ซึ่งเป็นการออกแบบภารกิจการเรียนรู้อื่น ๆ ให้มีความซับซ้อนของภารกิจมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งเมื่อผู้เรียนรู้ปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ครบทั้งหมดแล้ว ได้เกิดความเชี่ยวชาญทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติจากการเรียน ขั้นตอนที่สามนี้จะเกี่ยวข้องกับการจัดการและจัดเรียงลำดับของภารกิจการเรียนรู้ให้อยู่ในรูปแบบของกลุ่มภารกิจที่มีความยากแตกต่างกันไปแต่ละกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนรู้จะได้รับกลุ่มภารกิจที่ง่ายที่สุดเมื่อเริ่มต้นการเรียนรู้ และจะดำเนินการปฏิบัติภารกิจที่ยากขึ้น จนถึงระดับที่ยากที่สุดเป็นลำดับสุดท้ายก่อนจบการเรียนรู้

แรงกระตุ้นลูกถัดมาเป็นการระบุงค์ความรู้ ทักษะ ละเจตคติที่จำเป็นในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ในขณะปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับภารกิจการเรียนรู้ ในขั้นตอนเหล่านี้จะทำการแยกองค์ประกอบต่าง ๆ คือสารสนเทศสนับสนุน สารสนเทศกระบวนการ และการฝึกฝนภารกิจย่อย ซึ่งขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาสารสนเทศสนับสนุนจะมีดังนี้

#### **ขั้นที่ 4-6 : การออกแบบสารสนเทศสนับสนุน วิเคราะห์กลยุทธ์ทางปัญญา และวิเคราะห์รูปแบบทางความคิด**

ข้อมูลที่อยู่ในส่วนของสารสนเทศสนับสนุนจะช่วยเหลือผู้เรียนในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ และการให้เหตุผลในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ และช่วยในการให้ผู้เรียนสามารถก้าวหน้าไปยังภารกิจการเรียนรู้ในระดับที่ยากขึ้น ซึ่งสารสนเทศสนับสนุนนั้นจะสัมพันธ์กับระดับกลุ่มภารกิจ โดยทั่วไปกลุ่มภารกิจที่ยากขึ้นจะต้องการสารสนเทศสนับสนุนที่มีรายละเอียดมากขึ้น ในการออกแบบการเรียนการสอนช่วงนี้ หากมีสื่อการเรียนการสอนอยู่แล้ว การออกแบบสารสนเทศสนับสนุนอาจเป็นเพียงการจัดระบบสื่อการสอนที่มีอยู่แล้วนั้นขึ้นใหม่และแยกข้อมูลเหล่านี้ไปอยู่ในแต่ละกลุ่มภารกิจที่สอดคล้อง โดยอาจข้ามขั้นตอนในการวิเคราะห์กลยุทธ์ทางปัญญา และขั้นตอนในการวิเคราะห์รูปแบบทางความคิดไปเลยก็ได้ แต่หากจำเป็นต้องออกแบบและพัฒนาสื่อการสอนใหม่ตั้งแต่ต้น ขั้นตอนในการวิเคราะห์กลยุทธ์ทางปัญญาของผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหาในภารกิจการเรียนรู้ และขั้นตอนในการวิเคราะห์รูปแบบทางความคิดที่ใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของกลุ่ม

ข้อมูลต่าง ๆ อาจมีความจำเป็น เนื่องจากผลของการวิเคราะห์จากขั้นตอนนี้ จะถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบสารสนเทศสนับสนุน

### **ขั้นที่ 7-9: การออกแบบสารสนเทศกระบวนการ วิเคราะห์กฎเกณฑ์การใช้องค์ความรู้ และ วิเคราะห์ความรู้แรกเริ่มที่จำเป็น**

ขั้นตอนที่ 7 8 และ 9 เป็นขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาสารสนเทศกระบวนการซึ่งรูปแบบคล้ายกับการออกแบบและพัฒนาสารสนเทศสนับสนุนที่ผ่านมา

สารสนเทศกระบวนการเป็นสารสนเทศที่ช่วยเหลือผู้เรียนในการปฏิบัติกิจกรรมบางอย่างที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ ในภารกิจการเรียนรู้โดยเฉพาะ โดยเป็นการให้ข้อมูลถึงขั้นตอนหรือกระบวนการในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ สารสนเทศควรจะมีให้ผู้เรียนเมื่อผู้เรียนต้องการอย่างทันที่ในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมในการการเรียนรู้ถัดไป ถ้ามีสื่อการสอนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอยู่แล้ว เช่น คู่มือแนวทางในการปฏิบัติงาน การออกแบบสารสนเทศกระบวนการอาจเป็นเพียงการปรับปรุงข้อมูลและเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นให้เข้ากับภารกิจการเรียนรู้ที่เหมาะสม และอาจข้ามขั้นตอนการวิเคราะห์กฎเกณฑ์การใช้องค์ความรู้ และขั้นตอนการวิเคราะห์ความรู้แรกเริ่มที่จำเป็นไปเลยก็ได้ แต่ถ้าต้องมีการออกแบบสารสนเทศกระบวนการใหม่ทั้งหมด อาจมีความจำเป็นที่ต้องวิเคราะห์กฎเกณฑ์การใช้องค์ความรู้และความรู้แรกเริ่มที่จำเป็น ขั้นตอนการวิเคราะห์กฎเกณฑ์ในการใช้องค์ความรู้เป็นการหาความสัมพันธ์ของการกระทำต่าง ๆ กับสิ่งแวดล้อมที่สร้างเงื่อนไขในการกระทำนั้น ที่จะส่งผลต่อการเกิดพฤติกรรมที่ทำซ้ำ ๆ ส่วนขั้นตอนการวิเคราะห์ความรู้แรกเริ่มที่จำเป็นก็เป็นการวิเคราะห์ว่าผู้เรียนต้องมีความรู้ใดก่อนเพื่อที่จะใช้กฎเกณฑ์ในการใช้องค์ความรู้ได้อย่างถูกต้อง ผลของการวิเคราะห์ในสองส่วนนี้จะถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบสารสนเทศกระบวนการ

### **ขั้นตอนที่ 10: ออกแบบการฝึกฝนภารกิจย่อย**

ในส่วนของขั้นตอนสุดท้ายนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงาน รวมถึงความรู้และทักษะที่จำเป็นในการใช้งาน การฝึกฝนเพิ่มเติมอาจเป็นสิ่งจำเป็นในบางสถานการณ์ที่จำเป็นในการการเรียนรู้ ยกตัวอย่างเช่น ในบางสถานการณ์ที่หากผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อร่างกายและชีวิต การสูญเสียวัสดุมีค่าหรือยากต่อการทดแทน การออกแบบการฝึกฝนภารกิจย่อยจะทำให้ผู้เรียนรู้เกิดทักษะซับซ้อนที่จำเป็นเพื่อให้เกิดพัฒนาการตอบสนองต่อปัญหาอย่างชำนาญจนสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งการวิเคราะห์กฎเกณฑ์ในการใช้องค์ความรู้ การหาความสัมพันธ์ของเงื่อนไขที่ส่งผลต่อการกระทำ มีความจำเป็นอย่างมากในการออกแบบการฝึกฝนภารกิจย่อย

### 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

Melo (2018) ได้พัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเรื่องวงจรไฟฟ้า และนำไปทดลองกับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 125 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 76 คน และเป็นกลุ่มควบคุม 49 คน ผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้เรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีการถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนปกติ

Sarfo and Elen (2007) ได้พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาความชำนาญด้านเทคนิค และนำไปทดลองกับนักเรียน ปวส. จำนวน 129 คน ในระยะเวลา 6 คาบเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบมีความชำนาญด้านเทคนิคสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนแบบปกติ

Lim and Reiser (2006) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกแบบการเรียนสอนด้วยวิธีมอบหมายภาระงานแบบแยกย่อยและวิธีมอบภาระงานแบบองค์รวมตามแนวคิดของการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ ที่มีต่อประสิทธิภาพของผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อนทางพุทธิปัญญา โดยทดลองกับนักศึกษาครุศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 51 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีมอบภาระงานแบบองค์รวมตามแนวคิดของการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติภาระงานแบบองค์รวมได้ดีกว่าและมีความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้สูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีมอบหมายภาระงานแบบแยกย่อย

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ พบว่าการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น มีความชำนาญด้านเทคนิคที่สูงขึ้น และการถ่ายโอนการเรียนรู้ที่มากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบจะสามารถพัฒนาการเรียนการสอนความรู้ที่ความซับซ้อนและสามารถช่วยให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในประเทศไทยยังไม่มีมีการนำมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนมากนัก และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบก็พบว่ามีจำนวนน้อยเช่นกัน

## ตอนที่ 4 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

- 4.1 ความหมายของระบบ
- 4.2 วงจรการพัฒนาระบบ System Development Life Cycles (SDLC)
- 4.3 รูปแบบของ SDLC
- 4.4 กระบวนการพัฒนาวงจร SDLC

### 4.1 ความหมายของระบบ

การออกแบบระบบการเรียนการสอน (Instructional System design) มีชื่อเรียกหลากหลาย เช่น การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional design) การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน (Instructional design and development) เป็นต้น ไม่ว่าจะชื่อจะมีความหลากหลายเพียงใด แต่ชื่อเหล่านั้นก็มาจากต้นตอเดียวกัน คือมาจากแนวคิดในการใช้กระบวนการของวิธีระบบ (system approach) โดยมีผู้ให้ความหมายของคำว่า “ระบบ” (system) ไว้หลายคน เช่น Banathy (1968) หรือ Wong and Raulerson (1974)

Banathy (1968) ได้ให้ความหมายของคำว่าระบบว่า “ระบบ หมายถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งองค์ประกอบทั้งหลายเหล่านี้จะร่วมกันทำงานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้” ความหมายของระบบตามแนวทางของ Wong and Raulerson (1974) ก็จะมีลักษณะแนวทางใกล้เคียงกัน โดยให้ความหมายของระบบว่า “ระบบ หมายถึง การรวมกลุ่มของส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้”

จากความหมายข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าระบบจะต้องมี

1. องค์ประกอบ
2. องค์ประกอบนั้นต้องมีความสัมพันธ์ มีการโต้ตอบ มีปฏิสัมพันธ์กันและ
3. ระบบต้องมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ

ในการดำเนินงานใด ๆ ก็ตาม ผู้รับผิดชอบจะต้องคำนึงถึงประสิทธิผล (Effectiveness) และประสิทธิภาพ (efficiency) ในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพนั้นมักจะนำแนวคิดของระบบ (system) มาใช้ ทั้งนี้เพราะระบบจะประกอบด้วยวิธีการที่จะทำให้เราได้หลักการและกระบวนการในการทำงานเนื่องจากระบบจะมีกลไกในการปรับปรุง แก้ไข การทำงานในตัวเองของมันเอง โดยการใช้

ข้อมูลป้อนกลับ (feedback) ทั้งนี้ถ้าเราเข้าใจระบบเราก็สามารถนำแนวความคิดไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้

## 4.2 วงจรการพัฒนา ระบบ Systems Development Life Cycle (SDLC)

The Systems Development Life Cycle หรือ SDLC คือ กระบวนการหรือวงจรในการสร้างหรือพัฒนาขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงเป็นต้นแบบ และวิธีการซึ่งผู้เข้าไปพัฒนาระบบที่เกี่ยวกับด้านคอมพิวเตอร์ หรือ ระบบสารสนเทศ โดยแปลงจากความต้องการของผู้ใช้งานมาเป็นในรูปแบบของระบบแอปพลิเคชัน โดยมีการกำหนดกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละระยะของการพัฒนาระบบขึ้นอย่างชัดเจนตั้งแต่ระยะเริ่มแรกไปจนถึงหลังระยะสิ้นสุดการพัฒนา โดยมีความหมาย ดังต่อไปนี้

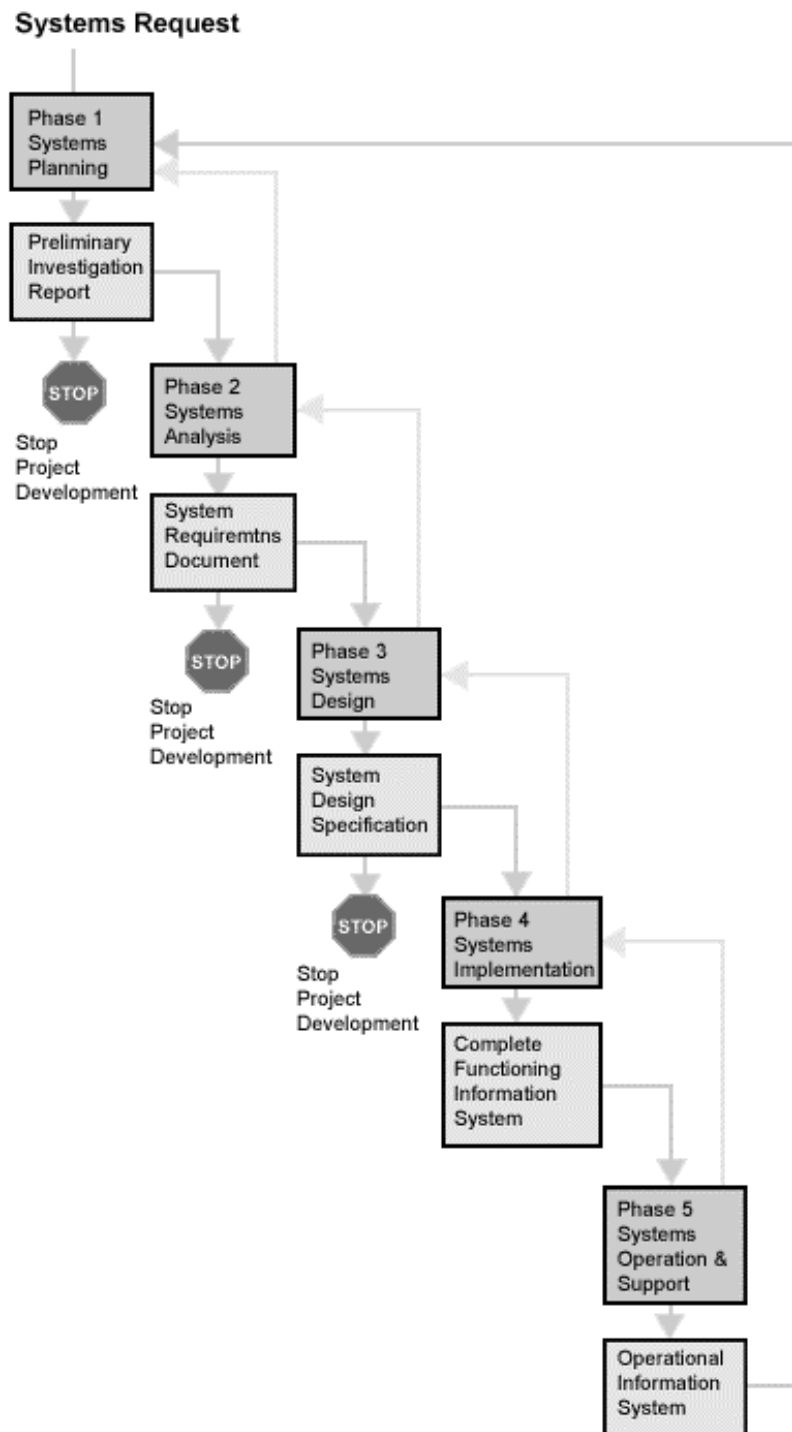
- เพื่อส่งมอบระบบที่มีคุณภาพและตรงตามความคาดหวังหรือเกินกว่าความคาดหวังของลูกค้าหรือผู้ใช้งาน
- เพื่อจัดทำรอบการทำงานในการพัฒนาระบบอย่างมีคุณภาพโดยต้องสามารถพิสูจน์ได้ (Identifiable) วัดผลได้ (Measurable) และสามารถทำซ้ำกระบวนการเดิมได้ (Repeatable process)
- เพื่อให้เกิดการพัฒนาสารสนเทศของโครงการนั้นมีการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพตลอดทั้งโครงการ
- เพื่อกำหนดและมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด รวมถึงหน้าที่ของผู้จัดการด้านปฏิบัติงานและด้านเทคนิคตลอดทั้งการพัฒนาระบบ

## 4.3 รูปแบบของ SDLC จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Boggs (2004) ได้ระบุถึงรูปแบบ (Model) ของ SDLC ไว้ทั้งหมด 6 รูปแบบดังต่อไปนี้

### 1. Waterfall Model

Winston Royce ได้แนะนำ Model ของ SDLC แบบแรกในปี ค.ศ. 1970 ซึ่ง Model นี้ได้กลายมาเป็นที่รู้จักกันในชื่อ “Waterfall-Model” หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ “Linear Sequential Model” หรือ “Classic Life Cycle” ลำดับขั้นทั้งหมดของ Model นี้สามารถที่จะสรุปออกมาได้เป็น 4 ขั้น คือ การค้นพบ (Discover) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Develop) และการส่งมอบ (Deliver) เริ่มแรก Model นี้ไม่ได้ตระหนักถึง กลุ่มผู้ใช้งาน (End-User) เข้าไปมีส่วนร่วมในขอบเขตการพัฒนา ระบบ จึงทำให้เกิดต้นทุนในการดำเนินงานเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้ ซึ่งความผิดพลาดนี้ทำให้เกิดประสบการณ์ในการวางแผนด้านการเงินของโครงการ รวมทั้งทำให้ตระหนักถึงในเรื่องของฮาร์ดแวร์ที่ต้องใช้ในโครงการอีกด้วย Model นี้โดยมากแล้วจะอยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของวิศวกรระบบ (Engineer)



ภาพที่ 11 Waterfall Model

ที่มา: The SDLC and SIX SIGMA an essay on which is which and why (Boggs, 2004)

ข้อดีและข้อเสียของ Waterfall Model สามารถเปรียบเทียบได้ในตารางที่ 5 ดังนี้ (กิตติ ภัคดีวิวัฒน์กุล, 2551)

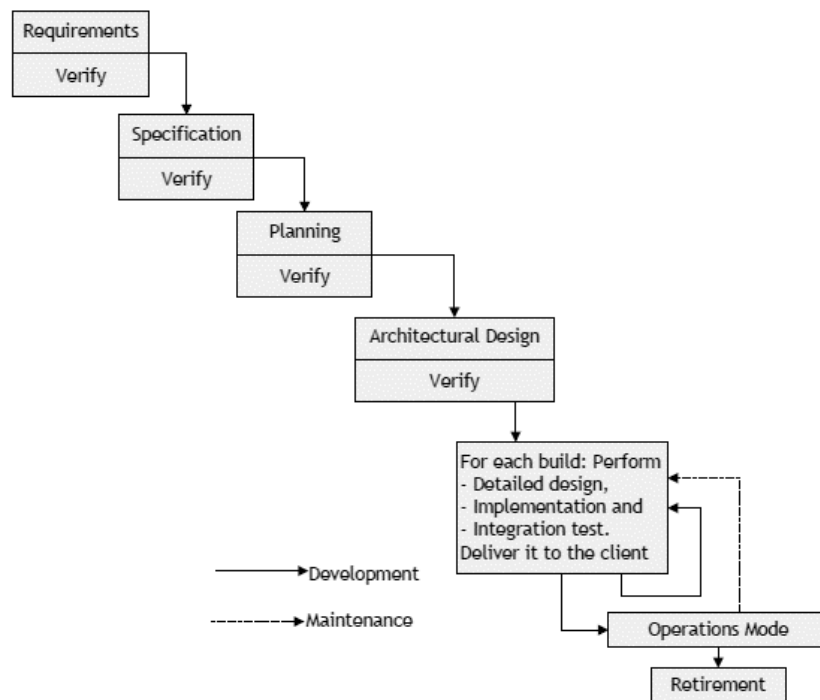
ตารางที่ 5 ข้อดีและข้อเสียของ Waterfall Model

ข้อดี	ข้อเสีย
- มีการจัดทำเอกสารในทุก ๆ ขั้นตอนหรือทุก ระยะ	- ใช้เวลาในขั้นตอนการวางแผน วิเคราะห์ และ ออกแบบนานเกินไป
- ดำเนินงานทีละขั้นตอน ไม่มีการทำลัดขั้นตอน ทำให้ตรวจสอบการทำงานได้ง่าย	- ผู้ใช้ได้เห็นระบบก็ต่อเมื่อผ่านขั้นตอนการ พัฒนาไปแล้ว ทำให้ไม่สามารถแก้ไขระบบได้ทัน ตามความต้องการของผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงไป
- ขอบเขตงานมีความชัดเจนแน่นอน ทำให้ จัดการได้ง่าย	- ต้องมีการวางแผนการทำงานที่ดี
- เหมาะกับระบบทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่	- ทีมงานและนักวิเคราะห์จะต้องเป็นผู้มี ประสบการณ์และมีความชำนาญ
	- หากวางแผนไม่รอบคอบ จะทำให้โครงการไม่ ประสบความสำเร็จหรือไม่ก็ต้องใช้ต้นทุนที่สูง เกินไป

## 2. Incremental Model

Model นี้ได้เกิดขึ้นในช่วงเริ่มแรกของปี ค.ศ. 1980 เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นในการพัฒนา ระบบที่มากขึ้น เนื่องจากกระบวนการแบบเชิงเส้น (Linear) นั้นยังไม่ประสบความสำเร็จมากนักใน ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา ซึ่งในแต่ละลำดับขั้นของ Model นี้ก่อให้เกิดการส่งมอบผลลัพธ์ (Output) เพิ่มมากขึ้นตลอดทั้งโครงการ และคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นของ Model นี้คือ จะไม่พัฒนาในขั้นถัดไป จนกว่าผู้ใช้งานจะทำการทวนซ้ำและอนุมัติการสร้างของขั้นตอนในปัจจุบันอย่างสมบูรณ์ กระบวนการ จะเกิดขึ้นอย่างนี้เรื่อยไปจนได้ระบบที่สมบูรณ์ที่สุด โดย Model นี้ได้มีการตระหนักถึงกลุ่มผู้ใช้งาน (End-User) เข้าไปมีส่วนร่วมในขอบเขตการพัฒนา ระบบ โดยให้กลุ่มผู้ใช้งานมีการทวนซ้ำ พิจารณา และยอมรับการพัฒนา ระบบในแต่ละลำดับขั้นตอน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความล่าช้า และต้นทุนในการ ดำเนินงานเกินกว่าที่คาดการณ์ไว้ Model นี้โดยมากแล้วจะอยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของ นักวิเคราะห์ระบบ (Analyst)





ภาพที่ 12 Incremental Model

ที่มา: The SDLC and SIX SIGMA an essay on which is which and why (Boggs, 2004)

ข้อดีและข้อเสียของ Incremental Model สามารถเปรียบเทียบได้ในตารางที่ 6 ดังนี้ (กิตติภักดีวิวัฒนะกุล, 2551)

ตารางที่ 6 ข้อดีและข้อเสียของ Incremental Model

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้ใช้งานได้ใช้ระบบเร็ว</li> <li>- ผู้ใช้งานปรับตัวกับระบบใหม่แบบค่อยเป็นค่อยไปได้ ทำให้ไม่รู้สึกต่อต้านระบบใหม่</li> <li>- ลดความเสี่ยง เนื่องจากแต่ละรอบของการพัฒนาได้นำระบบในรอบก่อนหน้ามาทดสอบร่วมด้วย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หากวางแผนการประสานงานไม่ดี อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้</li> </ul>

### 3. Spiral Model

ในปี ค.ศ. 1990 Model รูปแบบใหม่นี้ได้เริ่มปรากฏขึ้นจาก Barry W. Boehm ซึ่ง Model นี้ได้ถูกออกแบบเป็นกรณีตัวอย่างแรกที่ใช้เพื่อปรับปรุงในเรื่องของการจัดการความเสี่ยงและการรักษาสภาพระบบ และเป็นการปรับกระบวนการทำงานแบบตายตัวจาก Waterfall Model มาสู่การทำงานที่ยืดหยุ่นขึ้น Model นี้ได้เริ่มต้นด้วยการจำกัดต้นแบบที่ใช้ในการประสานงานในแต่ละขั้นตอน และมีการจัดการความเสี่ยงที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาระบบ โดยได้ให้พนักงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดเข้ามามีส่วนร่วมในการระบุความต้องการในแต่ละวงรอบ ประเมินต้นทุน เวลา และกำหนดการในแผนการลงทุนของโครงการด้วย

ข้อดีและข้อเสียของ Spiral Model สามารถเปรียบเทียบได้ในตารางที่ 7 ดังนี้ (กิตติ ภัคดี วัฒนะกุล, 2551)

ตารางที่ 7 ข้อดีและข้อเสียของ Spiral Model

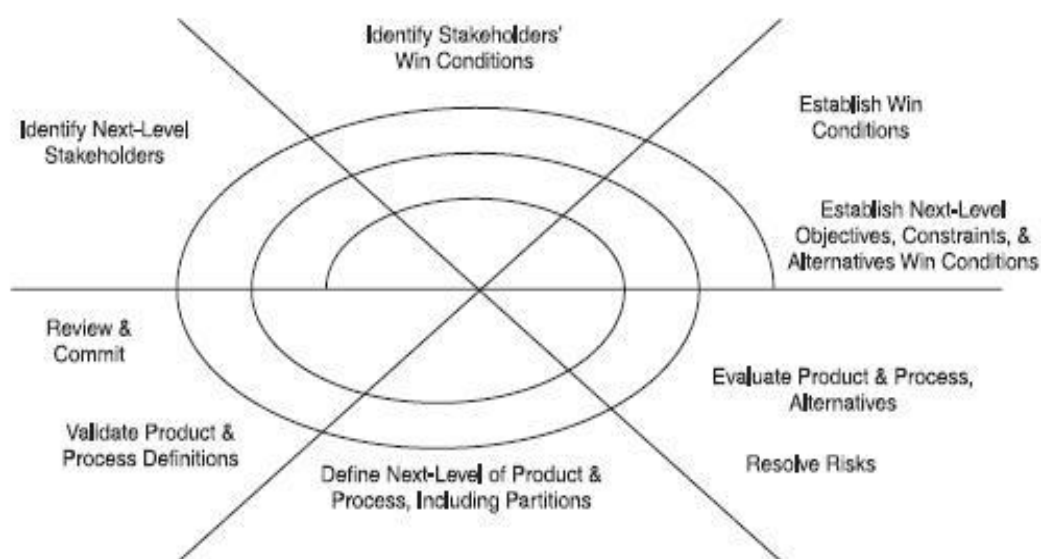
ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความยืดหยุ่นมาก เนื่องจาก การวิเคราะห์ ออกแบบ ทดตั้ง และ ทดสอบ ในแต่ละรอบนั้น จะสั้นหรือยาวเท่าใดก็ได้</li> <li>- ข้ามบางขั้นตอนไปได้ หากขั้นตอนนั้นไม่จำเป็นต้องดำเนินการในบางรอบ</li> <li>- เหมาะกับระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงความต้องการบ่อยครั้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความเสี่ยงสูง</li> <li>- ต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงทุกรอบ</li> </ul>

### 4. Win-Win Spiral Model

ในปี ค.ศ. 1994 Boehm ได้แนะนำ SDLC ในรูปแบบลำดับขั้น Win-Win Spiral Model ขึ้น แต่เดิมรูปแบบของ Spiral Model นั้นได้ให้พนักงานหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (Stakeholder) เข้ามามีส่วนร่วมในการระบุความต้องการตลอดทั้งวงรอบการพัฒนา ระบบ อย่างไรก็ตามอาจจะทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นในกลุ่มของผู้ใช้งานหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความต้องการไม่ตรงกันได้ ดังนั้น Win-Win Spiral Model จึงได้ปรับปรุงกระบวนการแบบเดิม โดยเน้นในเรื่องของการกำหนดผู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน และแนะนำวิธีการในการแก้ปัญหาเรื่องความขัดแย้งที่เกิดขึ้นในผู้ใช้งานหรือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด ในขณะเดียวกันก็ได้เพิ่มเทคนิคในแต่ก็จะเป็นการยากในการการจัดการความเสี่ยงที่สมบูรณ์ขึ้นอีกด้วย

อย่างไรก็ตามในบางกรณีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอาจจะไม่ได้รับการพิจารณาความต้องการ เหมือนกับผู้ใช้งานในทุก ๆ กรณีก็เป็นได้ผลลัพธ์ที่ได้คือ SDLC ได้เกิดการยอมรับจากผู้ใช้งานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง รวมถึงมีการจัดการควบคุมความเสี่ยงที่สมบูรณ์ โดยทำให้โครงการสามารถควบคุมด้านการเงินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Model นี้โดยมากแล้วจะอยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของผู้จัดการระบบ (Manager)



ภาพที่ 13 Win-Win Spiral Model

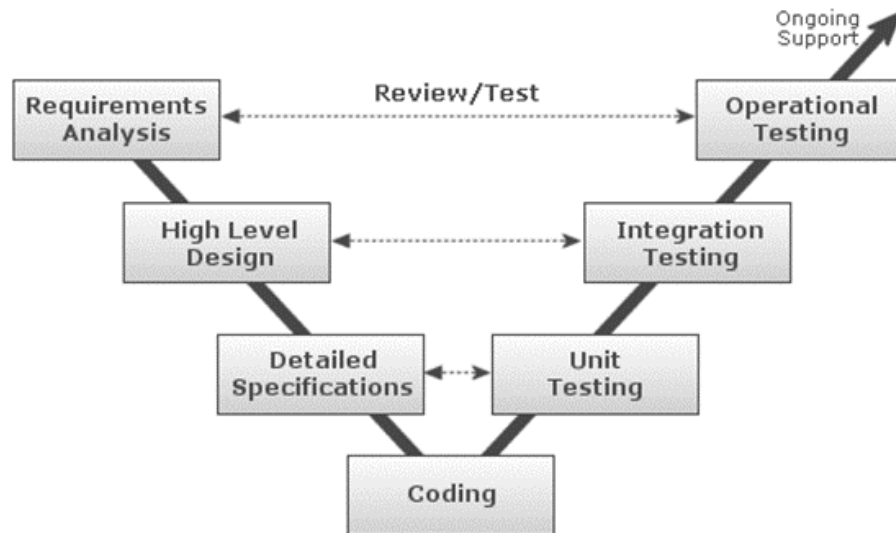
ที่มา: The SDLC and SIX SIGMA an essay on which is which and why (Boggs, 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

## 5. V-Model

V-Model เป็นทิศทางใหม่สำหรับ SDLC โดยเกิดขึ้นในประเทศเยอรมัน ปัจจุบัน Model นี้ เป็น Model ที่กำลังได้รับความนิยมสำหรับโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ใช้ในหน่วยทหาร พลเรือน และรัฐบาลกลางของเยอรมัน Model นี้มุ่งเน้นที่การบริหารโครงการ การพัฒนาซอฟต์แวร์ การรับรองคุณภาพ และการจัดการการกำหนดคุณสมบัติ ด้วยการให้ความสำคัญในเรื่องของการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพระหว่างผู้พัฒนาระบบและลูกค้า โดยคาดหวังว่า Model นี้จะทำให้ต้นทุนในการบริหารโครงการลดลงตลอดจนได้รับการรับรองคุณภาพ ซึ่ง V-Model นั้นได้กลายมาเป็นที่ยอมรับโดยสากลและส่งผลให้เกิดมาตรฐานต่าง ๆ ตามมา อย่างเช่น ISO/IEC 12207 หรือ ISO 9001 สำหรับ Model แบบใหม่นี้ โครงการ WEIT Model ได้มีการกำหนดขึ้นในช่วงเมษายน ค.ศ. 2005 โดยมุ่งเน้นประเด็นในเรื่องของความยืดหยุ่น การเพิ่มหรือลดความสามารถของการพัฒนาระบบ การปรับปรุง เปลี่ยนแปลง และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ของระบบแอปพลิเคชัน



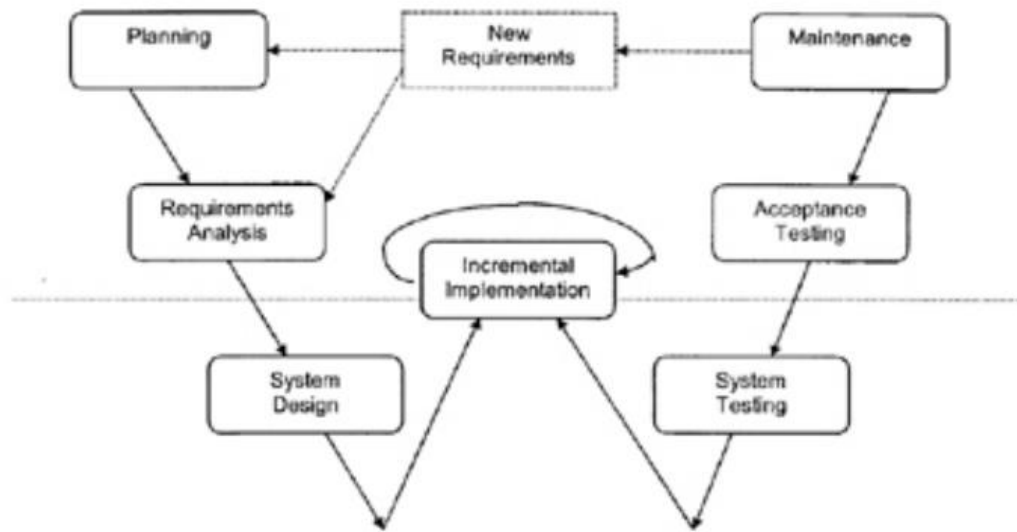
ภาพที่ 14 V-Model

ที่มา: The SDLC and SIX SIGMA an essay on which is which and why (Boggs, 2004)

#### 6. W-Model

หนึ่งใน Model ที่เพิ่มขึ้นด้วยรูปแบบที่คล้ายกับรูปแบบเดิมคือ W-Model ของ Fraunhofer Institute of Production Technology โดย Model นี้ได้มุ่งเน้นในช่วงเริ่มต้นของการเขียนโปรแกรม (Coding) และการทดสอบ (Testing) เพื่อให้เกิดการประเมินต้นทุนและการควบคุมความเสี่ยงอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่ง Model นี้ได้ถูกนำมาใช้โดยนักพัฒนาระบบจากบริษัทที่มีชื่อเสียงต่าง ๆ เช่น Microsoft, Oracle, HP, IBM, และ Texas Instruments เป็นต้น การให้ผลย้อนกลับ (Feedback) จากผู้ใช้งาน รวมถึงการให้ความสำคัญในเรื่องของการเขียนโปรแกรมและแนวทางปฏิบัติในการเขียนโปรแกรมนั้นเป็นสิ่งสำคัญใน

Model นี้ โดยมากแล้วจะอยู่ในขอบเขตความรับผิดชอบของผู้พัฒนาซอฟต์แวร์



ภาพที่ 15 W-Model

ที่มา: The SDLC and SIX SIGMA an essay on which is which and why (Boggs, 2004)

#### 4.4 กระบวนการในการพัฒนางจร SDLC

กระบวนการในการพัฒนางจร หรือ System Development Life Cycle (SDLC) นั้น โดยปกติแล้วจะมีอยู่หลายระยะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการนำไปใช้งานในการพัฒนาระบบสารสนเทศของแต่ละองค์กร ซึ่งจากการศึกษาจะกล่าวถึง SDLC ที่นำไปใช้ในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยประกอบไปด้วยขั้นตอนทั้งหมด 8 ระยะด้วยกัน ซึ่งวิชานี้ สากลบรรเจิด (2553) ได้สรุปไว้ ดังนี้

1. การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation)
2. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)
3. การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirements Analysis)
4. การวิเคราะห์การตัดสินใจ (Decision Analysis)
5. การออกแบบระบบ (Design)
6. การสร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)
7. การติดตั้งระบบ (Implementation)
8. การปฏิบัติงานและการให้ความช่วยเหลือ (Operation and Support)

## ระยะที่ 1 การสำรวจเบื้องต้น (Preliminary Investigation Phase)

การสำรวจเบื้องต้นเป็นระยะเริ่มต้นโครงการ “โครงการนี้ควรที่จะมีแนวปฏิบัติอย่างไร” ซึ่งจะต้องสามารถอธิบายได้ว่าในระยะนี้ทีมงานในโครงการจะต้องทำการตรวจสอบค้นหาความเป็นไปได้ โดยมักจะเกิดขึ้นจากการประชุมอย่างเป็นทางการของระดับผู้บริหาร ซึ่งจะต้องสามารถกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการได้จากโครงการระยะนี้ รวมถึงสามารถระบุข้อจำกัดได้ในหลังจากกำหนดการของโครงการได้ถูกกำหนดขึ้นมาแล้ว ระยะนี้จะต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อหรือไม่ (Go/No-go) โดยผู้สนับสนุนโครงการ

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- จัดทำเอกสารเพื่อกำหนดภาพรวมโครงการ
- กำหนดรายละเอียดที่ต้องจัดทำภายในโครงการ หรือ WBS (Work Breakdown Structure)
- วิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ
- วางแผนเพื่อกำหนดรายละเอียดในโครงการ (ระยะเวลา เงินทุน งานที่ต้องทำเป็นต้น)

โดยในระยะเวลาที่กำหนดการโครงการ

โดยในระยะนี้ ทางเลือกที่เป็นไปได้ มีดังต่อไปนี้

- ยอมรับในกำหนดการของโครงการ ที่มีการกำหนดเงื่อนไขในขอบเขตของโครงการงบประมาณ และระยะเวลาที่ใช้
- พิจารณาทั้งในเรื่องของการลดต้นทุนและระยะเวลาที่ใช้
- ปฏิเสธโครงการ

เมื่อการสำรวจเบื้องต้นในระยะเริ่มต้นประสบความสำเร็จแล้ว โครงการก็จะเข้าสู่ระยะที่สอง

## ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)

ระยะนี้จะเป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหา รวมถึงตรวจสอบรายละเอียดต่าง ๆ ภายในสภาพแวดล้อมปัจจุบันของกระบวนการทางธุรกิจที่เกิดขึ้นในโครงการ องค์ประกอบหลักของการค้นหา คือ การค้นหาสาเหตุของปัญหาและรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นของระบบงานเดิม ที่เป็นกระบวนการทางธุรกิจในปัจจุบันเนื่องจากระบบเดิมนั้นการใช้งานยังไม่ครอบคลุม เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงของระบบโดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาปัญหาที่เกิดขึ้นและนำไปสู่แนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ข้อควรตระหนักถึงในเบื้องต้นของระยะนี้คือ การระบุผลประโยชน์ที่ได้รับ วิเคราะห์ในช่วงสุดท้ายของระยะนี้คือความคุ้มค่าจากการลงทุนพัฒนาระบบใหม่ซึ่งเป็นไปได้ที่อาจจะมีความต้องการ

เพิ่มมากขึ้นในระยะนี้การรายงานถึงรายละเอียดของการพัฒนาระบบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งจะต้องสามารถอธิบายได้ว่า “อะไรคือปัญหาที่ระบบใหม่สามารถจะเข้ามาแก้ไขให้ดีขึ้นได้”

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- สัมภาษณ์ลูกค้าหรือผู้ใช้งานและวิเคราะห์ความต้องการ
- วิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ
- วิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับ
- การประเมินเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการ (Hardware and Software)

เหมือนกับในระยะแรก ระยะนี้จะต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อหรือไม่ (Go/No-go) โดยผู้สนับสนุนโครงการ

โดยในระยะนี้ ทางเลือกที่เป็นไปได้ มีดังต่อไปนี้

- อนุมัติโครงการให้ดำเนินต่อไป
- ลดหรือขยายขอบเขตของโครงการ ในกรณีที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม ซึ่งจะต้องอยู่ภายใต้งบประมาณ กำหนดการ ที่กำหนดไว้
- ยกเลิกโครงการ

เมื่อการวิเคราะห์ปัญหาประสบความสำเร็จแล้ว โครงการก็จะเข้าสู่ระยะที่สาม

### ระยะที่ 3 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis)

ในระยะนี้ควรที่จะให้ความสำคัญเป็นอย่างมากโดยทีมงานในโครงการจะต้องตระหนักถึงว่า “ระบบใหม่ต้องการที่จะทำอะไร” เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่จากปัญหาที่พบในการทำงานของระบบเดิม ระยะการวิเคราะห์ความต้องการเป็นระยะที่สำคัญที่สุดระยะหนึ่ง เนื่องจากในระยะนี้จะประกอบไปด้วย ข้อมูล กระบวนการ และการติดต่อประสานงานจากความต้องการที่กำหนดขึ้น ซึ่งการติดต่อประสานงานนั้นเป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะหากการดำเนินงานขาดความราบรื่น ขาดประสิทธิภาพ อาจจะทำให้เกิดต้นทุนที่สูงได้ในภายหลังการกำหนดความต้องการและการจัดลำดับในการพัฒนาระบบใหม่นั้น จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล อาจจะใช้วิธีการโดยการสัมภาษณ์ สอบถามถึงรายละเอียด และจัดประชุมกับผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบใหม่ทั้งหมด เพื่อทบทวนข้อกำหนดความต้องการของระบบให้ถูกต้องและสอดคล้องกันทั้งหมด

โดยในระบายนี้อาจจะมีการใช้แบบจำลองระบบ (System Model) เพื่อเป็นเครื่องมือในการนำเสนอข้อกำหนดความต้องการของระบบ การจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบ (Process Model) เพื่ออธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบ ทำให้ทราบการทำงานของระบบได้ชัดเจนขึ้น รวมถึงจัดเตรียมเอกสารความต้องการ (Requirement Documentation) และจัดลำดับความสำคัญของงานเหล่านั้นเพื่อเตรียมพัฒนาระบบต่อไป

กิจกรรมในระบายนี้อาจมีดังต่อไปนี้

- การกำหนดขอบเขตหน้าที่ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน
- สัมภาษณ์เก็บข้อมูลผู้ใช้งานหรือลูกค้า
- กำหนดกระบวนการดำเนินงานของผู้ใช้งาน
- จัดทำเอกสารความต้องการของผู้ใช้งาน

เมื่อการวิเคราะห์ความต้องการประสบความสำเร็จแล้ว โครงการก็จะเข้าสู่ระยะที่สี่

#### ระยะที่ 4 การวิเคราะห์การตัดสินใจ (Decision Analysis)

ในระบายนี้อาจมีหลากหลายทางเลือกจากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้และแนะนำทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปแก้ไขปัญหา ซึ่งในกรณีของระยะก่อนหน้านี้อาจมีงานที่จะต้องดำเนินการกับหลากหลายผู้ที่เกี่ยวข้องในโครงการที่สามารถจะวิเคราะห์รูปแบบต่าง ๆ ของความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น โดยความเป็นไปได้ที่ควรคำนึงถึงมีดังต่อไปนี้

- ด้านเทคนิค (Technical) เทคนิคที่จะนำมาใช้ของระบบใหม่นั้นสามารถนำมาใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาภายในสภาพแวดล้อมนี้ได้หรือไม่ เทคโนโลยีที่มีอยู่เดิมนั้นสามารถนำมาปรับใช้กับระบบใหม่ได้หรือไม่ บุคลากรในองค์กรมีความเชี่ยวชาญกับเทคโนโลยีนี้มากเพียงพอหรือไม่
- ด้านการปฏิบัติงาน (Operational) ระบบใหม่จะสามารถเติมเต็มความต้องการของผู้ใช้งานได้หรือไม่ จะต้องใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้งานของระบบนั้นเรียนรู้และใช้งานง่ายหรือไม่ รวมถึงผู้ใช้งานจะสามารถปรับตัวสำหรับการเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร
- ด้านเศรษฐศาสตร์ (Economic) เป็นแนวทางที่ช่วยทำให้เกิดการบริหารและวิเคราะห์ต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ พิจารณาถึงผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ
- ด้านระยะเวลาดำเนินงาน (Time frame) ระบบใหม่สามารถที่จะออกแบบและติดตั้งระบบ รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ได้หรือไม่
- ด้านความเสี่ยง (Risk) กิจกรรมอะไรที่อาจจะทำให้เกิดความเสี่ยงที่มีผลกระทบในระดับรุนแรง และมีประเด็นอะไรที่จะทำให้เกิดปัญหาได้ เพื่อเตรียมการวางแผนและป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น



กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- การวิเคราะห์ทางเลือกในการจัดซื้อ Hardware และ Software

การดำเนินงานในระยะนี้ หนึ่งในแนวทางที่ดีที่สุด ควรจะมีการนำโครงร่างระบบงาน (System Proposal) มาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา โดยโครงร่างระบบงานนั้น จะทำให้เกิด การตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อหรือไม่ (Go/No-go)

โดยในระยะนี้ ทางเลือกที่เป็นไปได้ มีดังต่อไปนี้

- อนุมัติโครงการและให้เงินสนับสนุนจากโครงร่างระบบงาน
- อนุมัติโครงการและให้เงินสนับสนุนจากการนำเสนอทางเลือกในการแก้ปัญหา
- การลดขอบเขตจากโครงร่างระบบงาน ได้รับการอนุมัติและให้เงินสนับสนุน
- ยกเลิกโครงการ

เมื่อการวิเคราะห์การตัดสินใจประสบความสำเร็จแล้ว โครงการก็จะเข้าสู่ระยะที่ห้า

#### ระยะที่ 5 การออกแบบระบบ (Design)

การออกแบบระบบใหม่นั้นอยู่บนพื้นฐานของโครงร่างระบบงาน โดยระยะนี้จะเป็นขั้นตอนการแปลงความต้องการทางธุรกิจออกมาในรูปแบบของการออกแบบรายละเอียดของการพัฒนาระบบ ซึ่งในระยะนี้จะเป็นการนำแนวทางด้านเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาทางธุรกิจที่เกิดขึ้น โดยผู้ขาย (Vender) และ ผู้ชำนาญด้านเทคโนโลยี (IT Specialist)

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระยะการออกแบบ คือ การวางแผนการรวมกันกับระบบการใช้งานอื่น ๆ และออกแบบระบบใหม่ที่กระบวนการทำงานเดิมยังไม่ครอบคลุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานให้ดียิ่งขึ้น โดยการออกแบบระบบนั้นควรพิจารณาดังต่อไปนี้

- การออกแบบแบบฟอร์ม รายงานและส่วนประสานกับผู้ใช้ (Forms/Reports/User Interface Design) ซึ่งเป็นแหล่งของข้อมูลนำเข้าและข้อมูลที่ออกจากระบบหรือได้จากการทำงานของระบบ

- การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

- การออกแบบสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application Architecture Design)

เป็นการออกแบบแอปพลิเคชันที่ได้จากการวิเคราะห์และออกแบบให้สามารถเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมที่กำหนดไว้ และในระยะนี้ยังคงต้องทำการตัดสินใจว่าจะดำเนินการต่อหรือไม่ (Go/No-go) ซึ่งการที่จะล้มเลิกโครงการในระยะนี้ค่อนข้างจะเป็นไปได้ยาก ยกเว้นแต่การพัฒนา ระบบนั้นมีการใช้ต้นทุนเกินงบประมาณหรือเกินกำหนดการไปอย่างมาก

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- จัดทำเอกสารออกแบบระบบ (System Design)
- กำหนดความต้องการด้านเทคนิคของระบบ
- ระบุความปลอดภัยของระบบและการควบคุมการดำเนินงานภายใน
- วิเคราะห์รายละเอียดของต้นทุน ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการดำเนินโครงการ
- จัดทำรายงานการประเมินเทคโนโลยีที่ใช้
- เปรียบเทียบระบบเดิมและระบบใหม่

โดยในระยนี้ ทางเลือกที่เป็นไปได้ มีดังต่อไปนี้

- ระบบเริ่มเข้าสู่ระยะการสร้างหรือการพัฒนา
- การลดขอบเขตโครงการลงในเรื่องของ ต้นทุน เวลา หรือทั้งสองอย่าง
- การเพิ่มกำหนดการ เพื่อจัดเตรียมแนวทางที่สมบูรณ์ในหลาย ๆ แนวทาง
- โครงการถูกยกเลิกระหว่างการดำเนินโครงการ เนื่องจาก งบประมาณ และกำหนดการที่สูงเกินกว่ากำหนดไว้มากจนเกินยอมรับได้

#### ระยะที่ 6 การสร้างหรือพัฒนาระบบ (Construction)

การพัฒนาระบบ นั้นเป็นขั้นตอนในการพัฒนาหรือการเขียนโปรแกรม ออกแบบรายละเอียด และทดสอบระบบให้ตรงตามความต้องการที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นการประสานงานระหว่างระบบใหม่และระบบเดิมก็เป็นเรื่องที่ต้องตระหนักถึงในการพัฒนาระบบด้วย ในระยะนี้โดยส่วนมากแล้วจะมีการใช้เวลาในการพัฒนานานกว่าระยะอื่น ๆ

ระหว่างการพัฒนาในระยะนี้ จะมีการทวนซ้ำเป็นรอบของกระบวนการพัฒนา รวมถึงทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อค้นหาข้อผิดพลาด และดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดก่อนที่จะนำโปรแกรมนั้นมาติดตั้งเพื่อใช้งานระบบ มีการสาริตและกำหนดรายละเอียด เพื่อให้แน่ใจได้ว่าระบบที่พัฒนานั้นตรงกับความต้องการและความคาดหวังของผู้สนับสนุนโครงการ ซึ่งกระบวนการกำหนดรายละเอียดนั้นจะต้องควบคุมไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมรายละเอียดในช่วงระหว่างการพัฒนานำมากเกินไป เพราะอาจจะทำให้เกิดการยืดระยะในการพัฒนาระบบออกไปจนเกินกำหนดการที่กำหนดไว้ได้

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- จัดทำรายงานต้นแบบ/ทดลองระบบ (Prototype)
- รับรองและยืนยันความถูกต้อง แผนการทดสอบระบบ (System Testing)
- จัดทำรายงานการรับรองความสมบูรณ์ของระบบ
- จัดทำรายงานการประเมินความปลอดภัย

เมื่อระบบพัฒนาตรงตามความต้องการเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนได้ทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว การพัฒนาระบบก็จะเข้าสู่ระยะถัดไป

## ระยะที่ 7 การติดตั้งระบบ (Implementation)

ระยะนี้เป็นระยะที่ทำให้ระบบเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญโดยอาจเกิดความเสียหายจากการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของผู้ใช้งานจากการแทนที่ระบบเก่าสู่ระบบใหม่ ดังนั้น องค์ประกอบที่มีความสำคัญในการติดตั้งคือกระบวนการถ่ายโอนอย่างรอบคอบและราบรื่นด้วยการเลือกประเภทของการติดตั้งระบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเตรียมตัวกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเริ่มต้นได้ก่อนที่จะมีการใช้งานจริงบนระบบใหม่นั้น จะต้องมีการเตรียมการฝึกอบรม การใช้งานและขั้นตอนการทำงานของระบบใหม่แก่ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้องทุกคน มีการเตรียมความพร้อมในการช่วยเหลือเมื่อเกิดปัญหา รวมถึงจะต้องมีรายละเอียดการจัดทำเอกสาร ทั้งเอกสารของระบบและเอกสารของผู้ใช้งาน เพื่อใช้อ้างอิงในระหว่างการใช้งานระบบใหม่เมื่อเกิดปัญหาขึ้น มีการจัดทำฐานข้อมูลส่วนกลางในการเก็บข้อมูลทั้งหมดเพื่อง่ายต่อการจัดการ และสุดท้ายจะต้องมีการทดสอบระบบเพื่อความถูกต้องในการใช้งาน

โดยในระยะนี้ทีมงานควรจะได้รับ ผลตอบรับ (Feedback) จากผู้ใช้งาน เพื่อรับทราบถึงปัญหาหรือประเด็นใหม่ ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากระบบใหม่ได้

มี 2 วิธีการในการเปลี่ยนแปลงการใช้งานเข้าสู่ระบบใหม่ วิธีแรก คือ สลับทันที (ก่อนเวลากำหนดการ) จากระบบเก่าไปสู่ระบบใหม่ โดยระบบเก่าจะถูกยกเลิกและนำระบบใหม่มาใช้แทนที่ ข้อดีของวิธีนี้คือ หลีกเลี่ยงการบำรุงรักษาพร้อม ๆ กันทั้งระบบเก่าและระบบใหม่ แต่ข้อเสียก็คือ หากระบบใหม่ไม่สมบูรณ์การย้อนกลับหรือกู้คืนกลับมาใช้ระบบเดิมนั้น อาจเกิดข้อผิดพลาดบางประการขึ้นได้ อีกทั้งค่อนข้างจะเป็นไปได้ยากในการที่กลับมาใช้ระบบเดิมได้อย่างราบรื่น วิธีการที่สอง คือ การใช้งานดำเนินงานแบบคู่ขนานอยู่บนทั้งระบบเก่าและระบบใหม่จนกว่าจะมีการยอมรับและวางใจในระบบใหม่ จึงจะนำมาแทนที่ระบบเดิม ซึ่งการบำรุงรักษานั้นก็จะต้องเกิดขึ้นตลอดจนกระทั่งเหลือระบบเดียวที่สมบูรณ์ รวมถึงวิธีนี้อาจจะทำให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของข้อมูลในระบบทั้ง 2 ระบบได้อีกด้วย

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- กำหนดแผนการติดตั้ง
- รับรองและยืนยันความถูกต้อง จัดทำแผนการทดสอบระบบ
- จัดทำเอกสารระบบ (System Document)
- ปรับปรุงเอกสารการควบคุมการเชื่อมต่อระบบ (Interface system)

- จัดทำรายงานวิเคราะห์การทดสอบระบบ
- การยอมรับจากผู้ใช้งานรวมถึงจัดทำเอกสารรับรองระบบงาน
- กำหนดแผนการเปลี่ยนแปลงระบบ
- กำหนดแผนการฝึกอบรม
- จัดทำคู่มือผู้ใช้งาน

เมื่อการติดตั้งระบบเสร็จสมบูรณ์แล้ว ก็ถือได้ว่าการพัฒนาตามกระบวนการ SDLC ก็ได้รับความสมบูรณ์ไปด้วย และการพัฒนาระบบก็จะเข้าสู่ระยะถัดไป

### ระยะที่ 8 การปฏิบัติงานและการให้ความช่วยเหลือ (Operation and Support)

แม้ว่าการพัฒนาระบบจะดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว แต่ระบบใหม่ก็ยังคงต้องการความเตรียมพร้อมในการให้ความช่วยเหลือหลังการติดตั้งระบบ โดยระยะนี้ควรที่จะมีทีมงานที่ทำหน้าที่คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อมีความผิดพลาดหรือปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานหรือมีข้อสงสัยในระบบใหม่

กิจกรรมในระยะนี้ มีดังต่อไปนี้

- จัดทำเอกสารการวัดผลการปฏิบัติงาน
- จัดทำเอกสารการตั้งค่าระบบ (Configuration)
- จัดทำเอกสารการจัดการการเปลี่ยนแปลง
- ทบทวนการปรับปรุงเทคโนโลยี

ท้ายที่สุดแล้ว ระบบใหม่ก็จะกลายเป็นระบบเก่า ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความต้องการก็อาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา การบำรุงรักษาระบบ (System Maintenance) จะเป็นการรักษาการทำงานของระบบใหม่ที่ได้ติดตั้งและใช้งานไปแล้วและจะต้องสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงขั้นตอนหรือการทำงานของระบบได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน เพื่อให้ระบบยังคงมีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองต่อความต้องการในระหว่างการปฏิบัติงานได้ รวมถึงจะต้องมีการคิดและวางแผนในการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยบำรุงรักษาระบบให้คงไว้ซึ่งประสิทธิภาพต่อไปนั้นก็เป็นสิ่งที่ต้องควรตระหนักถึง จากนั้นก็จะเข้าสู่การเริ่มต้นวางแผนกำหนดโครงการขึ้นมาใหม่ การเริ่มต้นของ SDLC ก็จะกลับมาอีกครั้ง เพื่อให้สะดวกต่อการพัฒนาระบบในอนาคตต่อไป

## ตอนที่ 5 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดความตระหนักในสถานการณ์ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังนี้

- 5.1 การสร้างพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน
- 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักและพฤติกรรม
- 5.3 ความหมายของความตระหนัก
- 5.4 ความหมายของความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน
- 5.5 แนวทางและขั้นตอนการเกิดความตระหนัก
- 5.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาองค์ประกอบของความตระหนัก
- 5.7 การวัดความตระหนัก
- 5.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัย

### 5.1 การสร้างพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

ในการปฏิบัติงานพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานมีความสำคัญเป็นอย่างมาก บุคคลที่ปฏิบัติงานจำเป็นต้องสร้างพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานจะเกิดขึ้นได้ ต้องมีปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกันซึ่งสามารถจำแนกได้ 3 ลักษณะคือ (สมถวิล เมืองพระ, 2537)

1. ปัจจัยที่ช่วยโน้มน้าวบุคคลให้เกิดพฤติกรรมความปลอดภัย (Predisposing factor) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อ ทศนคติ และค่านิยมของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมอนามัยของบุคคล ซึ่งพฤติกรรมนี้เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลซึ่งส่วนใหญ่มักจะรับทั้งในทางตรงและทางอ้อม หรือจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2. ปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดพฤติกรรมความปลอดภัย (Enabling factors) เป็นปัจจัยที่เดิขึ้นจากการที่บุคคลต่าง ๆ มีโอกาสจะใช้บริการหรืออุปกรณ์ รวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่และจัดหาไว้ให้อย่างทั่วถึง ได้แก่ สถานพยาบาล แหล่งอาหาร หรืออุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย เป็นต้น

3. ปัจจัยที่ช่วยเสริมสร้างให้เกิดพฤติกรรมความปลอดภัย (Reinforcing factors) เป็นปัจจัยที่นอกเหนือจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ได้แก่ ปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ครอบครัว ญาติ เพื่อน นายจ้าง และบุคลากรอื่น ๆ รวมทั้งบุคคลที่เป็นสิ่งแวดล้อมในสังคมภายนอกบ้านหรือที่ทำงานด้วย ซึ่งบุคคลเหล่านี้

จะมีอิทธิพลต่อการปลุกฝังหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนามัยโดยการสั่งสอนอบรม กระตุ้นเตือน การชักจูง การเป็นตัวอย่าง การดูแลควบคุม รวมทั้งการส่งเสริมให้เกิดการกระทำหรือการปฏิบัติที่ถูกต้อง และเหมาะสมที่จะนำไปสู่การมีสุขภาพหรือพฤติกรรมอนามัยตามเป้าหมาย

นอกจากนั้น Guastello (1993) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบวิธีลดอุบัติเหตุในการทำงานต่าง ๆ เช่น การวางรูปแบบสถานที่ทำงานให้เหมาะสม (Ergonomics) หรือการรายงานเหตุการณ์ที่เกือบจะเกิดอุบัติเหตุ (Near-miss Accident Reporting) และวิธีอื่นแล้วนั้น แนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอุบัติเหตุในการทำงานคือการให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติการถึงพฤติกรรมที่ปลอดภัยและพฤติกรรมเสี่ยง ซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นนั้นจะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนทัศนคติและส่งผลไปยังการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อไป (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของไทย หลายเรื่องพบว่าความรู้ด้านอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานไทยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญ (เฉลี่ยว โกงเกสร, 2547; กวิณช์ตา อภิธนาตล, 2546; วิภาภรณ์ พันธ์, 2545; สมภพ วงศ์ประสาร, 2546) กล่าวคือ ถ้าคนงานมีความรู้เพิ่มขึ้น พฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานจะดีขึ้นด้วย เนื่องจากสาเหตุสำคัญของการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ไม่ได้เกิดขึ้นจากปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน แต่เกิดจากความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติการเอง (Sole et al., 2013; Rasmussen, 2007 อ้างถึงใน Zhao & Lucas, 2014) ดังนั้นการฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงานว่า สิ่งใดควรปฏิบัติ สิ่งใดไม่ควรปฏิบัติ สิ่งใดควรหลีกเลี่ยง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ถึงความปลอดภัยในการทำงาน จึงเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากสามารถนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงจนกลายเป็นพฤติกรรมที่ปลอดภัยต่อไป

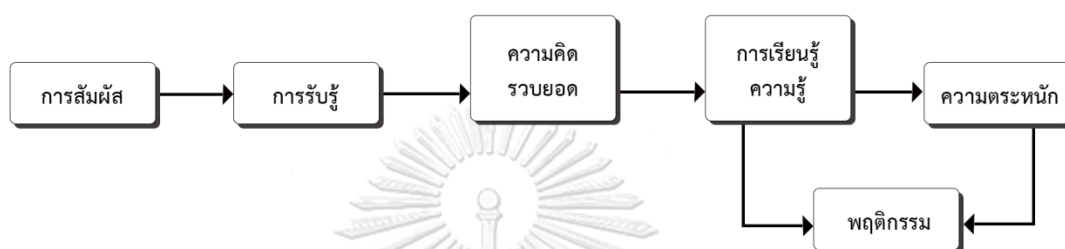
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักและพฤติกรรม

Durso and Gronlund (1999) พบว่าสาเหตุหลักที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานกระทำการผิดพลาดอันนำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ นั้น แท้จริงแล้วไม่ได้เป็นเพราะผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ หรือขาดทักษะความชำนาญในการทำงาน แต่เกิดจากการที่ผู้ปฏิบัติงานรับรู้และเข้าใจสิ่งกำลังเกิดขึ้นผิดพลาดไป ทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นอุบัติเหตุที่กำลังจะเกิดขึ้นได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นเพราะผู้ปฏิบัติงานขาดความตระหนักรู้ในสถานการณ์ จึงทำให้มีการตัดสินใจที่ผิดพลาดไป (Endsley, 1995)

ดังนั้นนอกเหนือจากการให้เนื้อหาความรู้เรื่องพฤติกรรมที่ปลอดภัยในการทำงานแล้ว Endsley (2012) เสนอว่าวิธีการที่ดีที่สุดที่จะลดอุบัติเหตุในการทำงานคือการพัฒนาให้ผู้ปฏิบัติการมีความตระหนักรู้ในสถานการณ์ที่ดีขึ้น

ความตระหนักเป็นผลมาจากกระบวนการทางปัญญา กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าหรือได้รับการสัมผัสจากสิ่งเร้าแล้วจะเกิดการรับรู้ และเมื่อรับรู้ในขั้นต่อ ๆ ไปก็จะเข้าใจสิ่งเร้า นั้น คือเกิดความคิดรวบยอดและนำไปสู่การเรียนรู้ คือมีความรู้ในสิ่งนั้นและนำไปสู่การเกิดความตระหนักในที่สุด ซึ่งความรู้และความตระหนักต่างก็นำไปสู่การกระทำหรือการแสดงพฤติกรรมของบุคคลต่อสิ่งเร้า นั้น โดยขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนักนั้นสามารถสรุปได้เป็นแผนภูมิดังนี้



ภาพที่ 16 ขั้นตอนและกระบวนการเกิดความตระหนัก

ที่มา: Good (1973)

การที่บุคคลจะเกิดความตระหนักขึ้นได้นั้น บุคคลต้องมีความรู้มาก่อน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสำคัญ ความรับผิดชอบ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นตามมา จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อสิ่งนั้น ๆ ต่อไปนี้ที่สุดและทั้งความรู้และความตระหนักนี้ก็จะนำไปสู่การกระทำหรือพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 17 ขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักที่เด่นชัด

ที่มา: Good (1973)

จากภาพประกอบ แสดงขั้นตอนตามลำดับของการสะสมความรู้และเจตคติเพื่อให้เกิดเป็นความตระหนักด้านความปลอดภัย ซึ่งในการสร้างความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (knowledge) ด้านความปลอดภัยอย่างถูกต้องตามหลักการ เมื่อเกิดความรู้แล้วจะต้องมีการสร้างเจตคติ (attitude) ด้านความปลอดภัยที่ถูกต้อง และต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี ไม่ดี จึงจะนำไปสู่ขั้นความลุ่มลึกชัดเจน (intelligibility) และจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด

กล่าวโดยสรุปพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย เป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่ง กล่าวคือ มนุษย์ทุกคนเมื่อมีความรู้และความตระหนักเกิดขึ้นจะไปกระตุ้นให้บุคคล แสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ออกมาและถ้าบุคคลนั้นมีทัศนคติ (Attitude) ที่ดีมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของการกระทำนั้น ๆ แล้ว สิ่งเหล่านั้นก็จะนำไปสู่ความตั้งใจที่จะลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ออกมาได้ ซึ่งทั้งหมดก็จะแสดงออกมาในรูปแบบของพฤติกรรม และเช่นเดียวกันกับความหวังทางสังคมที่อยู่รอบตัวบุคคลของแต่ละคน เมื่อทุกคนเห็นคุณค่าหรือประโยชน์แล้วก็จะทำให้เกิดบรรทัดฐานทางสังคมของบุคคลขึ้นมา ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถทำให้บุคคลเกิดความตั้งใจที่จะลงมือปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาได้

### 5.3 ความหมายของความตระหนัก

“Awareness” มีความหมายตรงกับคำในภาษาไทยว่า “ความตระหนัก” ซึ่ง พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2542 ให้ความหมายไว้ว่า รู้ประจักษ์ชัด รู้จักแจ้ง

Baker and Brown (1984 อ้างถึงใน ไพลิน ศศิธนากรแก้ว, 2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การตระหนักรู้ (awareness) คือ การตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธี และแหล่งข้อมูลที่เป็นรู้ว่าจะต้องทำอะไรถึงสิ่งที่ตนเองคิด และสามารถแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมาโดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้ สามารถสรุปใจความสำคัญ จุดบันทึก มีความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราว

Good (1973) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก คือ การรับรู้หรือความรู้สึกถึงการเกิดความรู้ของบุคคล หรือการแสดงความรู้สึกรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

ไพลิน ศศิธนากรแก้ว (2537) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึก ซึ่งเป็นสภาวะทางจิตที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่าง ๆ เกิดจากการรับรู้และสำนึกโดยมีสิ่งเร้ามากระตุ้นจึงเกิดความตระหนักขึ้น ซึ่งความรู้และความตระหนักมีความสัมพันธ์กันคือ เกี่ยวข้องกับการสัมผัสและการใช้จิตไตร่ตรอง

กมนทรศน์ ไชยมณี (2539) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก คือการคิดได้รู้สำนึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง พร้อมทั้งจะแสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียน การ



พูด การคิด ทั้งด้านบวกและด้านลบ โดยอาศัยระยะเวลา ประสบการณ์ สภาวะแวดล้อม ลักษณะทางสังคมหรือสิ่งเร้าอื่น ๆ มาเป็นส่วนช่วยปรุงแต่งการแสดงออกนั้น

ปรีดีธัญญ์ ภาณุมนต์วาทิ (2552) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง สภาวะทางจิตใจที่ทำให้เกิดการสำนึก การรู้สึกหรือระลึกขึ้นได้บางสิ่งบางอย่าง เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอกหรือตกอยู่ในสภาวะการณ์หนึ่ง

ดิสนีย์ อธิธิริธัญวงศ์ (2553) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง ความสำนึก ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยเหตุการณ์ สภาพแวดล้อมในสังคม หรือสิ่งเร้าภายนอก เป็นปัจจัยที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนัก

ชนิกานต์ ดุลนกิจ (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้สึกที่ตนรู้สึกตัวแจ่ม เข้าใจในเรื่องนั้น ๆ เป็นอย่างดี เห็นคุณค่าในสิ่งนั้น ซึ่งอาจส่งผลต่อพฤติกรรมของบุคคลได้

กล่าวโดยสรุป ความตระหนัก หมายถึง ภาวะการณ์ที่บุคคลเกิดความรู้สึกนึกคิด หรือมีความคิดเห็นจากสิ่งเร้าหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง เป็นภาวะที่บุคคลเข้าใจและประเมินสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตนเองได้ และพร้อมที่จะแสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ

#### 5.4 ความหมายของความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน

ความตระหนักด้านความปลอดภัย หมายถึง ภาวะการณ์ที่บุคคลเกิดความรู้สึกนึกคิด หรือมีความคิดเห็น โดยเกิดจากความเข้าใจและสามารถประเมินสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับตนเอง ต่อเหตุการณ์และสภาพแวดล้อมที่อาจเกิดอันตราย การบาดเจ็บ หรือการสูญเสีย รวมทั้งการหลีกเลี่ยง ป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน

จากคำนิยามและการจัดแบ่งหมวดหมู่ในแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในงานวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ความตระหนักด้านความปลอดภัยออกเป็นด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

ตารางที่ 8 สังเคราะห์ด้านย่อยของความตระหนักด้านความปลอดภัย

ความตระหนักด้านความปลอดภัย	กาญจนา เรืองศิริ (2556)	นวิธ จิตต์วโรกร (2554)	ปรีดีรัฐ ภาณุมนต์วาท (2552)	ปราโมทย์ ออกเวหา (2548)	สมภพ วงศ์ประสาร (2546)	สนธยา ชูไพร (2546)	ลลนา บุญคง (2545)	ผู้วิจัย
ด้านความรู้ความเข้าใจ	✓							
ด้านนโยบายและการบริหารจัดการ	✓							
ด้านความปลอดภัย	✓							
ด้านอาชีพอนามัย	✓							
ด้านสภาพแวดล้อม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ด้านบทบาทหน้าที่		✓	✓	✓	✓	✓		✓
ด้านการช่วยเหลือผู้อื่น			✓					
ด้านเครื่องจักรกล				✓			✓	
ด้านบริเวณที่ทำงาน				✓				
ด้านกฎระเบียบข้อบังคับ		✓			✓	✓		✓
ด้านการใช้ไฟฟ้า							✓	
ด้านการป้องกันอัคคีภัย							✓	
ด้านการใช้สารเคมี							✓	

จากตารางข้างต้น ผู้วิจัยเลือกด้านที่มีความถี่สูงสุด 3 อันดับ จึงทำให้สามารถแบ่งความตระหนักด้านความปลอดภัยได้ออกเป็น 3 ด้าน ที่จะใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1) ความตระหนักต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อสภาวะแวดล้อมซึ่งปรากฏอยู่ในบริเวณที่ทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อบทบาทหน้าที่ในการรับผิดชอบตนเอง และความต้องการในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตนอย่างถูกต้องเหมาะสม

3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวก และลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานที่สถานประกอบการกำหนดขึ้น และความต้องการที่จะปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับนั้น

### 5.5 แนวทางและขั้นตอนการเกิดความตระหนัก

Pratkanis, Breckler, and Greenwald (2014) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ก่อให้เกิดความตระหนัก โดยมีทั้งหมด 3 ประการ คือ

1. ความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) ซึ่งจะเริ่มต้นจากระดับง่าย และมีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ
2. อารมณ์และความรู้สึก (affective Component) คือ การแสดงออกทั้งทางวาจา กิริยา ท่าทางที่มีต่อสิ่งเร้า หรือแนวโน้มที่บุคคลนั้นจะกระทำ
3. พฤติกรรม (Behavioral Component) คือ การแสดงออกทั้งทางวาจา กิริยา ท่าทางที่มีต่อสิ่งเร้า หรือแนวโน้มที่บุคคลนั้นจะกระทำ

บัณฑิต จุฬาศัย (2528) กล่าวว่าเนื่องจากการตระหนักของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับ การรับรู้ของแต่ละบุคคล ดังนั้นปัจจัยที่มีผลต่อการรับรู้จึงมีผลต่อการตระหนัก ซึ่งสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการตระหนักได้คือ

1. ประสบการณ์ที่มีต่อการรับรู้ นั่นคือ ถ้าบุคคลมีประสบการณ์การรับรู้เกี่ยวกับความสูญเสีย อันเกิดจากอุบัติเหตุมาก ก็จะมีผลทำให้เกิดการตระหนักในเรื่องความปลอดภัยมากขึ้น
2. ความเคยชินต่อสภาพแวดล้อม ถ้าบุคคลใดมีความเคยชินต่อสภาพแวดล้อมมาก ก็จะมีผลทำให้บุคคลนั้นไม่ตระหนักต่อสิ่งที่เกิดขึ้น
3. ความใส่ใจ และการให้คุณค่า ถ้าบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดมาก ก็จะมีการตระหนักในเรื่องนั้นมาก
4. ลักษณะและรูปแบบของสิ่งเร้า ถ้าสิ่งเร้านั้นสามารถทำให้ผู้พบเห็นเกิดความสนใจ ย่อมทำให้เกิดการรับรู้และการตระหนักขึ้น
5. ระยะเวลา และความถี่ในการรับรู้ ถ้ามนุษย์ได้รับการรับรู้บ่อยครั้งเท่าไรหรือนานเท่าไรก็ยิ่งทำให้มีโอกาสเกิดการตระหนักได้มากขึ้นเท่านั้น

ชูดิมา เรืองพริ้ม (2539) ได้จำแนกระดับพัฒนาการของความตระหนัก ดังนี้

1. การรับรู้ เป็นขั้นตอนของการทำความรู้จักและเข้าใจในสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์ได้แก่
  - 1.1 การรู้จักสิ่งเร้า
  - 1.2 ความยินดีหรือเต็มใจที่จะรับสิ่งเร้านั้น
  - 1.3 การยินยอมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น

2. การตอบสนอง เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความพอใจในสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้แก่

- 2.1 การยินยอมที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น
- 2.2 มีความตั้งใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น
- 2.3 มีความพอใจที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น

3. การเห็นคุณค่า เป็นความสำนึกในคุณค่า มีความเชื่อหรือทัศนคติที่ดีต่อสิ่งเร้าหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งจะเป็นค่านิยมของสังคมจนสามารถนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินคุณค่าในสิ่งต่าง ๆ ได้ คือ

- 3.1 การยอมรับในคุณค่า
- 3.2 เกิดความนิยมชมชอบในคุณค่า
- 3.3 การยึดถือผูกพันในคุณค่า

4. การจัดระบบคุณค่า คือ การจัดระเบียบค่านิยมเข้าเป็นระบบและหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าเหล่านั้น ได้แก่

- 4.1 มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับคุณค่า
- 4.2 การจัดลำดับคุณค่าเหล่านั้นให้เป็นระบบ

5. การแสดงลักษณะตามคุณค่า คือ การเอาคุณค่าต่าง ๆ มาสร้างเป็นคุณลักษณะของแต่ละคนซึ่งจะกลายเป็นบุคลิกภาพหรือเอกลักษณ์ของบุคคลนั้น ได้แก่

- 5.1 การสรุประบบของคุณค่า
- 5.2 การสร้างลักษณะนิสัย

ทศนา แคมมณี (2552) กล่าวว่า กระบวนการสร้างความตระหนักเป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ เอาใจใส่ รับรู้ เห็นคุณค่าในปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคม ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม โดยมีขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

1. สังเกต โดยให้ข้อมูลที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เอาใจใส่ และเห็นคุณค่า
2. วิเคราะห์ โดยให้ตัวอย่าง สถานการณ์ ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์หาสาเหตุ และผลดีผลเสีย ที่จะเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้น และระยะยาว
3. สรุป โดยให้อภิปรายหาข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุนคุณค่าของสิ่งที่จะต้องตระหนัก และวางเป้าหมายที่จะพัฒนาตนเองในเรื่องนั้น

การสอนกระบวนการสร้างความตระหนักจะเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ภายใต้อะไรต่อไปนี้

1. ครูมีความเข้าใจและใช้กระบวนการนั้นอยู่
2. ครูนำผู้เรียนผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการทีละขั้นอย่างเข้าใจครบถ้วนครบวงจร
3. ผู้เรียนเข้าใจและรับรู้ขั้นตอนของกระบวนการนั้น

4. ผู้เรียนนำกระบวนการนั้นไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
5. ผู้เรียนใช้กระบวนการนั้นในชีวิตประจำวันจนเป็นนิสัย

จากพัฒนาการของความตระหนัก อาจสรุปได้ว่า ความตระหนักเป็นความรู้สึกที่รับผิดชอบของบุคคลที่สำนึกถึงสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์โดยผ่านการเรียนรู้ ทั้งนี้การเรียนรู้และความตระหนักเป็นองค์ประกอบอันจะนำไปสู่ความพร้อมที่จะแสดงหรือกระทำพฤติกรรมต่อไป

ดังนั้น การก่อให้เกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จึงจำเป็นต้องให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดและการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน โดยมีผู้สอนเป็นผู้วางแผนให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ เกิดการตอบสนอง เกิดกระบวนการเรียนรู้จนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ เพื่อก่อให้เกิดการที่จะแสดงพฤติกรรมในการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน และก่อให้เกิดการเห็นในคุณค่าหรือเกิดความสำนึกต่อการกระทำที่จะป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน

## 5.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนาองค์ประกอบของความตระหนัก

ในการพัฒนาองค์ประกอบของความตระหนัก สามารถอธิบายกระบวนการพัฒนาโดยการใช้อุบายต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (ชนิกานต์ ดุลกิจ, 2556)

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) โดยแบ่งแหล่งการเรียนรู้ได้เป็น 4 แหล่ง ดังนี้

1.1 การเรียนรู้จากประสบการณ์ เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่บุคคลได้มีประสบการณ์ด้วยตนเองกับสิ่งเร้านั้น ถ้าประสบการณ์ที่ได้รับจากสิ่งเร้านั้นน่าพอใจ ก็จะทำให้เกิดเจตคติทางบวกต่อสิ่งนั้น แต่ถ้าประสบการณ์ที่ได้รับจากสิ่งเร้านั้นไม่น่าพอใจ ก็จะทำให้เกิดเจตคติทางลบต่อสิ่งนั้น

1.2 การเรียนรู้จากภาวะเงื่อนไขการเสริมแรง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการกำหนดเงื่อนไขเพื่อควบคุมให้เกิดผลพอใจหรือไม่พอใจ

1.3 การเรียนรู้จากการเลียนแบบตัวอย่าง เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากบุคคลได้สังเกตและเลียนแบบตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างนั้นมีหลายลักษณะ เช่น บุคคลในประวัติศาสตร์ บุคคลที่พบในชีวิตจริง บุคคลจากสื่อมวลชน

1.4 การเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น จากการพูดคุย จากสื่อมวลชนในรูปแบบต่าง ๆ แหล่งความรู้ เป็นต้น

2. ทฤษฎีการตัดสินทางสังคม (Social Judgement Theory) ทฤษฎีนี้เป็นอิทธิพลกลุ่มแบบแผนความเชื่อค่านิยม และบรรทัดฐานของสังคม เมื่อบุคคลต้องการเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม ต้องการได้รับการยอมรับ จึงมีแนวโน้มที่จะยอมรับแบบแผนพฤติกรรมอันเป็นลักษณะของกลุ่มนั้น ๆ

3. ทฤษฎีความสอดคล้องและความขัดแย้งทางความคิด (Consistency and Cognitive Dissonance Theories) สองทฤษฎีนี้สอดคล้องกันในการอธิบายการพัฒนาและการคงตัวขององค์ประกอบของความตระหนักในแง่ของความสอดคล้องของความรู้ อารมณ์ และการแสดงออก ถ้าเมื่อใดมีความขัดแย้งในความคิด หรือเกิดความไม่สอดคล้องระหว่างองค์ประกอบสามด้าน จะมีผลให้บุคคลไม่สบายใจ พยายามลดความขัดแย้งและสร้างความสอดคล้องในความคิดให้เกิดขึ้น

4. ทฤษฎีการกระทำตามเหตุผล (Theory of Reasoned Action) มนุษย์มีความเชื่อในผลแห่งการกระทำและบรรทัดฐานของสังคม พฤติกรรมบางอย่างจึงมาจากความเชื่อหรือบรรทัดฐานของสังคม ซึ่งมีมากน้อยแตกต่างกัน

## 5.7 การวัดความตระหนัก

ความตระหนักเป็นพฤติกรรมที่ละเอียดอ่อนเกี่ยวกับความรู้สึกและอารมณ์ การวัดและประเมินจึงต้องมีหลักการและวิธีการที่เที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกและอารมณ์ (อัคณา มั่งมีทรัพย์, 2534 อ้างถึงใน พัชรา ระบบกิจการดี, 2545)

ทศนา เขมมณี (2552) ได้กล่าวว่า กระบวนการวัดความตระหนักเป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนให้ความสนใจ เอาใจใส่ รับรู้เห็นคุณค่าในปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในสังคมทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. สังเกต ให้ข้อมูลที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเอาใจใส่และเห็นคุณค่า
2. วิจารณ์ให้ตัวอย่าง สถานการณ์ประสบการณ์ตรง เพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์หาสาเหตุและผลดีผลเสียที่เกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
3. สรุปให้อภิปรายหาข้อมูลหรือหลักฐานมาสนับสนุนคุณค่าของสิ่งที่จะต้องตระหนักและวางเป้าหมายที่จะพัฒนาตนเองในเรื่องนั้น

ในการวัดความตระหนักนั้นมี เครื่องมือที่ใช้วัดความรู้สึกและอารมณ์หลายประเภท ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview) อาจเป็นการสัมภาษณ์ชนิดที่มีโครงสร้างแน่นอน โดยสร้างข้อคำถามไว้ก่อน และมีคำตอบให้เลือก หรืออาจเป็นแบบไม่มีโครงสร้าง ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์ที่มีแต่หัวข้อใหญ่ คำถามเป็นไปตามโอกาสในขณะสัมภาษณ์ ผู้ตอบมีเสรีภาพในการตอบ

2. แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามอาจเป็นชนิดเปิด ปิด หรือผสมกันก็ได้
3. แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นเครื่องมือวัดที่ให้ตรวจสอบตามรายการ โดยตอบในรูปของการทำเครื่องหมายว่าเห็นด้วย-ไม่เห็นด้วย มี-ไม่มี ใช่-ไม่ใช่
4. มาตรวัดอันดับคุณภาพ (Rating Scale) เครื่องมือชนิดที่เหมาะสมกับวัดอารมณ์ความรู้สึกที่ต้องการทราบ โดยสามารถทราบความเข้มว่ามีมากน้อยเพียงใด
5. การใช้ความหมายภาษา (Semantic Differential Technique: SD) เป็นเทคนิคการวัดของ Charles E. Osgood เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่วัดได้ครอบคลุมมากชนิดหนึ่ง โดยจะประกอบไปด้วยเรื่องซึ่งถือเป็นสิ่งก้ำปและจะมีคุณศัพท์ตรงข้ามเป็นคู่ ๆ ประกอบสั้กับนั้นหลาย ๆ คู่ ซึ่งแต่ละคู่จะมี 2 ขั้ว และช่องว่างระหว่าง 2 ขั้วจะแบ่งด้วยตัวเลข ถ้าใกล้ข้างใดมาก ก็จะมีลักษณะตามคุณศัพท์ของขั้วนั้นมาก

## 5.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัย

Nyambura and Simon (2018) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการฝึกอบรมด้านความปลอดภัยในการทำงานในองค์กรกับการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยสำรวจจากวิศวกรและช่างเทคนิคจำนวน 251 คน ผลวิจัยพบว่า การฝึกอบรมด้านความปลอดภัยมีความสัมพันธ์ด้านบวกกับการปฏิบัติงานของพนักงาน

ปรีดีธัญ ภาณุมนต์วาทิ (2552) ได้ศึกษาความตระหนักด้านความปลอดภัยของแรงงานไทยในงานก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งเป็นกรณีศึกษาโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย โดยแบ่งความตระหนักด้านความปลอดภัยออกเป็น 1) ความตระหนักด้านความรู้ความเข้าใจว่าสถานการณ์ใดที่อาจเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ 2) ความตระหนักด้านความรู้ความเข้าใจว่าควรปฏิบัติตนอย่างไรให้พ้นจากภาวะเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และ 3) ความตระหนักด้านความรู้ความเข้าใจในการช่วยเหลือผู้อื่นให้พ้นจากภาวะเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ ผลการศึกษาพบว่า การฝึกอบรมด้านความปลอดภัยด้วยวิธีภาพวาดวีดีโอแอนิเมชัน และเครื่องสภาพแวดล้อมเสมือนจริง สามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าจะแน้นความตระหนักหลังจากการฝึกอบรมด้วยเครื่องสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมีคะแนนสูงที่สุด

สมภพ วงศ์ประสาร (2546) ทำการศึกษาเรื่องพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานของคนงานในสถานประกอบการผลิตเครื่องดื่มและถนอมอาหาร เขตกิ่งอำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งความตระหนักด้านความปลอดภัยออกเป็น 1) ความตระหนักต่อสภาพการ

ทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ และ 3) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่รับผิดชอบ ผลการศึกษาพบว่า ความตระหนักต่อการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน เมื่อรวมกับความเชื่อในอำนาจภายนอกตน ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน และภาวะเครียดจากการทำงาน สามารถทำนายพฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานได้ร้อยละ 22.40

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับความตระหนักด้านความปลอดภัยสามารถสรุปได้ว่า การให้ความรู้เกี่ยวกับความการทำงานด้วยความปลอดภัยสามารถส่งผลให้ความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานสูงขึ้น

## ตอนที่ 6 แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องประดับ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องประดับ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นตอนย่อยดังต่อไปนี้

- 6.1 ภาพรวมอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทย
- 6.2 ปัจจัยและโครงสร้างต้นทุนในการผลิตเครื่องประดับ
- 6.3 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ
- 6.4 สภาพปัจจุบันความปลอดภัยในการผลิตเครื่องประดับ

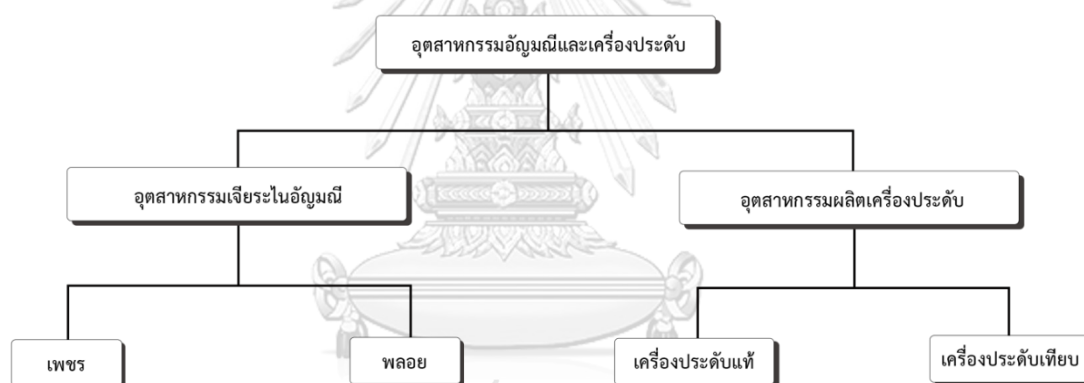
### 6.1 ภาพรวมอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

การผลิตของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับในประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้แรงงานเป็นจำนวนมากในการผลิต (Labor Intensive Industry) เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตต่างๆ ของอุตสาหกรรมนี้ จำเป็นต้องอาศัยทักษะฝีมือ ความชำนาญ และความประณีตของแรงงานในการผลิต โดยที่กิจการประมาณร้อยละ 90 ของการผลิตทั้งหมด เป็นกิจการขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในกรุงเทพและภูมิภาค (ชุตินา จอมพุทรา, 2544) จึงมีผู้ผลิตจำนวนมาก ไม่ได้ไปจดทะเบียนประกอบการอุตสาหกรรมกับกระทรวงอุตสาหกรรม ทำให้ไม่สามารถทราบถึงจำนวนผู้ผลิตและปริมาณการผลิตที่แน่นอนได้ แต่อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลของศูนย์วิจัยกสิกรไทย (2558) พบว่า ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับส่วนใหญ่จะเป็นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็ก (SMEs) ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้รับจ้างผลิตให้กับผู้ประกอบการรายใหญ่ คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 90 และอีกร้อยละ 10 เป็นผู้ประกอบการขนาดใหญ่ โดยมีแรงงานในระบบประมาณ 5-6 แสนคน ทั้งนี้ ในกลุ่มของผู้ประกอบการ SMEs พบว่า อัญมณีและเครื่องประดับจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกเป็นอันดับ 1 คิดเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 13.6 ของผลิตภัณฑ์ SMEs ที่ไทยส่งออก



ทั้งหมด โดยในปี 2557 มีมูลค่าการส่งออกสินค้าในกลุ่มอัญมณีและเครื่องประดับ (ไม่รวมทองคำ) สูงถึง 261,548 ล้านบาท จากข้อมูลของ สสว.ยังพบอีกว่า ในกลุ่ม SMEs ที่ประกอบธุรกิจอัญมณีและเครื่องประดับจำแนกเป็น กิจการขนาดย่อมที่มีขนาดการจ้างงานไม่เกิน 50 คน ซึ่งมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 70 และกิจการขนาดกลางที่มีการจ้างงาน 51-200 คน อีกประมาณร้อยละ 25 ของกิจการทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 5 เป็นกิจการขนาดใหญ่ ทั้งนี้ ยังมีครัวเรือนเจียรไนพลอยขนาดเล็กมากที่ไม่รวมอยู่ทะเบียนโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งมีอยู่อีกเป็นจำนวนมาก ดังนั้น อุตสาหกรรม อัญมณีและเครื่องประดับจึงเป็นอุตสาหกรรมหลักประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับประกอบด้วย อุตสาหกรรมหลัก 2 ประเภท คือ อุตสาหกรรมเจียรไนอัญมณี และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับ มีลักษณะตามขั้นตอนโครงสร้างของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทย ดังแผนภาพที่ 18



ภาพที่ 18 ขั้นตอนโครงสร้างของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทย

ที่มา: แผนแม่บทอุตสาหกรรมรายสาขา (สาขาอัญมณีและเครื่องประดับ), สำนักงานเศรษฐกิจ

อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2545)

จากภาพ จะเห็นได้ว่า อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของประเทศไทย ประกอบด้วย อุตสาหกรรม 2 ประเภท คือ อุตสาหกรรมการเจียรไนอัญมณี และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับ ซึ่งเป็นการแบ่งตามลักษณะการผลิต

## 6.2 ปัจจัยและโครงสร้างต้นทุนในการผลิตเครื่องประดับ

ปัจจัยการผลิตที่สำคัญของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับประกอบด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้ (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2549; สิริพร โสณุตมางค์, 2547)

1. วัตถุดิบ วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิต คือ อัญมณี หรือรัตนชาติ และแร่โลหะที่นำมาใช้ในการทำตัวเรือนเครื่องประดับ ซึ่งแร่โลหะที่นิยม ได้แก่ ทองคำ เงิน และทองขาว โดยส่วนใหญ่แร่โลหะที่นำมาใช้ประกอบตัวเรือนนั้นจำเป็นต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทองคำส่วนอัญมณีที่นำมาใช้ ก็มีการขาดแคลนวัตถุดิบภายในประเทศ แต่การที่อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยดำเนินงานอยู่ได้ ก็เนื่องมาจากความสามารถเฉพาะทางในการปรับปรุงคุณภาพของพลอยสี ทั้งทางด้านการหุงพลอย การตั้งน้ำ และการเจียรไนพลอย และความสามารถของช่างฝีมือไทยในการทำและประกอบด้วยเรือนของเครื่องประดับ

2. แรงงาน อุตสาหกรรมนี้เป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นงานที่ต้องใช้ฝีมือ ทักษะความชำนาญ และความประณีตของคนเป็นสำคัญ ซึ่งรวมถึงช่างออกแบบ ช่างเจียรไน ช่างทำเครื่องประดับ ช่างเทคนิคที่ควบคุมดูแลการทำงานของเครื่องจักร อย่างไรก็ตามพบว่า แรงงานสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ดังนั้นการให้อัตรากำลังจึงไม่แตกต่างกันจนเกินไป เพราะอาจจะทำให้เกิดการแยกตัวกันขึ้น และความสามารถในการทำงานซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตเดียวกัน ผลที่ได้จึงไม่แตกต่างกันมากนัก

3. เงินทุน เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญ เพื่อการลงทุนในด้านโรงงาน เครื่องจักร อุปกรณ์ และเงินทุนหมุนเวียนเพื่อใช้ในการดำเนินงาน (ค่าวัตถุดิบ ค่าจ้างแรงงาน ค่าใช้จ่ายในโรงงาน และอื่นๆ) ในกิจการหลายประเภทมีทั้งการใช้ทุนจากในประเทศ และกิจการที่มีการร่วมทุนจากต่างประเทศ

4. เครื่องจักรและอุปกรณ์ มีทั้งเครื่องจักรที่ไม่ใช่เทคโนโลยีระดับสูง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในอุตสาหกรรมต้นน้ำ เช่นเครื่องจักรสำหรับเจียรไนพลอยที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก สามารถผลิตและจัดหาได้ในประเทศ เพราะการเจียรไนพลอยส่วนใหญ่ จะใช้ฝีมือและความชำนาญของแรงงานเป็นสำคัญ และเครื่องจักรที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในอุตสาหกรรมปลายน้ำ โดยเฉพาะในการทำตัวเรือนของเครื่องประดับ ทั้งนี้รวมถึง เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการออกแบบการเจียรไนเพชรและพลอย และการออกแบบเครื่องประดับ รวมถึงเครื่องจักรสำหรับการเจียรไนเพชรที่ต้องมีความแม่นยำและความประณีต จึงจำเป้องอาศัยเทคโนโลยีการผลิตจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมัน อิตาลี และอังกฤษ

5. เทคโนโลยี การผลิตอัญมณีและเครื่องประดับ ไทยใช้กรรมวิธีการผลิตและเทคโนโลยีที่ทัดเทียมกับประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้การเผาพลอย หรือการหุงพลอย ยังเป็นที่ยอมรับว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพของพลอยดิบให้มีความงดงามและมีคุณภาพสูงขึ้นได้

ส่วนในด้านของโครงสร้างต้นทุนในการผลิต จะประกอบด้วยองค์ประกอบของโครงสร้างต้นทุนในการผลิตที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะสินค้าด้วย ได้แก่

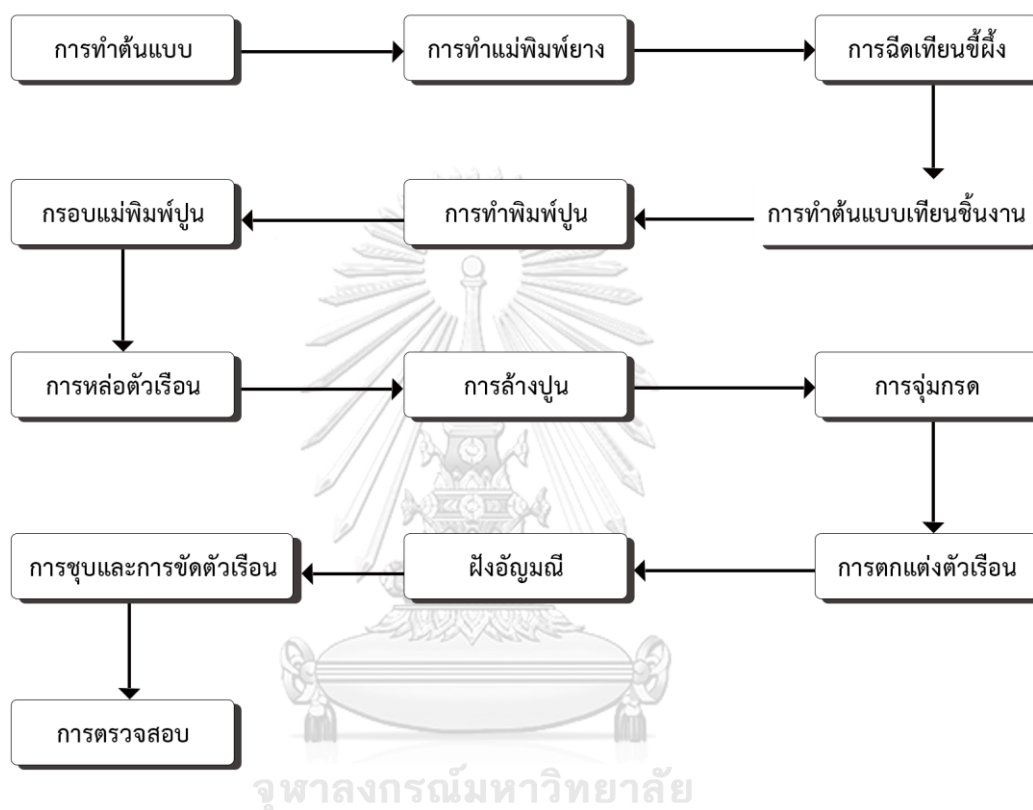
**ตารางที่ 9** โครงสร้างต้นทุนในการผลิตในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

อุตสาหกรรม	ประเภทต้นทุน	ร้อยละ
การเจียรไนเพชร	วัตถุดิบ (เพชรที่ยังไม่ได้เจียรไน)	55
	ค่าใช้จ่ายอื่น	22
	ค่าแรง	15
	วัตถุดิบอื่น	8
การเจียรไนพลอย	วัตถุดิบ (พลอยที่ยังไม่ได้เจียรไน)	65
	ค่าใช้จ่ายอื่น	14
	ค่าแรง	15
	วัตถุดิบอื่น	6
การผลิตเครื่องประดับ	โลหะมีค่า	35
	อัญมณีเจียรไนแล้ว	30
	ค่าใช้จ่ายอื่น	18
	ค่าแรง	12
	วัตถุดิบอื่น	5

จากโครงสร้างต้นทุนในการผลิต จะเห็นได้ว่า ถึงแม้ว่าอุตสาหกรรมการผลิตอัญมณีและเครื่องประดับจะเป็นอุตสาหกรรมที่มีการใช้แรงงานเป็นจำนวนมากในการผลิต (Labor intensive Industry) เนื่องจากในขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมนี้ จำเป็นต้องอาศัยทักษะ ฝีมือ ความชำนาญ และความประณีตของแรงงานในการผลิต แต่ในขณะเดียวกัน ค่าแรงของช่างผู้ผลิตกลับเป็นองค์ประกอบที่มีต้นทุนต่ำเกือบที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับที่มีต้นทุนของค่าแรงคิดเป็นเพียงร้อยละ 12 ของต้นทุนทั้งหมด จึงอาจกล่าวได้ว่า ด้วยเหตุนี้ ผู้ประกอบการจึงมักให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของการผลิตที่มีต้นทุนการผลิตสูง เช่น การจัดซื้อจัดหาและการควบคุมอัญมณีและโลหะมีค่า มากกว่าการให้ความสำคัญกับการดูแลสวัสดิภาพและความปลอดภัยของแรงงานในการผลิต

### 6.3 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ

กระบวนการผลิตเครื่องประดับมีหลายลำดับขั้นตอนซึ่งแตกต่างกันออกไปตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์ แต่สามารถสรุปกระบวนการผลิตหลัก ๆ ได้ ตามภาพ (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2546; ปาณิกา เสนาะดนตรี, 2549)



ภาพที่ 19 ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ

ที่มา: การหล่อตัวเรือนเครื่องประดับ, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม (2546)

จากกระบวนการผลิตเครื่องประดับทั้งหมด จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตเครื่องประดับสามารถแบ่งออกเป็นระยะใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

1. ระยะการสร้างต้นแบบ ประกอบด้วย ขั้นตอนการออกแบบ ทำต้นแบบ และทำแม่พิมพ์ยาง
2. ระยะการผลิตตัวเรือน หลังจากมีต้นแบบแล้ว หากต้องการทำเครื่องประดับรูปแบบเดียวกันหลาย ๆ ชิ้น หรือทำซ้ำเดิมอีกครั้ง กระบวนการผลิตเครื่องประดับสามารถเริ่มได้ในระยะนี้เลย โดยระยะการผลิตตัวเรือนประกอบด้วยขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการหล่ออันประกอบด้วย การฉีด

เทียนซีผึ้ง การติดตั้งเทียน การสร้างเข้าปูนพลาสติก การอบนึ่งเทียน การหลอมโลหะ การหล่อ เหวียงและการล้างปูน และการจุ่มกรด

3. ระยะเวลาการตกแต่งตัวเรือน เป็นระยะที่เกี่ยวข้องขั้นตอนในการตกแต่งตัวเรือนให้เป็น เครื่องประดับสำเร็จ อันประกอบด้วย การแต่งตัวเรือน การฝังเพชรพลอย การขัดเงา และการชุบ

จะเห็นได้ว่า กระบวนการผลิตเครื่องประดับ มีความเกี่ยวข้องกับเครื่องจักรและสารเคมี ตลอดกระบวนการ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายและอุบัติเหตุได้ตลอดเวลา จึงมีความจำเป็น อย่างยิ่ง ที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน

#### 6.4 สภาพปัจจุบันความปลอดภัยในการผลิตเครื่องประดับ

อรุบล โชติพงศ์ และคณะ (2558) ได้ทำการสำรวจโรงงานหลายแห่ง และพบว่า โรงงาน อุตสาหกรรมเครื่องประดับต่าง ๆ มีข้อบกพร่องที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน หรืออาจ นำไปสู่อุบัติเหตุ เกิดเหตุบาดเจ็บ หรือเป็นเหตุให้เกิดอันตราย ต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมอยู่ หลายข้อด้วยกัน โดยข้อบกพร่องที่มักพบ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้มักไม่มีฉลากผลิตภัณฑ์ที่ครบถ้วน สมบูรณ์ ป้ายเตือนต่าง ๆ ไม่ครบถ้วน สถานที่เก็บสารเคมีอยู่ในสภาพที่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ การ เก็บของเสียไว้ในสถานประกอบการเป็นจำนวนมาก สถานที่ปฏิบัติงานขาดโครงสร้างด้านความ ปลอดภัยที่เหมาะสม การขาดข้อปฏิบัติต่าง ๆ ด้านความปลอดภัยที่ชัดเจน และที่สำคัญคือการที่ ผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้เกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ และการที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนด โดยใน หลายกรณีพบว่า มีการติดป้ายเตือนไว้อย่างครบถ้วน แต่ผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตาม โดยที่พบมากที่สุด คือการไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เช่น ไม่สวมหน้ากากกันฝุ่น แวนตา เพื่อป้องกันฝุ่นจาก การแต่งหรือขัด หรือไม่สวมถุงมือ และผ้ากันเปื้อนขณะปฏิบัติงานกับน้ำกรด เป็นต้น โดยเฉพาะกรด กัดแก้ว (Hydrofluoric acid) ซึ่งอันตรายเป็นอย่างมาก สาเหตุโดยมากเกิดจากความเคยชิน หรือ หลีกเสี่ยงเนื่องจากความไม่ระมัดระวังในการสวมใส่ ซึ่งเกิดจากการที่ไม่มีความตระหนักรู้ต่ออันตราย เพียงพอ

เป็นที่น่าสังเกตว่า ปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลากว่าทศวรรษ แต่ไม่ได้ รับการแก้ไขอย่างรูปธรรม โดยจะเห็นได้จากการศึกษาของสำนักงานแรงงานจังหวัดจันทบุรี (2549) ที่ได้ทำการศึกษาสภาพการทำงานของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับจังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นจังหวัดที่การผลิตและค้าของอัญมณีและเครื่องประดับมากที่สุดจังหวัดหนึ่งของไทย ซึ่งผล การศึกษาสภาพการทำงานในด้านความปลอดภัย สามารถแสดงให้เห็นในตารางที่ 10 ดังนี้

**ตารางที่ 10** จำนวนและร้อยละของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จังหวัดจันทบุรี  
จำแนกได้ตามลักษณะการใช้เครื่องป้องกันอันตราย

การใช้เครื่องป้องกันอันตรายในการทำงาน	จำนวน	ร้อยละ
ใช้ทุกครั้ง / เป็นประจำ	45	16.2
ใช้บ่อยครั้ง	19	6.9
ใช้เป็นบางครั้ง	69	24.9
ใช้น้อยครั้ง	34	12.3
ไม่เคยใช้เลย	110	39.7
รวม	277	100.0
ไม่ตอบ	7	
รวม	284	

จากตารางด้านบน พบว่า กลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่ไม่เคยได้ใช้เครื่องป้องกันอันตรายในการทำงาน จำนวน 110 คิดเป็นร้อยละ 39.7 รองลงมาใช้เครื่องป้องกันอันตรายในการทำงานเป็นบางครั้ง จำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 24.9 โดยเครื่องป้องกันอันตรายในการทำงานที่กลุ่มผู้ใช้แรงงานใช้ได้แก่ ผ้าปิดจมูกมากที่สุด รองลงมาเป็นแว่นตา และถุงมือ

**ตารางที่ 11** จำนวนและร้อยละของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จำแนกตามสาเหตุที่ใช้เครื่องป้องกันอันตรายในการทำงานน้อยครั้งหรือไม่เคยใช้เลย

สาเหตุที่ใช้เครื่องป้องกันอันตรายน้อยครั้ง	จำนวน	ร้อยละ
ความไม่สะดวกในการทำงาน	209	56.50
นายจ้างไม่จัดให้	7	1.9
คิดว่าไม่จำเป็น	90	24.3
เครื่องป้องกันอันตรายมีราคาแพง	5	1.4
ไม่รู้ว่าต้องใช้	25	6.7
อื่น ๆ	34	9.2
อื่น ๆ	370	100
ไม่ตอบ	136	
รวม	506	

จากตารางด้านบน พบว่า สาเหตุที่กลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ จังหวัดจันทบุรีไม่ใช้เครื่องป้องกันอันตรายหรือเครื่องป้องกันอันตรายน้อยครั้ง เป็นเพราะความไม่สะดวกในการทำงานมากที่สุด 209 คน คิดเป็นร้อยละ 41.3 รองลงมาคิดว่าไม่จำเป็น จำนวน 90 คน คิดเป็นร้อยละ 17.8

ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นชัดว่ากลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับ ขาดความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อ ทศนคติ และค่านิยมที่มีต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งพฤติกรรมนี้สามารถเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ดังนั้นกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับควรจะมีความรู้และแนวปฏิบัติที่ดีในการผลิตเครื่องประดับอย่างปลอดภัย

กล่าวโดยสรุป ในการดำเนินการด้านอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับ ควรคำนึงถึงความปลอดภัยในทุกกระบวนการในการผลิต ผู้ประกอบการควรมีแนวปฏิบัติที่ดีและนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในอุตสาหกรรมผลิตในโรงงานของตนเอง ในขณะเดียวกันผู้ปฏิบัติงานเองก็จำเป็นต้องมีความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานที่จะส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการทำงานที่ปลอดภัยต่อไป



### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เพื่อพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

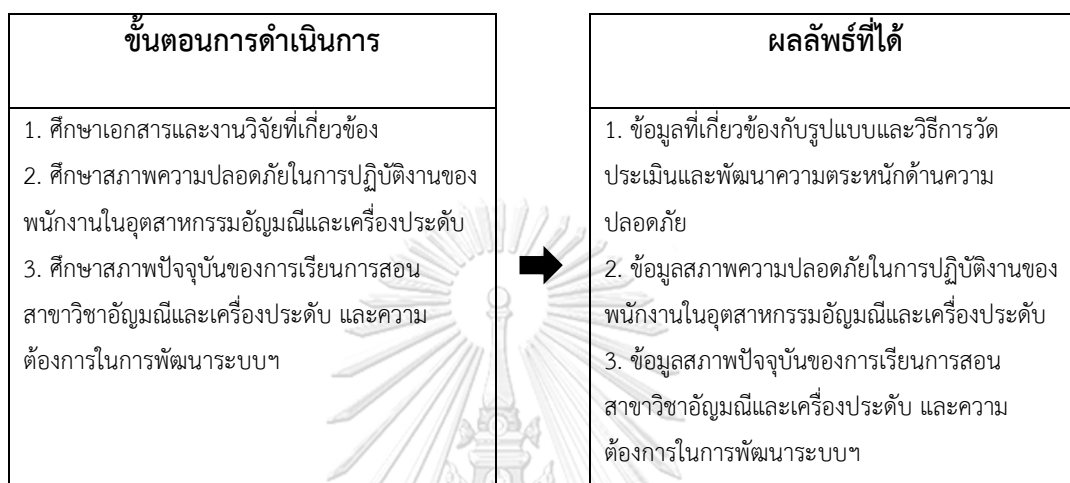
ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ระยะที่ 4 การรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

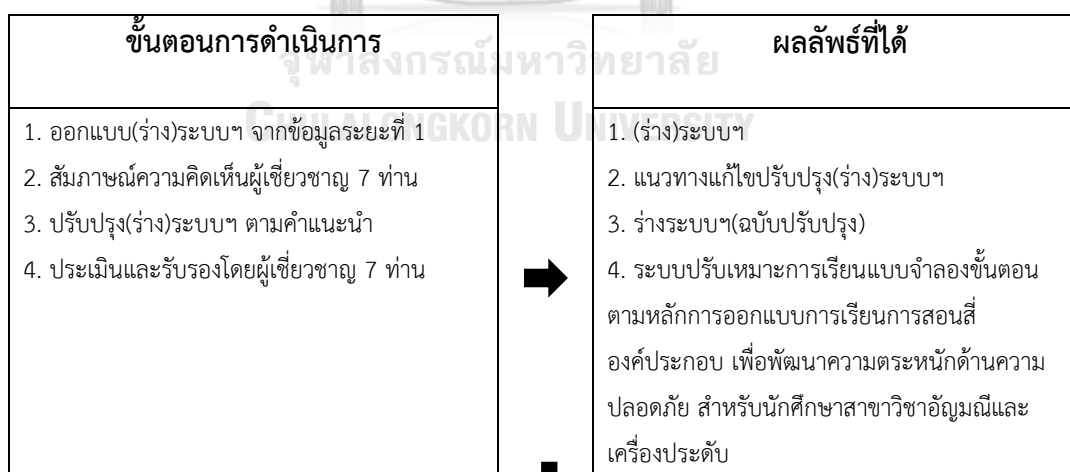
ทั้งนี้สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้ง 4 ระยะ เป็นแผนภาพ ดังนี้



ระยะที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอน สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อ พัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ



ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ



ระยะที่ 3

ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ระยะ

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. วางแผนก่อนดำเนินการทดลอง เตรียมเครื่องมือเก็บข้อมูล</li> <li>2. ดำเนินการทดลองใช้ระบบฯ</li> <li>3. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล</li> <li>4. สรุปผลการทดลองใช้ระบบฯ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. บทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน แบบวัดความตระหนักรู้ก่อนและหลังเรียน</li> <li>2. ข้อมูลจากการศึกษาผลการใช้งานระบบฯ</li> <li>3. ความแตกต่างของความตระหนักรู้ก่อนและหลังเรียน ความแตกต่างของความตระหนักรู้ก่อนและหลังเรียนจำแนกตามเส้นทางการเรียน ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ และความคิดเห็นที่มีต่อระบบฯ</li> <li>4. ผลการสรุป</li> </ol>

ระยะที่ 4 การรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ขั้นตอนการดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. สร้างแบบรับรองเพื่อรับรองระบบฯ</li> <li>2. นำเสนอระบบฯ ในลักษณะการบรรยายและแผนภาพ เพื่อประเมินรับรองระบบฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน</li> <li>3. เก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบรับรอง และปรับปรุงระบบฯตามคำแนะนำ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. แบบรับรองระบบฯ</li> <li>2. ข้อมูลจากการรับรอง</li> <li>3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบฯ และระบบฯ ที่สมบูรณ์</li> </ol>

ภาพที่ 20 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ระยะ (ต่อ)

ระยะที่ 1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอน สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนา ความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

### วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 1

เพื่อศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของ พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณี และเครื่องประดับ ศึกษาความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียน แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัก ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

### วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 1

การวิจัยระยะที่ 1 มีการดำเนินการตามรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 1.1 ศึกษาสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัย
  - 1.2 ศึกษาสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับเหมาะการเรียน
  - 1.3 ศึกษาสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจำลองขั้นตอน
  - 1.4 ศึกษาสาระสำคัญของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอน

สี่องค์ประกอบ

2. ศึกษาสภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและ เครื่องประดับ
3. ศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ศึกษาความ ต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ
4. ศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับ นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

## ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 1

1. ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ และนักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาตรี
2. กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 5 ท่าน โดยการเลือกแบบเจาะจง คือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการทำงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ไม่น้อยกว่า 5 ปี (ภาคผนวก ก หน้า 278)

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับและความต้องการในการพัฒนาระบบฯ แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย ได้แก่

2.2.1 กลุ่มอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ไม่น้อยกว่า 2 ปี และ/หรือ มีประสบการณ์ในการทำงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ไม่น้อยกว่า 2 ปี จำนวน 7 คน (ภาคผนวก ก หน้า 278)

2.2.2 กลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาโทและปริญญาตรี ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 355 คน ซึ่งจะทำให้ได้ระดับค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 จากการคำนวณด้วยสูตร Yamane (1973)

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ ระยะที่ 1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ ระยะที่ 1 ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. แบบสัมภาษณ์สภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview form) แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 สภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ

แบบสัมภาษณ์ดังกล่าว มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 สร้างแบบสัมภาษณ์สภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมเป็นกรอบแนวคิดในการสัมภาษณ์

1.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ

1.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 278) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ ก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบสัมภาษณ์สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview form) แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 3 ความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

แบบสัมภาษณ์ดังกล่าว มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 สร้างแบบสัมภาษณ์สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมเป็นกรอบแนวคิดในการสัมภาษณ์

1.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ

1.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 278) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5\_จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ ก่อนนำไปใช้จริง

3. แบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ภาคผนวก ข หน้า 283) เป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list) มาตรฐานค่า (rating scale) และแบบคำถามปลายเปิดเพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล สภาพการเรียนการสอน และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 3 ความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

แบบสอบถามดังกล่าว มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างแบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับโดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์เบื้องต้น เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบสอบถาม

2.2 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริง

2.3 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 278) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริง

2.4 นำแบบสอบถามดังกล่าว ไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยง กับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 30 คน ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.873

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 1

1. เก็บข้อมูลโดยการค้นหาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์

2. ดำเนินการสัมภาษณ์พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเกี่ยวกับสภาพความปลอดภัยในการทำงาน

3. ดำเนินการสัมภาษณ์อาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

4. ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยแจกแบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ให้แก่นักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

### การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 1 มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์สภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเทียบกับแนวคิดหลัก

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเทียบกับแนวคิดหลักแล้วนำมาปรับองค์ประกอบและขั้นตอนของระบบ

3. วิเคราะห์สภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้วิธี Modified Priority Needs Index (PNI modified) (สุวิมล ว่องวาณิช, 2550) เพื่อ โดยมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$\text{ความต้องการจำเป็น (PNI)}_{\text{modified}} = \frac{\text{สภาพการดำเนินการที่คาดหวัง (I)} - \text{สภาพการดำเนินการปัจจุบัน (D)}}{\text{สภาพการดำเนินการปัจจุบัน (D)}}$$



**ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

การวิจัยระยะที่ 2 มีการดำเนินการตามรายละเอียด ดังนี้

### **วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 2**

การวิจัยระยะที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

### **วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 2**

การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยระยะที่ 1 โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดหลักการเบื้องต้นของระบบ ด้วยการวิเคราะห์ปัญหาจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้นในระยะที่ 1 โดยกำหนดให้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นระบบที่นำมาใช้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับอัญมณี โดยสามารถเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์และแสดงผลการทำงานในรูปของการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับบนเว็บเพจ มีการปรับเหมาะเส้นทางการเรียนตามความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยก่อนเรียนของผู้เรียน และออกแบบตามหลักการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

### **2. วิเคราะห์ความต้องการของระบบ**

#### **2.1 วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน**

จากการกำหนดหลักการเบื้องต้นของระบบพบว่าผู้ใช้งานระบบ 2 กลุ่ม คือ ผู้เรียน และ ผู้สอน ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของผู้ใช้ในแต่ละกลุ่มจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างในระยะ 1 พบว่ามีความต้องการใช้งานดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 12** แสดงผลการวิเคราะห์ความต้องการใช้งานระบบของผู้เรียนและผู้สอน

กลุ่มผู้ใช้งาน	ความต้องการ
1. ผู้เรียน	1.1 สามารถเข้าสู่ระบบผ่านเว็บไซต์ได้ 1.2 สามารถปฏิบัติการจำลองขั้นตอนบนคอมพิวเตอร์ได้ 1.3 สามารถทำแบบวัดแบบประเมินผ่านเว็บไซต์ได้ 1.4 สามารถจดบันทึกการเรียนรู้ผ่านเว็บไซต์ได้
2. ผู้สอน	1.1 สามารถเข้าสู่ระบบผ่านเว็บไซต์ได้ 1.2 สามารถสร้างสถานการณ์จำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับได้ 1.3 สามารถสร้างแบบวัดแบบประเมินผ่านเว็บไซต์ได้ 1.4 สามารถสร้างรายงานผลการวัดและการประเมินของผู้เรียนได้ 1.5 สามารถสร้างรายงานผลการจดบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

## 2.2 วิเคราะห์องค์ประกอบของระบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ ผู้วิจัยสามารถสรุปองค์ประกอบของระบบ โดยแบ่งออกเป็น 3 โมดูล ได้แก่

**ตารางที่ 13** โมดูลต่าง ๆ ของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

โมดูล	คำอธิบาย
โมดูลเนื้อหาความรู้	เป็นฐานความรู้เนื้อหาสำหรับการเรียนการสอน โดยประกอบด้วย ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ สถานการณ์อุบัติเหตุต่าง ๆ สารสนเทศสนับสนุนที่ใช้ อธิบายถึงสาเหตุและแนวทางการแก้ไขอุบัติเหตุ สารสนเทศกระบวนการที่เป็นขั้นตอนในการผลิตเครื่องประดับและขั้นตอนการแก้ปัญหา และการฝึกฝนส่วนย่อยที่เป็นสถานการณ์เพิ่มเติมในการฝึกฝนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ
โมดูลรูปแบบผู้เรียน	เป็นส่วนที่แสดงถึงสภาพความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบการปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนของผู้เรียนกับการปฏิบัติของผู้เชี่ยวชาญ
โมดูลการปรับเหมาะ	เป็นส่วนที่ใช้กฎเกณฑ์ในการวิเคราะห์และคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่ผู้เรียนควรได้รับเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยในด้านที่ต้องการ

## 2.2 วิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานเพื่อนำมาสรุปเป็นเงื่อนไขในการเลือกเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งแสดงได้ดังนี้

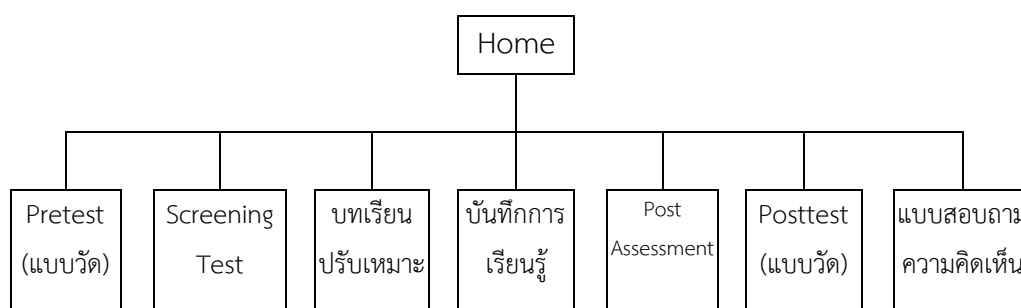
ตารางที่ 14 แสดงเงื่อนไขในการเลือกใช้เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบ

ประเภทของบริการ	เงื่อนไขในการคัดเลือก	ชื่อเทคโนโลยี
1. เครื่องมือสร้างเนื้อหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถนำเสนอสื่อประสมได้</li> <li>- สามารถนำเสนอภาพเคลื่อนไหวได้</li> <li>- รองรับการตอบสนองของผู้เรียนได้</li> <li>- สามารถนำเสนอผลของการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน</li> </ul>	Adobe Captivate
2. เครื่องมือประเมินผล	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สามารถสร้างแบบประเมินผ่านเว็บไซต์ได้</li> <li>- สามารถสร้างรายงานผลการประเมินได้</li> <li>- ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน</li> </ul>	Google Form
3. เครื่องมือบันทึกการเรียนรู้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีร่องรอยหลักฐานรายบุคคลในการทำงาน</li> <li>- รองรับการบันทึกบนเครือข่าย</li> <li>- ไม่เสียค่าใช้จ่ายในการใช้งาน</li> </ul>	Google Form

3. ออกแบบระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชา อัญมณีและเครื่องประดับ

### 3.1 ออกแบบผังโครงสร้างของระบบ โดยมีรายละเอียดตาม

ภาพที่ 21 ดังนี้



ภาพที่ 21 แสดงผังโครงสร้างของบทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน

### 3.2 ออกแบบภารกิจการเรียนรู้ สารสนเทศสนับสนุน สารสนเทศกระบวนการ และการฝึกฝนส่วนย่อย

ภารกิจการเรียนรู้หลักในระบบเป็นการมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลอง ขั้นตอนการผลิตแหวนเงิน ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตเครื่องประดับที่ผู้เรียนจะต้องประสบกับความเสี่ยง และอันตรายในการปฏิบัติงานหลาย ๆ ด้าน ครอบคลุมถึงอันตรายที่เกิดจากเปลวเพลิง ความร้อน เครื่องจักร และเคมี ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

- ขั้นตอนการผสมเนื้อเงินเพื่อผลิตเครื่องประดับ
- ขั้นตอนการทำให้แท่งเงินอ่อนตัว
- ขั้นตอนการผสมกรดเจือจาง
- ขั้นตอนการล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด
- ขั้นตอนการรีดแผ่นเงิน
- ขั้นตอนการเลื่อยแผ่นเงิน
- ขั้นตอนการตัดแผ่นเงินเป็นวงแหวน
- ขั้นตอนการเชื่อมรอยต่อ
- ขั้นตอนการขัดแต่ง
- ขั้นตอนการหลอมเศษเงินที่เหลือเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป

ภารกิจการเรียนรู้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ 2) ภารกิจการเรียนรู้เน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 3) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ 4) ภารกิจการเรียนรู้เน้นความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

#### ตารางที่ 15 ขั้นตอนการผลิตแหวนเงินจำแนกเป็นสถานการณ์ปกติและสถานการณ์เสริมต่าง ๆ

ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น สภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น บทบาทหน้าที่ ที่รับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น กฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการ ผลิตเครื่องประดับตามปกติ
<b>1. การทำให้แท่งเงินอ่อนตัว</b>			
1.1			วางแท่งเงินบนกระดานทนไฟ
1.2			ใช้ไฟแช็กเพื่อจุดไฟ
1.3	จุดไฟโดยไม่ได้รับวาล์วแก๊สให้ อยู่ในระดับที่เหมาะสม ทำให้ ไฟพุ่งแรง		
1.4			วาล์วแก๊สปรับถูกต้อง จุดไฟ ไฟ พุ่งปกติ

ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น สภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น กฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการ ผลิตเครื่องประดับตามปกติ
1.5			นำหัวไฟไปเป่าที่แท่งเงินเพื่อให้ แท่งเงินคลายตัว
1.6	ทิ้งไฟแช็กทิ้งไว้ใกล้แท่งเงิน ความร้อนทำให้ไฟแช็กระเบิด		
1.7			เก็บไฟแช็กเข้าที่เป็นระเบียบ เป่าไฟใส่แท่งเงิน กลายเป็นสี ส้มเรืองแสง
1.8			ดับไฟ
1.9			เก็บหัวไฟเข้าที่
<b>2. การผสมกรดเจือจาง</b>			
2.1		ผสมกรดโดยไม่ได้อ่านฉลาก ทำให้ ให้เกิดระเบิดควันพุ่ง	
2.2	ไม่เก็บขวดเคมีเข้าที่ ทำให้ พลาดชนแล้วกรดหก		
2.3		ไม่ได้ใส่หน้ากาก ทำให้สาร ระเหยเข้าจมูก	
2.4			ผสมน้ำกรดถูกต้อง เทน้ำก่อใส่ กรด และมีหน้ากากป้องกัน ได้ เป็นกรดเจือจาง
<b>3. การล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด</b>			
3.1			จุ่มแท่งเงินลงในกรดเจือจาง
3.2		หยิบแท่งเงินด้วยมือเปล่า ทำให้ มือได้รับบาดเจ็บ	
3.3			ใช้ปากคีบหนีบแท่งเงิน จุ่มลงใน กรดเจือจาง
<b>4. การรีดแผ่นเงิน</b>			
4.1			นำแท่งเงินป้อนเข้าเครื่องรีด
4.2	ไม่ได้ปรับขนาดช่องรีดให้พอดี ก่อน ทำให้เครื่องติดขัด		
4.3		นำแท่งเงินออก โดยไม่ปิด เครื่อง ทำให้เครื่องตูดนิ้ว	
4.4			ป้อนแท่งเงินเข้าเครื่องรีด
4.5			ปรับขนาดช่องให้เล็กลง ป้อน แท่งเงินเข้าเครื่องรีดอีกครั้ง
4.6			นำแผ่นเงินไปวางไว้บนโต๊ะ
<b>5. การเลื่อยแผ่นเงิน</b>			
5.1			ใช้เลื่อย เลื่อยบนแผ่นเงินจนได้ ขอบตรง
<b>6. การตัดแผ่นเงินบนวงแหวน</b>			

ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น สภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้น กฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการ ผลิตเครื่องประดับตามปกติ
6.1			ใช้คีมม้วนให้ปลายของแผ่นเงิน ทั้งสองด้านบรรจบกันเป็นทรง แหวน
6.2			นำแหวนไปหนีบไว้กับปากคีม
<b>7. การเชื่อมรอยต่อ</b>			
7.1			ปรับวาล์วเพื่อเปิดแก๊ส
7.2			ใช้ไฟแช็คจุดไฟที่หัวไฟ
7.3			ใช้ลวดน้ำประสานไปไว้ที่ รอยต่อและใช้ไฟเผาเพื่อเชื่อม รอยต่อ
7.4	ใช้มือเปล่าจับลวดน้ำประสาน ทำให้ความร้อนไหลเข้าสู่มือ และได้รับบาดเจ็บ		
7.5			ใช้คีมหนีบลวด ไปไว้ที่รอยต่อ ใช้ไฟเผาเชื่อม
7.6			ใส่ถุงบอแรกซ์
7.7	ไม่ได้เปิดพัดลมดูดอากาศ ทำให้ สูดดมควันพิษ		
7.8			ควันลอยขึ้นแต่มีพัดลมดูด อากาศ
7.9	ไม่ได้ใส่แว่นตา ทำให้สะเก็ดไฟ กระเด็นเข้าตา		
7.10			มีสะเก็ดไฟกระเด็นแต่ป้องกัน ด้วยแว่นตา
7.11			ดับไฟ
7.12			เก็บหัวไฟเข้าที่
7.13			นำชิ้นงานไปจุ่มกรด
<b>8. การขัดแต่ง</b>			
8.1			ใช้ตะไบขัดแต่งรอยต่อให้เรียบ เนียน
8.2			ใช้เครื่องขัด ขัดแหวนให้เงางาม
8.3		ไม่ได้อ่านป้ายเตือน จึงไม่ได้เปิด พัดลมดูดอากาศ ทำให้เกิดควัน เหม็นเป็นพิษ	
8.4			มีควันพิษ แต่พัดลมดูดอากาศ พิษออก
8.5	ไม่ได้ปิดฝาครอบ ทำให้แหวน กระเด็นเข้าตัว		
8.6			ขัดแหวนมีฝาปิด ไม่กระเด็น จบกระบวนการ

ออกแบบสารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ให้ผู้เรียนใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับในรูปแบบของเนื้อหาคำอธิบายสาเหตุของอุบัติเหตุ แนวทางการป้องกัน และแนวทางการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย (ดูตัวอย่างที่ ภาคผนวก ง ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ(ขั้นตอนการให้ความร้อนเพื่อให้แท่งเงินอ่อนตัว หน้า 283)

ออกแบบสารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) ซึ่งเป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงาน ทั้งขั้นตอนที่ต้องกระทำการผลิตเครื่องประดับในแต่ละช่วงและขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น (ดูตัวอย่างที่ ภาคผนวก ง ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ(ขั้นตอนการให้ความร้อนเพื่อให้แท่งเงินอ่อนตัว หน้า 283)

ออกแบบการฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกฝนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหากรณีแก้สรวุ ซึ่งเป็นความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง มีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนวิธีแก้ปัญหานั้นซ้ำ ๆ เป็นระยะ ๆ จนเกิดเป็นความแม่นยำ ชำนาญ และทำได้เองโดยอัตโนมัติ

### 3.3 ออกแบบหลักการเบื้องต้นของการปรับเหมาะ

ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ จะทำการปรับเหมาะเส้นทางการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยประเมินผู้เรียนก่อนเรียนด้วยการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอน และวิเคราะห์ว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมที่สอดคล้องกับความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักรู้ต่อบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักรู้ต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ จากนั้นระบบทำการคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน

3.4 ออกแบบตัวชี้วัดพฤติกรรมและเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียนก่อนเรียน

ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนย่อยในการผสมเนื้อเงินเพื่อผลิตเครื่องประดับซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการผลิตเครื่องประดับเป็นสถานภาพให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนเพื่อประเมินความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียนก่อนเรียนจากตัวชี้วัดพฤติกรรม โดยสังเคราะห์ตัวชี้วัดพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินจากการศึกษาเอกสารและจากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 ทำให้ได้ตัวชี้วัด ดังนี้

ตัวชี้วัดของความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย

- ผู้เรียนตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน
- ผู้เรียนจัดระเบียบสถานที่ทำงานให้เรียบร้อยก่อนเริ่มทำงาน
- ผู้เรียนให้ความระมัดระวังกับเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย

ตัวชี้วัดของความตระหนักรู้ต่อบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ

- ผู้เรียนใช้อุปกรณ์เครื่องมือถูกต้องตามประเภทของงาน
- ผู้เรียนใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนทำความสะอาดและจัดระเบียบบริเวณที่ทำงานหลังทำงาน

ตัวชี้วัดของความตระหนักรู้ต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ

- ผู้เรียนศึกษากฎระเบียบข้อบังคับก่อนทำงาน
- ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ ก่อนใช้งาน
- ผู้เรียนศึกษาลากสารเคมีก่อนใช้งาน

ผู้วิจัยนำตัวชี้วัดดังกล่าวให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมินรับรองความสอดคล้องของตัวชี้วัด โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ด้านการวัดและการประเมิน และ/หรือ ด้านการผลิตเครื่องประดับ อย่างน้อย 5 ปี (ภาคผนวก ก หน้า 282) ซึ่งผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การประเมินด้วยการให้ผู้เรียนต้องสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดทุกข้อในด้านนั้นถึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งจะทำได้สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 8 กลุ่มด้วยกันได้แก่



ตารางที่ 16 กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน

กลุ่มผู้เรียน	ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ	ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ
1	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
2	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
3	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
4	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยในด้านย่อยใด หมายถึงผู้เรียนมีความตระหนักในด้านนั้นไม่เพียงพอ และจำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนาความตระหนักในด้านนั้น โดยระบบจะทำการคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่ผู้เรียนต้องเรียนและนำเสนอเส้นทางการเรียนนั้นให้กับผู้เรียนได้เรียนและฝึกฝนเพิ่มเติมต่อไป

### 3.5 ออกแบบเส้นทางการเรียน

โครงสร้างของเส้นทางการเรียนแต่ละเส้นทางมีภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติเป็นแกนหลักในการดำเนินบทเรียน และมีภารกิจการเรียนรู้เสริม 3 ประเภทที่สอดคล้องกับความตระหนัก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ 3) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ เสริมเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติตามความเหมาะสม โดยเส้นทางการเรียนจะมีทั้งหมด 8 เส้นทางตามการแบ่งกลุ่มของผู้เรียนดังนี้

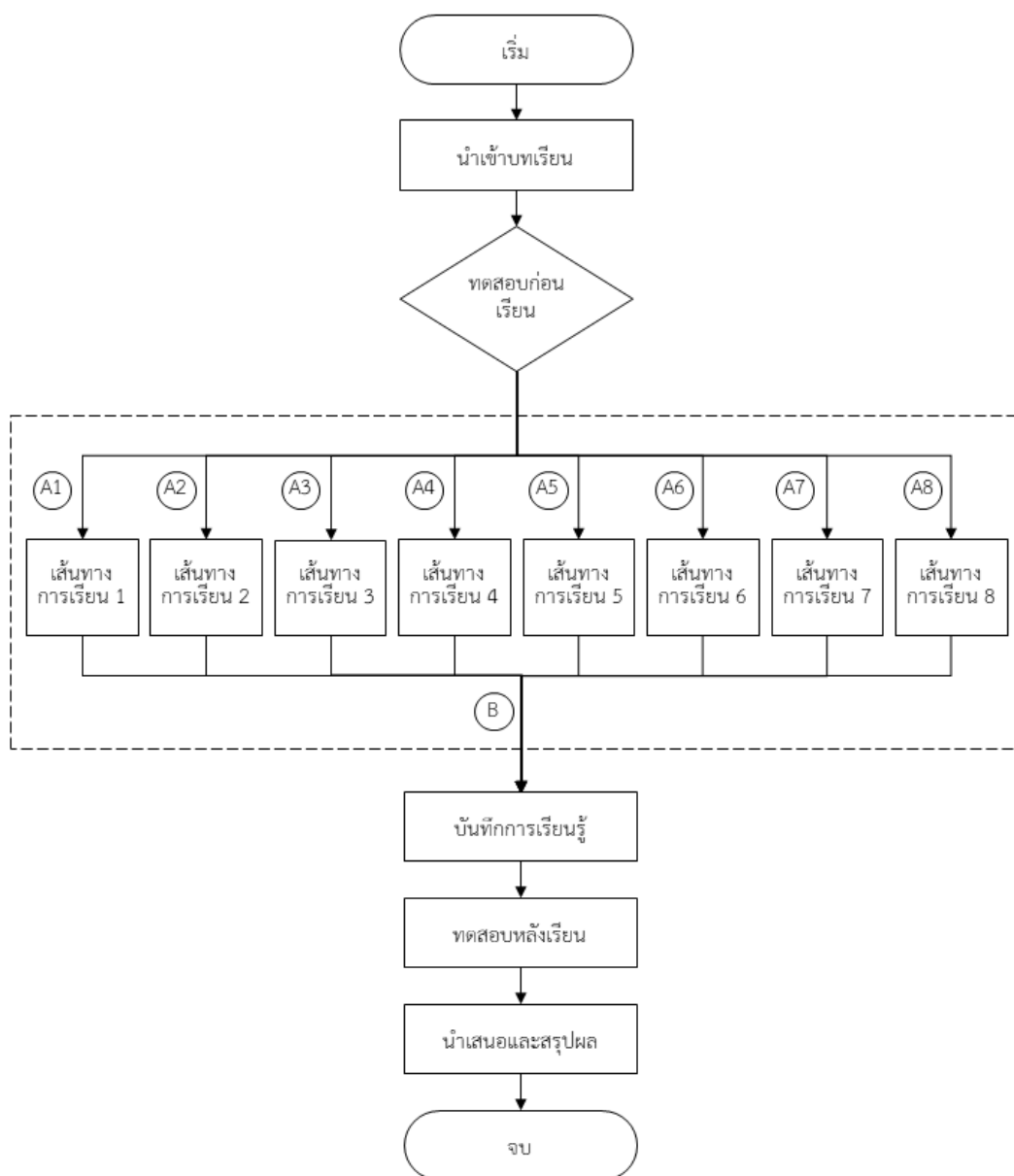
ตารางที่ 17 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน

เส้นทาง การ เรียน	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นสภาพการ ทำงานที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นบทบาท หน้าที่รับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นกฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ ขั้นตอนการผลิต เครื่องประดับปกติ
1	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
2	เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
3	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
4	เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน
5	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
6	ไม่เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
7	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
8	ไม่เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน

จากตารางที่ 17 สามารถอธิบายเพื่อให้เห็นภาพได้ด้วยดังต่อไปนี้ ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินความตระหนักในทุกด้าน จะได้เรียนด้วยเส้นทางการเรียนที่ 1 ซึ่งนอกเหนือจากภารกิจการเรียนรู้ปกติที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติการจำลองขั้นแล้ว เส้นทางการเรียนที่ 1 ยังประกอบด้วยภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย ภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบ และภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับเพิ่มเติมอีกด้วย ตรงกันข้ามกับผู้เรียนกลุ่มที่ 8 ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ผ่านการประเมินความตระหนักในทุกด้าน กล่าวคือ เป็นผู้เรียนที่มีความตระหนักในความปลอดภัยดีอยู่แล้ว จะได้เรียนด้วยเส้นการเรียนที่ 8 ซึ่งจะประกอบด้วยภารกิจการเรียนรู้ปกติเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีภารกิจการเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมใด ๆ ในขณะที่ผู้เรียนกลุ่มที่ 2 ถึง 7 ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ขาดความตระหนักในบางด้าน ก็จะได้รับเส้นทางการเรียนที่มีภารกิจการเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมสอดคล้องกับความตระหนักที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา

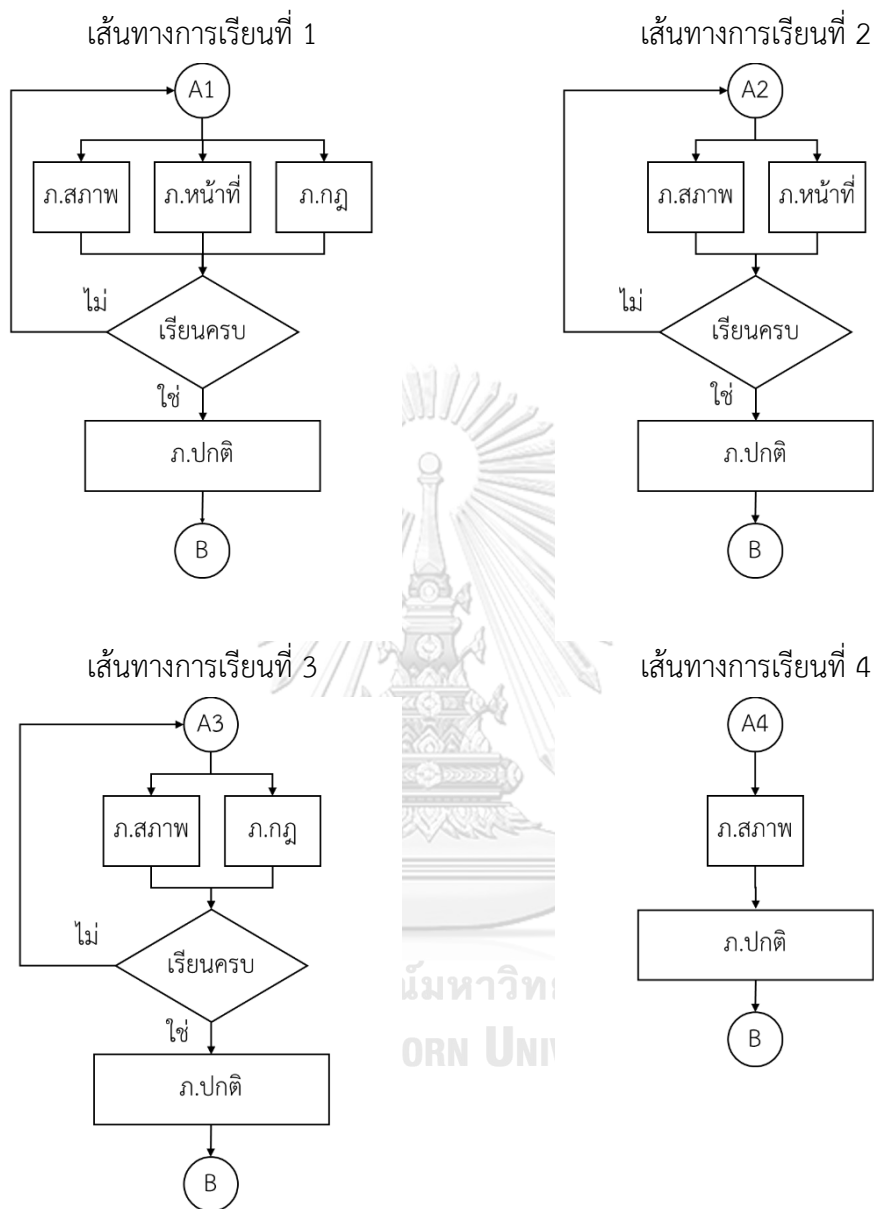
## 3.5 ออกแบบกระบวนการเรียนการสอนในระบบ

กระบวนการเรียนการสอนในระบบสามารถแสดงในแผนภาพได้ ดังนี้



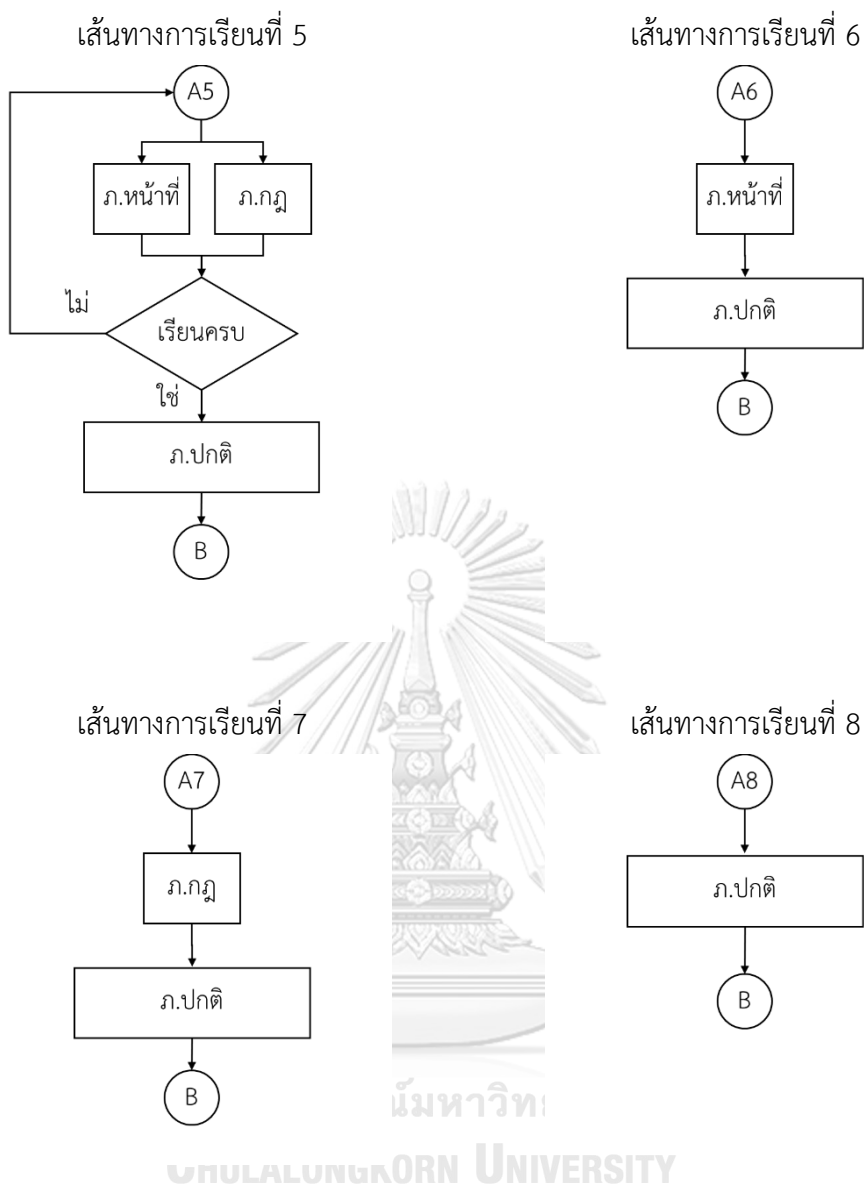
ภาพที่ 22 แผนผังกระบวนการเรียนการสอนในระบบ

รายละเอียดกระบวนการเรียนในแต่ละเส้นทางการเรียนสามารถแสดงได้ดังนี้



ภา.สภาพ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย  
 ภา.หน้าที่ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ  
 ภา.กฎ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ  
 ภ.ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ

ภาพที่ 23 รายละเอียดกระบวนการเรียนในแต่ละเส้นทางการเรียนที่ 1-4



ภ.สภาพ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย  
 ภ.หน้าที่ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ  
 ภ.กฎ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ  
 ภ.ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ

ภาพที่ 24 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 5-8

4. นำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบ มานำเสนอในรูปแบบของร่างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ซึ่งประกอบด้วย

- 1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบฯ
- 1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ
- 1.3 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ
- 1.4 กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ
- 1.5 เงื่อนไขการนำระบบฯไปใช้

5. นำร่างระบบฯที่ได้ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน เกี่ยวกับความเหมาะสมของร่างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่ยื่นตำราเรียนหรืองานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ

ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และแนวทางการปรับปรุง สามารถสรุปได้ในตารางที่ 18 ดังนี้

**ตารางที่ 18** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อร่างระบบฯ และแนวทางการปรับปรุง

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการปรับปรุง
1. การอธิบายกระบวนการเรียนการสอนยังไม่ชัดเจน ยังไม่ละเอียดพอ เช่น การนำเสนอภาพรวมของแนวคิด ควรลงรายละเอียดว่านำเสนออย่างไร	1. ปรับรายละเอียดการอธิบายกระบวนการเรียนการสอนให้มีความชัดเจนมาก โดยอธิบายแนวคิด องค์ประกอบ และขั้นตอนให้ชัดเจน มีรายละเอียดพร้อมยกตัวอย่างที่จำเป็น
2. การวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานด้วยการให้ผู้เรียนทำแบบประเมินตนเองอย่างเดียวไม่พอ ควรมีการวัดความตระหนักในตัวระบบด้วย โดยควรเป็นการวัดเชิงพฤติกรรมที่สังเกตและวัดได้	2. เพิ่มขั้นตอนการประเมินความตระหนักด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการทำงานด้วยความปลอดภัย โดยวิเคราะห์สังเคราะห์ตัวชี้วัดจากทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ โดยเป็นตัวชี้วัดที่สังเกตได้หรือเป็นรูปธรรม พร้อมทั้งตรวจสอบและรับรองความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ

**ตารางที่ 18** ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อร่างระบบฯ และแนวทางการปรับปรุง (ต่อ)

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	แนวทางการปรับปรุง
3. องค์กรประกอบบางอย่าง มีความทับซ้อน เช่น การจำลองขั้นตอน กับ เครื่องมือ ควรจับมารวมกัน	3. ปรับองค์ประกอบใหม่โดยแยกองค์ประกอบออกจากกันให้ชัดเจน พร้อมทั้งอธิบายลักษณะขององค์ประกอบเพื่อให้ผู้อ่านสามารถจัดเตรียมองค์ประกอบเหล่านั้นได้ตามที่กำหนด
4. การให้ผู้เรียนเลือกเรียนหัวข้อไหนก่อนก็ได้ตามที่ต้องการ อาจไม่เหมาะสมในการเรียนการสอนเรื่องการผลิตเครื่องประดับ ควรให้ผู้เรียนเข้าใจการผลิตเครื่องประดับตามลำดับอย่างเป็นขั้นเป็นตอน	4. ทบทวนกระบวนการเรียนรู้ว่าขั้นตอนใดสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการ หรือขั้นตอนใดจำเป็นต้องเรียนรู้ตามลำดับ และปรับวิธีการนำเสนอเนื้อหาแบบเส้นตรงหรือแบบทางเลือก ตามขั้นตอนที่ถูกต้องตามกระบวนการในการผลิตเครื่องประดับ
5. การให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจว่าต้องตอบอย่างไร และคำตอบที่คาดหวังคืออะไร	5. ปรับขั้นตอนการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ให้อยู่ในลักษณะที่ให้ผู้เรียนตอบคำถาม โดยมีคำถามนำที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสะท้อนคิด เชื่อมโยง และแสดงถึงการนำไปใช้ได้จริง โดยต้องให้แสดงรายละเอียดของคำตอบด้วยความเรียงให้ชัดเจน

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กระบวนการเรียนการสอนยังไม่ค่อยชัดเจน ควรเพิ่มเติมรายละเอียดให้ชัดเจนมากขึ้น การวัดความตระหนักความปลอดภัยของผู้เรียนควรวัดและประเมินจากตัวชี้วัดพฤติกรรมผ่านกระบวนการสังเคราะห์ วิเคราะห์ จากแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ โดยจำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบและประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ ควรปรับปรุงองค์ประกอบบางอย่างที่มีความทับซ้อนกัน เช่น การจำลองขั้นตอนกับเครื่องมือ ในส่วนของลำดับการเรียนรู้เรื่องการผลิตเครื่องประดับไม่ควรให้ผู้เรียนเลือกเรียนหัวข้อใดก่อนก็ได้ ควรกำหนดกระบวนการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนของการผลิตเครื่องประดับเพื่อให้ผู้เรียนไม่สับสน การบันทึกการเรียนรู้ไม่ควรให้ผู้เรียนจดบันทึกด้วยตนเอง ควรกำหนดให้มีการถามตอบ เพราะผู้เรียนอาจไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการถาม ทำให้คำตอบที่ได้มาไม่ตรงตามที่คาดหวัง และควรเลือกใช้คำถามที่ให้ผู้เรียนสะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้กับสถานการณ์จริงได้

ผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงร่างระบบฯ โดยการปรับรายละเอียดให้มีความชัดเจนมาก โดยอธิบายแนวคิด องค์กรประกอบ และขั้นตอนให้ชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง เพิ่มขั้นตอนการประเมินความตระหนักด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการทำงานด้วยความปลอดภัย ปรับองค์ประกอบใหม่โดยแยกองค์ประกอบออกจากกันให้ชัดเจน ทบทวนกระบวนการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ถูกต้องตามกระบวนการ

ในการผลิตเครื่องประดับ และปรับเครื่องมือในการสะท้อนความคิดด้วยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ให้เชื่อมโยงกับการนำไปใช้ เพื่อให้สามารถประเมินผลจากการเรียนได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ปรับปรุงร่างระบบฯ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ให้เป็นระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ฉบับปรับปรุง)

7. นำระบบฯ(ฉบับปรับปรุง) ไปประเมินเพื่อรับรองความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ

## กลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 2 ได้แก่

1. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ในการให้สัมภาษณ์แนวทางการพัฒนาระบบฯ โดยการเลือกเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 279)

2. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ในการรับรองระบบฯ โดยเลือกเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 281)

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และวิธีการพัฒนาเครื่องมือ ระยะที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2 ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์และแบบรับรอง โดยมีรายละเอียดและวิธีการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้



1. แบบสัมภาษณ์แนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview form) แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 แนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

แบบสัมภาษณ์ดังกล่าว มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 สร้างแบบสัมภาษณ์แนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์เบื้องต้น และผลจากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบฯ เป็นกรอบแนวคิดในการสัมภาษณ์

1.2 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ

1.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 278) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ภาคผนวก ค หน้า 289) ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

2.1 นำหลักการ องค์ประกอบและขั้นตอนการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ในการวิจัยระยะที่ 1 มาสร้างเป็นแบบรับรองระบบฯ

2.2 นำแบบรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปใช้

#### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 2

ผู้วิจัยนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ประเมินเพื่อรับรองความเหมาะสมในการนำระบบฯ ไปทดลอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมพอใช้
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมควรปรับปรุง

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

- |             |                                   |
|-------------|-----------------------------------|
| คะแนนเฉลี่ย | การแปลความหมาย                    |
| 4.50-5.00   | ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด   |
| 3.50-4.49   | ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก         |
| 2.50-3.49   | ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง     |
| 1.50-2.49   | ความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้       |
| 1.00-1.49   | ความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง |

## การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของระบบฯ และความคิดเห็นข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อระบบฯที่พัฒนาขึ้น

**ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

มีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

## วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 3

เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

## วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 3

การวิจัย ระยะที่ 3 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

### 1. การวางแผนก่อนดำเนินการทดลอง

1.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นนักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี2 จำนวน 26 คน โดยมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

1.1.1 เป็นสถาบันที่มีความพร้อมด้านการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยี มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

1.1.2 เป็นรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเครื่องประดับอัญมณี

1.1.3 เป็นรายวิชาที่ผู้ลงทะเบียนเรียนไม่ต่ำกว่า 25 คน

1.1.4 เป็นรายวิชาที่มีการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระหว่างกำหนดการ

ทดลองการวิจัย

1.2 เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ประกอบด้วย

1.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน

1.2.3 แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยก่อนเรียน

1.2.4 แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยหลังเรียน

2. ดำเนินการทดลองใช้ระบบฯ 7 ครั้ง ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 19 กำหนดการและกิจกรรมในการทดลองใช้ระบบ

สัปดาห์ที่	กิจกรรม
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เตรียมตัวก่อนเริ่มเรียน</li> <li>- ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 1</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ประเมินความตระหนักก่อนเรียนด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติกรจำลองขั้นตอน “การผสมเนื้อเงินเพื่อผลิตเครื่องประดับ”</li> <li>- ดำเนินการปฐมนิเทศ ชี้แจงเงื่อนไขในการเรียน การให้คะแนน</li> <li>- สาธิตวิธีการใช้งานระบบการเรียนฯ โดยมีผู้สอนและผู้ช่วยสอนดูแล</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติกรจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขั้นตอนการทำให้แท่งเงินอ่อนตัว</li> <li>- ขั้นตอนการผสมกรดเจือจาง</li> <li>- ขั้นตอนการล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด</li> <li>- ขั้นตอนการรีดแผ่นเงิน</li> </ul> </li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปฏิบัติกรจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ขั้นตอนการเลื่อยแผ่นเงิน</li> <li>- ขั้นตอนการตัดแผ่นเงินเป็นวงแหวน</li> <li>- ขั้นตอนการเชื่อมรอยต่อ</li> <li>- ขั้นตอนการขัดแต่ง</li> </ul> </li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เขียนบันทึกการเรียนรู้ด้วยการตอบคำถามเพื่อการสะท้อนคิด คำถามเพื่อการเชื่อมโยง และคำถามเพื่อการปรับใช้</li> </ul>

สัปดาห์ที่	กิจกรรม
7	- ประเมินความตระหนักหลังเรียนด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติภารกิจ ขั้นตอน “การหลอมเศษเงินที่เหลือเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป”
8	- ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 2 - ประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนโดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อด้วย ระบบฯ

### 3. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป

3.2 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้สถิติ t-test dependent ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน

3.3 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้สถิติ One-way ANOVA ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตามเส้นทางการเรียน

3.4 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.5 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) ในการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

### 4. สรุปผลการทดลองใช้ระบบ

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 3

1. ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่เรียนด้านอัญมณีและเครื่องประดับ
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี2 จำนวน 26 คน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการสร้างเครื่องมือ ระยะที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 3 ประกอบด้วย

#### 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน

มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 กำหนดหลักการเบื้องต้นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน เพื่อทดลองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นบทเรียนบนเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วย Courseware Authoring Software โดยบทเรียนอยู่ในรูปแบบการจำลองขั้นตอนผลิตเครื่องประดับที่มีการปรับเหมาะเนื้อหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน โดยออกแบบตามหลักการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ สามารถเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ และแสดงผลการทำงานในรูปของเว็บเพจ

1.2 ออกแบบ Storyboard โดยนำเอาร่างระบบ ที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 2 มาเป็นแนวทางในการออกแบบ

1.3 นำร่างระบบ และ Storyboard เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.4 พัฒนาบทเรียนด้วยโปรแกรม Adobe Captivate ตามร่างระบบฯ ผังโครงสร้าง และ Storyboard ข้างต้น จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของสื่อ โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่น้อยกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องตำราเรียนหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และ/หรือ ด้านการผลิตเครื่องประดับ ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษ (ภาคผนวก ก หน้า 281) ผลการประเมินผ่านเกณฑ์ทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one testing) กับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน (คัดเลือกนักเรียนจากระดับผลการเรียน 3 ระดับ คือ เก่ง กลาง อ่อน ระดับละ 1 คน) ทดสอบกับกลุ่มเล็ก (small group testing) กับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน และทดสอบกับผู้ปฏิบัติการในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 5 คน โดยผู้วิจัยสังเกตและสัมภาษณ์กลุ่มทดสอบ หลังการทดสอบระบบต้นแบบ ผู้วิจัยพบปัญหาและปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

#### ตารางที่ 20 ปัญหาที่พบจากการทดสอบระบบและแนวทางการปรับปรุงแก้ไข

ปัญหาที่พบจากการทดสอบ	การปรับปรุงแก้ไข
1. นักศึกษาต้อง log in ด้วย username และ password ที่กำหนดให้โดยมหาวิทยาลัยก่อนที่จะเชื่อมต่อ internet ด้วยคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ ได้ แต่นักศึกษาส่วนมากจำรหัสของตัวเองไม่ได้ เนื่องจากไม่ค่อยได้ใช้งาน	1. เพิ่มขั้นตอน “ก่อนเริ่มใช้งาน” ในการใช้งานระบบ โดยครอบคลุมวิธีการตรวจสอบ username และ password
2. Web browser บางตัวไม่รองรับ flash ซึ่งเป็น plug in ที่จำเป็นในการใช้งานระบบ	2. เพิ่มขั้นตอน “ก่อนเริ่มใช้งาน” ในการใช้งานระบบ โดยครอบคลุมวิธีการติดตั้ง flash plug in
3. กลุ่มทดสอบบางคนพิมพ์ ชื่อจริง นามสกุล และคำนำหน้า ทั้งหมดลงใน field “ชื่อ” ที่กำหนด แต่ระบบไม่สามารถรองรับอักษรที่มีความยาวขนาดนั้นได้ ทำให้การแสดงผลมีความผิดเพี้ยนจากที่ออกแบบไว้	3. แยก field ให้ผู้เรียนกรอกชื่อ และนามสกุล คนละ field และแยกแสดงผลเฉพาะ field ที่ต้องการระหว่างบทเรียน
4. ด้วยข้อจำกัดของโปรแกรม Authoring Software ส่งผลให้รูปภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องตั้งตรงตลอดเวลา ทำให้นักศึกษาเข้าใจผิดว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่วางอยู่บนโต๊ะตามตำแหน่งต่าง ๆ เป็นระเบียบเรียบร้อยแล้ว เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นตั้งตรงสวยงาม กลุ่มทดสอบทุกคนจึงไม่ได้จัดอุปกรณ์เหล่านั้นให้เป็นระเบียบให้ไปอยู่บนชั้นวางของตามที่ควร	4. เพิ่มเส้นประรอบตำแหน่งที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจะอยู่บนชั้นวางของเมื่อจัดเก็บเป็นระเบียบเรียบร้อยแล้ว เพื่อบอกใบ้ให้ผู้ใช้งานทราบถึงตำแหน่งการเก็บอุปกรณ์
5. เมื่อจบขั้นตอนการจำลองขั้นตอนขั้นสุดท้ายของ การทดลองคาบที่ 4 (การรีดแผ่นเงิน) กลุ่มทดสอบไม่เข้าใจว่าจบบทเรียนในครั้งนั้นแล้ว	5. ปรับแก้ไขการแสดงผลสื่อความหมายได้ชัดเจนขึ้น

1.6 ปรับแก้บทเรียนตามแนวทางแก้ไขที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น จากนั้นนำบทเรียนที่ปรับแก้แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ

2. แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียน (ภาคผนวก ง หน้า 310) เป็นแบบวัดที่วัดจากการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความปลอดภัยในการทำงาน โดยมีข้อความที่กำหนดเป็นตัวชี้วัด ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน (Likert Scale) ซึ่งแต่ละคำถามมีคำตอบให้เลือกตามลำดับ ทั้งความตระหนักเชิงบวกและเชิงลบ โดยกำหนดคะแนนไว้ดังนี้

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงบวก

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงลบ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน
เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน

และได้กำหนดการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความตระหนัก ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	มีความตระหนักอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับมาก
2.50-3.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำ
1.00-1.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำมาก

แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างแบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์เบื้องต้นเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบวัด

2.2 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบวัด จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ



2.3 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ ประเมินความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบวัด โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มี ประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการใน สาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน อิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญ ด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 282) ผลการ ประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.4 นำแบบวัดดังกล่าว ไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยง กับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 25 คน ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.819

**3. แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียน** (ภาคผนวก ง หน้า 314) เป็นแบบวัดที่วัดจากการแสดงความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อความปลอดภัยในการทำงาน โดยมีข้อความที่กำหนดเป็นตัวชี้วัด ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน (Likert Scale) ซึ่งแต่ ละคำถามมีคำตอบให้เลือกตามลำดับ ทั้งความตระหนักเชิงบวกและเชิงลบ โดยกำหนดคะแนนไว้ ดังนี้

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงบวก

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงลบ

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน
เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน

และได้กำหนดการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความตระหนัก ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	มีความตระหนักอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับมาก
2.50-3.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำ
1.00-1.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำมาก

แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 สร้างแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมและการสัมภาษณ์เบื้องต้นเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบวัด

3.2 นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบวัด จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ

3.3 นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพ ประเมินความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบวัด โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน อิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 282) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.4 นำแบบวัดดังกล่าว ไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยง กับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 25 คน ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.736

4. แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ภาคผนวก ง หน้า 318) เป็นแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) เพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล และความคิดเห็นในการเรียนด้วยระบบฯ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลอง  
ขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ  
ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ  
ดังนี้

- |           |                              |
|-----------|------------------------------|
| 5 หมายถึง | มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด  |
| 4 หมายถึง | มีระดับความพึงพอใจมาก        |
| 3 หมายถึง | มีระดับความพึงพอใจปานกลาง    |
| 2 หมายถึง | มีระดับความพึงพอใจน้อย       |
| 1 หมายถึง | มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด |

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

- |             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| คะแนนเฉลี่ย | การแปลความหมาย                   |
| 4.50-5.00   | ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด  |
| 3.50-4.49   | ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก        |
| 2.50-3.49   | ความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง    |
| 1.50-2.49   | ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย       |
| 1.00-1.49   | ความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

แบบสอบถามดังกล่าว มีวิธีการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียน  
แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัก  
ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยใช้ข้อมูลจากการทบทวน  
วรรณกรรมและการสัมภาษณ์เบื้องต้นเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบสอบถาม

4.2 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบภาษาที่ใช้  
ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ และความครอบคลุมของแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่  
ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตามคำแนะนำ

4.3 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ  
คุณภาพประเมินความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) ของแบบสอบถาม โดยเลือก  
ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 5 ปี หรือมีผลงานวิจัย  
หรือผลงานวิชาการในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ชิ้น โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการ  
ออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์  
จำลอง ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก

หน้า 278) ผลการประเมินความสอดคล้องได้ค่า IOC ทุกรายการมากกว่า 0.5 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4.4 นำแบบสอบถามดังกล่าว ไปทดลองใช้ เพื่อตรวจสอบความเที่ยง กับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 25 คน ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.925

### วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 3

การวิจัยในระยะที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design)

$$E : O_1 \quad X \quad O_2$$

O <sub>1</sub>	หมายถึง	การทดสอบด้วยแบบทดสอบความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ก่อนเรียน
X	หมายถึง	การเรียนรู้ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ
O <sub>2</sub>	หมายถึง	การทดสอบด้วยแบบทดสอบความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน หลังเรียน

### การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 3 มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป

3.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน โดยใช้สถิติ t-test dependent

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตามกลุ่มผู้เรียน โดยใช้สถิติ One-way ANOVA

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการเขียนบันทึกการเรียนรู้ด้วยการตอบคำถามเพื่อการสะท้อนคิด คำถามเพื่อการเชื่อมโยง และคำถามเพื่อการปรับใช้ ของผู้เรียน

3.5 ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย โดยใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic)



**ระยะที่ 4 การรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**  
มีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

#### **วัตถุประสงค์การวิจัย ระยะที่ 4**

เพื่อนำเสนอระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

#### **วิธีดำเนินการวิจัย ระยะที่ 4**

การวิจัย ระยะที่ 4 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. สร้างแบบรับรองเพื่อรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลของการใช้ระบบฯ ในระยะที่ 3 มาปรับปรุง เพื่อนำเสนอเป็นแผนภาพและความเรียงอธิบายแผนภาพ
2. นำเสนอระบบฯให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินเพื่อรับรองระบบฯที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบประเมินเพื่อรับรองระบบฯ
3. เก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบรับรอง และปรับปรุงระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ตามคำแนะนำ ให้เป็นระบบที่สมบูรณ์

#### **กลุ่มตัวอย่าง ระยะที่ 4**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 4 เป็นผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก คือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้อง ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และ/หรือ เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องด้านวิชาการหรืองานวิจัยในด้านที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษาประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ทรงเชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอนด้วยสถานการณ์จำลอง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านจิตวิทยาการศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิตเครื่องประดับ (ภาคผนวก ก หน้า 282)

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการพัฒนาเครื่องมือ ระยะที่ 4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ระยะที่ 4 คือ แบบรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ (ภาคผนวก จ หน้า 322) ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. นำหลักการ องค์ประกอบและขั้นตอนการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ในการวิจัยระยะที่ 3 มาสร้างเป็นแบบรับรองระบบฯ

2. นำแบบรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปใช้

## วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 4

ผู้วิจัยนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ที่นำเสนอเป็นแผนภาพและความเรียงอธิบายแผนภาพ และระบบฯ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ประเมินเพื่อรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้

- |           |                          |
|-----------|--------------------------|
| 5 หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด   |
| 4 หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก         |
| 3 หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง     |
| 2 หมายถึง | มีความเหมาะสมพอใช้       |
| 1 หมายถึง | มีความเหมาะสมควรปรับปรุง |

และได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.50-3.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับพอใช้
1.00-1.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับควรปรับปรุง

#### การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล ระยะที่ 4 การรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยความคิดเห็น เกี่ยวกับความเหมาะสมของระบบฯ และความคิดเห็นข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อระบบฯ ที่พัฒนาขึ้น



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ ออกเป็น 4 ระยะตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ

ระยะที่ 2 ผลการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ

ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ

ระยะที่ 4 ผลการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องประดับ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยมีรายละเอียดผลวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละระยะดังนี้

**ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในระยะที่ 1 แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเกี่ยวกับสภาพ ความปลอดภัยในการทำงาน

ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์อาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ เกี่ยวกับสภาพ การเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนา ความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 3 ผลการสำรวจสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และ ความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียน การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญ มณีและเครื่องประดับ

**ตอนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเกี่ยวกับสภาพ ความปลอดภัยในการทำงาน**

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 5 คน เกี่ยวกับสภาพความปลอดภัยในการทำงาน สามารถวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการ สัมภาษณ์เกี่ยวกับประเด็นได้ ดังต่อไปนี้

- 1.1 สภาพแวดล้อมในการทำงาน
- 1.2 การปฏิบัติตนในการทำงานของพนักงาน
- 1.3 การปฏิบัติตามกฎและข้อห้ามในเรื่องความปลอดภัย

โดยสามารถสรุปเนื้อหาได้ ดังนี้

### **1.1 สภาพแวดล้อมในการทำงาน**

สถานประกอบการส่วนใหญ่มีป้ายหรือฉลากติดไว้ที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้เกือบทุกชนิด เพื่อบ่ง บอกรายละเอียดหรือรายละเอียดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ บางอุปกรณ์ที่ไม่มีป้ายหรือฉลากติดไว้หรืออาจจะติดไว้ นานแล้วเกิดการชำรุดเสียหาย เช่นเดียวกับที่ ภรณ์ยู วิศวเจริญกิจ (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า

เครื่องจักรและเครื่องดับเพลิงบางจุดไม่มีป้ายบอกวิธีการใช้งาน แต่เป็นอุปกรณ์ที่มีให้ความรู้ในการทำงานตั้งแต่แรก จึงเข้าใจวิธีการใช้งานด้วยตนเอง และ ทัศนิต เพชรนาดี (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ไว้ว่า อุปกรณ์มีฉลากข้อมูล แต่ตู้เก็บอุปกรณ์บางชนิดไม่มีป้ายบอกชื่อ ให้ความรู้ในคู่มือการใช้งาน ทำให้พนักงานส่วนใหญ่ละเลย ไม่ใส่ใจในรายละเอียดต่าง ๆ บนป้ายหรือฉลากที่ติดไว้บนอุปกรณ์ อาศัยความเคยชิน ใช้ประสบการณ์ส่วนตัวในการใช้งานอุปกรณ์นั้น ๆ ตามความเข้าใจของตนเอง เพราะเห็นทุกวันจนเกิดความเคยชิน

สถานประกอบการบางแห่งมีการดูแลและตรวจสอบเครื่องจักรในระดับค่อนข้างดี ดังเช่นที่ อนุกุล พูลเกษกัณฑ์ (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า มีการกำหนดหน้าที่ของหัวหน้างานชัดเจน ที่จะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบคอยตรวจเช็คสภาพเครื่องจักรอยู่เสมอ แต่เป็นการทำตามหน้าที่ ไม่ได้มีคณะกรรมการหรือหน่วยงานภายนอกที่เป็นมาตรฐานมาตรวจสอบ และ นิตยา สุวีชา (2560, สัมภาษณ์) กล่าวว่า มีการแบ่งหน้าที่ในการดูแลรักษาความสะอาดของเครื่องจักร และมีการตรวจสอบความสะอาด อุปกรณ์ต่าง ๆ ในสถานประกอบการ รวมถึงผลการสัมภาษณ์ ภรณ์ยู วิศวเจริญกิจ (2560, สัมภาษณ์) ที่ให้สัมภาษณ์ว่า โต๊ะทำงานของพนักงานมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ พนักงานรายบุคคลมีหน้าที่ดูแลพื้นที่ของตนเอง และ สมชาย ผลาหาญ (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ไว้ว่า อุปกรณ์ต่าง ๆ มีการทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกครั้งหลังการใช้งาน แต่สถานประกอบการมีเครื่องจักรหรืออุปกรณ์บางชนิดที่เสื่อมสภาพและไม่ได้รับการแก้ไขมาเป็นระยะเวลาเวลานาน ทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ดังเช่น อนุกุล พูลเกษกัณฑ์ (2560, สัมภาษณ์) ที่ให้สัมภาษณ์ว่า เครื่องดึงลวดของโรงงานมีอายุการใช้งานนาน ทำให้ในบางครั้งก็ต้องใช้มือช่วย ซึ่งอาจเป็นอันตรายได้

สำหรับการเกิดอุบัติเหตุจากสภาพแวดล้อมนั้น ส่วนใหญ่เครื่องจักรใหม่ ๆ ที่ระยะเวลาการใช้งานไม่นานมากนัก มักจะไม่พบการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงาน อาจจะมีบ้างในบางครั้งที่พนักงานประมาทเลินเล่อในการใช้งาน หรือฝ่าฝืนคำแนะนำข้อบังคับการใช้งานอุปกรณ์ ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ส่วนเครื่องจักรที่มีอายุใช้งานมาเป็นระยะเวลาเวลานานอุปกรณ์หรือฝากรอบป้องกันความปลอดภัยเกิดการเสื่อมประสิทธิภาพ หรือเกิดการชำรุด สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ นิตยา สุวีชา (2560, สัมภาษณ์) ที่กล่าวว่า ฝากรอบเครื่องขัดมีรอยขีดข่วน ทำให้มองไม่เห็นเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน พนักงานจึงละเลยข้อบังคับ เอาฝากรอบออกเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้ ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในบางครั้ง

## 1.2 การปฏิบัติตนในการทำงานของพนักงาน

พบว่าพนักงานส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ระหว่างการปฏิบัติงาน เนื่องจากอุปกรณ์มีการใช้งานมาแล้วเป็นระยะเวลาอันยาวนาน เกิดการเสื่อมประสิทธิภาพ พนักงานบางคน จึงลืกที่จะไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเลย เพราะการใช้อุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ดังเช่นที่ อนุกุล พูลเกษกัณฑ์ (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า ปกติไม่ได้ใช้แว่นตานิรภัย เนื่องจากของสถานประกอบการมีรอยขีดข่วน แล้วทำให้มองไม่ชัด นอกจากนี้ นิตยา สุวิชา (2560, สัมภาษณ์) ยังให้สัมภาษณ์ว่า ส่วนใหญ่ไม่ใส่หน้ากากเพราะรู้สึกอึดอัดหายใจไม่สะดวก ไม่ใส่แว่นป้องกันสายตา เพราะมองไม่ถนัด และผลการสัมภาษณ์ของ สมชาย ผลาหาญ (2560, สัมภาษณ์) ที่กล่าวว่า บางครั้งไม่ปิดฝาครอบเครื่องจักรเนื่องจากฝาครอบมีรอยขีดข่วนมองเห็นไม่ชัด และหากต้องทำเรื่องขอจัดซื้ออุปกรณ์ใหม่อาจโดนตำหนิจากสถานประกอบการ หรืออาจต้องใช้ระยะเวลาในการขอจัดซื้ออุปกรณ์ นอกจากนี้วิธีการปฏิบัติงานบางครั้งก็มีความเสี่ยงกับอันตราย ดังที่ นิตยา สุวิชา (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า ในช่วงเวลาใกล้เลิกงานหรือเปลี่ยนกะพนักงานมักจะพูดคุยหยอก ล้อกัน ทำงานตามความเคยชิน ทำให้ขาดความตระหนักถึงความปลอดภัย

## 1.3 การปฏิบัติตามกฎและข้อห้ามในเรื่องความปลอดภัย

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ให้ข้อมูลว่า สถานประกอบการส่วนใหญ่ไม่มีการให้ความรู้เบื้องต้น ด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ทำให้พนักงานต้องอาศัยการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือจากรุ่นพี่ ดังที่ ภรณ์ยู วิศวเจริญกิจ (2560, สัมภาษณ์) กล่าวว่า พนักงานเข้าใหม่ที่เพิ่งเริ่มปฏิบัติงานต้องเรียนรู้วิธีการทำงานจากพนักงานเก่าเป็นหลัก ซึ่งอาจจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนจากความ เป็นจริง ทำให้เกิดการผิดพลาด หรือเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน และ หัสดี เพชรนาดี (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า พนักงานบางคนไม่เข้าใจบางขั้นตอนของการใช้งานอุปกรณ์ ก็จะสุ่ม ทดลองใช้งานไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสำเร็จ ในขณะที่มีเพียงสถานประกอบการบางแห่งที่มีการจัดอบรม เรื่องความปลอดภัย แต่ก็ เป็นเพียงในบางหัวข้อ เช่น การแก้ปัญหาอัคคีภัยเบื้องต้น ไม่ได้ครอบคลุม การทำงานด้วยความปลอดภัยในทุกด้าน

สถานประกอบการบางแห่งมีการวางแผนด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง มีการ ออกกฎระเบียบให้พนักงานปฏิบัติตาม มีการติดป้ายประกาศวิธีแก้ปัญหาฉุกเฉิน แต่พนักงานทั่วไปมัก ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับป้ายประกาศต่าง ๆ ดังเช่นที่ นิตยา สุวิชา (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า สถานประกอบการมีการแจกคู่มือกฎระเบียบให้พนักงานทุกคนให้ศึกษาด้วยตนเอง แล้วให้หัวหน้าผู้ ควบคุมที่คอยตรวจสอบบริเวณต่าง ๆ ภายในสถานประกอบการจากการทำงานจริงเลย

สำหรับการปฏิบัติตามกฎระเบียบนั้น พนักงานส่วนใหญ่ปฏิบัติตามคนส่วนมาก กล่าวคือ ถ้ากฎระเบียบข้อไหนเพื่อนร่วมงานส่วนมากปฏิบัติ พนักงานก็จะปฏิบัติตามด้วย แต่ถ้ากฎระเบียบข้อไหนเพื่อนร่วมงานส่วนมากละเลย กฎข้อนั้นก็จะมีคนปฏิบัติตาม ดังเช่นที่ ทัศนีย์ เพชรนาดี (2560, สัมภาษณ์) ให้สัมภาษณ์ว่า เรื่องการใส่ถุงมือกันความร้อนระหว่างการเททองลงเบ้า ถึงแม้จะมีป้ายเตือนแต่เมื่อพนักงานเก่าไม่ปฏิบัติตามป้ายเตือน พนักงานใหม่ก็เลยไม่ปฏิบัติตามด้วยเช่นกัน พนักงานส่วนมากอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงานที่ตนมีเป็นระยะเวลาอันยาวนาน คิดว่าตนเองสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎข้อบังคับในการใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ของ อนุกุล พูลเกษกัณท์ (2560, สัมภาษณ์) ที่กล่าวว่า พนักงานที่มีอายุการทำงานมาเป็นเวลานานก็จะไม่ปิดสวิทช์ก่อนดึงวัตถุออกจากเครื่องจักรเพราะคิดว่าตนสามารถรู้จังหวะเครื่องจักร

## ตอนที่ 2 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

จากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 7 คน สามารถวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับประเด็นได้ ดังต่อไปนี้

2.1 สภาพการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในปัจจุบัน

2.2 การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

2.3 ความต้องการในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยสามารถสรุปเนื้อหาได้ ดังนี้

### 2.1 สภาพการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในปัจจุบัน

จากการให้สัมภาษณ์ของอาจารย์ สุทัศน์ อนุรักษ์ (2560, สัมภาษณ์) ได้กล่าวว่า “การเรียนการสอนที่วิทยาลัยเพาะช่างนั้น จะเน้นให้นักศึกษาเมื่อจบการศึกษาไปแล้วจะเป็นบัณฑิตนักปฏิบัติ ทั้งสามารถทำงานได้ถึง 70-80% โดยเน้นให้ได้ทั้งทักษะและสามารถแยกยอดความเป็นตัวตนเพื่อประกอบอาชีพและทำเองได้ นี่คือนจุดแข็งของวิทยาลัยเพาะช่าง”

ในส่วนของการเรียนการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการผลิตเครื่องประดับนั้น ทางวิทยาลัยเพาะช่างไม่มีรายวิชาที่สอนโดยเฉพาะ มีเพียงแค่การสอนที่สอดแทรกอธิบายในแต่ละรายวิชาว่าควรปฏิบัติอย่างไรเมื่อต้องใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยเครื่องมือที่นักศึกษาใช้ก็จะเป็นเครื่องมือที่ผลิต หรือประยุกต์ใช้ขึ้นเองเพื่อให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งาน

จึงอาจสรุปได้ว่า ปัจจุบันทางวิทยาลัยเพาะช่างยังไม่ได้จัดการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานอย่างเป็นทางการเป็นรูปธรรม ไม่มีการจัดการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเป็นรายวิชา มีเพียงการสอดแทรกข้อควรระวังและคำแนะนำในการป้องกันอันตรายในการทำงานในภาคปฏิบัติของวิชาต่าง ๆ เท่านั้น ซึ่งข้อควรระวังและคำแนะนำเหล่านั้นก็ยังไม่ได้ถูกจัดการอย่างเป็นระเบียบแบบแผน เรียกได้ว่า ขาดการออกแบบกระบวนการสอน และสื่อการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน

นอกจากนี้ วิทยาลัยเพาะช่างยังมีสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนที่มีโอกาสเกิดความเสียหายต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ เนื่องจากไม่ได้มีการแบ่งสัดส่วนของห้องให้เป็นระเบียบ รวมถึงไม่มีการติดป้ายบอกวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ อย่างถูกต้อง ทั้งนี้แม้มีกฎระเบียบการรักษาความปลอดภัย โดยการให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนตัว เช่น แว่นตา หน้ากาก ถุงมือ แต่นักศึกษาบางส่วนก็ยังคงเลือกที่จะไม่สวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าว โดยอ้างว่าไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน ดังนั้น จึงส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นในการเรียนการสอนเป็นบางครั้ง โดยอาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้บอกนักศึกษาถึงการระวังในเรื่องดังกล่าว และเชื่อว่าการถ่ายทอดโดยบอกเล่าเป็นสิ่งที่ดี เพราะไม่ได้สอนเฉพาะวิชา แต่จะสอนถึงความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือและสารเคมี ซึ่งอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านก็จะให้คำแนะนำโดยใช้วิธีการบอกเล่าถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้น แต่ด้วยมีจำนวนนักศึกษามาก จึงอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่ายขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากการเผลอเผลอของนักศึกษาเอง และถูกมองว่าเป็นเรื่องปกติ

และจากการให้สัมภาษณ์ของ อาจารย์สุธิดา คงแสนสุข (2560, สัมภาษณ์) จากวิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี ได้ให้คำสัมภาษณ์ ดังนี้

ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือ โดยใช้เครื่องมือหนัก เช่น ค้อน สิว ก็จะมีอันตรายเกี่ยวกับความปลอดภัย ซึ่งอาจารย์ผู้สอนได้เพียงแต่แนะนำถึงข้อระมัดระวังเท่านั้น เพราะกฎระเบียบเพื่อความปลอดภัยนั้นยังไม่มีระบุชัดเจน และเนื่องจากมีนักศึกษาจำนวนมากก็ยิ่งทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย ซึ่งก็จะมีนักศึกษาบางคนที่มีมองข้ามตรงจุดนี้ไป ดังนั้น เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น นักศึกษาจะต้องรู้ขั้นตอนของการปฐมพยาบาล โดยรับทราบถึงกฎข้อพึงระวัง และเมื่อเกิดเหตุแล้วควรจะต้องทำอย่างไร เช่น กดกริ่งเพื่อแจ้งเจ้าหน้าที่ เป็นต้น

สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา (2560, สัมภาษณ์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวัสดุศาสตร์ (อัญมณีและเครื่องประดับ) ได้กล่าวถึงเรื่องความปลอดภัยว่า

ในเรื่องของความตระหนักความปลอดภัยนั้น ในรายวิชาทฤษฎีและวิชาปฏิบัติจะมีการสอนการใช้เครื่องมือ มีการชี้แจงทุกครั้ง รวมทั้งการสวมชุดที่ใช้ในการทำแล็บว่าควรสวมอย่างไร

อีกทั้งอาจารย์ผู้สอนจะมีการแจ้งให้นักศึกษาทราบทุกครั้งก่อนที่จะเรียนในรายวิชาที่มีการใช้เครื่องมือ มีการสาธิตและการบรรยาย และในสัปดาห์แรกจะมี Introduction Sheet เพื่อเป็นการชี้แจงการปฏิบัติตัวก่อนที่จะเริ่มต้นเรียน นอกจากนี้แล้วอาจารย์ผู้สอนจะใช้วิธีการสอดแทรกในแต่ละรายวิชา

สำหรับสภาพการจัดห้องเรียนก็จะเป็นระเบียบเรียบร้อย เครื่องมือในการเรียนการสอน มีป้ายวิธีการใช้เครื่องมือที่ชัดเจน จึงทำให้นักศึกษารับรู้ถึงเรื่องความปลอดภัย และการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีมาตรการที่ช่วยควบคุมนักศึกษา เช่น ควรใช้แว่นตาทุกครั้งในการปฏิบัติงาน หากนักศึกษาไม่ใส่ อาจารย์ผู้สอนก็จะใช้วิธีการตัดคะแนน หรือหากเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งมักจะเป็นอุบัติเหตุเล็ก เช่น ครึ่งหยดใส่มือ อาจารย์ผู้สอนก็จะสอนทุกอย่างเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น แต่บางครั้งนี้สตีจะล้มหรือลื่นล้ม ซึ่งอาจารย์ผู้สอนก็ต้องใช้วิธีเดินตรวจตราอีกครั้ง

สำหรับสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ วิทยาลัยอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ การเรียนการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยจะมีรายวิชาความปลอดภัยในโรงงาน ในรายวิชาที่มีความเสี่ยงก็จะมีการบอกเตือน ซึ่งรายวิชาของผู้ให้สัมภาษณ์ (อมรมาศ กิริตสิน, 2560 : สัมภาษณ์) จะมีเป็นลายลักษณ์อักษร คือ คู่มือที่เริ่มจากการสร้างความปลอดภัย ตั้งแต่เสื้อผ้า หน้าผม และในทางปฏิบัติ นักศึกษาจะทำตามมากน้อยแค่ไหนก็จะบังคับด้วยคะแนนส่วนวิชาการใช้เครื่องจักร ถ้าเป็นอาจารย์พิเศษ ก็จะมีการบอก ตักเตือนให้มีความระมัดระวัง นอกจากนี้ จะมีป้ายบอกเตือนให้ระมัดระวัง ภาพรวมของการเกิดอุบัติเหตุจะเป็นปีละครั้ง หรือ 2-3 ครั้งที่ต้องไปโรงพยาบาล สำหรับอุบัติเหตุเล็กน้อยก็จะมีบ้าง

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวัสดุศาสตร์ (อัญมณีและเครื่องประดับ) โดย สุพิชฌา สุพรรณสมบูรณ์ (2560, สัมภาษณ์) ได้ให้ข้อมูลว่า หลักสูตรจะมีรายวิชาความปลอดภัยเป็นวิชาบังคับ และรายวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในอุตสาหกรรม แต่จะทำการสอนด้วยการบรรยายอย่างเดียว และสอดแทรกข้อควรระวังและคำแนะนำในการป้องกันอันตรายในการทำงานภาคปฏิบัติของวิชาต่าง ๆ อีกด้วย ในแต่ละแล็บที่ใช้เครื่องมือของผู้ปฏิบัติในช่วงแรกของการเรียนการสอนนั้น จะมีการแนะนำการใช้เครื่องมือ ซึ่งเป็นการเน้นภาพรวมในช่วงแรกให้มีความตระหนักในการใช้เครื่องมืออย่างปลอดภัย โดยจะใช้การบรรยายเป็นหลัก

ในการเรียนภาคปฏิบัติจะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง ซึ่งเกิดจากทั้งเครื่องจักร เครื่องมือ และสารเคมี และอุบัติเหตุส่วนมากเกิดจากการขาดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของนักศึกษา ส่วนมากเป็นอุบัติเหตุเล็กน้อย แต่ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุรุนแรงทำให้นักศึกษาสูญเสียอวัยวะ (ข้อนิ้วขาด) ผู้สอนจะใช้เหตุที่เกิดขึ้นเป็นกรณีศึกษา หรือเป็นตัวอย่างให้กับผู้เรียน ซึ่งในบางครั้งได้มีการเก็บ

ภาพถ่ายไว้เพื่อนำมาแสดงให้นักศึกษาได้เห็นภาพ และอันตรายที่เกิดขึ้น เพื่อจะทำให้เกิดความกลัว และมีความระมัดระวังมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความตระหนักรู้มากขึ้นในช่วงเวลานั้น ๆ

สำหรับการใช้ถุงมือเมื่อต้องมีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ นั้น จากนักศึกษา 25 คน จะมีการใส่ถุงมือ 20 คน บางคนก็จะละเลย อาจารย์ผู้สอนจึงต้องตักเตือน ทั้งนี้จะพบว่า นักศึกษาก็จะใส่และไม่ใส่ในบางงาน อาจเป็นเพราะอุปกรณ์บางอย่างนั้นมีความเก่า เช่น แวนตาขึ้นฝ้า เป็นต้น

ส่วนในห้องปฏิบัติการ จำนวนอาจารย์ผู้สอนนั้นไม่เพียงพอต่อผู้เรียน จึงทำให้มีปัญหาด้านการสื่อสาร โดยเฉพาะในห้องปฏิบัติการ ทำให้ผู้เรียนอาจไม่ได้ยินเมื่ออาจารย์ผู้สอนแจ้งเตือนข้อควรระวังในการทำงาน

## 2.2 การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอน

อาจารย์ผู้สอนจากวิทยาลัยเพาะช่าง จะมีการใช้ PowerPoint มาประกอบการสอน รวมถึงมีการนำวิดีโอทัศน์มาให้ให้นักศึกษาดู รวมถึงการมอบโจทย์แก่นักศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล ซึ่งเป็นพื้นฐานเบื้องต้น โดยนักศึกษาก็จะต้องมีความรู้ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์

ทั้งนี้ สำหรับการสอนโดยใช้ PowerPoint นั้น จะใช้เป็นบางครั้ง เพราะทางมหาวิทยาลัยจะมีระบบ Editor ซึ่งจะให้นักศึกษาได้โหลดสื่อการเรียนการสอนมาใช้ได้ บางครั้งจะนำสื่อจาก YouTube มาใช้บ้าง ส่วน E-Learning ยังใช้ไม่บ่อย ซึ่งปัจจุบัน Google Class ก็เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น ซึ่งอาจารย์และนักศึกษาที่มีความคุ้นเคย หรือมีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ อาจจะมีสื่อเหล่านี้ช่วยเสริมในการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้มากยิ่งขึ้น

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า อาจารย์มีความคุ้นเคยในการใช้เทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนในระดับหนึ่ง โดยมากเป็นการใช้ PowerPoint และการมอบหมายให้ผู้เรียนค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนยังอยู่ในระดับที่น้อยมาก

## 2.3 ความต้องการในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

การนำโปรแกรมแบบจำลองมาใช้กับนักศึกษา เพื่อเรียนรู้ขั้นตอนในการทำงานนั้น ควรนำมาใช้เป็นแบบบังคับเรียนและควรเป็นทางเลือก เช่น ในช่วงท้ายชั่วโมงก็จะนำมาให้ดูได้ หรือสามารถเปิดดูนอกเวลาได้ด้วย สำหรับรายวิชาที่ควรนำมาใช้ คือ วิชาเอกทั้งหมด ส่วนวิชาการนั่งโต๊ะเป็นวิชาพื้นฐานโลหะ 1 อาจจะเป็นการสอนด้วยวาจาซึ่งอาจารย์ผู้สอนก็สามารถทำได้ในระดับหนึ่ง แต่นักศึกษาไม่สามารถนำกลับมาดูได้ ส่วนรายวิชาซัพที่เกี่ยวกับสารเคมีนั้น ถ้ามีโปรแกรมนี้นำมาใช้ใน



รายวิชานี้ น่าจะได้ผลดี เพราะไม่ได้ทดลองจริง ทั้งนี้สารเคมีที่มีอันตรายโดยเฉพาะกลิ่นนั้น จะมีการบอกนักศึกษาถึงสารเคมีแต่ละตัวว่าควรป้องกันอย่างไร และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นควรทำอย่างไร (สุธิดา คงแสนสุข, 2560 : สัมภาษณ์)

ระบบโปรแกรมจำลองนี้สามารถช่วยได้อย่างดี คือ ได้เห็นภาพความเสี่ยงว่าถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรบ้าง ซึ่งจะเป็นภาพเสมือนจริง สามารถจับต้องได้โดยการให้เห็นภาพจริง ๆ ถ้ามีพฤติกรรมแบบนั้นจะได้รับการบอกรายการ สำหรับการใช้โปรแกรมจำลองนี้ นักศึกษาอาจนำสื่อไปใช้นอกเวลา ประมาณ 50% วิธีที่ดีที่สุด คือ การนำโปรแกรมมาใช้ในห้องเรียน หรือเป็นการเก็บคะแนน ซึ่งโปรแกรมควรจะทำเป็นหน้า ๆ เมื่อทำจบในแต่ละหน้าควรมีคะแนนออกมา เป็นการบังคับทำให้เสร็จ ก็จะได้คะแนน ซึ่งโปรแกรมจำลองนี้จะดีมากในเรื่องของการสร้างความตระหนักให้นักศึกษาในเรื่องของความปลอดภัย ทั้งนี้ รายวิชาที่เหมาะสมกับการใช้โปรแกรมนี้ ได้แก่ วิชาที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปโลหะรูปพรรณ เนื่องจากต้องใช้ไฟ ความร้อน เครื่องจักร และสารเคมี (สุกัญญา วงษ์ศรีรักษา, 2560 : สัมภาษณ์)

โปรแกรมจำลองความปลอดภัยมีความสำคัญในทุกงานของการเรียนการสอน และถ้าโปรแกรมนี้เป็นแบบออนไลน์ สามารถนำไปใช้งานที่บ้านได้ สามารถให้เป็นการบ้าน ให้คะแนนเพื่อให้นักศึกษาสนใจ หรือทำเป็นรูปแบบเกมให้นักศึกษาสามารถนำไปใช้งาน การให้คะแนนเป็นการทำเพื่อ follow up ในความคิดเห็นของผู้สอน จึงคิดว่ามีความจำเป็น และควรทำสื่อประเภทนี้เพื่อช่วยให้เห็นความสำคัญของความปลอดภัย และไม่ควรเป็นแค่แอนิเมชัน แต่น่าจะมีความตื่นตัว ทำทนาย ไร่ใจ เช่น การนำเอารูปแบบเกมมาช่วย (อมรรมาศ กิรติสิน, 2560 : สัมภาษณ์)

การนำโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเรื่องที่ดีมาก ควรจะนำไปใช้กับรายวิชาปฏิบัติทั้งหมด ซึ่งจะช่วยในเรื่องความปลอดภัย นักศึกษาจะได้มองเห็นภาพมากขึ้น ในรายวิชาที่ควรนำมาใช้คือ รายวิชาการผลิตเครื่องประดับพื้นฐาน และวิชาที่ใช้สารเคมี ไฟฟ้า หรือที่เกี่ยวข้องกับการชุบ สารเคมีบางตัวจะไม่เกิดผลโดยทันที ซึ่งคาดว่าจะน่าจะเป็นประโยชน์มากในการเรียนการสอน (สุพิชฌา สุพรรณสมบุรณ์, 2560 : สัมภาษณ์)

จะเห็นได้ว่า อาจารย์ผู้สอนมีความต้องการที่จะให้พัฒนาระบบการเรียนบนคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย โดยเห็นความสำคัญของการปูพื้นฐานด้านความปลอดภัยในการทำงานอย่างเป็นรูปธรรม และมีการออกแบบการเรียนการสอนที่ดี มีเนื้อหาที่เหมาะสม อันได้แก่ วิชาการใช้เครื่องมือ เนื่องจากเป็นพื้นฐานของการผลิตเครื่องประดับ ในต่างประเทศผู้เรียนจะต้องผ่านแบบทดสอบความพร้อมการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ก่อนจึงจะเริ่มเรียนภาคปฏิบัติได้

ตอนที่ 3 ผลการสำรวจสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

การสำรวจสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชา อัญมณีและเครื่องประดับ นำเสนอได้ดังต่อไปนี้

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

3.2 ประสพการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย

3.3 ประสพการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

3.4 สภาพและความต้องการที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

### 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามคือนักศึกษา มีจำนวนทั้งหมด 355 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง 271 คน คิดเป็นร้อยละ 76.3 และเพศชาย 84 คน คิดเป็นร้อยละ 23.7 กำลังศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 2 มากที่สุด จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 34.4 รองลงมาคือชั้นปีที่ 3 จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 31.5 ชั้นปีที่ 4 ขึ้นไป จำนวน 64 คน คิดเป็นร้อยละ 18.0 และชั้นปีที่ 1 จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 16.1 เป็นนักศึกษาที่เรียนอยู่ในสถาบันในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 40.6 และเป็นนักศึกษาที่เรียนอยู่ในสถาบันในต่างจังหวัดจำนวน 211 คน คิดเป็นร้อยละ 59.4

นักศึกษาส่วนใหญ่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย 292 คน คิดเป็นร้อยละ 82.3 มีคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook สำหรับใช้งานเป็นของตนเอง จำนวน 306 คน คิดเป็นร้อยละ 86.2 และมีแท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนสำหรับใช้งาน จำนวน 325 คน คิดเป็นร้อยละ 91.5 รายละเอียดดังตารางที่ 21

**ตารางที่ 21** ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวแปร	รายละเอียด	ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	84	23.7
	หญิง	271	76.3
ระดับชั้น	ชั้นปีที่ 1	57	16.1
	ชั้นปีที่ 2	122	34.4
	ชั้นปีที่ 3	112	31.5
	ตั้งแต่ชั้นปีที่ 4 ขึ้นไป	64	18.0
มหาวิทยาลัย	ต่างจังหวัด	211	59.4
	กรุงเทพฯ	144	40.6
การใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย	ใช้ได้	292	82.3
	ใช้ไม่ได้	63	17.7
คอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook สำหรับใช้งาน	มี	306	86.2
	ไม่มี	49	13.8
แท็บเล็ตหรือสมาร์ทโฟนสำหรับใช้งาน	มี	325	91.5
	ไม่มี	30	8.5

เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมถึงจำนวนนักศึกษาที่ไม่มีคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook สำหรับใช้งานเป็นของตนเอง 49 คน คิดเป็นร้อยละ 13.8 นักศึกษายังสามารถใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยได้ จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 85.7 ส่วนอีก 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14.3 ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยได้ รายละเอียดดังตารางที่ 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**ตารางที่ 22** ความถี่และร้อยละของการใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยของนักศึกษาที่ไม่มีคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook สำหรับใช้งานเป็นของตนเอง

การใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	ความถี่	ร้อยละ
ใช้ได้	42	85.7
ใช้ไม่ได้	7	14.3

### 3.2 ประสบการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย

การศึกษาประสบการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ไม่เคยมีประสบการณ์ จำนวน 224 คน คิดเป็นร้อยละ 63.1 ส่วนนักศึกษาที่เคยมีประสบการณ์เรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย มีจำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 36.9 โดยเมื่อพิจารณาถึงความสามารถในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของนักศึกษาที่เคยเรียนแล้วในภาพรวมพบว่า นักศึกษามีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 2.84, SD = 0.60) และเมื่อพิจารณาความสามารถในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยเป็นรายข้อ จะเห็นว่านักศึกษามีความสามารถในการหลีกเลี่ยงและป้องกัน ความสามารถในการสังเกตเห็นสภาพการณ์ที่อาจเกิดอันตราย ความสามารถในการคาดคะเนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากสภาพการณ์ปัจจุบัน การปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในการทำงานด้วยความเคร่งครัด และความตระหนักรู้ในความปลอดภัยในการทำงาน อยู่ในระดับปานกลางทั้งหมด (Mean = 2.85, 2.76, 2.84, 2.91, 2.85; SD = 0.81, 0.88, 0.82, 0.78, 0.72 ตามลำดับ) รายละเอียดดังตารางที่ 23

**ตารางที่ 23** ประสบการณ์ในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย

ประสบการณ์	ความถี่	ร้อยละ
เคย	131	36.9
ไม่เคย	224	63.1

**ตารางที่ 24** ระดับความสามารถของนักศึกษาที่เคยเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย

ความสามารถ	Mean	SD
ความสามารถในการหลีกเลี่ยงและป้องกันอันตราย	2.85	0.81
ความสามารถในการสังเกตเห็นสภาพการณ์ที่อาจเกิดอันตราย	2.76	0.88
ความสามารถในการคาดคะเนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากสภาพการณ์ปัจจุบัน	2.84	0.82
การปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในการทำงานด้วยความเคร่งครัด	2.91	0.78
ความตระหนักรู้ในความปลอดภัยในการทำงาน	2.85	0.72
ภาพรวม	2.84	0.60

### 3.3 ประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

การศึกษาเกี่ยวกับประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบของนักศึกษา พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เคยเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับระดับเนื้อหาหรือปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการ จำนวน 228 คน คิดเป็นร้อยละ 64.2 และเรียนด้วยบทเรียนที่มีการมอบหมายให้ปฏิบัติภาระงานเพื่อการเรียนรู้ จำนวน 258 คน คิดเป็นร้อยละ 72.7 แต่ยังไม่เคยเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ จำนวน 229 คน คิดเป็นร้อยละ 64.5 และยังไม่เคยเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่บูรณาการวิธีการเรียน 3 วิธี ในข้างต้นเข้าด้วยกัน จำนวน 261 คน คิดเป็นร้อยละ 73.5 รายละเอียดดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

วิธีการเรียน	ประสบการณ์	ความถี่	ร้อยละ
การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับระดับเนื้อหาหรือปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการ	เคย	228	64.2
	ไม่เคย	127	35.8
การเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์	เคย	126	35.5
	ไม่เคย	229	64.5
การเรียนด้วยบทเรียนที่มีการมอบหมายให้ปฏิบัติภาระงานเพื่อการเรียนรู้	เคย	258	72.7
	ไม่เคย	97	27.3
การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่บูรณาการวิธีการเรียน 3 วิธีในข้างต้นเข้าด้วยกัน	เคย	94	26.5
	ไม่เคย	261	73.5

### 3.4 สภาพและความต้องการที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

การวิเคราะห์สภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันของนักศึกษาที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง (Mean = 2.96, SD = 0.69) โดยนักศึกษาได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้สามารถสรุปสิ่งที่เรียนมาได้เมื่อจบบทเรียนมากที่สุด

(Mean = 3.17, SD = 1.10) รองลงมาคือการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่เริ่มบทเรียนใหม่อีกครั้งเมื่อใดก็ได้ (Mean = 3.12, SD = 1.09) การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่อธิบายขั้นตอนหรือแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะปฏิบัติงานแต่ละงาน (Mean = 3.10, SD = 1.02) การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ชี้แนะการเรียนรู้ที่คอยแนะนำถึงสิ่งที่ควรทำ ทางเลือก หรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์ (Mean = 3.08, SD = 1.01) และการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้การช่วยเหลืออย่างมากในการเรียนช่วงต้นและลดการสนับสนุนน้อยลงเมื่อมีความชำนาญมากขึ้น (Mean = 3.05, SD = 0.93)

การวิเคราะห์ความต้องการที่มีระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.00, SD = 0.72) เมื่อพิจารณาข้อรายการจะเห็นว่า นักศึกษาความต้องการในการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้สามารถสรุปสิ่งที่เรียนมาได้เมื่อจบบทเรียนมากที่สุด (Mean = 4.15, SD = 1.02) รองลงมาคือ การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่เริ่มบทเรียนใหม่อีกครั้งเมื่อใดก็ได้ (Mean = 4.10, SD = 0.93) การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่อธิบายขั้นตอนหรือแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะปฏิบัติงานแต่ละงาน (Mean = 4.06, SD = 0.98) การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีตัวช่วยเหลือที่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง (Mean = 4.04, SD = 0.93) และการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีแหล่งความรู้ทางทฤษฎีที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้เข้าถึงได้ตลอดเวลา (Mean = 4.04, SD = 0.96)

เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่มีระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาพบว่าทุกข้อรายการมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยจะเห็นว่า สภาพความต้องการมีค่าเฉลี่ยมากกว่าสภาพที่เป็นจริง และเมื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นด้วยดัชนี  $PNI_{modified}$  เพื่อระบุความต้องการจำเป็นแล้วพบว่า นักศึกษามีความต้องการจำเป็นในการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ประเมินและวินิจฉัยระดับความรู้ก่อนเรียนแต่ละหัวข้อเป็นอันดับแรก รองลงมาคือการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้เลือกเรียนหัวข้อไหนก่อนก็ได้ตามที่ต้องการ การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้เลือกทำกิจกรรมใดก็ได้ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับระดับความยากของเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการ การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่แสดงการสาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็นก่อนลงมือปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ฝึกฝนทักษะย่อย ๆ แต่ละทักษะได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการจนกว่าจะเกิดความชำนาญ และการเรียนรู้ด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีตัวช่วยเหลือที่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 26

**ตารางที่ 26** สภาพและความต้องการที่มีต่อระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย

ข้อความ	สภาพจริง		สภาพที่ต้องการ		t	sig	ความต้องการจำเป็น	
	Mean	SD	Mean	SD			PNI	อันดับ
4. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ประเมินและวินิจฉัยระดับความรู้ของท่านก่อนเรียนแต่ละหัวข้อ	2.73	0.96	3.90	0.92	19.94	0.00	0.43	1
6. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านเลือกเรียนหัวข้อไหนก่อนก็ได้ตามที่ท่านต้องการ	2.81	1.09	3.96	1.02	17.23	0.00	0.41	2
7. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านเลือกทำกิจกรรมใดก็ได้ ที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน	2.86	1.05	3.96	0.98	16.55	0.00	0.39	3
5. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการของท่าน	2.90	1.03	4.00	0.93	16.92	0.00	0.38	4
10. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่แสดงการสาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็น ก่อนให้ท่านลงมือปฏิบัติงาน	2.94	1.02	4.02	0.97	19.40	0.00	0.37	5
12. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านฝึกฝนทักษะย่อย ๆ แต่ละทักษะได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการจนกว่าจะเกิดความชำนาญ	2.92	1.01	4.01	0.95	18.66	0.00	0.37	5
19. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีตัวช่วยเหลือที่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบให้ท่าน ทำให้ท่านสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง	2.95	1.04	4.04	0.93	17.88	0.00	0.37	5
1. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทราบภาพรวมของเนื้อหาและเป้าหมายของการเรียนก่อนเริ่มเรียน	2.94	0.96	4.00	0.95	17.82	0.00	0.36	8
2. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทราบว่าสิ่งที่กำลังจะเรียนมีความสำคัญและน่าสนใจ	2.95	0.90	4.02	0.94	17.20	0.00	0.36	8
11. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านฝึกหัดทักษะย่อย ๆ แต่ละทักษะก่อน แล้วจึงให้ท่านปฏิบัติงานซับซ้อนที่ต้องใช้ทักษะย่อย ๆ เหล่านั้นรวมเข้าด้วยกัน	2.91	0.99	3.95	0.99	17.34	0.00	0.36	8
13. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทดลองได้ว่าหากลองเปลี่ยนเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานจะส่งผลอย่างไร	2.92	0.99	3.97	0.93	17.89	0.00	0.36	8
8. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้คำแนะนำในการเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีกับภาคปฏิบัติ	2.96	1.00	4.00	0.96	17.45	0.00	0.35	12
15. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีแหล่งความรู้ทางทฤษฎีที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้ท่านเข้าถึงได้ตลอดเวลา	2.99	0.97	4.04	0.96	17.24	0.00	0.35	12
21. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทราบความก้าวหน้าของการเรียนของท่านระหว่างการเรียน	2.95	1.06	3.98	0.98	16.30	0.00	0.35	12
22. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ได้ชี้แนะให้ท่านได้สะท้อนคิดถึงปัญหา ความสำคัญของปัญหานั้น	2.92	1.01	3.94	1.00	16.28	0.00	0.35	12

ข้อความ	สภาพจริง		สภาพที่ต้องการ		t	sig	ความต้องการจำเป็น	
	Mean	SD	Mean	SD			PNI	อันดับ
รวมไปถึงสมมติฐาน เหตุผลของการตั้งสมมติฐาน และผลของการทดสอบสมมติฐานนั้น								
23. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ข้อมูลสะท้อนกลับที่สะท้อนถึงคุณภาพของกระบวนการในการแก้ปัญหาของท่านภายหลังการเรียน	2.94	1.03	3.96	1.00	16.81	0.00	0.35	12
18. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่ท่าน เมื่อเกิดข้อผิดพลาด โดยแสดงสาเหตุ วิถีหลีกเลี่ยง และแนวทางแก้ไข	2.98	1.00	3.99	0.94	17.36	0.00	0.34	17
20. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการโต้ตอบกับท่านแบบมีปฏิสัมพันธ์	2.94	1.09	3.94	0.96	15.76	0.00	0.34	17
14. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างระหว่างการปฏิบัติงาน	3.00	1.00	4.00	0.96	17.22	0.00	0.33	19
3. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทราบกฎกติกาและทิศทางของบทเรียนก่อนเริ่มเรียน	2.94	0.94	3.88	0.96	15.81	0.00	0.32	20
9. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่อธิบายขั้นตอนหรือแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะปฏิบัติงานแต่ละงาน	3.10	1.02	4.06	0.98	16.88	0.00	0.31	21
16. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้การช่วยเหลือแก่ท่านอย่างมากในการเรียนช่วงต้นและลดการสนับสนุนน้อยลงเมื่อท่านมีความชำนาญมากขึ้น	3.05	0.93	3.99	0.95	16.13	0.00	0.31	21
24. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่เริ่มบทเรียนใหม่อีกครั้งเมื่อใดก็ได้	3.12	1.09	4.10	0.93	16.54	0.00	0.31	21
25. ท่านได้เรียนด้วย สื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านสามารถสรุปสิ่งที่เรียนมาได้ เมื่อจบบทเรียน	3.17	1.10	4.15	1.02	15.60	0.00	0.31	21
17. ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ชี้แนะการเรียนรู้อย่างคอยแนะนำถึงสิ่งที่ควรทำ ทางเลือก หรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์	3.08	1.01	4.01	0.99	15.03	0.00	0.30	25
ภาพรวม	2.96	0.69	4.00	0.72	24.61	0.00		

\*  $PNI_{modified} = (I - D) / D$  เมื่อ I คือ สภาพที่ต้องการ และ D สภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน

ข้อที่มีค่า  $PNI_{modified}$  มาก แสดงว่ามีความต้องการจำเป็นในระดับสูงมากกว่าข้อรายการที่มีค่าดัชนี  $PNI_{modified}$  น้อย



**ระยะที่ 2 ผลการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้สร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยสามารถนำเสนอได้เป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 ผลการประเมิน (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับโดยผู้เชี่ยวชาญ

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**ตอนที่ 1 (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

(ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ สามารถนำเสนอได้ ดังนี้

- 1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบฯ
- 1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ
- 1.3 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ
- 1.4 กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ
- 1.5 เงื่อนไขการนำระบบฯไปใช้

## 1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ปัญหาด้านความปลอดภัยในการทำงานของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นปัญหาที่ถูกละเลยและไม่ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรมมาเป็นเวลานาน การป้องกันอุบัติเหตุในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากอุบัติเหตุในการผลิตเครื่องประดับจะทำให้เกิดอันตรายต่อช่างฝีมือผู้ผลิตและสถานประกอบการแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุดิบที่มีราคาสูงและอาจไม่สามารถหามาทดแทนได้ แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาคือการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานคือการสร้างความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย ให้ผู้ปฏิบัติการได้มีความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับความปลอดภัยและความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในการทำงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนทัศนคติ อันจะส่งผลไปยังการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อไป

การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) สามารถนำมาใช้ในการสร้างความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่สร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ใช้สัญชาตญาณในการเรียนรู้ แก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำจากสถานการณ์แวดล้อมที่เสมือนจริง และสามารถแสดงแบบพฤติกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน โดยควบคุมให้ผู้เรียนมีสมาธิกับเนื้อหาทักษะที่ต้องเรียนรู้ และควบคุมไม่ให้เกิดปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่อาจรบกวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สภาพการทำงานและหาแนวทางหรือกระบวนการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ประยุกต์ทักษะจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยปราศจากความเสียหายจากอันตรายที่เกิดจากการลองผิดลองถูกในสภาพการทำงานจริง

การสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโอนความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย จำเป็นต้องมีออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-Component Instructional Design หรือ 4C/ID) เป็นหลักการที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาและถ่ายโอนความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยได้เป็นอย่างดี หลักการออกแบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบในการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) ซึ่งเป็นแกนหลักในการเรียนการสอน เป็นการมอบหมายกิจกรรมที่สัมพันธ์กับงานที่ต้องปฏิบัติในชีวิตจริงแบบองค์รวม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการแนวคิดทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ในการแก้ไขปัญหาตามสภาพจริง 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้

เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ สารสนเทศจะต้องถูกจัดอย่างเป็นระบบโดยผู้เรียนสามารถค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการออกแบบวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติภารกิจเป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและสิ่งที่ผู้เรียนต้องค้นหาเพิ่มเติมเพื่อปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศที่ขึ้นกับผู้เรียนก่อนที่จะลงมือเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ เป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงาน โดยให้สารสนเทศสั้น ๆ ที่ผู้เรียนต้องการในขณะที่ลงมือปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ และ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการทำให้แบบฝึกหัดเฉพาะในบางภารกิจส่วนย่อยที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะย่อย ๆ ที่ต้องทำซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นความชำนาญและมีความแม่นยำจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ การนำแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) มาใช้ร่วมกับการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ด้วยการติดตามกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิเคราะห์และประเมินความต้องการของผู้เรียน และปรับเหมาะเส้นทางการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ได้อย่างสอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เรียนมีการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้มากกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการจัดเรียงเส้นทางการเรียนแบบตายตัว

ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบที่พัฒนาขึ้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาและถ่ายโอนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ปลูกฝังผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างรากฐานให้ผู้เรียนได้ซึมซับถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยกระทั่งกลายเป็นพฤติกรรมนิสัย และสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติ เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนก่อนที่จะเข้าสู่อุตสาหกรรม อุตสาหกรรมและเครื่องประดับ และเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอุตสาหกรรมและเครื่องประดับให้ก้าวหน้าไปได้อย่างปลอดภัย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ มี 2 ข้อ ดังนี้

- 1) เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนได้นำระบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยให้กับนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมและเครื่องประดับ
- 2) เพื่อให้ผู้สอนมีองค์ประกอบและขั้นตอนที่ชัดเจนในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมและเครื่องประดับ

### 1.3 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนตามระบบฯ มี 5 ด้าน ดังนี้

**1) การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ** คือการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและปรับตัวเองได้ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนที่มีความแตกต่างกัน ระบบจะทำการวิเคราะห์ผู้เรียนจากข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบผู้เรียนระหว่างเรียน ว่าผู้เรียนขาดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในด้านใด และนำเสนอบทเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเองได้

**2) การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ** คือรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยจากบทเรียนไปสู่การทำงานในสถานการณ์จริง ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) เป็นแกนหลักในการเรียนการสอน ด้วยการมอบหมายกิจกรรมที่สัมพันธ์กับงานที่ต้องปฏิบัติและแก้ปัญหาในชีวิตจริง มุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการแนวคิดทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ทักษะ เจตคติ และกลยุทธ์ทางพุทธิปัญญาในการแก้ไขปัญหาตามสภาพจริง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยจัดเรียงให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติภารกิจที่มีความซับซ้อนน้อยและมีการช่วยเหลือผู้เรียนมากก่อน แล้วค่อยปฏิบัติภารกิจที่มีความซับซ้อนมากและมีการช่วยเหลือแก่ผู้เรียนน้อยต่อไป จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศที่ชี้นำผู้เรียนก่อนที่จะลงมือเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ เป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงาน โดยให้สารสนเทศสั้น ๆ ที่ผู้เรียนต้องการในขณะที่ลงมือปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ และ 4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการทำให้แบบฝึกหัดเฉพาะในบางกรณี ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะย่อย ๆ ที่ต้องทำซ้ำ ๆ ทำให้เกิดความชำนาญ และแม่นยำ จนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ

**3) เครื่องมือ** คือระบบการบริหารจัดการข้อมูลและเนื้อหา ทดสอบและประเมินผลการเรียนของผู้เรียน และปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน โดยแสดงผลในรูปแบบของการจำลองขั้นตอนในการผลิตเครื่องประดับที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำการทดลองสำรวจวิธีการ หรือขั้นตอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้เห็นผลลัพธ์ที่หลากหลายจากการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานเกิดปฏิกริยาต่อกันอย่างไร ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและเกิดการเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และช่วยให้เกิดการประยุกต์ทักษะจาก

สถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ โดยผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับระบบผ่านตัวละครผู้ชี้แนะการเรียนรู้

**4) การวัดและประเมินผล** คือการใช้แบบวัดและเกณฑ์ประเมินผลเพื่อวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานของผู้เรียน สามารถประเมินผลได้ 2 วิธี คือ การประเมินด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งเป็นแบบวัดแบบ Likert Scale มี 5 ระดับสำหรับให้ผู้เรียนประเมินตนเอง และ ประเมินจากการสะท้อนคิดของผู้เรียน

#### 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง

5.1 ผู้สอน ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ให้คำแนะนำช่วยเหลือ กระตุ้นความคิดของผู้เรียน และจัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

5.2 ผู้เรียน ต้องมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียน มีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน

5.3 เจ้าหน้าที่สนับสนุนด้านเทคนิค ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้สอนในการให้การสนับสนุนด้านทรัพยากรเทคโนโลยีต่าง ๆ เมื่อต้องการ

### 1.4 กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ มีรายละเอียด ดังนี้

#### ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบการจำลองขั้นตอนบนคอมพิวเตอร์ การนำเข้าสู่บทเรียนจึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนอย่างชัดเจน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียน โดยมีตัวละครผู้ชี้แนะเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน มีขั้นตอนย่อยดังนี้

1.1) นำเสนอภาพรวมของแนวคิดของบทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะบรรยายให้ผู้เรียนเห็นบริบทของเหตุการณ์ที่จำลองขึ้น ว่าผู้เรียนกำลังอยู่ในห้องปฏิบัติการผลิตเครื่องประดับ และกำลังจะดำเนินการผลิตเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง เป็นการบอกให้ผู้เรียนรู่วงหน้าว่าบทเรียนที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนอยู่ในรูปแบบของการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ

1.2) อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าระบบจะนำพาผู้เรียนให้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับที่ละขั้นตอนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่กำหนด โดยจะมีตัวละครผู้ชี้แนะเป็นผู้ชี้แนะในการปฏิบัติและจะนำพาผู้เรียนไปตลอดจนจบบทเรียน เมื่อจบบทเรียนผู้เรียนจะได้ชิ้นงานเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง

การนำเสนอภาพรวมของแนวคิดและอธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน เป็นการสร้างความเชื่อในสถานการณ์ให้กับผู้เรียนและเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้

## ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

การทดสอบก่อนเรียนมีจุดประสงค์เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าสถานการณ์จำลองที่ผู้เรียนกำลังจะเผชิญคือขั้นตอนแรกของการผลิตเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง และมอบภารกิจการเรียนรู้ให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองการผลิตเครื่องประดับชิ้นตอนนั้น โดยตัวละครผู้ชี้แนะจะนำเสนอสารสนเทศกระบวนการซึ่งก็คือแนะนำขั้นตอนในการผลิตทีละขั้นตอนย่อย แต่จะไม่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อเป็นการทดสอบและประเมินว่าผู้เรียนขาดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานด้านใดบ้าง โดยมีรายละเอียดการประเมิน ดังนี้

### 2.1 ประเมิน “ความตระหนักต่อสภาพแวดล้อม” โดยใช้ตัวชี้วัด ดังนี้

2.1.1 ผู้เรียนตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

2.1.2 ผู้เรียนจัดระเบียบสถานที่ทำงานให้เรียบร้อยก่อนเริ่มทำงาน

2.1.3 ผู้เรียนให้ความระมัดระวังกับเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างทำงาน

2.1.3 ผู้เรียนจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย

### 2.2 ประเมิน “ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่” โดยใช้ตัวชี้วัด ดังนี้

2.2.1 ผู้เรียนใช้อุปกรณ์เครื่องมือถูกต้องตามประเภทของงาน

2.2.2 ผู้เรียนใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลระหว่างทำงาน

2.2.3 ผู้เรียนทำความสะอาดและจัดระเบียบบริเวณที่ทำงานหลังทำงาน

### 2.3 ประเมิน “ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ” โดยใช้ตัวชี้วัด ดังนี้

2.3.1 ผู้เรียนศึกษากฎระเบียบข้อบังคับก่อนทำงาน

2.3.2 ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับระหว่างทำงาน

2.3.3 ผู้เรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ ก่อนใช้งาน

2.3.4 ผู้เรียนศึกษาฉลากสารเคมีก่อนใช้งาน

เมื่อผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนขั้นนี้ได้สำเร็จ ระบบจะทำการประเมินความตระหนักของผู้เรียนในแต่ละด้านตามตัวชี้วัดข้างต้น โดยมีเกณฑ์พิจารณา คือ ผู้เรียนต้องสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดทุกข้อในด้านนั้นถึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งจะทำให้สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 8 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่

ตารางที่ 27 กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน

กลุ่มผู้เรียน	ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ
1	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
2	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
3	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
4	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานในด้านย่อยใด หมายถึงผู้เรียนมีความตระหนักในด้านนั้นไม่เพียงพอ ระบบจะทำการคัดเลือกบทเรียนที่ผู้เรียนต้องเรียนเสริมและนำเสนอบทเรียนนั้นให้กับผู้เรียนได้เรียนและฝึกฝนเพิ่มเติมต่อไป

### ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ

ตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่ากระบวนการเรียนการสอนในขณะนี้เป็นการฝึกการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับขั้นตอนย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถผลิตเครื่องประดับได้อย่างปลอดภัย

ในขณะนี้ โครงสร้างของแต่ละขั้นตอนย่อยมี “สถานการณ์ปกติ” เป็นแกนหลักในการดำเนินบทเรียน และมีสถานการณ์เสริม 3 ประเภท ได้แก่ 1) สถานการณ์เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย 2) สถานการณ์จำลองเสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติบทบาทหน้าที่ควรกระทำ และ 3) สถานการณ์จำลองเสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับ เสริมเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติตามความเหมาะสม โดยเส้นทางการเรียนจะมีทั้งหมด 8 เส้นทางตามการแบ่งกลุ่มของผู้เรียนดังนี้

ตารางที่ 28 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน

เส้นทาง การ เรียน	สถานการณ์เสริมเน้น สภาพการทำงานที่ เป็นอันตราย	สถานการณ์เสริมเน้น บทบาทหน้าที่ความ รับผิดชอบ	สถานการณ์เสริมเน้น กฎระเบียบข้อบังคับ	สถานการณ์ ปกติ
1	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
2	เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
3	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
4	เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน
5	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
6	ไม่เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
7	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
8	ไม่เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน

ผู้เรียนที่ผ่านการประเมินทุกด้าน คือผู้เรียนที่ไม่ได้ขาดความตระหนักในด้านใดเลย ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนผลิตเครื่องประดับตามเส้นทางสถานการณ์ปกติตลอดเส้นทาง โดยไม่ต้องเรียนเพิ่มเติมด้วยสถานการณ์เสริมอื่น ๆ แต่หากผู้เรียนได้รับการประเมินว่าผู้เรียนขาดความตระหนักในด้านใด ระบบจะปรับเหมาะบทเรียนให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนในสถานการณ์ที่เสริมความตระหนักในด้านนั้น ๆ ก่อนเข้าสู่สถานการณ์ปกติ โดยจะเริ่มสถานการณ์เสริมด้วยการเกิดอุบัติเหตุหรือเกิดข้อผิดพลาดจากการทำงานเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยมีตัวละครผู้ชี้แนะให้ความช่วยเหลือและสนับสนุน จากนั้นระบบจะนำพาผู้เรียนเข้าสู่สถานการณ์ปกติที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับขั้นตอนนั้นตามปกติ ดังตัวอย่างที่แสดงใน ภาพที่ 25





ภาพที่ 25 แสดงตัวอย่างรายละเอียดสถานการณ์ในเส้นทางการเรียนแบบปรับเหมาะ

ในแต่ละขั้นตอนย่อยของการผลิตเครื่องประดับ ระบบจะปรับเหมาะสถานการณ์เสริมให้สอดคล้องกับผลการประเมินของผู้เรียนตลอดเส้นทางการเรียน การที่ผู้เรียนได้ประสบกับสถานการณ์จำลองที่เป็นอันตรายในรูปแบบที่แตกต่างหลากหลายจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างทางความคิดจากการอุปนัย โดยมีตัวละครผู้ชี้แนะให้การสนับสนุนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองที่เป็นอันตรายต่าง ๆ โดยในช่วงต้นของภารกิจการเรียนรู้ระยะนี้ ในขณะที่ผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองที่เป็นอันตราย ตัวละครผู้ชี้แนะจะให้การสนับสนุนการแก้ปัญหาด้วยการสาธิตทักษะที่จำเป็นและอธิบายความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหานั้น ๆ ต่อมา

ในช่วงกลางของภารกิจการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเริ่มมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ตัวละครผู้ชี้แนะจะปรับลดการสนับสนุน โดยให้การสนับสนุนเป็นการแนะนำวิธีการแก้ปัญหา และในช่วงปลายของภารกิจการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์และความชำนาญในการแก้ปัญหามากขึ้น ระดับของการให้การสนับสนุนจะปรับลดลงเป็นการใช้คำถามกระตุ้นเตือน

#### ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้

การสะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้ (Reflect-Connect-Apply) เป็นภารกิจเพื่อการเรียนรู้ที่เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และเจตคติจากการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน กับประสบการณ์ในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในชีวิต นำไปสู่องค์ความรู้ใหม่ที่คงทนในระยะยาว โดยมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการสะท้อนคิด “ในการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับที่ผ่านมา มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นหลายอย่าง อุบัติเหตุครั้งไหนที่ท่านคิดว่าอันตรายที่สุดและเพราะเหตุใด” เพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกหรือมุมมองถึงการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

4.2 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยง “ในการปฏิบัติการผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริงที่ผ่านมา มีเหตุการณ์ไหนบ้างที่ท่านคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน รายละเอียดสถานการณ์นั้นเป็นอย่างไร” เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนในระบบ

4.3 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการปรับใช้ “ในอนาคต ท่านจะมีวิธีปฏิบัติตนอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถผลิตเครื่องประดับได้อย่างปลอดภัย” เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนนำไปปรับใช้ในการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต

#### ขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง

การปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเองเป็นภารกิจเพื่อการเรียนรู้สุดท้าย โดยระบบนำเสนอสถานการณ์ให้กับผู้เรียนว่าผู้เรียนกำลังจะปฏิบัติขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตเครื่องประดับ โดยสถานการณ์จะประกอบด้วย 1) สถานการณ์ที่มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตราย 2) สถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหา และ 3) สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับ ระบบจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าเป้าหมายคือการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ต้องการ ระบบจะแนะนำขั้นตอนการผลิต

เครื่องประดับโดยผู้เรียนจะต้องค้นหาวิธีแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยด้วยตัวเองทั้งหมด ภารกิจสิ้นสุดเมื่อผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนจนได้ชิ้นงานเครื่องประดับที่กำหนด

## ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน

ระบบนำเสนอผลประเมินจากการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเองให้กับผู้เรียนว่าผู้เรียนได้ขอความช่วยเหลือเป็นจำนวนทั้งหมดกี่ครั้ง ผู้เรียนสามารถปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเองซ้ำอีกครั้งหากต้องการ หากผู้เรียนเลือกที่จะจบบทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะจะสรุปบทเรียนให้กับผู้เรียน

### 1.5 เงื่อนไขการนำระบบฯไปใช้

การนำระบบฯไปใช้มีเงื่อนไข ดังนี้

1) ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมีความสามารถเบื้องต้นในการใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต และสามารถเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตได้

2) การใช้ระบบฯจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้เมื่อได้รับความร่วมมือและการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ดังนั้นผู้สอนที่นำระบบฯไปใช้ ควรมีการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการ ขั้นตอน และกิจกรรมการเรียนในระบบที่จะเกิดขึ้นให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการนำระบบนี้ไปใช้

3) ในกรณีที่ผู้สอนมีความสามารถเกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษาที่จำกัด อาจต้องมีความร่วมมือระหว่างผู้ช่วยสอนที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษาเพื่อให้ข้อมูลหรือดูแลและตรวจสอบคุณภาพร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการประเมิน (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินรับรอง (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนฯ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่านสามารถนำเสนอได้ ดังนี้

- 2.1 ความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ
- 2.2 ความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ
- 2.3 ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ
- 2.4 ความเหมาะสมของการใช้งานระบบฯ
- 2.5 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

## 2.1 ความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับภาพรวมของร่างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.49 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่าวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ และกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ในขณะที่หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบฯ และเงื่อนไขการนำระบบฯ ไปใช้ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 29 ดังนี้

**ตารางที่ 29** แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7			
1. หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบ	2	5	5	5	4	5	4	4.29	1.11	เหมาะสมมาก
2. วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ	4	5	5	5	5	4	4	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
3. องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ	4	5	4	5	5	5	4	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
4. กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ	5	5	5	5	5	5	3	4.71	0.76	เหมาะสมมากที่สุด
5. เงื่อนไขการนำระบบฯ ไปใช้	3	5	5	5	4	5	3	4.29	0.95	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>								<b>4.49</b>	<b>0.78</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

## 2.2 ความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.37 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ในขณะที่ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เครื่องมือ การวัดและประเมินผล และบทบาทผู้เกี่ยวข้อง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 30 ดังนี้

ตารางที่ 30 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7			
1.การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ	4	5	5	5	5	4	4	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2.การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ	3	5	4	5	5	4	4	4.29	0.76	เหมาะสมมาก
3.เครื่องมือ	3	5	5	5	5	4	4	4.43	0.79	เหมาะสมมาก
4.การวัดและประเมินผล	3	5	5	5	4	4	3	4.14	0.90	เหมาะสมมาก
5.บทบาทผู้เกี่ยวข้อง	4	5	4	5	5	5	3	4.43	0.79	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม								4.37	0.73	เหมาะสมมาก

## 2.3 ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้ และขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ในขณะที่กระบวนการเรียนการสอน ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 31 ดังนี้

ตารางที่ 31 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7			
ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน	4	5	5	5	5	5	4	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน	4	5	5	5	5	5	4	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ	4	5	5	5	5	5	4	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้	4	5	5	5	5	5	4	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง	4	5	5	5	5	5	4	4.71	0.49	เหมาะสมมากที่สุด
ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน	3	5	5	5	5	5	3	4.43	0.98	เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยในภาพรวม								4.67	0.57	เหมาะสมมากที่สุด

## 2.4 ความเหมาะสมของการใช้งานระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมของของการใช้งานระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.29 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า ระบบฯที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้จริง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมากที่สุด ในขณะที่ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระบบฯ และรูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้จริง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 32 ดังนี้

ตารางที่ 32 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่							Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5	6	7			
1. ระบบฯที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้จริง	4	5	5	5	5	4	4	4.57	0.53	เหมาะสมมากที่สุด
2. ระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระบบฯ มีความเหมาะสม	4	5	4	5	4	3	3	4.00	0.82	เหมาะสมมาก
3. รูปแบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้จริง	3	5	5	5	4	4	4	4.29	0.76	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>								<b>4.29</b>	<b>0.72</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

## 2.5 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย สามารถแสดงได้ในตารางที่ 33 ดังนี้

**ตารางที่ 33** แสดงรายละเอียดข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะ	แนวทางการปรับปรุง
1. เรียบเรียงการเขียนหลักการและแนวคิด พื้นฐานให้ชัดเจน ปรับแก้คำศัพท์ให้เหมาะสม	1. ปรับแก้เรียบเรียงการเขียนหลักการและ แนวคิดพื้นฐานตามคำแนะนำ
2. บทบาทหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง ควรเพิ่ม เจ้าหน้าที่สนับสนุน ในการช่วยเหลือผู้สอนในด้านเทคนิค	2. เพิ่มเจ้าหน้าที่สนับสนุนในบทบาทหน้าที่ ผู้เกี่ยวข้อง



### ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตาม หลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ สามารถนำเสนอได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย ในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย ในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตาม เส้นทางการศึกษา

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน จาก การ เรียน ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่ อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ ด้านความปลอดภัย

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

วิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยใน การ ทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของ ผู้เรียน

การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ เรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียน พิจารณาจาก ข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่

1.1 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัด พฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

1.2 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากแบบวัดความตระหนักด้าน ความปลอดภัยในการทำงาน

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

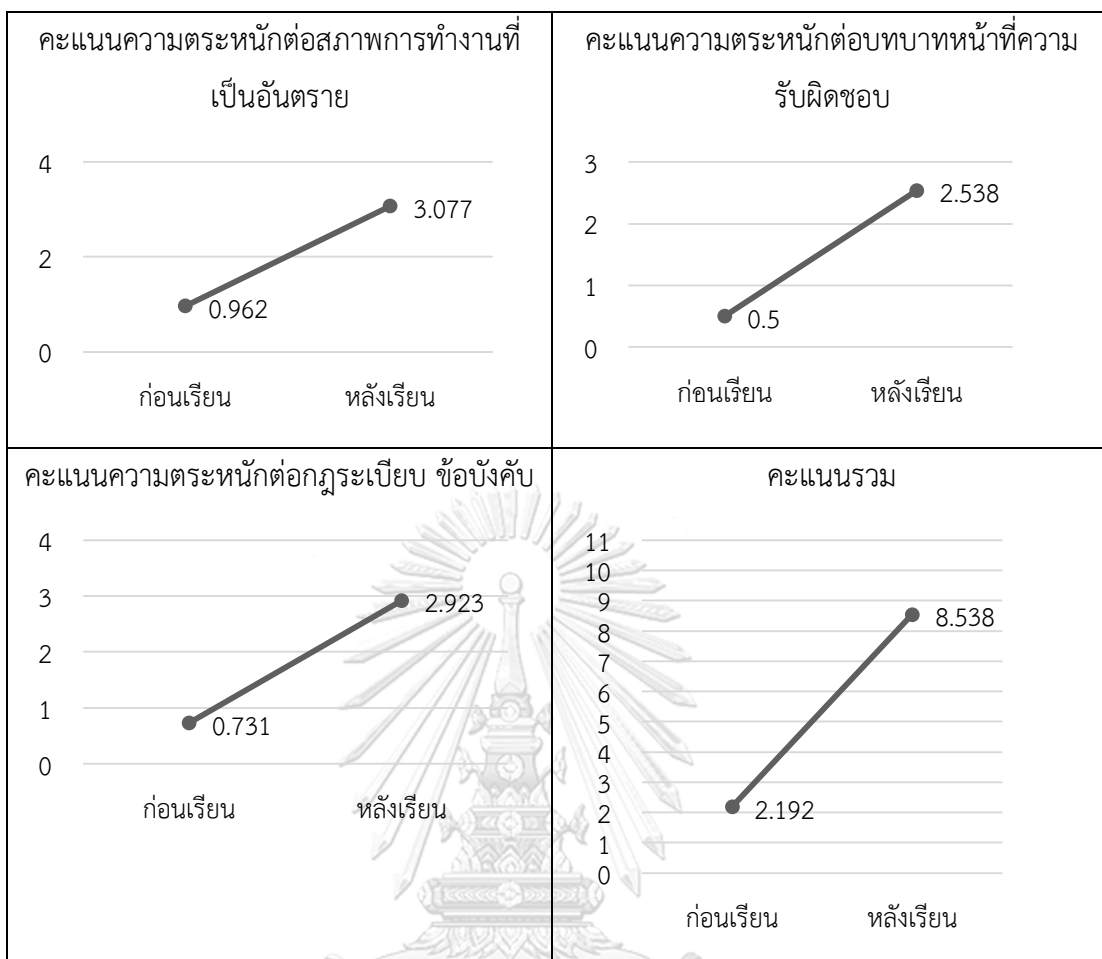
### 1.1 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัด พฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามตัวชี้วัด ได้แก่ ความตระหนักต่อสภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกตัวชี้วัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 34** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

คะแนนความตระหนัก	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Levene's test	sig	t	sig	สรุปผล
ด้านสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	ก่อนเรียน	4	.962	1.248	.306	.129	7.896	.000*	หลัง
	หลังเรียน		3.077	1.055					
ด้านบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	ก่อนเรียน	3	.500	1.105	.373	.060	10.009	.000*	หลัง
	หลังเรียน		2.538	.582					
ด้านกฎระเบียบข้อบังคับ	ก่อนเรียน	4	.731	1.485	.448	.022	7.748	.000*	หลัง
	หลังเรียน		2.923	1.230					
คะแนนรวม	ก่อนเรียน	11	2.192	2.623	.436	.026	11.741	.000*	หลัง
	หลังเรียน		8.538	2.565					

\* p < .05



ภาพที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

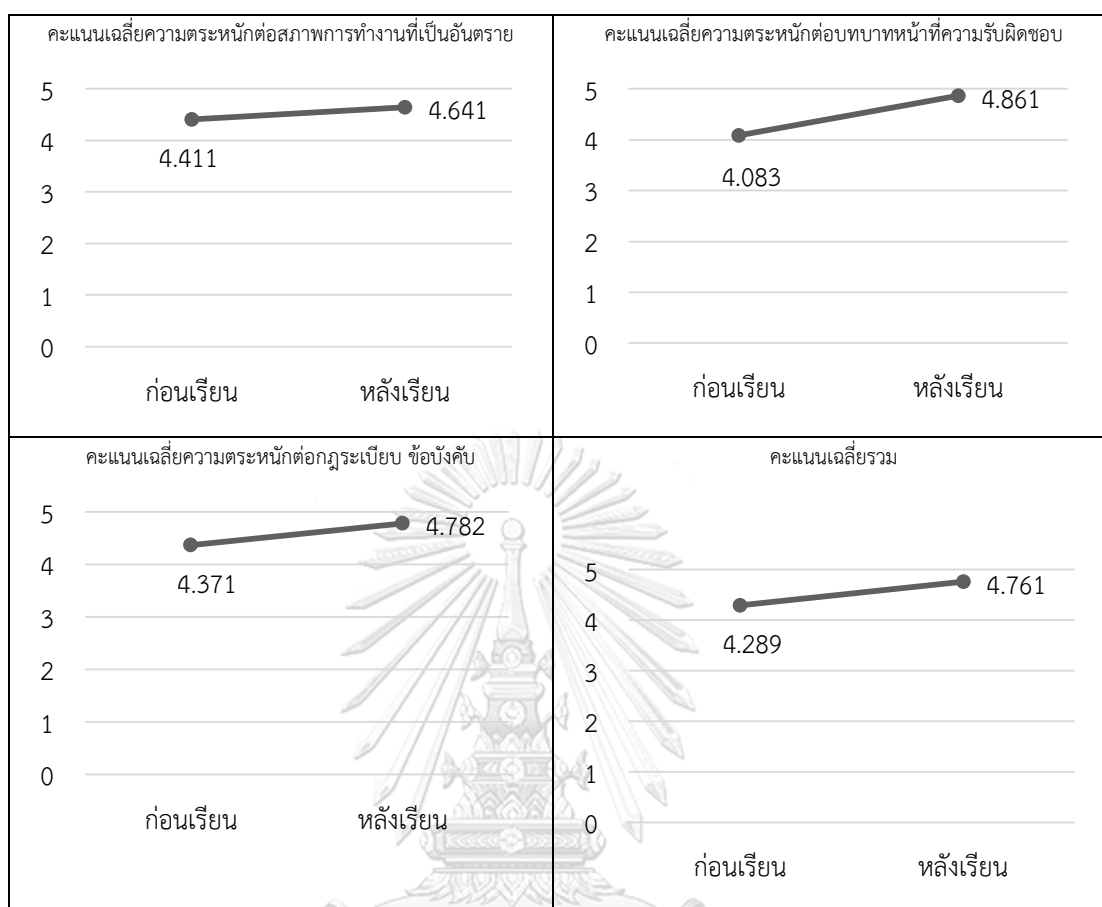
## 1.2 คะแนนความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากแบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ตามความคิดเห็นของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาตามตัวชี้วัด ได้แก่ ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกตัวชี้วัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตารางที่ 35** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ

คะแนน	การ	คะแนน	Mean	SD	Levene's	sig	t	sig	สรุป
ความตระหนัก	ทดสอบ	เต็ม			test				ผล
ด้านสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	ก่อนเรียน	5	4.411	.473	.476	.014	2.581	.016*	หลัง > ก่อน
	หลังเรียน		4.641	.410					
ด้านบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	ก่อนเรียน	5	4.083	.402	.324	.107	10.286	.000*	หลัง > ก่อน
	หลังเรียน		4.861	.194					
ด้านกฎระเบียบข้อบังคับ	ก่อนเรียน	5	4.371	.568	.379	.056	3.907	.001*	หลัง > ก่อน
	หลังเรียน		4.782	.326					
คะแนนรวม	ก่อนเรียน	5	4.289	.402	.560	.003	7.214	.000*	หลัง > ก่อน
	หลังเรียน		4.761	.245					

\* p < .05



ภาพที่ 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า การนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นการนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบมาใช้ ช่วยให้ผู้เรียนมีความตระหนักด้านความปลอดภัยสูงขึ้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตามเส้นทางการเรียน

เส้นทางการเรียนแต่ละเส้นทางปรับเหมาะสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยการจำแนกกลุ่มผู้เรียนจำแนกด้วยการประเมินความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียนจากตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอนสามด้าน จึงทำให้สามารถจำแนกตัวอย่างวิจัย ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาอาชีวอนามัยและเครื่องประดับ จำนวน 26 คน ออกเป็นผู้เรียน 5 กลุ่ม จากความเป็นไปได้ทั้งหมด 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ขาดความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 65.3 กลุ่มที่ 2 ขาดความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย และความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 กลุ่มที่ 3 ขาดความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 กลุ่มที่ 4 ขาดความตระหนักรู้ต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 7.7 และกลุ่มที่ 5 ขาดความตระหนักรู้ต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 11.5 สำหรับกลุ่มผู้เรียนที่เหลืออีก 3 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ กลุ่มที่ 7 ขาดความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ และกลุ่มที่ 8 ผู้เรียนมีความตระหนักรู้ผ่านทุกตัวชี้วัด ไม่มีผู้เรียน ทำให้ในการทดลองครั้งนี้มีผู้เรียนทั้งหมด 5 กลุ่ม ด้วยกัน โดยที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับเส้นทางการเรียนที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 36 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียน จำนวนและร้อยละของผู้เรียน

เส้นทาง	สถานการณ์ เสริมเน้นสภาพ การทำงาน ที่เป็นอันตราย	สถานการณ์ เสริมเน้น บทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	สถานการณ์ เสริมเน้น กฎระเบียบ ข้อบังคับ	สถานการณ์ ปกติ	จำนวน ผู้เรียน	ร้อย ละ
1	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน	17	65.3
2	เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	2	7.7
3	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	2	7.7
4	เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	2	7.7
5	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	เรียน	3	11.5

ตารางที่ 36 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียน จำนวนและร้อยละของผู้เรียน (ต่อ)

เส้นทาง	สถานการณ์	สถานการณ์	สถานการณ์	สถานการณ์	จำนวน	ร้อยละ
การเรียน	เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ	ปกติ	ผู้เรียน	ละ
6	ไม่เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	0	0
7	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	0	0
8	ไม่เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	0	0
รวม					26	100

จากการจำแนกเส้นทางการเรียนดังกล่าว สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน จำแนกตามเส้นทางการเรียน โดยพิจารณาจากข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน และส่วนที่ 2 แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ได้ดังนี้

## 2.1 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน จำแนกตามเส้นทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ จากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน จำแนกตามเส้นทางการเรียน โดยใช้สถิติ one-way ANOVA พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $F=1.380$ ,  $sig=.275$ ) และเมื่อพิจารณาตามความตระหนักในแต่ละด้าน ได้แก่ ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในทุกด้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $F=1.531$ ,  $1.298$ ,  $1.204$ ;  $sig=.229$ ,  $.303$ ,  $.338$ )

**ตารางที่ 37** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ด้วยการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน จำแนกตามเส้นทางการเรียน

ตัวแปร	เส้นทางการเรียน	คะแนนเต็ม	Mean	SD	Levene's test	sig	F	sig
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	1	4	2.765	1.091	5.576	.003	1.531	.229
	2		4.000	.000				
	3		3.000	1.414				
	4		3.500	.707				
	5		4.000	.000				
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	1	3	2.412	.618	7.292	.001	1.298	.303
	2		3.000	.000				
	3		3.000	.000				
	4		3.000	.000				
	5		2.333	.577				
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ	1	4	2.588	1.278	5.236	.004	1.204	.338
	2		4.000	.000				
	3		3.000	1.414				
	4		4.000	.000				
	5		3.333	1.155				
คะแนนรวม	1	11	7.765	2.705	3.047	.040	1.380	.275
	2		11.000	.000				
	3		9.000	2.828				
	4		10.500	.707				
	5		9.667	1.528				

## 2.2 คะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จากแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จำแนกตามเส้นทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน จำแนกตามกลุ่ม โดยใช้สถิติ one-way ANOVA พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง



สถิติที่ระดับ .05 ( $F=.805$ ,  $sig=.535$ ) และเมื่อพิจารณาตามตัวชี้วัด ได้แก่ ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนในทุกตัวชี้วัดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $F=1.533$ , .668, 1.099;  $sig=.229$ , .621, .383)

**ตารางที่ 38** ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ด้วยแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัย จำแนกตามกลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่ม	คะแนน เต็ม	Mean	SD	Levene's test	sig	F	sig
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	1	5	4.608	.373	2.744	.056	1.533	.229
	2		5.000	.000				
	3		5.000	.000				
	4		4.750	.354				
	5		4.280	.672				
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	1	5	4.830	.213	1.86	.155	.668	.621
	2		4.955	.064				
	3		4.775	.318				
	4		5.000	.000				
	5		4.940	.052				
คะแนนเฉลี่ยความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ	1	5	4.834	.289	2.355	.087	1.099	.383
	2		4.750	.113				
	3		5.000	.000				
	4		4.585	.587				
	5		4.500	.500				
คะแนนเฉลี่ยรวม	1	5	4.757	.239	1.518	.233	.805	.535
	2		4.900	.014				
	3		4.925	.106				
	4		4.780	.311				
	5		4.573	.370				

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนด้วยเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมจากการปรับเหมาะของระบบส่งผลให้ผู้เรียนในทุกเส้นทางการเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้ไม่แตกต่างกันในทุกเส้นทางการเรียน

### ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพการเขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน จากการเรียน ด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่ องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพในการสะท้อนคิด การเชื่อมโยง และการปรับใช้ของผู้เรียน หลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน สี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย ใช้การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ แบ่ง ออกเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

3.1 การสะท้อนคิดถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน

3.2 การเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์จริง

3.3 การนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริง

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 3.1 การสะท้อนคิดถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน

การวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ ใช้คำถามให้ผู้เรียนได้สะท้อนการคิดเกี่ยวกับความตระหนัก ด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้คำถามว่า ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้เรียน มีอุบัติเหตุ เกิดขึ้นหลายอย่างจากการผลิตเครื่องประดับ อุบัติเหตุครั้งไหนที่ท่านคิดว่าอันตรายที่สุดและเพราะ เหตุใด โดยจากคำถามนี้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักต่อ กฎระเบียบ ข้อบังคับ

##### 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย

ผู้เรียนสามารถสะท้อนคิดถึงสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย โดยผู้เรียนคิดว่าอุบัติเหตุที่ สะท้อนถึงสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย คือ การใช้ไม่ใส่ใจในการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เผลอ นำไฟแช็คไปวางไว้ใกล้หัวเตาแก๊สที่ใช้จุดไฟ โดยไฟแช็คเป็นวัตถุนำไฟที่สามารถทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ได้

“จุดไฟแล้วไม่ได้เก็บไฟแช็ค วางไว้ใกล้ ๆ หัวไฟ แล้วมันระเบิดเพราะว่าถ้าเกิดขึ้น จริง ๆ มันอันตรายมากอาจจะไม่ใช่แค่เราที่ได้รับบาดเจ็บเพื่อน ๆ หรือคนรอบข้างอาจจะได้รับ บาดเจ็บไปด้วย”

(ผู้เรียนคนที่ 15)

“จุดไฟเช้คกับหัวแก๊ส เพราะ ถ้าเราลืมปิดหัวแก๊สอาจเกิดไฟไหม้ได้ หรือไปโดนไฟ  
เช้คก็จะมีระเบิดได้เช่นกัน”

(ผู้เรียนคนที่ 22)

“อุบัติเหตุตอนที่ไฟเช้ควางอยู่ใกล้ที่จุดแก๊ส เพราะว่าถ้าเกิดวางไว้ไม่ไกลจากที่จุดแก๊ส  
อาจทำให้ไฟเช้คระเบิด และเกิดอันตรายที่ร้ายแรงได้”

(ผู้เรียนคนที่ 25)

## 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

ผู้เรียนสามารถสะท้อนคิดถึงอุบัติเหตุที่เกิดจากการไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ  
โดยผู้เรียนคิดสะท้อนคิดเกี่ยวกับการไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันตัวเอง ทำให้ร่างกายได้รับบาดเจ็บได้

“แเซ้ขี้งานลงน้ำกรดแล้วน้ำกรดกระเด็นเข้าตาเพราะไม่ได้ใส่แว่น”

(ผู้เรียนคนที่ 15)

“เหตุการณ์ตอนเผาแผ่นเงินที่ร้อนมาก วางไว้ตรงแผ่นหิน แล้วเอามือเปล่าไปจับ  
โดยไม่ได้ใช้แหวนหนีบ ทำให้นิ้วมือง”

(ผู้เรียนคนที่ 25)

## 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ

ผู้เรียนสามารถสะท้อนคิดถึงความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ โดยผู้เรียนคิดว่า  
อุบัติเหตุที่สะท้อนถึงการขาดความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ คือ การ ไม่ปฏิบัติตามวิธีการ  
หรือแนวทางที่กำหนดไว้ เช่น การเปิดวาล์วแก๊สทิ้งไว้ โดยไม่ปิดหลังการใช้งาน และไม่จัดระบบการ  
ทำงานในขณะที่ปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดอันตรายได้

“การเปิดปิดวาล์วแก๊ส ตามที่คู่มือบอก ถ้าไม่ปิดทุกครั้งหลังใช้งานอาจก่อให้เกิด  
อันตรายจากการไฟไหม้ได้”

(ผู้เรียนคนที่ 13)

“เพราะไม่ได้อ่านป้ายเตือนที่เครื่องชั่งก่อนใช้งาน เวลาชั่งงาน เลยกินหลุดกระเด็น  
ใส่เรา”

(ผู้เรียนคนที่ 24)

### 3.2 การเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์จริง

การวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ ใช้คำถามให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์จริงเกี่ยวกับความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้คำถามว่า ขอให้ท่านทบทวนเหตุการณ์ในชีวิตจริง ในเวลาที่ท่านผลิตเครื่องประดับ มีเหตุการณ์ไหนบ้างที่ท่านคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ รายละเอียดสถานการณ์นั้นเป็นอย่างไร โดยจากคำถามนี้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์จริงเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ

#### 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับสภาพการทำงานที่เป็นไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยเหตุการณ์ที่ผู้เรียนคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการปฏิบัติงานในด้านสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย คือ การทำงานในสภาพที่ไม่เป็นระเบียบ การใช้งานอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

“ใช้ไฟรด้อมขั้วงานแต่สวมชั้นหัวสว่านไม่แน่น ทำให้เกือบหลุดกระเด็นเข้าสู่ตัวเอง”

(ผู้เรียนคนที่ 1)

“มีอยู่ครั้งหนึ่ง หัวไฟของเพื่อนเป่ามาทางโต๊ะเรา แล้วโต๊ะเรารก ไปโดนกองกระดาษเกือบไฟไหม้”

(ผู้เรียนคนที่ 3)

#### 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบจากสถานการณ์ในบทเรียนไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยเหตุการณ์ที่ผู้เรียนคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการปฏิบัติงานในด้านบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ คือ การขาดความรอบคอบในการระวังตัวเอง และการไม่สวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น การใช้งานเครื่องรีดเงิน แล้วไม่มีสมาธิทำให้นิ้วมือเข้าไปในเครื่องเกิดเป็นอุบัติเหตุ การจับอุปกรณ์ที่กำลังร้อน โดยไม่ป้องกัน

“เคยมีอยู่ครั้งนึงในตอนนั้นเราหลอมแท่งเงินเสร็จใหม่ ๆ ละผลออกไปจับโดยไม่ได้ใส่ถุงมือ ทำให้มือผองเจ็บไปหลายวัน”

(ผู้เรียนคนที่ 16)

“การขัดชิ้นงาน ใช้เครื่องขัดงานและจับชิ้นงานไม่มั่นคงจึงทำให้ชิ้นงานกระเด็นและทำให้กระเด็นใบหน้า ในครั้งนั้นไม่ได้ใส่อุปกรณ์ป้องกันเลยทำให้เกิดอุบัติเหตุ”

(ผู้เรียนคนที่ 23)

“นั่งขัดแหวนแล้วลูกฝักกระเด็นเข้าตา เพราะไม่สวมใส่แหวนตา”

(ผู้เรียนคนที่ 26)

### 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับกฎระเบียบข้อบังคับได้ โดยเหตุการณ์ที่ผู้เรียนคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการปฏิบัติงานในด้านกฎระเบียบ ข้อบังคับ คือ การไม่ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์หรือข้อควรปฏิบัติ ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

“เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับตัวเอง คือ ไม่ได้ศึกษาวิธีใช้เครื่องรีดเงินก่อน แล้วไปลองใช้เครื่องรีดเลย ทำให้เกือบโดนเครื่องดูดนิ้ว แต่ยังดึงมือออกมาทัน”

(ผู้เรียนคนที่ 19)

“ตอนนำชิ้นงานไปขัดในเครื่องขัด แล้วไม่ได้เปิดเครื่องดูดอากาศ ทั้ง ๆ ที่มีป้ายติดไว้แต่คิดว่าขัดนิดเดียว เลยไม่ได้เปิด จึงทำให้ฝุ่นละอองเข้าตาและจมูก แสบมาก”

(ผู้เรียนคนที่ 22)

### 3.3 การนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริง

การวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นนี้ ใช้คำถามให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริงเกี่ยวกับความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยใช้คำถามว่า ในอนาคต ท่านจะมีวิธีปฏิบัติตนในชีวิตจริงอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถผลิตเครื่องประดับได้อย่างปลอดภัย โดยจากคำถามนี้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริงเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ

### 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย

ผู้เรียนคิดว่าการนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริงในด้านสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย คือ การตรวจสอบเครื่องมือทุกครั้งให้พร้อมก่อนการใช้งาน

“ควรตรวจสอบเครื่องมือทุกครั้งให้พร้อมก่อนการใช้งาน”

(ผู้เรียนคนที่ 13)

“ทำงานให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น การเก็บของใช้ให้เป็นระเบียบ และการไม่ประมาท”

(ผู้เรียนคนที่ 26)

### 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

ผู้เรียนคิดว่าการนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริงในด้านบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ คือ การแต่งกายให้มิดชิด และมีสติในการทำงานทุกครั้ง เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในขณะทำงาน

“หาอุปกรณ์และชุดป้องกันมาสวมใส่และตั้งสติทุกครั้งที่เราเริ่มทำงาน”

(ผู้เรียนคนที่ 6)

“ต้องมีระเบียบในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ความปลอดภัย ต้องเซฟตัวเอง สวมใส่เครื่องป้องกันอุบัติเหตุทุกครั้ง”

(ผู้เรียนคนที่ 7)

“อย่างแรกคือต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ให้เรียบร้อย เช่นถุงมือ แวนตา เพราะระหว่างที่ทำงานอยู่นั้นต้องเจอกับความร้อน หรืออาจมีสิ่งของกระเด็นเข้าตาได้ ทำให้เกิดการบาดเจ็บ”

(ผู้เรียนคนที่ 9)

“คิดว่าเครื่องแต่งการมีส่วนอย่างมาก ต่อไปนี้เวลาหลอมครั้งต้องใส่ถุงมือ”

(ผู้เรียนคนที่ 16)

### 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบ ข้อบังคับ

ผู้เรียนคิดว่าการนำความรู้ที่ได้เรียนมาปรับใช้ในการทำงานจริงในด้านกฎระเบียบ ข้อบังคับ คือ การศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ รวมไปถึงเครื่องจักรต่าง ๆ และการจัดระเบียบการทำงานให้เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ

“มีสมาธิอยู่กับตัว และศึกษาข้อมูลในการใช้ข้าวของเครื่องมือทุกอย่างอย่างละเอียดรอบคอบทุกครั้ง”

(ผู้เรียนคนที่ 8)

“ต่อไปนี่ต้องอ่านฉลากขวดสารเคมีก่อนเพื่อความมั่นใจ”

(ผู้เรียนคนที่ 11)

“อ่านคู่มือการทำ ตำเต๋อน ก่อนที่จะปฏิบัติจริงทุกครั้ง เพื่อความปลอดภัย”

(ผู้เรียนคนที่ 25)

**ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย**

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย ในภาพรวมพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean=4.665, SD=.448)

เมื่อพิจารณาเป็นประเด็นจะเห็นว่าผู้เรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุดทุกข้อ โดยผู้เรียนมีความเห็นว่าเนื้อหาในบทเรียนมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ การได้ฝึกฝนวิธีแก้ปัญหาบางอย่าง ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เช่น กรณีแก๊สรั่ว ทำให้เกิดความชำนาญ และสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ และกิจกรรมในบทเรียนที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงอันตรายในการทำงานได้เป็นอย่างดี สูงที่สุดเท่ากัน (Mean=4.769, 4.769, 4.769; SD=.430, .514, .710 ตามลำดับ) รองลงมาคือ การเรียนด้วยสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงในบทเรียนทำให้สามารถเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกัน และการเรียนด้วยสถานการณ์จำลองที่ปรับเหมาะตามระดับความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน ทำให้สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (Mean=4.731, 4.731; SD=.533, .604 ตามลำดับ) และการที่ระบบแจ้งวิธีปฏิบัติงานให้กับผู้เรียนอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเมื่อถึงเวลาจำเป็น ทำให้สามารถเข้าใจและจดจำวิธีการต่าง ๆ ได้ดี และ

การได้รับคำอธิบายถึงอันตรายที่เกิดขึ้น หลังจากเกิดสถานการณ์อุบัติเหตุในบทเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Mean=4.692, 4.692; SD=.471, .549 ตามลำดับ)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในข้างต้น ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากเนื้อหาในบทเรียนมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ประกอบกับการได้ฝึกฝนวิธีแก้ปัญหาบางอย่าง ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เช่น กรณีแก๊สรั่ว ทำให้เกิดความชำนาญ และสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ และกิจกรรมในบทเรียนที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงอันตรายในการทำงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเห็นว่าการเรียนด้วยสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงในบทเรียนทำให้สามารถเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกัน และการเรียนด้วยสถานการณ์จำลองที่ปรับเหมาะตามระดับความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน ทำให้สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และหากพิจารณาเพิ่มเติมผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าการที่ระบบแจ้งวิธีปฏิบัติงานให้กับผู้เรียนอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเมื่อถึงเวลาจำเป็น ทำให้สามารถเข้าใจและจดจำวิธีการต่าง ๆ ได้ดี และการได้รับคำอธิบายถึงอันตรายที่เกิดขึ้น หลังจากเกิดสถานการณ์อุบัติเหตุในบทเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นต้น

**ตารางที่ 39** ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย

ประเด็น	Mean	SD	ระดับ
1. เนื้อหาในบทเรียนมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้	4.769	0.430	มากที่สุด
2. บทเรียนมีเนื้อหาและสารสนเทศที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจและการค้นหาคำตอบ	4.538	0.761	มากที่สุด
3. การเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์ ทำให้เห็นวิธีการและทำให้เกิดการร่วมตัดสินใจอย่างเป็นลำดับขั้นในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ	4.654	0.745	มากที่สุด
4. กิจกรรมในบทเรียนที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงอันตรายในการทำงานได้เป็นอย่างดี	4.769	0.710	มากที่สุด



ประเด็น	Mean	SD	ระดับ
5. การเรียนด้วยสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงในบทเรียนทำให้สามารถเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติเข้าด้วยกัน	4.731	0.533	มากที่สุด
6. การได้เผชิญกับสถานการณ์อันตรายที่หลากหลายทำให้เกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดต่าง ๆ และทำให้สามารถประเมินสถานการณ์อื่น ๆ ที่เป็นอันตรายได้	4.577	0.643	มากที่สุด
7. การได้รับคำอธิบายถึงอันตรายที่เกิดขึ้น หลังจากเกิดสถานการณ์อุบัติเหตุในบทเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย	4.692	0.549	มากที่สุด
8. การที่ระบบแจ้งวิธีปฏิบัติงานให้กับผู้เรียนอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เมื่อถึงเวลาจำเป็น ทำให้สามารถเข้าใจและจดจำวิธีการต่าง ๆ ได้ดี	4.692	0.471	มากที่สุด
9. การได้ฝึกฝนวิธีแก้ปัญหาบางอย่าง ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เช่น กรณีแก๊สรั่ว ทำให้เกิดความชำนาญ และสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ	4.769	0.514	มากที่สุด
10. การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองที่ปรับเหมาะตามระดับความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน ทำให้สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.731	0.604	มากที่สุด
11. บทเรียนเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.500	0.762	มากที่สุด
12. หลังจากเรียนด้วยระบบฯ ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อความปลอดภัยในการทำงาน	4.577	0.703	มากที่สุด
13. หลังจากเรียนด้วยบทเรียน ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน และสามารถนำไปปรับใช้ในการทำงานในชีวิตจริงได้	4.654	0.689	มากที่สุด
14. เมื่อพิจารณาทุกด้านแล้ว ผู้เรียนมีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยระบบนี้	4.654	0.562	มากที่สุด
ภาพรวม	4.665	0.448	มากที่สุด

**ระยะที่ 4 ผลการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

ผลการประเมินรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สามารถนำเสนอได้ ดังนี้

- 4.1 ความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ
- 4.2 ความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ
- 4.3 ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ
- 4.4 ความเหมาะสมของการใช้งานระบบฯ
- 4.5 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

**4.1 ความเหมาะสมในภาพรวมของระบบฯ**

ผลการประเมินความเหมาะสมเกี่ยวกับภาพรวมของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ หลังการทดลอง พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.00 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า ประเด็นย่อยทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบ วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ และแผนภาพองค์ประกอบและกระบวนการเรียนการสอนในระบบ ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 40 ดังนี้

**ตารางที่ 40** แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมในภาพรวมของร่างระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบ	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
2. วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ	4	3	4	4	4	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3. แผนภาพองค์ประกอบและกระบวนการเรียนการสอนในระบบ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>						<b>4.00</b>	<b>0.37</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

#### 4.2 ความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่า ผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.12 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า ประเด็นย่อยทั้ง 5 ประเด็น ได้แก่ การเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ เครื่องมือ การวัดและประเมินผล และบทบาทผู้เกี่ยวข้อง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 41 ดังนี้

ตารางที่ 41 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. การเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ	5	5	4	4	4	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2. การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ	5	3	4	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3. เครื่องมือทางเทคโนโลยีการศึกษา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
4. การวัดและประเมินผล	4	4	4	4	5	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
5. บทบาทผู้เกี่ยวข้อง	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>						<b>4.12</b>	<b>0.44</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

#### 4.3 ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.17 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้ ขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง และ ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมิน และสรุปบทเรียน ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 42 ดังนี้

ตารางที่ 42 แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน	4	4	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>						<b>4.17</b>	<b>0.38</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

#### 4.4 ความเหมาะสมของการใช้งานระบบฯ

ผลการประเมินความเหมาะสมของของการใช้งานระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ พบว่าผลการประเมินในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.15 ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมมาก เมื่อพิจารณาตามประเด็นย่อยพบว่า ประเด็นย่อยทั้ง 4 ประเด็น ได้แก่ วิธีการนำระบบไปใช้ เจ็อนไขการนำระบบไปใช้ ระบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาอัญมณีและเครื่องประดับ และโดยภาพรวม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ในสถานการณ์จริง ได้รับการประเมินให้มีความเหมาะสมมาก โดยสามารถแสดงได้ในตารางที่ 43 ดังนี้

**ตารางที่ 43** แสดงผลคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับความเหมาะสมของการใช้งานระบบ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					Mean	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. วิธีการนำระบบไปใช้	5	3	4	4	4	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2. เงื่อนไขการนำระบบไปใช้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3. ระบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาอัญมณีและเครื่องประดับ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
4. โดยภาพรวม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์จริง	5	4	4	4	4	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>						<b>4.15</b>	<b>0.49</b>	<b>เหมาะสมมาก</b>

#### 4.5 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและการดำเนินการปรับปรุงของผู้วิจัย สามารถแสดงได้ในตารางที่ 44 ดังนี้

#### ตารางที่ 44 ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิและแนวทางการปรับปรุงระบบ

ข้อเสนอแนะ	แนวทางการปรับปรุง
1. เนื่องจากมีการทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน ควรระบุให้ชัดเจนว่านักศึกษาที่จะใช้ระบบควรมีความรู้เบื้องต้นในการผลิตเครื่องประดับมาก่อนมากน้อยเพียงใด	1. ปรับแก้บทบาทของผู้เรียนให้ละเอียดขึ้นตามคำแนะนำ
2. ควรมีแผนภาพ flowchart แสดงกระบวนการเรียนการสอนประกอบการอธิบาย	2. เพิ่มแผนภาพกระบวนการเรียนการสอนในการนำเสนอระบบ
3. ควรอธิบายวิธีการนำระบบไปใช้ที่จำเป็นต่อการปรับเหมาะเส้นทางการเรียน	3. เพิ่มวิธีการนำระบบไปใช้ ตามคำแนะนำ
4. ควรเพิ่มรายละเอียดของการเตรียมความพร้อมของผู้สอน	4. ปรับแก้วิธีการนำระบบไปใช้ในหัวข้อการเตรียมพร้อมของผู้สอน ตามคำแนะนำ
4. การเลือกใช้คำศัพท์ยังมีความสับสนในบางจุด	4. ปรับแก้คำศัพท์ตามคำแนะนำ

## บทที่ 5

### ผลการวิจัย

การพัฒนากระบวนปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชา วิศวกรรมและเครื่องประดับ มีรายละเอียดในการนำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

1.2 วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

ตอนที่ 2 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรม และเครื่องประดับ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

2.1 ภาพรวมและแผนภาพของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

2.2 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

2.3 กระบวนการเรียนการสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

ตอนที่ 3 การนำไปใช้และเงื่อนไขการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

3.1 วิธีการนำระบบไปใช้

3.2 เงื่อนไขการใช้ระบบ

## ตอนที่ 1 บทนำ

### 1.1 หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ปัญหาด้านความปลอดภัยในการทำงานของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเป็นปัญหาที่ถูกกล่และไม่ได้ได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรมมาเป็นเวลานาน การป้องกันอุบัติเหตุในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากอุบัติเหตุในการผลิตเครื่องประดับจะทำให้เกิดอันตรายต่อช่างฝีมือผู้ผลิตและสถานประกอบการแล้ว ยังทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุดิบที่มีราคาสูงและอาจไม่สามารถหามาทดแทนได้ แนวทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาคือการเกิดอุบัติเหตุในการทำงานคือการสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัย ให้ผู้ปฏิบัติงานได้มีความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติที่ถูกต้องเกี่ยวกับความปลอดภัยและความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายในการทำงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนทัศนคติ อันจะส่งผลไปยังการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อไป

การเรียนการสอนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของการจำลองขั้นตอน (Procedural Simulation) สามารถนำมาใช้ในการสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นการเรียนการสอนที่สร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนได้ใช้สัญชาตญาณในการเรียนรู้ แก้ปัญหา ทำให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำจากสถานการณ์แวดล้อมที่เสมือนจริง และสามารถแสดงแบบพฤติกรรมให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน โดยควบคุมให้ผู้เรียนมีสมาธิกับเนื้อหาทักษะที่ต้องเรียนรู้ และควบคุมไม่ให้เกิดปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ ที่อาจรบกวนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สภาพการทำงานและหาแนวทางหรือกระบวนการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา เชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ประยุกต์ทักษะจากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่สถานการณ์จริงได้ โดยปราศจากความเสี่ยงจากอันตรายที่เกิดจากการลองผิดลองถูกในสภาพการทำงานจริง

การสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโยงความตระหนักด้านความปลอดภัย จำเป็นต้องมีออกแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ (Four-Component Instructional Design หรือ 4C/ID) เป็นหลักการที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาและถ่ายโยงความตระหนักด้านความปลอดภัยได้เป็นอย่างดี หลักการออกแบบนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบในการเรียนการสอนที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) ซึ่งเป็นแกนหลักในการเรียนการสอน เป็นการมอบหมาย

กิจกรรมที่สัมพันธ์กับงานที่ต้องปฏิบัติในชีวิตจริงแบบองค์รวม โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการแนวคิด ทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ในการแก้ไขปัญหาตามสภาพจริง 2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้ เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ สารสนเทศจะต้องถูกจัดอย่างเป็นระบบโดย ผู้เรียนสามารถค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการออกแบบวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาหรือปฏิบัติภารกิจ เป็นสะพานเชื่อมระหว่างความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีและสิ่งที่ผู้เรียนต้องค้นหาเพิ่มเติมเพื่อปฏิบัติภารกิจ การ เรียนรู้ 3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศที่ชี้นำผู้เรียนก่อนที่จะ ลงมือเรียนรู้และปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ เป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงาน โดยให้ สารสนเทศสั้น ๆ ที่ผู้เรียนต้องการในขณะที่ลงมือปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ และ 4) การฝึกฝนภารกิจ ย่อย (Part-Task Practice) เป็นการทำให้แบบฝึกหัดเฉพาะในบางภารกิจส่วนย่อยที่ให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะย่อย ๆ ที่ต้องทำซ้ำ ๆ จนเกิดเป็นความชำนาญและความแม่นยำจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ การนำแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ (Adaptive Instruction) มาใช้ร่วมกับการ จำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ สามารถตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ด้วยการ ติดตามกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิเคราะห์และประเมินความต้องการของผู้เรียน และปรับเหมาะ เส้นทางการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ ได้อย่างสอดคล้องกับคุณลักษณะของผู้เรียน ซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เรียนมีการถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ มากกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการจัดเรียงเส้นทางการเรียนแบบตายตัว

ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่ องค์ประกอบที่พัฒนาขึ้น จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาและถ่ายโอนความตระหนักด้านความ ปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งเป็นเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความตระหนักต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่รับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ อีกทั้ง ปลูกฝังผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน ซึ่งเป็น กุญแจสำคัญในการสร้างรากฐานให้ผู้เรียนได้ซึมซับถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยกระทั่ง กลายเป็นพฤติกรรมนิสัย และสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติ เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน ก่อนที่จะเข้าสู่อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ และเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อน อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทยให้ก้าวหน้าไปได้อย่างปลอดภัย



**1.2 วัตถุประสงค์ของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

วัตถุประสงค์ของระบบ มี 3 ข้อ ดังนี้

1) เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สอนได้นำระบบฯ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยให้กับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

2) เพื่อให้ผู้สอนมีองค์ประกอบและขั้นตอนที่ชัดเจนในการนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบไปใช้ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

3) เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังจากเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบตามเป้าหมายของระบบ



ตอนที่ 2 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

2.1 ภาพรวมของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ และกระบวนการเรียนรู้การสอนในระบบ 6 ขั้นตอน

องค์ประกอบของระบบ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่

- 1) การเรียนรู้การสอนแบบปรับเหมาะ
- 2) การเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ
- 3) เครื่องมือทางเทคโนโลยีการศึกษา
- 4) การวัดและการประเมินผล
- 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง

กระบวนการเรียนรู้การสอนในระบบ มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) นำเข้าสู่บทเรียน
- 2) ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน
- 3) ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ
- 4) บันทึกการเรียนรู้
- 5) ทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน
- 6) นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน

องค์ประกอบและกระบวนการเรียนรู้การสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ สามารถแสดงได้ในแผนภาพ และมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 28 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

## 2.2 องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมและเครื่องประดับ

องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนตามระบบ มี 5 ด้าน ดังนี้

1) การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ คือรูปแบบการเรียนการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน โดยมุ่งหมายให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความตระหนักด้านความปลอดภัยจากบทเรียนไปสู่การทำงานในสถานการณ์จริงได้ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1.1) ภารกิจการเรียนรู้ (Learning Tasks) เป็นการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนผลิตเครื่องประดับที่สอดคล้องกับการทำงานในชีวิตจริง และมีสถานการณ์อุบัติเหตุหรือข้อผิดพลาดให้ผู้เรียนต้องแก้ปัญหา โดยเป็นสถานการณ์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนบูรณาการแนวคิดทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ทักษะ เจตคติ และกลยุทธ์ทางพุทธิปัญญาในการแก้ไขปัญหาตามสภาพจริงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ด้วยการมอบหมายให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตแหวนเงิน ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตเครื่องประดับที่ผู้เรียนจะต้องประสบกับความเสี่ยงและอันตรายในการปฏิบัติงานหลาย ๆ ด้าน ครอบคลุมถึงอันตรายที่เกิดจากเปลวเพลิง ความร้อน เครื่องจักร และเคมี ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

- ขั้นตอนการผสมเนื้อเงินเพื่อผลิตเครื่องประดับ
- ขั้นตอนการทำให้แท่งเงินอ่อนตัว
- ขั้นตอนการผสมกรดเจือจาง
- ขั้นตอนการล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด
- ขั้นตอนการรีดแผ่นเงิน
- ขั้นตอนการเลื่อยแผ่นเงิน
- ขั้นตอนการตัดแผ่นเงินเป็นวงแหวน
- ขั้นตอนการเชื่อมรอยต่อ
- ขั้นตอนการขัดแต่ง
- ขั้นตอนการหลอมเศษเงินที่เหลือเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป

ภารกิจการเรียนรู้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ 2) ภารกิจการเรียนรู้เน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 3) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ 4) ภารกิจการเรียนรู้เน้นความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

ตารางที่ 45 ขั้นตอนการผลิตแหวนเงินจำแนกเป็นสถานการณ์ปกติและสถานการณ์เสริมต่าง ๆ

ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นสภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นกฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอน การผลิตเครื่องประดับ ตามปกติ
<b>1. การทำให้แท่งเงินอ่อนตัว</b>			
1.1			วางแท่งเงินบนกระดาน ทนไฟ
1.2			ใช้ไฟแช็กเพื่อจุดไฟ
1.3	จุดไฟโดยไม่ได้ปรับวาล์ว แก๊สให้อยู่ในระดับที่ เหมาะสม ทำให้ไฟพุ่งแรง		
1.4			วาล์วแก๊สปรับถูกต้อง จุด ไฟ ไฟพุ่งปกติ
1.5			นำหัวไฟไปเป่าที่แท่งเงิน เพื่อให้แท่งเงินคลายตัว
1.6	ทิ้งไฟแช็กทิ้งไว้ใกล้แท่ง เงิน ความร้อนทำให้ไฟแช็ก กระเปิด		
1.7			เก็บไฟแช็กเข้าที่เป็น ระเบียบ เป่าไฟใส่แท่งเงิน กลายเป็นสีส้มเรืองแสง
1.8			ดับไฟ
1.9			เก็บหัวไฟเข้าที่
<b>2. การผสมกรดเจือจาง</b>			
2.1		ผสมกรดโดยไม่ได้อ่าน ฉลาก ทำให้เกิดระเบิด ควันพุ่ง	
2.2	ไม่เก็บขวดเคมีเข้าที่ ทำให้ พลาดชนแล้วกรดหก		
2.3		ไม่ได้ใส่หน้ากาก ทำให้สาร ระเหยเข้าจมูก	
2.4			ผสมน้ำกรดถูกต้อง เทน้ำ ก่อกใส่กรด และมีหน้ากาก ป้องกัน ได้เป็นกรดเจือ จาง

ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นสภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นกฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอน การผลิตเครื่องประดับ ตามปกติ
<b>3. การล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด</b>			
3.1			จุ่มแท่งเงินลงในกรดเจือ จาง
3.2	หยิบแท่งเงินด้วยมือเปล่า ทำให้มือได้รับบาดเจ็บ		
3.3			ใช้ปากคีบหยิบแท่งเงิน จุ่มลงในกรดเจือจาง
<b>4. การรีดแผ่นเงิน</b>			
4.1			นำแท่งเงินป้อนเข้าเครื่อง รีด
4.2	ไม่ได้ปรับขนาดช่องรีดให้ พอดีก่อน ทำให้เครื่อง ติดขัด		
4.3		นำแท่งเงินออก โดยไม่ปิด เครื่อง ทำให้เครื่องดูดนิ้ว	
4.4			ป้อนแท่งเงินเข้าเครื่องรีด
4.5			ปรับขนาดช่องให้เล็กลง ป้อนแท่งเงินเข้าเครื่องรีด อีกครั้ง
4.6			นำแผ่นเงินไปวางไว้บน โต๊ะ
<b>5. การเลื่อยแผ่นเงิน</b>			
5.1			ใช้เลื่อย เลื่อยบนแผ่นเงิน จนได้ขอบตรง
<b>6. การตัดแผ่นเงินบนวงแหวน</b>			
6.1			ใช้คีมม้วนให้ปลายของ แผ่นเงินทั้งสองด้าน บรรจบกันเป็นทรงแหวน
6.2			นำแหวนไปหนีบไว้กับปาก คีบ
<b>7. การเชื่อมรอยต่อ</b>			
7.1			ปรับวาล์วเพื่อเปิดแก๊ส
7.2			ใช้ไฟแช็คจุดไฟที่หัวไฟ
7.3			ใช้ลวดนำประสานไปไว้ที่ รอยต่อและใช้ไฟเป่าเพื่อ เชื่อมรอยต่อ

ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นสภาพการทำงาน ที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้เสริม เน้นกฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอน การผลิตเครื่องประดับ ตามปกติ
7.4	ใช้มือเปล่าจับลวดน้ำ ประสาน ทำให้ความร้อน ไหลเข้าสู่มือ และได้รับ บาดเจ็บ		
7.5			ใช้คีมหยิบลวด ไปไว้ที่ รอยต่อ ใช้ไฟเป่าเชื่อม
7.6			ใส่ถุงบอแรกซ์
7.7	ไม่ได้เปิดพัดลมดูดอากาศ ทำให้สูดดมควันพิษ		
7.8			ควันลอยขึ้นแต่มีพัดลมดูด อากาศ
7.9	ไม่ได้ใส่แว่นตา ทำให้ สะเก็ดไฟกระเด็นเข้าตา		
7.10			มีสะเก็ดไฟกระเด็นแต่ ป้องกันด้วยแว่นตา
7.11			ดับไฟ
7.12			เก็บหัวไฟเข้าที่
7.13			นำชิ้นงานไปจุ่มกรด
<b>8. การขัดแต่ง</b>			
8.1			ใช้ตะไบขัดแต่งรอยต่อให้ เรียบเนียน
8.2			ใช้เครื่องขัด ขัดแหวนให้ เงางาม
8.3		ไม่ได้อ่านป้ายเตือน จึง ไม่ได้เปิดพัดลมดูดอากาศ ทำให้เกิดควันเหม็นเป็น พิษ	
8.4			มีควันพิษ แต่พัดลมดูด อากาศพิษออก
8.5	ไม่ได้ปิดฝาครอบ ทำให้ แหวนกระเด็นเข้าตัว		
8.6			ขัดแหวนมีฝาปิด ไม่ กระเด็น จบกระบวนการ

1.2) สารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) เป็นสารสนเทศที่ให้ผู้เรียนใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ แก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับ โดยอยู่ในรูปแบบของเนื้อหาคำอธิบายสาเหตุของอุบัติเหตุ แนวทางการป้องกัน และแนวทางการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

1.3) สารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) เป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงาน ทั้งขั้นตอนที่ต้องกระทำในการผลิตเครื่องประดับในแต่ละช่วงและขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยให้สารสนเทศสั้น ๆ ในเวลาที่ผู้เรียนต้องการในขณะที่ยังมีมือปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้

1.4) การฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกฝนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหากรณีอุบัติเหตุร้ายแรงที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหายุ่งยากขึ้น ๆ เป็นระยะ ๆ จนเกิดเป็นความแม่นยำและชำนาญจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ

**2) การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ** คือการเรียนการสอนที่มีความยืดหยุ่นและปรับตัวเองได้ตามความตระหนักด้านความปลอดภัยที่แตกต่างกันของผู้เรียน ด้วยการวิเคราะห์ความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียนก่อนเรียนจากการประเมินด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมในการทดสอบ ก่อนเรียนด้วยการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามสภาพจริง ระบบจะประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นระบบจะคัดเลือกและนำเสนอเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน

การประเมินผู้เรียนก่อนเรียนด้วยการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอน จะทำการวิเคราะห์ว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมที่สอดคล้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัยในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งประกอบด้วย 1) ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ และ 3) ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ จากนั้นระบบทำการคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

วิเคราะห์ “ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย” โดยใช้ตัวชี้วัด 4 ตัวดังนี้

- ผู้เรียนตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือต่าง ๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน
- ผู้เรียนจัดระเบียบสถานที่ทำงานให้เรียบร้อยก่อนเริ่มทำงาน
- ผู้เรียนให้ความระมัดระวังกับเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย



วิเคราะห์ “ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ” โดยใช้ตัวชี้วัด 3 ตัวดังนี้

- ผู้เรียนใช้อุปกรณ์เครื่องมือถูกต้องตามประเภทของงาน
- ผู้เรียนใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนทำความสะอาดและจัดระเบียบบริเวณที่ทำงานหลังทำงาน

วิเคราะห์ “ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ” โดยใช้ตัวชี้วัด 4 ตัวดังนี้

- ผู้เรียนศึกษากฎระเบียบข้อบังคับก่อนทำงาน
- ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับระหว่างทำงาน
- ผู้เรียนศึกษาคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ ก่อนใช้งาน
- ผู้เรียนศึกษาฉลากสารเคมีก่อนใช้งาน

เกณฑ์พิจารณา คือ ผู้เรียนต้องสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดทุกข้อในด้านนั้นถึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน ซึ่งผลการประเมินทำให้สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 8 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่

**ตารางที่ 46** กลุ่มผู้เรียนตามการจำแนกด้วยการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมจากการจำลองขั้นตอน

กลุ่มผู้เรียน	ความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย	ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ	ความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ
1	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
2	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
3	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
4	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน
5	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน
6	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน
7	ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
8	ผ่าน	ผ่าน	ผ่าน

ผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานในด้านย่อยใด หมายถึงผู้เรียนมีความตระหนักในด้านนั้นไม่เพียงพอ ระบบจะทำการคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่ผู้เรียนต้องเรียนและนำเสนอเส้นทางการเรียนนั้นให้กับผู้เรียนได้เรียนและฝึกฝนเพิ่มเติม

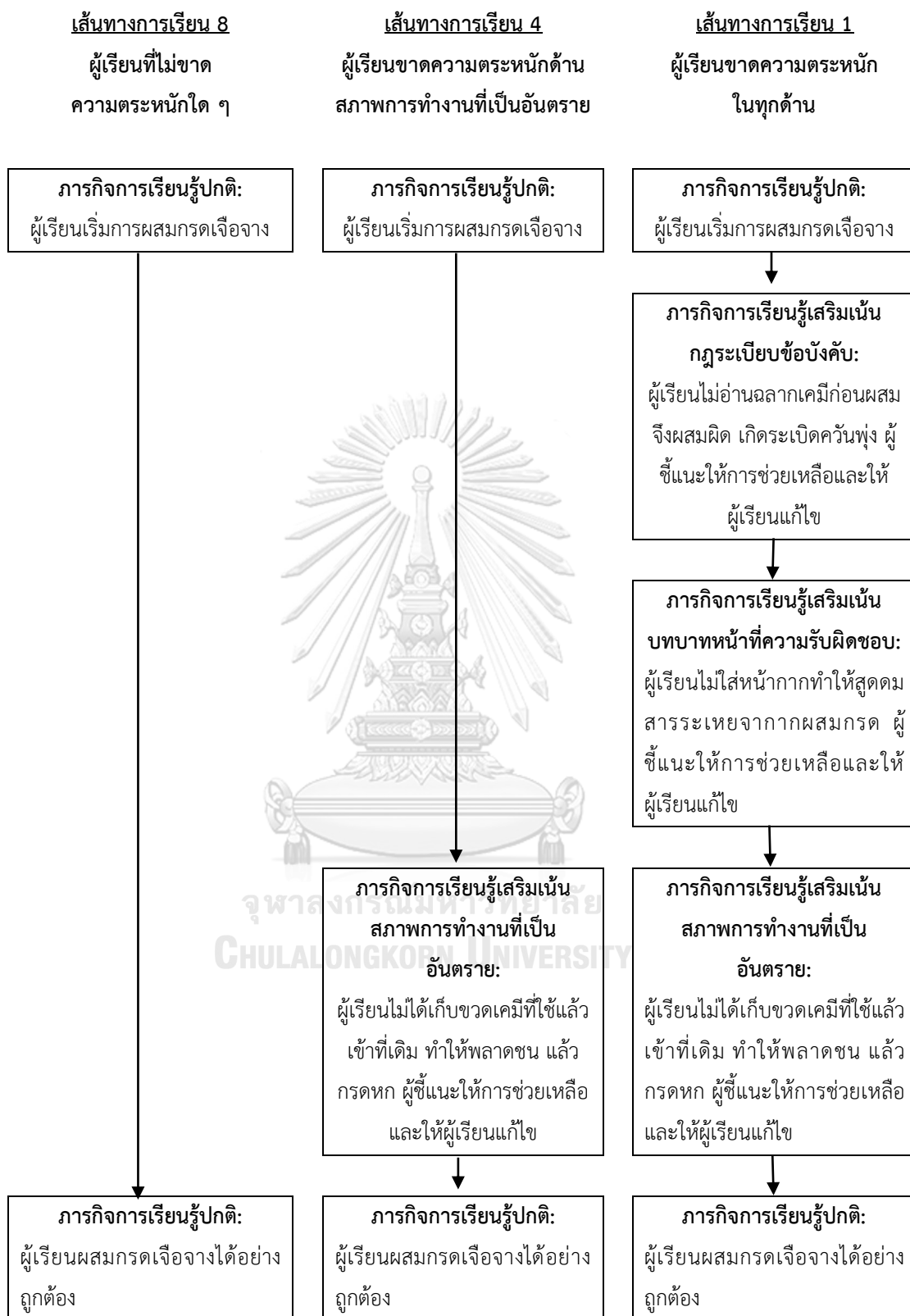
โครงสร้างของเส้นทางการเรียนแต่ละเส้นทางมีภารกิจการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติเป็นแกนหลักในการดำเนินบทเรียน และมีภารกิจการเรียนรู้เสริม 3 ประเภทที่สอดคล้องกับความตระหนัก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็น

อันตราย 2) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ 3) ภารกิจการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ เสริมเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติตามความเหมาะสม โดยเส้นทางการเรียนจะมีทั้งหมด 8 เส้นทางตามการแบ่งกลุ่มของผู้เรียนดังนี้

ตารางที่ 47 แสดงรายละเอียดเส้นทางการเรียนของผู้เรียน

เส้นทาง การ เรียน	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นสภาพการ ทำงานที่เป็นอันตราย	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นบทบาท หน้าที่รับผิดชอบ	ภารกิจการเรียนรู้ เสริมเน้นกฎระเบียบ ข้อบังคับ	ภารกิจการเรียนรู้ ขั้นตอนการผลิต เครื่องประดับปกติ
1	เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
2	เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
3	เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
4	เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน
5	ไม่เรียน	เรียน	เรียน	เรียน
6	ไม่เรียน	เรียน	ไม่เรียน	เรียน
7	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน	เรียน
8	ไม่เรียน	ไม่เรียน	ไม่เรียน	เรียน

จากตารางที่ 47 สามารถอธิบายเพื่อให้เห็นภาพได้ด้วยดังต่อไปนี้ ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ไม่ผ่านการประเมินความตระหนักในทุกด้าน จะได้เรียนด้วยเส้นทางการเรียนที่ 1 ซึ่งนอกเหนือจากสถานการณ์ปกติที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติการจำลองขั้นแล้ว เส้นทางการเรียนที่ 1 ยังประกอบด้วยสถานการณ์เสริมที่เน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย สถานการณ์เสริมที่เน้นบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ และสถานการณ์เสริมที่เน้นความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับเพิ่มเติมอีกด้วย ตรงกันข้ามกับผู้เรียนกลุ่มที่ 8 ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ผ่านการประเมินความตระหนักในทุกด้าน กล่าวคือ เป็นผู้เรียนที่มีความตระหนักในความปลอดภัยดีอยู่แล้ว จะได้เรียนด้วยเส้นการการเรียนที่ 8 ซึ่งจะประกอบด้วยสถานการณ์ปกติเพียงอย่างเดียว โดยไม่มีสถานการณ์เสริมเพิ่มเติมใด ๆ ในขณะที่ผู้เรียนกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นผู้เรียนที่ขาดความตระหนักเฉพาะด้านสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย ก็จะได้รับเส้นทางการเรียนที่มีสถานการณ์เสริมเพิ่มเติมเฉพาะด้านนั้นเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาตามที่ต้องการ ดังที่แสดงในภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างรายละเอียดสถานการณ์ในเส้นทางการเรียนแบบปรับเหมาะ

**3) เครื่องมือทางเทคโนโลยีการศึกษา** คือระบบการบริหารจัดการข้อมูลและเนื้อหา ทดสอบ ประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียน และปรับเส้นทางการเรียนให้สอดคล้องกับ ความเหมาะสมของผู้เรียน โดยแสดงผลในรูปแบบของการจำลองขั้นตอนผลิตเครื่องประดับที่มีการ จำลองสภาพแวดล้อม อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ที่เสมือนจริงในระดับที่ผู้เรียนเข้าใจถึงการจำลอง ได้โดยง่าย รวมไปถึงมีเหตุการณ์อุบัติเหตุต่าง ๆ ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาและเรียนรู้จากข้อผิดพลาด เมื่อ ผู้เรียนได้ทำการทดลองสำรวจวิธีการและขั้นตอนในการป้องกันหรือแก้ปัญหาจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ผู้เรียนจะได้เห็นผลลัพธ์ที่หลากหลายจากการตัดสินใจที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจว่าตัวแปร ต่าง ๆ ในระบบงานเกิดปฏิกิริยาต่อกันอย่างไร ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานอย่างไร ทำให้ ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและเชื่อมโยงวิชาการภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเข้าด้วยกัน และช่วยให้เกิด การประยุกต์ทักษะจากสถานการณ์ความเสี่ยงหนึ่งไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ โดยผู้เรียนสามารถ โต้ตอบกับระบบผ่านตัวละครหัวหน้างานซึ่งเป็นผู้ชี้แนะการเรียนรู้ที่คอยให้ความช่วยเหลือและ สนับสนุนในการแก้ปัญหาจากอุบัติเหตุหรือความเสี่ยงต่าง ๆ

**4) การวัดและประเมินผล** คือการใช้แบบวัด ตัวชี้วัดพฤติกรรม และเกณฑ์ประเมินผลเพื่อวัด ความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย 1) ความตระหนักต่อ สภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ และ 3) ความ ตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ สามารถประเมินผลได้ 2 วิธี คือ 1) การประเมินด้วย ตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนก่อนและหลังเรียน (ดูรายละเอียดตัวชี้วัดและเกณฑ์ ประเมินได้ในองค์ประกอบการเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ) และ 2) การประเมินด้วยแบบวัดความ ตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบวัดคู่ขนานที่วัดจากการ แสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อความปลอดภัยในการทำงาน โดยมีข้อความที่กำหนดเป็นตัวชี้วัด ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน (Likert Scale) 5 ระดับ ซึ่งแต่ละคำถามมีคำตอบให้เลือก ตามลำดับ ทั้งความตระหนักเชิงบวกและเชิงลบ โดยกำหนดคะแนนไว้ ดังนี้

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงบวก เช่น “เราควรใส่แว่นตานิรภัยระหว่างขัดแต่ง”

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน

ข้อความที่เป็นความตระหนักเชิงลบ เช่น “การอ่านคู่มือการใช้เครื่องจักรเป็นการเสียเวลา”

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน
เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน

และได้กำหนดการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยความตระหนัก ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	มีความตระหนักอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับมาก
2.50-3.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำ
1.00-1.49	มีความตระหนักอยู่ในระดับต่ำมาก

#### 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง

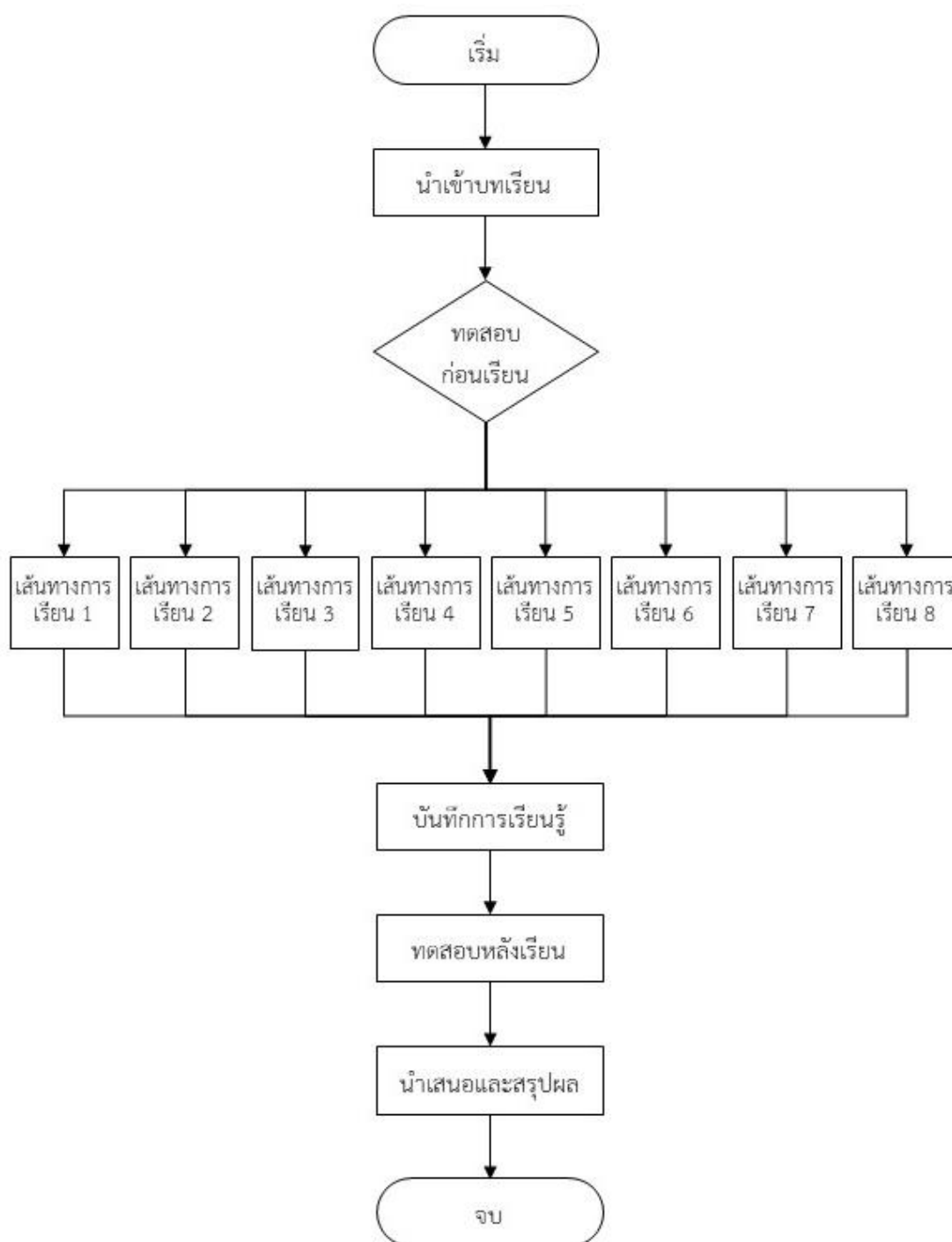
5.1 ผู้สอน ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ให้คำแนะนำช่วยเหลือ กระตุ้นความคิดของผู้เรียน และจัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

5.2 ผู้เรียน ต้องมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียน มีความสามารถในการกำกับตนเองในการเรียน มีความรู้ความเข้าใจในการผลิตเครื่องประดับขั้นพื้นฐาน

5.3 เจ้าหน้าที่สนับสนุนด้านเทคนิค ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้สอนในการให้การสนับสนุนด้านทรัพยากรเทคโนโลยีต่าง ๆ เมื่อต้องการ

2.3 กระบวนการเรียนการสอนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

กระบวนการเรียนการสอนในระบบสามารถแสดงในแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพที่ 30 แผนผังกระบวนการเรียนการสอนในระบบ

กระบวนการเรียนการสอนในระบบมีรายละเอียด ดังนี้

### ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน

เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่ ไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนแบบการจำลองขั้นตอนบนคอมพิวเตอร์ การนำเข้าสู่บทเรียนจึงจำเป็นต้องทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนอย่างชัดเจน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียน โดยมีตัวละครผู้ชี้แนะเป็นผู้นำเข้าสู่บทเรียน มีขั้นตอนย่อยดังนี้

1.1) นำเสนอภาพรวมของแนวคิดของบทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะบรรยายให้ผู้เรียนเห็นบริบทของเหตุการณ์ที่จำลองขึ้น ว่าผู้เรียนกำลังอยู่ในห้องปฏิบัติการผลิตเครื่องประดับ และกำลังจะดำเนินการผลิตเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง เป็นการบอกให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าว่าบทเรียนที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนอยู่ในรูปแบบของการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับ

1.2) อธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าระบบจะนำพาผู้เรียนให้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับทีละขั้นตอนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่กำหนด โดยจะมีตัวละครผู้ชี้แนะเป็นผู้ชี้แนะในการปฏิบัติและจะนำพาผู้เรียนไปตลอดจนจบบทเรียน เมื่อจบบทเรียนผู้เรียนจะได้ชิ้นงานเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง

การนำเสนอภาพรวมของแนวคิดและอธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน เป็นการสร้างความเชื่อในสถานการณ์ให้กับผู้เรียนและเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับการเรียนรู้



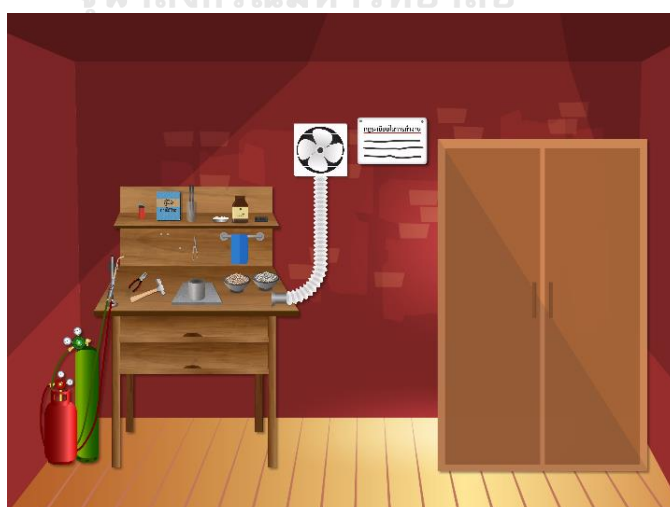
ภาพที่ 31 ตัวอย่างหน้าจอกำหนดเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 32 ตัวอย่างหน้าจอการนำเข้าสู่บทเรียน

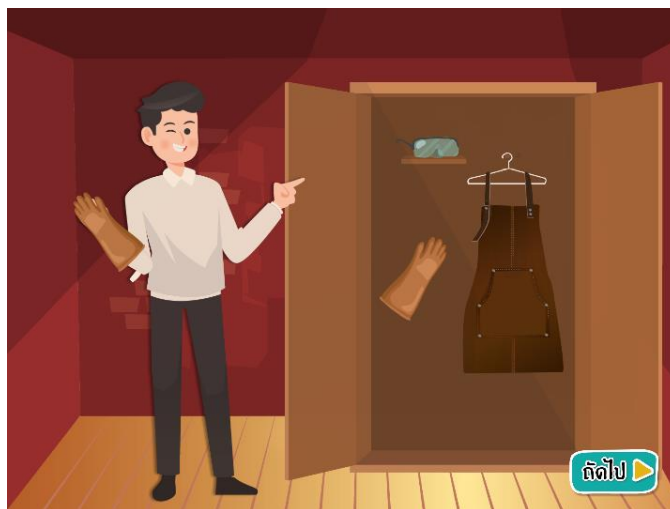
## ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

การทดสอบก่อนเรียนมีจุดประสงค์เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ โดยตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าสถานการณ์จำลองที่ผู้เรียนกำลังจะเผชิญคือขั้นตอนแรกของการผลิตเครื่องประดับชิ้นหนึ่ง และมอบภารกิจการเรียนรู้ให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองการผลิตเครื่องประดับชิ้นตอนนั้น โดยตัวละครผู้ชี้แนะจะนำเสนอสารสนเทศกระบวนการซึ่งก็คือแนะนำขั้นตอนในการผลิตทีละขั้นตอนย่อย แต่จะไม่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน เพื่อเป็นการทดสอบและประเมินว่าผู้เรียนขาดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานด้านใดบ้าง



ภาพที่ 33 ตัวอย่างหน้าจอการทดสอบก่อนเรียน

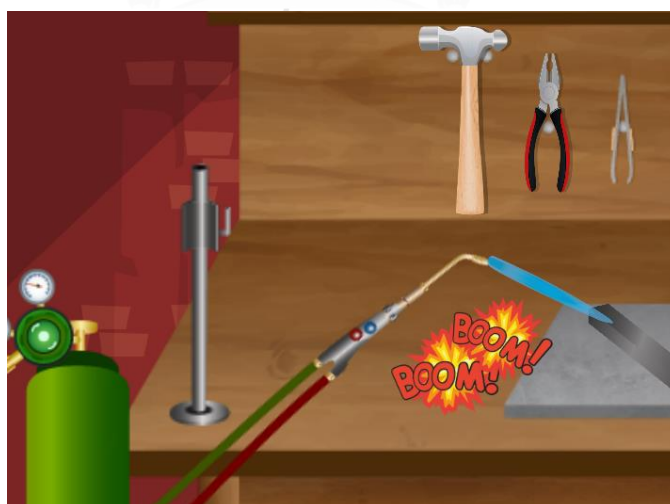




ภาพที่ 34 ตัวอย่างหน้าจอการทดสอบก่อนเรียน

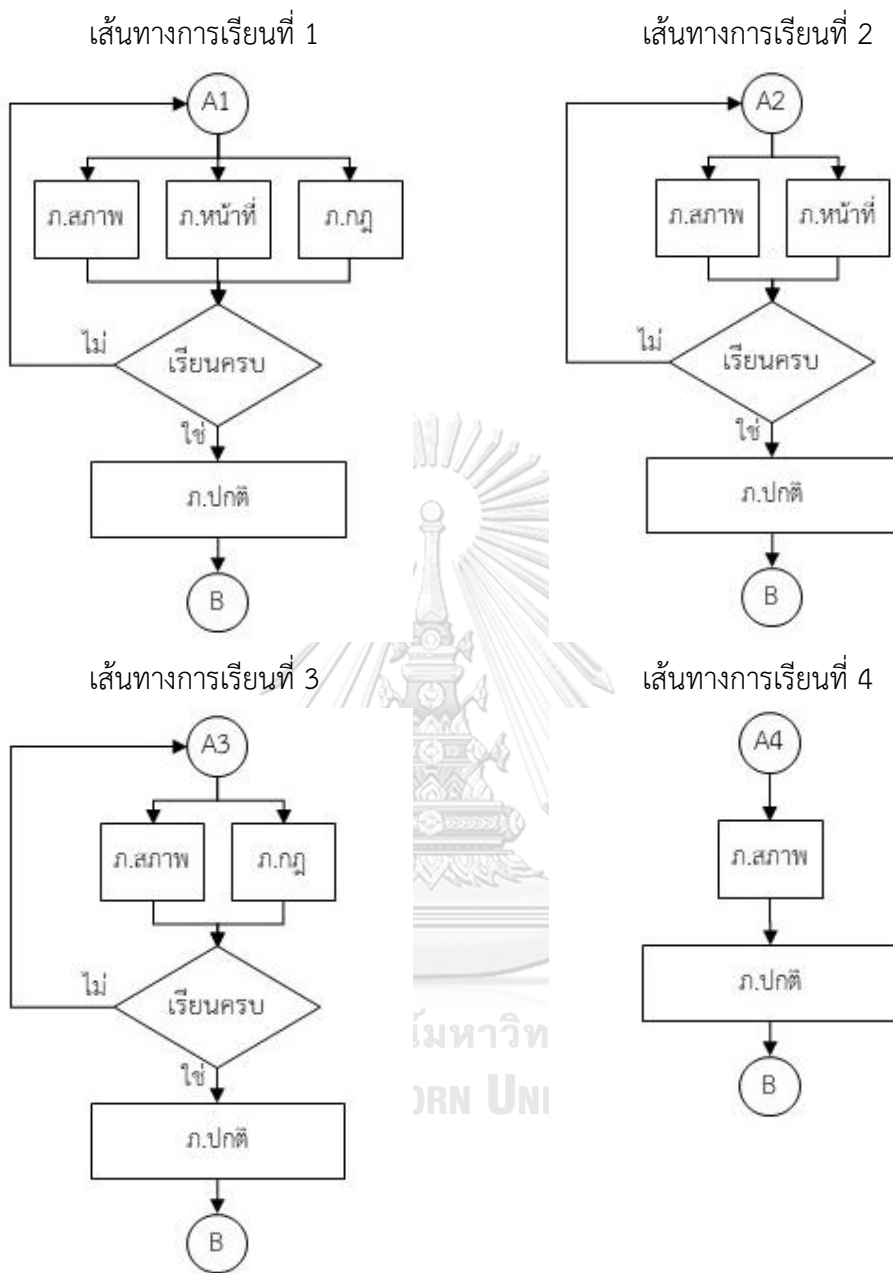
### ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ

ตัวละครผู้ชี้แนะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่ากระบวนการเรียนการสอนในขณะนี้เป็นการฝึกการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับขั้นตอนย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนสามารถผลิตเครื่องประดับได้อย่างปลอดภัย โดยผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับเส้นทางการเรียนที่ปรับเหมาะสำหรับตน โดยในแต่ละเส้นทางการเรียน ผู้เรียนจะได้ประสบกับสถานการณ์อุบัติเหตุในรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามความตระหนักที่ผู้เรียนต้องพัฒนา



ภาพที่ 35 ตัวอย่างหน้าจอสถานการณ์อุบัติเหตุ

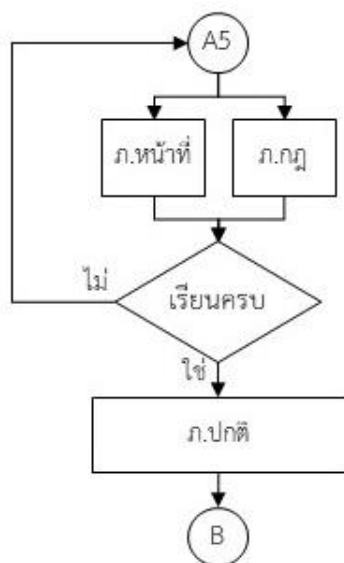
รายละเอียดกระบวนการเรียนในแต่ละเส้นทางการเรียนสามารถแสดงได้ดังนี้



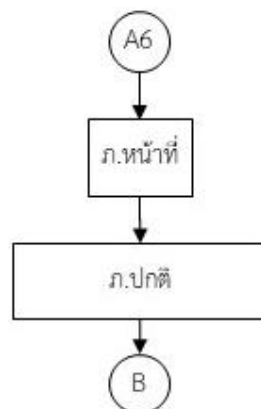
ภ.สภาพ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย  
 ภ.หน้าที่ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ  
 ภ.กฎ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ  
 ภ.ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ

ภาพที่ 36 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 1-4

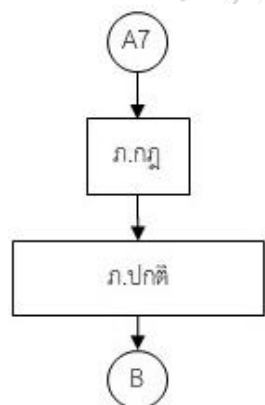
เส้นทางการเรียนที่ 5



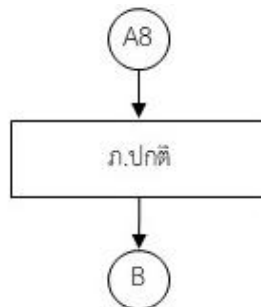
เส้นทางการเรียนที่ 6



เส้นทางการเรียนที่ 7



เส้นทางการเรียนที่ 8



ภ.สภาพ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย  
 ภ.หน้าที่ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ  
 ภ.กฎ หมายถึง การจัดการเรียนรู้เสริมเน้นกฎระเบียบข้อบังคับ  
 ภ.ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับตามปกติ

ภาพที่ 37 รายละเอียดกระบวนการเรียนในเส้นทางการเรียนที่ 5-8

การที่ผู้เรียนได้ประสบกับเหตุการณ์อันตรายในรูปแบบต่าง ๆ กัน จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างโครงสร้างทางความคิดจากการอุปนัย โดยมีตัวละครหัวหน้างานเป็นผู้ชี้แนะให้การสนับสนุนในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์อุบัติเหตุต่าง ๆ โดยในช่วงต้นของภารกิจการเรียนรู้ระยะนี้ ในขณะที่ผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จำลองที่เป็นอันตราย ตัวละครผู้ชี้แนะจะให้การสนับสนุนการแก้ปัญหาด้วยการสาธิตทักษะที่จำเป็นและอธิบายความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา นั้น ๆ ต่อมาในช่วงกลางของภารกิจการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนเริ่มมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ตัวละครผู้ชี้แนะจะปรับลดการสนับสนุน โดยให้การสนับสนุนเป็นการแนะนำวิธีการแก้ปัญหา และในช่วงปลายของภารกิจการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์และความชำนาญในการแก้ปัญหามากขึ้น ระดับของการให้การสนับสนุนจะปรับลดลงเป็นการใช้คำถามกระตุ้นเตือน



ภาพที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอการให้คำแนะนำจากผู้ชี้แนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

#### ขั้นที่ 4 บันทึกรการเรียนรู้

การเขียนบันทึกรการเรียนรู้ เป็นภารกิจเพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้ (Reflect-Connect-Apply) ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และเจตคติจากการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน กับประสบการณ์ในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นจริงในชีวิต นำไปสู่องค์ความรู้ใหม่ที่คงทนในระยะยาว โดยมีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการสะท้อนคิด “ในการจำลองขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับที่ผ่านมา มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นหลายอย่าง อุบัติเหตุครั้งไหนที่ท่านคิดว่าอันตรายที่สุดและเพราะเหตุใด” เพื่อให้ผู้เรียนสะท้อนความรู้สึกรวมถึงมุมมองถึงการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

4.2 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการเชื่อมโยง “ในการปฏิบัติการผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริงที่ผ่านมา มีเหตุการณ์ไหนบ้างที่ท่านคิดว่าเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน รายละเอียดสถานการณ์นั้นเป็นอย่างไร” เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับแนวคิดใหม่ที่ได้จากการเรียนในระบบ

4.3 ระบบถามคำถามปลายเปิดเพื่อให้เกิดการปรับใช้ “ในอนาคต ท่านจะมีวิธีปฏิบัติตนอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถผลิตเครื่องประดับได้อย่างปลอดภัย” เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนนำไปปรับใช้ในการเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต

### ขั้นที่ 5 ทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

การทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนเป็นภารกิจเพื่อการเรียนรู้สุดท้าย โดยระบบนำเสนอสถานการณ์ให้กับผู้เรียนว่าผู้เรียนกำลังจะปฏิบัติขั้นตอนสุดท้ายในการผลิตเครื่องประดับ โดยสถานการณ์จะประกอบด้วย 1) สถานการณ์ที่มีสภาพแวดล้อมการทำงานที่เป็นอันตราย 2) สถานการณ์ที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบในการแก้ปัญหา และ 3) สถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับ ระบบจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าเป้าหมายคือ การปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ต้องการ ระบบจะแนะนำขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับโดยผู้เรียนจะต้องค้นหาวิธีแก้ปัญหาด้านความปลอดภัยด้วยตัวเองทั้งหมด ซึ่งระบบแจ้งผู้เรียนว่าผู้เรียนจะได้รับ 1 คะแนนจากทุก ๆ การกระทำที่สะท้อนถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยตามตัวชี้วัด ภารกิจสิ้นสุดเมื่อผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนจนได้ชิ้นงานเครื่องประดับที่กำหนด



ภาพที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอการทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน

## ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปทเรียน

ระบบนำเสนอผลประเมินจากการปฏิบัติภารกิจลงขั้นตอนด้วยตนเองให้กับผู้เรียนว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยตามตัวชี้วัดพฤติกรรมข้อไหนบ้าง และรายละเอียดของตัวชี้วัดแต่ละข้อคืออะไร จากนั้นตัวละครผู้ชี้แนะจะสรุปทเรียนให้กับผู้เรียน

ข้อที่	รายละเอียด	สถานะ
ข้อที่ 1	ศึกษาทเรียนฉบับฉบับก่อนทำงาน	ไม่ผ่าน
ข้อที่ 2	ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลระหว่างทำงาน	ไม่ผ่าน
ข้อที่ 3	ตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	ผ่าน
ข้อที่ 4	ศึกษาคู่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ ก่อนใช้งาน	ผ่าน
ข้อที่ 5	ปฏิบัติตามทเรียนฉบับฉบับระหว่างทำงาน	ผ่าน
ข้อที่ 6	จัดระเบียบสถานที่ทำงานให้เรียบร้อยก่อนเริ่มทำงาน	ไม่ผ่าน
ข้อที่ 7	ระมัดระวังกับเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างทำงาน	ผ่าน
ข้อที่ 8	ศึกษาเอกสารคู่มือก่อนใช้งาน	ผ่าน
ข้อที่ 9	รักษาสารเคมีอย่างเบี่ยงเบนรับทราบ	ผ่าน
ข้อที่ 10	ใช้อุปกรณ์เครื่องมือถูกต้องตามประเภทของงาน	ผ่าน
ข้อที่ 11	ทำความสะอาดและจัดระเบียบบริเวณที่ทำงานหลังทำงาน	ผ่าน

ภาพที่ 40 ตัวอย่างหน้าจอการนำเสนอผลการประเมิน

## ตอนที่ 3 การนำไปใช้

### 3.1 วิธีการนำระบบไปใช้

1) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้นี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยเข้าไปในรายวิชาปกติ โดยรายวิชาที่สามารถนำระบบการเรียนรู้ไปใช้ได้จะต้องเป็นวิชาปฏิบัติหรือกึ่งปฏิบัติ ที่มีการเรียนการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2) ในการนำระบบปรับเหมาะการเรียนรู้ไปใช้ ผู้สอนควรออกแบบเส้นทางการเรียนต่าง ๆ ให้เหมาะสม โดยคำนึงสถานการณ์อุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ตามความเป็นจริง และจำแนกสถานการณ์อุบัติเหตุเหล่านั้นให้สอดคล้องกับความตระหนักในแต่ละด้าน

3) การนำระบบไปใช้ ควรมีการเตรียมความพร้อมของผู้สอนก่อนนำระบบไปใช้ ผู้สอนควรทดลองใช้ระบบและฝึกปฏิบัติจริง จนมั่นใจว่าสามารถนำระบบไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างชำนาญ นอกจากนี้ ผู้สอนควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความพร้อมของห้องเรียนที่มีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เพียงพอสำหรับผู้เรียนทุกคน

4) การนำระบบการเรียนรู้ไปใช้ ควรมีการปฐมนิเทศเพื่อชี้แจงวิธีเตรียมตัวของผู้เรียนก่อนเรียน เช่น วิธีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในสถาบัน

### 3.2 เจ็อนไขการนำระบบไปใช้

การนำระบบไปใช้มีเจ็อนไข ดังนี้

1) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ 2) การเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ 3) เครื่องมือ 4) การวัดและการประเมินผล และ 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้น หากนำระบบไปใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงควรออกแบบให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 5 องค์ประกอบ

2) ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมีความสามารถเบื้องต้นในการใช้งานคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต และสามารถเข้าถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกับอินเทอร์เน็ตได้

3) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้นี้เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับการผลิตเครื่องประดับระดับพื้นฐาน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องประดับในระดับพื้นฐาน

4) การใช้ระบบจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้เมื่อได้รับความร่วมมือและการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ดังนั้นผู้สอนที่นำระบบฯไปใช้ ควรมีการประชุมชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการ ขั้นตอน และกิจกรรมการเรียนในระบบที่จะเกิดขึ้นให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการนำระบบนี้ไปใช้

5) ในกรณีที่ผู้สอนมีความสามารถเกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษาที่จำกัด อาจต้องมีความร่วมมือระหว่างผู้ช่วยสอนที่มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเทคโนโลยีการศึกษาเพื่อให้ข้อมูลหรือดูแล และตรวจสอบคุณภาพร่วมกัน





## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย 4 ข้อ ได้แก่

1. เพื่อศึกษาสภาพ ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับ การจำลองขั้นตอน ระบบการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ การออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ และความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับในปัจจุบัน

2. เพื่อพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

3. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

4. เพื่อนำเสนอระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1** ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาสภาพการเรียนการสอน สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ

ผู้วิจัยศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษาแนวคิด หรือสาระสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และศึกษาสภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ สภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบฯ ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ โดยใช้แบบสัมภาษณ์สภาพความปลอดภัยในการปฏิบัติงานของพนักงานใน

อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ โดยสัมภาษณ์พนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานใน อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน และใช้แบบสัมภาษณ์สภาพการ เรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะ การเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ จากอาจารย์ สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับที่มีประสบการณ์ในการทำงาน ไม่ต่ำกว่า 2 ปี จำนวน 7 ท่าน และ ใช้แบบสอบถามสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการ พัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่ องค์ประกอบ ในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับจำนวนอย่างน้อย 311 คน จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธี Modified Priority Needs Index (PNI modified)

**ระยะที่ 2 การสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียน การสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

ผู้วิจัยนำข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล หลักการ แนวคิด และทฤษฎีที่ เกี่ยวข้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัย ในระยะที่ 1 สร้างระบบปรับเหมาะการเรียน แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษา วิเคราะห์ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่เป็น ปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ และ กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

ผู้วิจัยนำ (ร่าง) ระบบฯ ไปสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน เพื่อให้ ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา (ร่าง) ของระบบปรับเหมาะ จากนั้นนำความคิดเห็น ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และแนวทางการปรับปรุง มาดำเนินการปรับปรุง (ร่าง) ระบบฯ

ผู้วิจัยนำ ระบบฯ (ฉบับปรับปรุง) ไปประเมินเพื่อรับรองความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 ท่าน จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความถูกต้องเหมาะสมตาม คำแนะนำก่อนนำไปทดลองใช้จริง

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

ผู้วิจัยกำหนดการวิจัย ระยะที่ 3 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนก่อนดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ผลการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อ องค์ประกอบ โดยผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะ รูปพรรณ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 26 คน

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการทดลองใช้ระบบฯ โดย ผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน 2. แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัย ก่อนเรียน และ 3. แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยหลังเรียน และดำเนินการทดลองใช้ ระบบฯ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 3 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาวิเคราะห์ ดังนี้ 1) ใช้ สถิติเชิงบรรยายวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายข้อมูล ทั่วไป 2) ใช้สถิติ t-test dependent ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนัก ด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียน 3) ใช้สถิติ One-way ANOVA ในการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกตามเส้นทางการเรียน เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนัก ด้านความปลอดภัยในการทำงานก่อนเรียนและหลังเรียน 4) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการ เขียนบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน 5) ใช้สถิติเชิงบรรยาย (Descriptive Statistic) ในการวิเคราะห์ ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 4 สรุปผลการทดลองใช้ระบบ

### สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียน การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณี และเครื่องประดับ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ความต้องการ และแนวทางในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

1. ผลการสัมภาษณ์พนักงานในอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเกี่ยวกับสภาพความปลอดภัยในการทำงาน จำนวน 5 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 สภาพแวดล้อมในสถานประกอบการส่วนใหญ่มีป้ายหรือฉลากติดไว้ที่อุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้เกือบทุกชนิด อาจจะมีบางอุปกรณ์ที่ป้ายไม่มีป้ายบอกหรือเกิดการชำรุดเสียหาย เนื่องจากอุปกรณ์มีอายุการใช้งานมาเป็นระยะเวลาช้านาน อย่างไรก็ตาม พนักงานส่วนใหญ่อาศัยประสบการณ์และความเข้าใจส่วนตัวในการใช้งานอุปกรณ์ขณะทำงาน ทำให้พนักงานไม่ใส่ใจในรายละเอียดต่าง ๆ บนป้ายหรือฉลากที่ติดไว้บนอุปกรณ์

1.2 การปฏิบัติตนของพนักงานส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการใช้อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ ระหว่างการปฏิบัติงาน เนื่องจากอุปกรณ์มีการใช้งานมาแล้วเป็นระยะเวลาช้านาน เกิดการเสื่อมประสิทธิภาพ พนักงานบางคนจึงเลือกที่จะไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันเลย เพราะการใช้อุปกรณ์ที่เสื่อมสภาพเป็นอุปสรรคต่อการทำงาน

1.3 การปฏิบัติตามกฎและข้อห้ามในเรื่องความปลอดภัยของพนักงานส่วนใหญ่จะปฏิบัติตามคนส่วนมาก กล่าวคือ ถ้ากฎระเบียบข้อไหนเพื่อนร่วมงานส่วนมากปฏิบัติ พนักงานก็จะปฏิบัติตามด้วย แต่ถ้ากฎระเบียบข้อไหนเพื่อนร่วมงานส่วนมากละเลย กฎข้อนั้นก็จะมีคนปฏิบัติตาม พนักงานส่วนมากอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงานที่ตนมีเป็นระยะเวลาช้านานในการทำงาน

2. ผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ จำนวน 7 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 สภาพการเรียนการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงานในปัจจุบันขาดการออกแบบกระบวนการสอนและสื่อการสอนเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน สภาพแวดล้อมในการเรียนไม่ได้มีการแบ่งสัดส่วนของห้องปฏิบัติการให้เป็นระเบียบเรียบร้อย บางแห่งไม่มีการติดป้ายบอกวิธีการใช้เครื่องมือต่าง ๆ อย่างถูกต้อง อาจารย์ผู้สอนใช้วิธีบรรยายแนะนำถึงข้อระมัดระวังในความปลอดภัยสอดแทรกในบทเรียนเท่านั้น

2.2 การนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการเรียนการสอนอยู่ในระดับที่น้อยมาก แต่อาจารย์มีความพร้อมและเปิดรับการให้เทคโนโลยีการศึกษา โดยในปัจจุบันมีการใช้ PowerPoint มา

ประกอบการสอน การนำวีดิทัศน์มาให้ นักศึกษาดู รวมถึงการมอบโจทย์แก่นักศึกษาเพื่อให้ผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลออนไลน์

2.3 สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับมีความต้องการในระบบปรับเหมาะการเรียน แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนัก ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับอยู่ในระดับมาก โดยต้องการ ให้นำระบบมาใช้ในห้องเรียนควบคู่กับรายวิชา มีการเก็บคะแนน และเป็นแบบออนไลน์ เพื่อที่จะได้ สามารถให้ผู้เรียนใช้ระบบให้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยและสามารถให้เป็นการบ้าน ให้ผู้เรียนนำไปใช้งานที่บ้านได้

3. ผลการสำรวจสภาพการเรียนการสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และ ความต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบ การเรียนการสอนสื่อประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชา อัญมณีและเครื่องประดับ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 355 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนเรื่องความปลอดภัยในการ ทำงาน

3.2 เมื่อวิเคราะห์เฉพาะในกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน มาแล้ว พบว่าผู้เรียนกลุ่มนั้นมีความตระหนักด้านความปลอดภัยของอยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น

3.2 นักศึกษาส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ในรูปแบบ ต่าง ๆ แต่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการเรียนด้วยระบบปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ ออกแบบการเรียนการสอนสื่อประกอบ

3.3 เมื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นด้วยดัชนี PNImodified เพื่อระบุความ ต้องการจำเป็นแล้วพบว่า นักศึกษามีความต้องการจำเป็นในการเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ประเมิน และวินิจฉัยระดับความรู้ก่อนเรียนแต่ละหัวข้อเป็นอันดับแรก รองลงมาคือการเรียนด้วย สื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้เลือกเรียนหัวข้อไหนก่อนก็ได้ตามที่ต้องการ การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ เลือกทำกิจกรรมใดก็ได้ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มี การปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้สอดคล้องกับความต้องการ การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ แสดงการสาธิตทักษะใหม่ที่จำเป็นก่อนลงมือปฏิบัติงาน การเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ฝึกฝน ทักษะย่อย ๆ แต่ละทักษะได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการจนกว่าจะเกิดความชำนาญ และการเรียนด้วย สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีตัวช่วยเหลือที่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง ตามลำดับ

**ระยะที่ 2 ผลการสร้างระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

1. (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบซึ่งได้แก่ 1) การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ 2) การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ 3) เครื่องมือ 4) การวัดและการประเมินผล 5) บทบาทผู้เกี่ยวข้อง และกระบวนการเรียนการสอนในระบบ 6 ขั้นตอน ซึ่งได้แก่ 1) นำเข้าสู่บทเรียน 2) ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน 3) ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ 4) บันทึกการเรียนรู้ 5) ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง 6) นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน

2. ผลการประเมิน (ร่าง) ระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน สรุปได้ว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ทดลองใช้ในระดับมาก

**ระยะที่ 3 ผลการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

ผลการทดลองใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา เครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี 2 จำนวน 26 คน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานจากตัวชี้วัดพฤติกรรมในการปฏิบัติการจำลองและจากแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัย ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความตระหนักด้านความปลอดภัย

ในการทำงานของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลอง สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการเรียนของผู้เรียนแต่ละเส้นทางการเรียน จากทั้งตัวชี้วัดในการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนและแบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย โดยใช้สถิติ one-way ANOVA พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนด้วยเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมจากการปรับเหมาะของระบบจะส่งผลให้ผู้เรียนในทุกเส้นทางการเรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยได้ไม่แตกต่างกันในทุกเส้นทางการเรียน

3. ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการใช้ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ระบบในระดับมากที่สุด โดยให้ความเห็นว่าสาเหตุมากจากเนื้อหาในบทเรียนมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ประกอบกับการได้ฝึกฝนวิธีแก้ปัญหาบางอย่าง ซ้ำ ๆ หลาย ๆ ครั้ง เช่น กรณีแก๊สรั่ว ทำให้เกิดความชำนาญ และสามารถแก้ปัญหาได้โดยอัตโนมัติ และกิจกรรมในบทเรียนที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงอันตรายในการทำงานได้เป็นอย่างดี

**ระยะที่ 4 ผลการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

ผลการประเมินระบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน สรุปได้ว่า ระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนในระดับมาก

## อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้พบว่านักศึกษาสาขาวิชาเครื่องประดับอัญมณีและโลหะรูปพรรณ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จำนวน 26 คน ที่เรียนด้วยระบบการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าระบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ได้มีการนำหลักการการออกแบบการเรียนสื่อองค์ประกอบ และได้นำเอาทฤษฎีการออกแบบการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนมาใช้อย่างเป็นระบบ เริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งาน การวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบ และการวิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในระบบ เพื่อนำมาออกแบบเป็นระบบปรับเหมาะการเรียนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย ซึ่งผ่านการตรวจสอบความตรงและความเที่ยงตลอดกระบวนการ โดยสามารถอภิปรายด้วยกระบวนการเรียนการสอนในระบบที่เกิดจากการผสมผสานองค์ประกอบต่าง ๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการแสดงให้ผู้เรียนเห็นบริบทของเหตุการณ์ที่จำลองขึ้นและการอธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียน นอกเหนือจากเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเข้าไปในบทเรียนด้วยการนำเสนอโน้ตทัศน์กว้างล่วงหน้าตามแนวคิด Advance Organizer ของ Ausubel (1960) แล้ว ยังเป็นการโน้มน้าวและปรับทัศนคติให้ผู้เรียนเปิดใจยอมรับความไม่สมจริงของสถานการณ์จำลอง (Willing suspension of disbelief) ทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อชั่วคราว ในขณะที่เรียนว่าสถานการณ์จำลองที่กำลังปฏิบัติอยู่นั้นคือสถานการณ์จริง ซึ่ง Serby (2011) พบว่าบทเรียนที่มี Suspension of disbelief ที่ดีทำให้ผู้เรียนมีการกำกับตนเองในการเรียนได้มากกว่า และเนื่องจากความตระหนักด้านความปลอดภัยเป็นผลมาจากกระบวนการการสะสมความรู้และเจตคติ (Good, 1973) การกำกับตนเองจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการบังคับตนเองให้ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียนอย่างมีประสิทธิภาพจนจบ โดยผู้เรียนได้ให้ความเห็นหลังเรียนว่าบทเรียนในระบบเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถอภิปรายได้ว่าด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกำกับตนเองในการเรียน สะสมความรู้และเจตคติเพื่อพัฒนาเป็นความตระหนักด้านความปลอดภัยต่อไป

2. การทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียนก่อนเรียนจากตัวชี้วัดพฤติกรรม เพื่อที่ระบบจะได้ปรับเส้นทางการเรียนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งการวิเคราะห์และการประเมินนั้น ใช้กลวิธีในการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนในการวิเคราะห์และประเมินด้วย



สภาพจริงว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมที่สอดคล้องกับความตระหนักด้านความปลอดภัยในแต่ละด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งประกอบด้วย 1) ตัวชี้วัดความตระหนักต่อสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย 2) ตัวชี้วัดความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ และ 3) ตัวชี้วัดความตระหนักต่อความสำคัญของกฎระเบียบข้อบังคับ โดยมีเกณฑ์การประเมินคือผู้เรียนต้องสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดทุกข้อในด้านนั้นถึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน จากนั้นระบบจะใช้ผลจากการประเมินเพื่อคัดเลือกสถานการณ์ต่าง ๆ ว่าผู้เรียนต้องปฏิบัติตามสถานการณ์เสริมเพื่อพัฒนาความตระหนักในด้านใดเพิ่มเติมบ้าง และนำเสนอเป็นเส้นทางการเรียนซึ่งมีทั้งหมด 8 เส้นทางการเรียน โดยเส้นทางการเรียนแต่ละเส้นทางมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน ประกอบด้วยภารกิจการเรียนรู้ปกติซึ่งเป็นสถานการณ์หลัก และภารกิจการเรียนรู้เสริม 3 ประเภท ได้แก่ 1) ภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย 2) ภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติบทบาทหน้าที่ควรกระทำ และ 3) ภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับ

ตัวอย่างเช่น ผู้เรียน ก ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติภารกิจจำลองขั้น ผลปรากฏว่า ผู้เรียน ก ไม่ผ่านการประเมินตัวชี้วัดพฤติกรรมในทุก ๆ ด้าน ระบบจะปรับเหมาะเส้นทางการเรียนให้กับผู้เรียน ก โดยนอกเหนือจากภารกิจการเรียนรู้ปกติแล้ว ผู้เรียน ก จะได้รับภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตราย ภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติบทบาทหน้าที่ควรกระทำ และภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับด้วย ในขณะที่ ผู้เรียน ข ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติภารกิจจำลองขั้นตอน โดยสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดพฤติกรรมของความตระหนักด้านบทบาทหน้าที่ควรกระทำและความตระหนักด้านกฎระเบียบข้อบังคับได้ผ่านทุกข้อ แต่ไม่สามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัดของความตระหนักด้านสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายได้ครบทุกข้อ ระบบจะคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่มีภารกิจการเรียนรู้เสริมที่เน้นให้ผู้เรียน ข ได้ปฏิบัติในสภาพการทำงานที่เป็นอันตรายควบคู่กับภารกิจการเรียนรู้ปกติ โดยข้ามผ่านภารกิจการเรียนรู้เพื่อความตระหนักด้านบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบและภารกิจการเรียนรู้เพื่อความตระหนักด้านกฎระเบียบข้อบังคับ ซึ่งไม่จำเป็นสำหรับผู้เรียน ก

การที่ระบบนำเสนอเส้นทางการเรียนที่ปรับเหมาะสำหรับผู้เรียน โดยคัดเลือกเฉพาะภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา และข้ามผ่านภารกิจการเรียนรู้ที่ไม่จำเป็นเช่นนี้ จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนตลอดเส้นทางการเรียนและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายกับบทเรียนที่ง่ายเกินไป ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความตระหนักด้านความปลอดภัยหลังเรียนจากการวัดด้วยตัวชี้วัดพฤติกรรมและแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยสูงขึ้นในทุกเส้นทางการเรียน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ one-way ANOVA พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนให้เห็นว่า เมื่อผู้เรียนได้เรียนด้วยเส้นทางการเรียนที่

เหมาะสมจากการปรับเหมาะของระบบ จะส่งผลให้ผู้เรียนในทุกเส้นทางการเรียนเกิดการเรียนรู้ และพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยได้ในทุกเส้นทางการเรียน ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ Dolenc and Aberšek (2015) ที่พบว่าระบบปรับเหมาะการเรียนที่วิเคราะห์ผู้เรียนจากการทดสอบก่อนบทเรียนและปรับเนื้อหาและตัวอย่างการเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมและทำให้ผู้เรียนในระบบปรับเหมาะมีการพัฒนาที่สูงขึ้นมากกว่า โดยสอดคล้องกับผลวิจัยของ Maroldo (1986) ที่พบว่าการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องเรียนในสิ่งที่ไม่จำเป็นหรือในสิ่งที่ผู้เรียนรู้สึกว่ามัน่าเบื่อหน่ายส่งผลทางด้านลบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอดคล้องกับความคิดเห็นหลังเรียนของผู้เรียนที่กล่าวว่าการเรียนด้วยสถานการณ์จำลองที่ปรับเหมาะตามระดับความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียนทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้และทำให้สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการเรียนการสอน กลไกในการปรับเหมาะควรเกิดจากการเขียนโปรแกรมบนระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (Learning management system หรือ LMS) ในการวิเคราะห์และประเมินจากข้อมูลผู้เรียนจากระบบฐานข้อมูล อย่างไรก็ตาม สำหรับกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก เช่นในการทดลองครั้งนี้ ผู้สอนอาจใช้วิธีตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินและคัดเลือกเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมด้วยตัวผู้สอนเอง จากนั้นจึงแจ้งรหัสเส้นทางการเรียนที่เหมาะสมให้กับผู้เรียนแต่ละคนในการเข้าสู่ระบบครั้งต่อไป เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเขียนโปรแกรมก็ได้

3. การปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการขึ้นนำ เป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย โดยผู้วิจัยได้ออกแบบภารกิจในขั้นตอนนี้ให้อยู่ในรูปแบบของภารกิจลักษณะองค์รวม (whole-task) ที่สอดคล้องกับการทำงานในชีวิตจริงที่มีจุดมุ่งหมายในการปฏิบัติงานหลาย ๆ อย่าง และมีปัญหาหลาย ๆ อย่างที่ต้องรับการแก้ไขในขณะเดียวกัน โดยใช้ขั้นตอนการผลิตแวนเงินเป็นขั้นตอนในการดำเนินเรื่อง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ หลายขั้นตอนด้วยกัน ได้แก่ ขั้นตอนการทำให้แท่งเงินอ่อนตัว การผสมกรดเจือจาง การล้างแท่งเงินด้วยการจุ่มกรด การรีดแผ่นเงิน การเลื่อยแผ่นเงิน การตัดแผ่นเงินเป็นวงแหวน การเชื่อมรอยต่อ และการขัดแต่ง ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องประสบกับความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานหลาย ๆ ด้าน และมีความแตกต่างที่สะท้อนถึงความแตกต่างในสถานการณ์จริง ครอบคลุมถึงอันตรายที่เกิดจากเปลวเพลิง ความร้อน เครื่องจักร และเคมี เมื่อผู้เรียนศึกษาวิธีการแก้ปัญหาจากตัวอย่างการแก้ปัญหาที่ถูกต้องจากตัวละครผู้ชี้แนะ หรือเมื่อผู้เรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาจากภารกิจการเรียนรู้ที่แตกต่างหลากหลายเช่นนี้ ผู้เรียนจะสามารถสร้างแบบแผนของรูปแบบทางความคิด (mental models) ซึ่งจะก่อให้เกิดการคิดหาเหตุผลในขอบเขตความรู้ และกลวิธีทางความคิด

(cognitive strategies) ซึ่งจะให้แนวทางในการแก้ปัญหาในขอบเขตความรู้ เกิดเป็นองค์ความรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมโดยกระบวนการอุปนัย

ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ ตัวละครผู้ชี้แนะจะให้การช่วยเหลือด้วยสารสนเทศสนับสนุน (Supportive Information) ซึ่งเป็นสารสนเทศที่ให้ผู้เรียนใช้ในการสนับสนุนการเรียนรู้แก้ปัญหา และการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับในรูปแบบของเนื้อหา คำอธิบายสาเหตุของอุบัติเหตุ แนวทางการป้องกัน และแนวทางการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย เมื่อผู้เรียนประมาทเดินเลี้ยว ไฟแช็กทิ้งไว้ใกล้หัวไฟที่มีความร้อนสูงจนกระทั่งไฟแช็กที่ระเบิด ตัวละครผู้ชี้แนะจะให้การช่วยเหลือด้วยสารสนเทศสนับสนุน ด้วยการอธิบายถึงสาเหตุของไฟแช็กที่ระเบิด พร้อมทั้งสาธิตวิธีป้องกัน ให้ผู้เรียนได้ศึกษาวิธีการปฏิบัติจากตัวอย่างการป้องกันที่ถูกต้องจากตัวละครผู้ชี้แนะ สารสนเทศสนับสนุนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้เรียนในการนำไปพัฒนาเป็นกลยุทธ์ทางปัญญา (cognitive strategy) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา และรูปแบบทางความคิด (mental model) ที่ทำหน้าที่เป็นแผนที่ของขอบเขตการเรียนรู้หรือจัดการความรู้เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงอันตรายและความเสี่ยงต่าง ๆ และสามารถบรรลุภารกิจการเรียนรู้ได้

นอกเหนือจากสารสนเทศสนับสนุนแล้ว ตัวละครผู้ชี้เนายังมอบสารสนเทศกระบวนการ (Procedural Information) ซึ่งเป็นสารสนเทศในลักษณะของขั้นตอนการทำงานให้ผู้เรียนในขณะปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้อีกด้วย ทั้งขั้นตอนที่ต้องกระทำในการผลิตเครื่องประดับในแต่ละช่วงและขั้นตอนในการแก้ปัญหาจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ซึ่งตัวละครผู้ชี้เนายังมอบสารสนเทศกระบวนการให้แก่ผู้เรียนในขณะที่กำลังทำภารกิจเมื่อจำเป็น เสมือนกับเป็นการเฝ้าติดตามภารกิจการเรียนรู้ของผู้เรียนและให้ข้อมูลในทันทีที่ผู้เรียนต้องการ โดยให้แก่ผู้เรียนในรูปแบบของการเสริมต่อการเรียนรู้ (scaffolding) ที่ปริมาณของการชี้แนะจะลดลงเรื่อย ๆ ตามภารกิจการเรียนรู้ที่ผู้เรียนปฏิบัติผ่านได้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการปฏิบัติภารกิจการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตัวอย่างเช่น ในช่วงต้นของบทเรียนตัวละครผู้ชี้เนายกขึ้นตอนการตรวจสอบสภาพหัวไฟและการปรับวาล์วอย่างเป็นขั้นเป็นตอนโดยละเอียดเนื่องจากผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนี้มากนัก แต่เมื่อบทเรียนดำเนินไปและผู้เรียนมีประสบการณ์ในการทำงานมากขึ้น ปริมาณของการชี้แนะจากตัวละครผู้ชี้เนาก็จะลดลงไปด้วย

ในระหว่างบทเรียน ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนภารกิจย่อย (Part-Task Practice) ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนฝึกฝนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหากรณีอุบัติเหตุร้ายแรงที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยอัตโนมัติ โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหาคืออุบัติเหตุที่นั้นซ้ำ ๆ เป็นระยะ ๆ จนเกิดความแม่นยำและชำนาญจนสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ ในบทเรียนนี้จะเป็นฝึกการแก้ปัญหาจากกรณีแก๊สรั่ว ซึ่งเป็นปัญหาร้ายแรงและสามารถเกิดขึ้นได้บ่อยครั้งในการปฏิบัติงานจริง ในช่วงต้นของ

บทเรียน ตัวละครผู้ชี้แนะจะสาธิตวิธีการแก้ปัญหาด้วยการปิดวาล์วแก๊สในทันที รวมไปถึงสาธิตวิธีการระบายอากาศ และการแจ้งเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนภารกิจย่อยซ้ำ ๆ ผู้เรียนจะมีความชำนาญมากขึ้น ตัวละครผู้ชี้แนะจะลดการสนับสนุนลงเหลือเพียงการชี้แนะวิธีการแก้ปัญหา และลดเหลือเพียงการใช้คำถามกระตุ้นเตือน จนผู้เรียนสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอัตโนมัติในที่สุด

องค์ประกอบเหล่านี้เมื่อผสมผสานกับการจำลองขั้นตอนที่ออกแบบมาเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้สัญชาตญาณในการเรียนรู้และแก้ปัญหาอุบัติเหตุหรือสถานการณ์เสี่ยงในสภาพแวดล้อมที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริง ซึ่งผู้เรียนสามารถทดลองค้นหาแนวทางกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ และศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนได้เห็นผลลัพธ์ที่หลากหลายจากการตัดสินใจที่แตกต่างกัน เมื่อผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ข้อมูล เกิดความคิดรวบยอด และเกิดการเรียนรู้ความรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวและได้เห็นผลของปฏิสัมพันธ์นั้น กระตุ้นผู้เรียนได้สะสมแนวคิดทั้งจากความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ทักษะ เจตคติ และกลยุทธ์ทางพุทธิปัญญาในการเรียนรู้ถึงแบบแผนและแนวทางในการแก้ปัญหาจากการอุปนัย ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งจะนำไปสู่ความลุ่มลึกชัดเจน และพัฒนาจนเกิดเป็นความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เรียนหลังเรียนที่ให้ความเห็นว่า กิจกรรมในบทเรียนที่จำลองจากสถานการณ์การผลิตเครื่องประดับในชีวิตจริงมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ประกอบกับการที่ระบบแจ้งวิธีปฏิบัติงานให้กับผู้เรียนอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเมื่อถึงเวลาจำเป็น ทำให้สามารถเข้าใจและจดจำวิธีการต่าง ๆ ได้ดี และการได้รับคำอธิบายถึงอันตรายที่เกิดขึ้น หลังจากเกิดสถานการณ์อุบัติเหตุในบทเรียนทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เข้าใจถึงอันตรายในการทำงานได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนยังได้ความเห็นอีกว่า หลังจากเรียนด้วยระบบฯ ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีขึ้นต่อความปลอดภัยในการทำงาน ความคิดเห็นของผู้เรียนทั้งหมดนี้เป็นไปตามแนวคิดลำดับขั้นของการเกิดความตระหนักของ Good (1973) ที่กล่าวว่า การสร้างความตระหนักนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ (knowledge) อย่างถูกต้องตามหลักการ เมื่อเกิดความรู้แล้วจะต้องมีการสร้างเจตคติ (attitude) ที่ถูกต้อง และต้องมีความรู้อย่างถ่องแท้ รู้ว่าสิ่งใดถูก สิ่งใดผิด สิ่งใดดี ไม่ดี จึงจะนำไปสู่ขั้นความลุ่มลึกชัดเจน (intelligibility) และจึงจะเกิดความตระหนักในที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริดีษฐ์ ภาณุมนต์วาทิ (2552) ที่ได้อภิปรายไว้ว่า การฝึกอบรมด้านความปลอดภัยด้วยเครื่องจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเป็นเพียงวิธีเดียวจากการทดลองสามวิธี ที่สามารถเพิ่มค่าระดับคะแนนความตระหนักของแรงงานจากระดับปานกลางเป็นระดับสูงได้ และผลการสัมภาษณ์ยังพบอีกด้วยว่าแรงงานได้เกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยสูงขึ้นอย่างมาก และสอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Sarfo and Elen (2007) ที่พบว่า การเรียนการสอนที่ถูกออกแบบอย่างสอดคล้องกับหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบส่งผลให้ผลการเรียนของผู้เรียนดีขึ้น

ทั้งนี้ การเสริมสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานเป็นเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างรากฐานให้ผู้เรียนได้ซึมซับถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยกระทั่งกลายเป็นพฤติกรรมนิสัย และสามารถปฏิบัติได้โดยอัตโนมัติ เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับของไทยให้ก้าวหน้าไปได้อย่างปลอดภัย เมื่อผู้เรียนเกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานแล้ว ก็จะส่งผลให้เกิดการปฏิบัติงานอย่างมีคุณภาพด้วยความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chan et al. (2005) และ Sawacha, Naoum, and Fong (1999) ที่พบว่า การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้เกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดการทำงานได้อย่างปลอดภัย

4. การเขียนบันทึกการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้โดยบันทึกการสะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้ ตามโครงสร้างคำถามที่ออกแบบไว้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการมองย้อนกลับไปยังบทเรียนที่ผ่านมาจากมุมมองในปัจจุบันเพื่อที่จะได้เห็นสิ่งใหม่ ๆ และเกิดการเชื่อมโยงความรู้และเจตคติจากบทเรียนไปสู่ความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานและเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการนำไปปรับใช้ในบริบทที่แตกต่างในชีวิตจริง ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้เกี่ยวกับการเชื่อมโยงและปรับใช้ไว้ว่า *“คิดว่าเครื่องแต่งกายมีส่วนอย่างมากต่อไปนี้เวลาหลอมครั้งต้องใส่ถุงมือ”* โดยที่ *“ครั้ง”* ซึ่งหมายถึงวัสดุที่ใช้สำหรับจับยึดตัวเรือนในขั้นตอนฝังเพชรพลอย ไม่ได้ถูกกล่าวถึงในบทเรียนแต่อย่างใดเนื่องจากไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งในการจำลองขั้นตอนในบทเรียนที่ใช้ในการทดลอง จึงสามารถสะท้อนให้เห็นถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยที่เกิดจากการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยระบบได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้เรียนได้ให้ความคิดเห็นหลังเรียนว่าการได้เผชิญกับสถานการณ์อันตรายที่หลากหลาย ทำให้เกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดต่าง ๆ และทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินสถานการณ์อื่น ๆ ที่เป็นอันตรายได้ อีกทั้งยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน และสามารถนำไปปรับใช้ในการทำงานในชีวิตจริงได้อย่างดี ซึ่งเทคนิคการใช้คำถามสะท้อนคิด เชื่อมโยง ปรับใช้ (เพชรรัตน์ จงนิมิตรสถาพร, 2556) และการเขียนบันทึกการเรียนรู้เป็นกลวิธีเพื่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับจากหลากหลายงานวิจัยด้วยกัน (Dusaj, 2014; Fanning & Gaba, 2007; Kriz, 2008; Mayville, 2011)

5. การทดสอบหลังเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยการให้ผู้เรียนปฏิบัติการจำลองขั้นตอนในสถานการณ์ใหม่ เป็นขั้นตอนที่มีจุดประสงค์ที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปสู่ความตระหนักด้านความปลอดภัยด้วยการปฏิบัติจริง การใช้กลวิธีในการให้รางวัลด้วยการแจ้คะแนนให้กับผู้เรียนจากทุก ๆ การกระทำที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามตัวชี้วัด โดยแจ้เพียงแค่คะแนนและ

ลำดับข้อตัวชีวิต แต่ไม่แจ้งว่าตัวชีวิตนั้นสะท้อนถึงความตระหนักด้านความปลอดภัยในหัวข้อใด ทำให้เกิดการท้าทายในการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องปฏิบัติงานด้วยความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานอย่างเป็นรูปธรรมตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lin, Son, and Rojas (2011) ที่พบว่าการศึกษาเรื่องความปลอดภัยในการทำงานด้วยการใช้การจำลองสถานการณ์ในรูปแบบที่มีความท้าทายสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัยได้อย่างดี

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นและผลการวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้น ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ สามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักด้านความปลอดภัยที่จำเป็นอย่างยิ่งต่อนักศึกษาที่จะเกิดทักษะในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน สถาบันอุดมศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้องจึงควรจัดให้มีระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนๆ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้หนึ่งสำหรับนักศึกษา เพื่อให้ศึกษามีทางเลือกในการเรียนรู้ และเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์จำลองทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับใช้สถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในการปฏิบัติงานเป็นสถานการณ์ในการเรียนรู้ และมีทางเลือกการเรียนรู้ตามความสามารถของผู้เรียนด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะ ดังนั้น ผู้สอนและผู้เรียนควรนำระบบฯ นี้ไปเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง หรือมีสถานการณ์ที่สอดคล้อง เพื่อส่งเสริมให้เกิดความตระหนักด้านความปลอดภัย

## 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจัดหาสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในการผลิตเครื่องประดับสถานการณ์อื่น ๆ มาปรับเป็นกิจกรรมและเนื้อหาในการเรียนรู้บนระบบฯ เพิ่มมากขึ้น เช่น ขั้นตอนการผลิตเครื่องประดับขั้นตอนอื่น ๆ หรือเหตุการณ์อุบัติเหตุอื่น ๆ เพื่อให้เกิดทางเลือกที่หลากหลายในการปรับเหมาะระบบที่สนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลในการสร้างรูปแบบความคิดของผู้เรียน

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ การจำลองขั้นตอนและการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาระบบฯ ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

2.3 ควรมีการศึกษาระดับความคงทนของความตระหนักด้านความปลอดภัยภายหลังการเรียนรู้ด้วยระบบ

2.4 ควรนำระบบการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ไปปรับใช้ในสาขาวิชาอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับหรือในสาขาวิชาที่เน้นทักษะปฏิบัติ เพื่อช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุและสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานแขนงอื่น ๆ ต่อไป

## บรรณานุกรม

- Alessi, S. M. (2000). Simulation design for training and assessment. *Aircrew training and assessment*, 197-222.
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1991). *Computer-based instruction: Methods and development*: Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). Multimedia for learning. *Methods and development*, 3.
- Analoui, F. (1993). *Training and transfer of learning*: Avebury.
- Ausubel, D. P. (1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of educational psychology*, 51(5), 267.
- Banathy, B. H. (1968). Instructional Systems.
- Bass, E. J., Zenyuh, J. P., Small, R. L., & Fortin, S. T. (1996). *A context-based approach to training situation awareness*. Paper presented at the Human Interaction with Complex Systems, 1996. HICS'96. Proceedings., Third Annual Symposium on.
- Binder, K., & Heermann, D. (1988). Monte Carlo Simulation in Statistical. *Physics (Springer*.
- Boggs, R. A. (2004). The SDLC and six sigma: An essay on which is which and why. *Issues in Information Systems*, 5(1), 36-42.
- Brown, D., & Chronister, C. (2009). The effect of simulation learning on critical thinking and self-confidence when incorporated into an electrocardiogram nursing course. *Clinical Simulation in Nursing*, 5(1), e45-e52.
- Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O., & Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315.
- Carlson, R. A., Khoo, B. H., & Elliott, R. G. (1990). Component practice and exposure to a problem-solving context. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 32(3), 267-286.
- Carroll, J. M., Smith-Kerker, P. L., Ford, J. R., & Mazur, S. A. (1988). The minimal manual. *ACM SIGCHI Bulletin*, 20(1), 80.



- Chan, A. P., Wong, F. K., Yam, M., Chan, D., Ng, J., & Tam, C. J. C. S. R. G. H. K. P. U., Hong Kong. (2005). From attitude to culture–effect of safety climate on construction safety.
- Chen, Liu, C.-Y., & Chang, M.-H. (2006). Personalized curriculum sequencing utilizing modified item response theory for web-based instruction. *Expert Systems with applications*, 30(2), 378-396.
- Chen, Y. L., Hong, Y. R., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2011). Efficacy of Simulation-Based Learning of Electronics Using Visualization and Manipulation. *Educational Technology & Society*, 14(2), 269-277.
- Chorfi, H., & Jemni, M. (2004). PERSO: Towards an Adaptive e-learning System. . *Journal of Interactive Learning Research*.
- Clapper, T. C. (2014). Situational interest and instructional design: A guide for simulation facilitators. *Simulation & Gaming*, 1046878113518482.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, 18, 32-42.
- Cook, D. A., Brydges, R., Hamstra, S. J., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., . . . Hatala, R. (2012). Comparative effectiveness of technology-enhanced simulation versus other instructional methods: a systematic review and meta-analysis. *Simulation in Healthcare*, 7(5), 308-320.
- Corno, L., & Snow, R. E. (1986). Adapting teaching to individual differences among learners. *Handbook of research on teaching*, 3, 605-629.
- Crookall, D. (2010). Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline. *Simulation & Gaming*, 41(6), 898-920.
- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
- Dolenc, K., & Aberšek, B. (2015). TECH8 intelligent and adaptive e-learning system: Integration into Technology and Science classrooms in lower secondary schools. *Computers & Education*, 82, 354-365.

- Durso, F. T., & Gronlund, S. D. (1999). Situation awareness. *Handbook of applied cognition*, 283-314.
- Dusaj, T. K. (2014). Five fast fixes: Debriefing. *Clinical Simulation in Nursing*, 10(9), 485-486.
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32-64.
- Endsley, M. R. (2012). *Designing for situation awareness: An approach to user-centered design*: CRC Press.
- Fanning, R. M., & Gaba, D. M. (2007). The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in healthcare*, 2(2), 115-125.
- Forcier, R. C. (1996). *The Computer as a Productivity Tool in Education*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice
- Gagné, R. M., Briggs, L.J., & Wager, W.W. . (1992). *Principles of instructional design* (4th ed.). New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Glaser, R. (1977). *Adaptive education: Individual. diversity and learning*. . New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Good, C. (1973). *Dictionary of Education*. In: McGraw-Hill Book Company. New York.
- Gropper, G. L. (1983). A behavioral approach to instructional prescription. *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*, 101-162.
- Guastello, S. J. (1993). Do we really know how well our occupational accident prevention programs work? *Safety science*, 16(3), 445-463.
- Gulikers, J. T., Bastiaens, T. J., Kirschner, P. A. J. E. t. r., & development. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. 52(3), 67.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J., & Smaldino, S. (2002). *Instructional media and technologies for learning 7th edition*. Merrill Prentice Hall.
- Jevremović, M. , & Vasić, Ž. (2010). Adaptive E-Learning. *Acta facultatis medicae Naissensis*, 27(4).
- Kardong-Edgren, S., Anderson, M., & Michaels, J. (2007). Does simulation fidelity improve student test scores? *Clinical Simulation in Nursing*, 3(1), e21-e24.
- Kindley, R. (2002). The power of simulation-based e-learning (SIMBEL). *The eLearning Developers' Journal*, 17.

- Kinney, S., & Henderson, D. (2008). Comparison of low fidelity simulation learning strategy with traditional lecture. *Clinical Simulation in Nursing*, 4(2), e15-e18.
- Kirschner, P. A., & Van Merriënboer, J. (2008). Ten steps to complex learning a new approach to instruction and instructional design. In.
- Knapp, L. R., & Glenn, A. D. (1996). *Restructuring schools with technology*: Taylor & Francis.
- Koh, C., Tan, H. S., Tan, K. C., Fang, L., Fong, F. M., Kan, D., . . . Wee, M. L. (2010). Investigating the Effect of 3D Simulation Based Learning on the Motivation and Performance of Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 99(3), 237-251.
- Kriz, W. C. (2008). A systemic-constructivist approach to the facilitation and debriefing of simulations and games. *Simulation & Gaming*.
- Landa, L. N. (1983). The algo-heuristic theory of instruction. In C.M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models*, 163–211.
- Leemkuil, H., De Jong, T., De Hoog, R., Christoph, N. J. S., & gaming. (2003). KM QUEST: A collaborative Internet-based simulation game. 34(1), 89-111.
- Lim, J., & Reiser, R. A. (2006). *Effects of part-task and whole-task instructional approaches and levels of learner expertise on learner acquisition and transfer of a complex cognitive skill*. Paper presented at the Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences.
- Lin, K.-Y., Son, J. W., & Rojas, E. M. J. J. o. I. T. i. C. (2011). A pilot study of a 3D game environment for construction safety education. 16(5), 69-84.
- Lioce, L., Meakim, C. H., Fey, M. K., Chmil, J. V., Mariani, B., & Alinier, G. J. C. S. i. N. (2015). Standards of best practice: Simulation standard IX: Simulation design.
- Livgood, N. D. (1991). From computer-assisted instruction to intelligent tutoring systems. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2(3), 39-50.
- Lunce. (2006). Simulations: Bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom. *Journal of Applied Educational Technology*, 3(1), 37-45.
- Maria, A. (1997). *Introduction to modeling and simulation*. Paper presented at the Proceedings of the 29th conference on Winter simulation.

- Maroldo, G. K. J. P. R. (1986). Shyness, boredom, and grade point average among college students. *59*(2), 395-398.
- Mavroudi, A. , & Hadzilacos, T. ( 2016) . Historical Overview of Adaptive e- learning Approaches Focusing on the Underlying Pedagogy. In *State-of-the-Art and Future Directions of Smart Learning* (pp. 115-121): Springer.
- Mayville, M. L. (2011). Debriefing: The Essential Step in Simulation. *Newborn and Infant Nursing Reviews*, *11*(1), 35-39.
- Melis, E., & Andres, E. (2005). Global Feedback in ACTIVEMATH. *The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*.
- Melo, M. (2018). The 4C/ID-Model in Physics Education: Instructional Design of a Digital Learning Environment to Teach Electrical Circuits. *International Journal of Instruction*, *11*(1), 103-122.
- Merrill, M. D. (1983). Component display theory. *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*, *1*, 282-333.
- Merrill, M. D. J. P. i. (2002). A pebble in the pond model for instructional design. *41*(7), 41-46.
- Murray, M. C., Pérez, J., Schmitt, U., Murphy, W. F., Murphy, S. S., Buettner, R. R., . . . Johnston, K. A. (2015). Informing and Performing: A Study Comparing Adaptive Learning to Traditional Learning. *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*, *18*.
- Narumol Ruksasuk. (2000). Effect of learning styles and participatory interaction modes on achievement of Thai students involved in web-based instruction in library and information science distance education. *Pittsburgh : University of Pittsburgh*.
- Newell, A. , & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving* (Vol. 104): Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ.
- Ng, S., Lui, A. K., & Wong, Y. (2015). An Adaptive Mobile Learning Application for Beginners to Learn Fundamental Japanese Language. In *Technology in Education. Transforming Educational Practices with Technology* (pp. 20-32): Springer.
- Nyambura, M. M., & Simon, K. (2018). EFFECT OF SAFETY AWARENESS CAMPAIGNS ON EMPLOYEE PERFORMANCE IN POWER TRANSMISSION COMPANIES IN KENYA.

- Oppermann, R., & Rasher, R. (1997). Adaptability and adaptivity in learning systems. *Knowledge transfer, 2*, 173-179.
- Pareek, U. (1978). *The Pedagogy of behaviour Simulation*. Retrieved from
- Park, & Lee. (2008). Adaptive instructional systems. *Educational Technology Research and Development, 25*, 651-684.
- Park, O., & Seidel, R. J. (1991). Conventional CBI Versus Intelligent CAI: Suggestions for the. *Expert systems and intelligent computer-aided instruction, 2*, 139.
- Pratkanis, A. R., Breckler, S. J., & Greenwald, A. G. (2014). *Attitude structure and function*: Psychology Press.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety Science, 3*(38), 105-106.
- Recker, M. M., & Pirolli, P. (1992). *Student strategies for learning programming from a computational environment*. Paper presented at the Intelligent tutoring systems.
- Salas, E., & Burke, C. (2002). Simulation for training is effective when.... *Quality and Safety in Health Care, 11*(2), 119-120.
- Salas, E., Prince, C., Baker, D. P., & Shrestha, L. (1995). Situation awareness in team performance: Implications for measurement and training. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 37*(1), 123-136.
- Salden, R. J., Paas, F., & van Merriënboer, J. J. C. i. H. B. (2006). A comparison of approaches to learning task selection in the training of complex cognitive skills. *22*(3), 321-333.
- Salisbury, D. F., Richards, B. F., & Klein, J. D. (1985). Designing practice: A review of prescriptions and recommendations from instructional design theories. *Journal of Instructional Development, 8*(4), 9-19.
- Sarfo, F. K., & Elen, J. (2007). Developing technical expertise in secondary technical schools: The effect of 4C/ID learning environments. *Learning Environments Research, 10*(3), 207-221.
- Sawacha, E., Naoum, S., & Fong, D. J. I. j. o. p. m. (1999). Factors affecting safety performance on construction sites. *17*(5), 309-315.

- Schneider, W. , & Detweiler, M. (1988). The role of practice in dual-task performance: Toward workload modeling a connectionist/control architecture. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 30(5), 539-566.
- Serby, T. (2011). Willing suspension of disbelief: A study in online learning through simulation, and its potential for deeper learning in higher education. *Liverpool Law Review*, 32(2), 181.
- Shute, V. , & Zapata- Rivera, D. (2012). Adaptive educational systems. *Adaptive technologies for training and education*, 7, 27.
- Smithburger, P. L., Kane-Gill, S. L., Ruby, C. M., & Seybert, A. L. (2012). Comparing effectiveness of 3 learning strategies: simulation-based learning, problem-based learning, and standardized patients. *Simulation in Healthcare*, 7(3), 141-146.
- Sole, M., Musu, C., Boi, F., Giusto, D., & Popescu, V. (2013). *RFID sensor network for workplace safety management*. Paper presented at the Emerging Technologies & Factory Automation (ETFFA), 2013 IEEE 18th Conference on.
- Stoyanov, S., and Kirschner, P. . (2004). Concept Mapping Method for defining the Characteristics of Adaptive E-Learning. *ALFANET Project Case. Educ Techno IRes Dev*.
- Susilo, A. P., van Merriënboer, J., van Dalen, J., Claramita, M., & Scherpbier, A. J. T. J. o. C. E. i. N. (2013). From lecture to learning tasks: use of the 4C/ID model in a communication skills course in a continuing professional education context. *44(6)*, 278-284.
- Van Merriënboer, J. J. (1997). *Training complex cognitive skills: A four-component instructional design model for technical training*: Educational Technology.
- Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., & De Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 39-61.
- Van Merriënboer, J. J., & De Croock, M. B. J. J. o. E. C. R. (1992). Strategies for computer-based programming instruction: Program completion vs. program generation. *8(3)*, 365-394.

- Van Merriënboer, J. J., & Kester, L. J. T. C. h. o. m. l. (2005). The four-component instructional design model: Multimedia principles in environments for complex learning. 71-93.
- Van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2017). *Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design*: Routledge.
- van Merriënboer, J. J., & Kirschner, P. A. (2018). 4C/ID in the Context of Instructional Design and the Learning Sciences. *International Handbook of the Learning Sciences*, 169.
- Verdú, E., Regueras, L. M., Verdú, M. J., De Castro, J. P., & Pérez, M. Á. (2008). An analysis of the research on adaptive learning: the next generation of e-learning. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 5(6), 859-868.
- Wallach, B. (1987). *Development strategies for ICAI on small computers*. Paper presented at the Artificial intelligence and instruction: Applications and methods.
- Wang, Han, H., Zhan, Z., Xu, J., Liu, Q., & Ren, G. (2015). A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills. *Computers & Education*, 81, 102-112.
- Wang, & Lindvall, C. (1994). *Teachers Roles Observation Schedule technical manual*: Learning Research and Development Center. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Wellington, J. (2004). Using ICT in teaching and learning science. *Mediating science learning through information and communications technology*, 51-78.
- Willis, J. (1996). *A Framework for Task-based Learning*: Longman.
- Wong, M. R., & Raulerson, J. D. (1974). *A guide to systematic instructional design*: Educational Technology.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An Introduction Analysis*. In: New York: Harper & Row.
- Zafar, A., & Albidewi, I. (2015). Evaluation study of eLGuide: A framework for adaptive e-learning. *Computer Applications in Engineering Education*.
- Zhao, D., & Lucas, J. (2014). Virtual reality simulation for construction safety promotion. *International journal of injury control and safety promotion*(ahead-of-print), 1-11.

- Zigmont, J. J., Kappus, L. J., & Sudikoff, S. N. (2011). The 3D Model of Debriefing: Defusing, Discovering, and Deepening. *Seminars in Perinatology*, 35( 2) , 52- 58. doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.semperi.2011.01.003
- กนกวรรณ จินตามณี. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ
- กมนทรศน์ ไชยมณี. (2539). ปัจจัยที่มีผลต่อความตระหนักเกี่ยวกับพิษภัยในอาหารของประชาชน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาสังคมวิทยาและมานุษยวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. (2546). การหล่อตัวเรือนเครื่องประดับ.
- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน. (2548). การสร้างจิตสำนึกด้านความปลอดภัยในการทำงานให้ครบวงจร : รายงานฉบับสมบูรณ์ / จัดทำโดย บริษัทกลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด.
- กิตติ ภัคตีวัฒนะกุล. (2551). การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (*Systems Analysis and Design*): กรุงเทพมหานคร: เคพีที คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- กุลนารี นิยมไทย. (2556). ผลของการเรียนการสอนบนเว็บด้วยสถานการณ์จำลองแบบปรับเหมาะเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เฉลียว โกงเพชร. (2547). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานสำนักงานกลางการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการจัดการทั่วไป บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร,
- เฉิดศักดิ์ สืบทรัพย์. (2557). แนวทางการจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของพนักงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเครื่องทำความเย็นไทย. วารสารสมาคมนักวิจัย, ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม - สิงหาคม 2557.
- ชนิกานต์ ดุลนกิจ. (2556). ผลของการใช้หนังสือการ์ตูนเรื่องโดราเอมอนร่วมกับการสะท้อนคิดเพื่อสร้างความตระหนักเรื่องความมุ่งมั่นในการทำงานของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ซัชพงศ์ เพียรดี. (2556). การพัฒนาเกมสถานการณ์จำลองเพื่อการเรียน เรื่อง การทำขนมเค้กประเภท ชิฟฟอนเค้ก สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,



- ชัยณรงค์ แก้วสุก. (2550). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ *ED3 U* ร่วมกับคอมพิวเตอร์ สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ชุนหงศ์ ไทยอุปลักษณ์. (2546). Adaptive Learning Environments การสร้างสิ่งแวดล้อมให้น่าเรียน ใน e-learning ยุคใหม่. . *E-Economy.* , 2(40) 91-93.
- ชุตินา จอมพุทรา. (2544). อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับไทย. ทีมอุตสาหกรรม ฝ่ายภาคการผลิต ธนาคารแห่งประเทศไทย.
- ชุตินา เรื่องพริ้ม. (2539). การตระหนักของเกษตรกรที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้ เทคโนโลยีการเกษตรในหมู่บ้านม่วงคำ อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีเกษตรแม่โจ้,
- กาญจนา เรื่องศิริ. (2556). ความตระหนักด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน กรณีศึกษาร้านอาหารริมถนนสายใหญ่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา การจัดการเทคโนโลยีอาคาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต,
- ดิสนีย์ อธิธิริฎวงศ์. (2553). การรับรู้ ทักษะ และความตระหนักเรื่องปัญหาสังคมของผู้ชมภาพยนตร์ เพื่อสังคม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน: กรุงเทพมหานคร. วังมกล.
- ทิตินา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ: กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพศักดิ์ ต้นดิสต์ยานนท์. (2548). ระบบการศึกษาแบบ 3A. วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ
- นวิวิ จิตต์วโรกร. (2554). ความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงานของพนักงานบริษัท เบสท์ เพอฟอร์แมนซ์ เอ็นจิเนียริง จำกัด. วิทยานิพนธ์พัฒนาแรงงานและสวัสดิการมหาบัณฑิต สาขา พัฒนาแรงงานและสวัสดิการ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- บัณฑิต จุฬาศัย. (2528). เยาวชนผู้กำหนดสภาวะแวดล้อมในทศวรรษหน้า: กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์รุ่งเรือง.
- บุญชัย สอนพรหม. (2555). การศึกษาทัศนคติของคณาจารย์ก่อสร้างต่อสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุใน อุตสาหกรรมก่อสร้าง : กรณีศึกษา บริษัท เอส ดับบลิว ที เทคโนโลยี แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด, หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและ สาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

- ประจวบ กล่อมจิตร. (2554). การจำลองสถานการณ์เบื้องต้น : กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2543). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบจำลองสถานการณ์ Computer Based Simulation (CBS). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2(12), 47-58.
- ปราโมทย์ ออกเวหา. (2548). การรับรู้และความตระหนักที่มีต่อสภาพการทำงานที่ปลอดภัยของพนักงานฝ่ายซ่อมใหญ่อากาศยาน ฝ่ายช่างบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขา ยุทธศาสตร์การพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร,
- ปรีดีณัฐ ภาณุมนต์วาที. (2552). การศึกษาความตระหนักด้านความปลอดภัยของแรงงานไทยในงานก่อสร้างอาคารสูง กรณีศึกษา : การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจำลองสภาพแวดล้อมเสมือนจริง. (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ปาณิกา เสนาเดดนตรี. (2549). การพัฒนาประสิทธิภาพงานหล่อเครื่องประดับด้วยการออกแบบการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองกรณีศึกษา: โรงงานเครื่องประดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
- พัชรา ระบบกิจการดี. (2545). การเปิดรับข่าวสารเกี่ยวกับปัญหาการทารุณกรรมสัตว์ ความรู้ ความตระหนัก และการสนับสนุนองค์กรเอกชนที่ช่วยเหลือและสงเคราะห์สัตว์. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาการประชาสัมพันธ์ คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิสุทธิ รัตนแสนวงษ์ และคณะ. (2555). การลดอุบัติเหตุในโรงงาน กรณีศึกษา. Paper presented at the การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555.
- เพชรรัตน์ จงนิมิตรสถาพร, น. ว. (2556). เทคนิคคำถาม R-C-A กับการพัฒนาทักษะชีวิต. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2556.
- ไพลิน ศศิธนากรแก้ว. (2537). การเปิดรับข่าวสารสิ่งแวดล้อมทางโทรศัพท์ ความรู้ ความตระหนักและการมีส่วนร่วมรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาประชาสัมพันธ์ คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ราชกิจจานุเบกษา. (2554). พระราชบัญญัติ ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. ๒๕๕๔
- ราชกิจจานุเบกษา. (2557). ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน เรื่อง มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างตักแต่งเครื่องประดับ.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คพับลิเคชั่น.

- ลาม บุญคง. (2545). การศึกษาความตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยในงานอุตสาหกรรมของพนักงาน  
ในนิคมอุตสาหกรรมบางปู. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
วิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,
- วิชานี สากลบรรเจิด. (2553). การศึกษาทัศนคติของบุคคลากรด้าน *Information Technology* ในการนำ  
*SDLC* รูปแบบ *Waterfall* มาใช้ในโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศ กรณีศึกษา บริษัท โทรคมนาคม  
แห่งหนึ่งในประเทศไทย. การค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัย  
นวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- วิชิต เทพประสิทธิ์. (2552). การพัฒนาสมรรถนะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยระบบปรับเหมาะการ  
เรียนแบบปฏิบัติจริงตามวิธีการคอนสตรัคติวิสต์สำหรับข้าราชการกระทรวงพลังงาน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย,
- แววตา เตชาทวิวรรณ. (2550). การพัฒนาบทเรียนทางเว็บแบบปรับเหมาะวิชาการจัดหมวดหมู่ระบบ  
ทศนิยมดิวอี้. วารสารเทคโนโลยีการศึกษา, 3(1), 84-97.
- ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ. (2530). การจำลองแบบปัญหา (*Simulation*) กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์วิจัยกสิกรไทย (Producer). (2558, 15/5/2559). ธุรกิจอัญมณีและเครื่องประดับ. Retrieved  
from [http://www.kasikornbank.com/SME/Documents/KSMEAnalysis/IndustrySolution\\_GemAndJewelry\\_2015.pdf](http://www.kasikornbank.com/SME/Documents/KSMEAnalysis/IndustrySolution_GemAndJewelry_2015.pdf)
- สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2557). ยุทธศาสตร์และ  
แผนปฏิบัติการการพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับไทยปี 2557-2560.
- สนธยา ชูพร. (2546). ความตระหนักและการรับรู้ข่าวสารความปลอดภัยในการทำงานของผู้ใช้แรงงาน  
ในโรงงานอุตสาหกรรมที่เสี่ยงต่ออันตราย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วารสารศาสตรมหา  
บัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- สมถวิล เมืองพระ. (2537). การศึกษาพฤติกรรมอนามัยของคณงานในระดับปฏิบัติการ เรื่องการป้องกัน  
อุบัติเหตุเนื่องจากการทำงาน : ศึกษาเฉพาะกรณี อุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์โลหะ  
เครื่องจักรและอุปกรณ์ เขตอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ ปริญญา  
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,
- สมภพ วงศ์ประสาร. (2546). พฤติกรรมการป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงานของคนงานในสถาน  
ประกอบการผลิตเครื่องดื่มและถนอมอาหาร เขตกิ่งอำเภอสามร้อยยอด จังหวัด  
ประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาชุมชน บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศิลปากร,

- สรียา สุรมณี, พ. อ., วิลัน จุมปาแฝด, และวิทยา อารีราษฎร์. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง กฎหมายจราจร. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2556). รายงานประจำปี 2556 กองทุนเงินทดแทน.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2557). รายงานประจำปี 2557 กองทุนเงินทดแทน.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2558). รายงานประจำปี 2558 กองทุนเงินทดแทน.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2559). รายงานประจำปี 2559 กองทุนเงินทดแทน.
- สำนักงานกองทุนเงินทดแทน. (2560). รายงานประจำปี 2560 กองทุนเงินทดแทน.
- สำนักงานแรงงานจังหวัดจันทบุรี. (2549). สภาพการทำงาน ทักษะฝีมือและความต้องการพัฒนาของกลุ่มผู้ใช้แรงงานด้านอัญมณีและเครื่องประดับจังหวัดจันทบุรี.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. (2545). แผนแม่บทอุตสาหกรรมรายสาขา (สาขาอัญมณีและเครื่องประดับ).
- สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. (2549). รายงานการศึกษาวิเคราะห์อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ.
- สิริพร โสนุดมรงค์. (2547). การศึกษาปัญหาและอุปสรรคของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับเพื่อการส่งออกในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย,
- สุวิมล ว่องวานิช. (2550). การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น: กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อนุชิต กลิ่นกำเนิด. (2553). ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ (Adaptive learning management system). ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อรุบล โชติพงศ์ และคณะ. (2558). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมของอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY



2. อ.สุภิญญา วงษ์ศรีรักษา สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ (อัญมณีและเครื่องประดับ)  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อ.สุพิชมา สุพรรณสมบูรณ์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ (อัญมณีและเครื่องประดับ)  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อ.สำเนียง หนูคง สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
5. อ.สุทัศน์ อนุรักษ์ สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
6. อ.สุธิดา ดงแสนสุข สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
7. อ.จิราพร รอดคุ้ม สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

#### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการให้สัมภาษณ์แนวทางในการพัฒนาระบบฯ

1. ผศ.ดร.พร้อมภาค บึงบัว ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและอาจารย์ประจำ  
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต  
สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต
2. ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์ รองผู้อำนวยการ  
สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.ปัทมา จันทวิมล ผู้จัดการการเรียนรู้ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์  
ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)



4. ดร.ชุตีวัฒน์ สุวัตติพงษ์ อาจารย์ประจำ  
สำนักเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
5. อ.สำเนียง หนูคง อาจารย์ประจำ  
สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
6. อ.สุทัศน์ อนุรักษ อาจารย์ประจำ  
สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
7. อ.จิราพร รอดคุ้ม อาจารย์ประจำ  
สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
วิทยาลัยเพาะช่าง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

#### รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองร่างระบบฯ

1. รศ.ดร.พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์ ราชบัณฑิต (จิตวิทยา) ราชบัณฑิตยสภา  
อดีตคณบดี คณะจิตวิทยา  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รศ.ดร.เนาวนิตย์ สงคราม อาจารย์ประจำ  
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ผศ.ดร.พร้อมภักดิ์ บึงบัว ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและอาจารย์ประจำ  
หลักสูตรศึกษาศาสตรบัณฑิต  
สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต
4. ผศ.ดร.โอภาส เกาไศยาภรณ์ ผู้ช่วยอธิการบดี  
ฝ่ายพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

5. ดร.จรินทร์ วิริยะไชย์  
 อาจารย์ประจำ  
 สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. ดร.ขวัญรัตน์ จินดา  
 รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและวิจัย  
 วิทยาลัยเพาะช่าง  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
7. อ.วิลาวัณย์ อติชาติ  
 อดีตผู้อำนวยการ  
 สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ  
 (องค์การมหาชน)

#### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในระบบ

1. ผศ.ดร.โอภาส เกาไสยาภรณ์  
 ผู้ช่วยอธิการบดี  
 ฝ่ายพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา  
 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ดร.แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัมย์  
 รองผู้อำนวยการ  
 สำนักสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. ดร.ปัทมา จันทวิมล  
 ผู้จัดการการเรียนรู้ทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์  
 ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน)
4. อ.สำเนียง หนูคง  
 อาจารย์ประจำ  
 สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
 วิทยาลัยเพาะช่าง  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
5. อ.จิราพร รอดคุ้ม  
 อาจารย์ประจำ  
 สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี  
 วิทยาลัยเพาะช่าง  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือแบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยและความ  
สอดคล้องของตัวชี้วัดความตระหนักด้านความปลอดภัย**

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| 1. ดร.ชุตีวัฒน์ สุวัตถิพงษ์ | อาจารย์ประจำ<br>สำนักเทคโนโลยีการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช  |
| 2. อ.สุทัศน์ อนุรักษ์       | อาจารย์ประจำ<br>สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี<br>วิทยาลัยเพาะช่าง<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ |
| 3. อ.จิราพร รอดคุ้ม         | อาจารย์ประจำ<br>สาขาวิชาเครื่องโลหะและรูปพรรณอัญมณี<br>วิทยาลัยเพาะช่าง<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ |

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ  
ออกแบบการเรียนการสอนสิ่งองค์ประกอบ**

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1. รศ.ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง    | คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย<br>มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต   |
| 2. รศ.ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง | อดีตหัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา<br>คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                  |
| 3. รศ.ดร.อารี พันธุ์มณี       | หัวหน้าสาขาวิชาจิตวิทยาเพื่อการพัฒนาศักยภาพมนุษย์<br>บัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต               |
| 4. รศ.ดร.กาญจนา ชูครุวงศ์     | อดีตหัวหน้าสาขาวิชาวัสดุศาสตร์อัญมณีและเครื่องประดับ<br>คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ    |
| 5. ผศ.ดร.ถนัด จินตโกศล        | อาจารย์ประจำสาขาอัญมณีและเครื่องประดับ<br>วิทยาลัยอุตสาหกรรมสร้างสรรค์<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |



**แบบสอบถามสภาพการเรียนรู้การสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความ  
ต้องการในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการ  
เรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา  
สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

1

<p><u>แบบสอบถาม สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ</u></p> <p>"สภาพการเรียนรู้การสอนสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และความต้องการในการพัฒนา ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ"</p>
---

**คำชี้แจง**

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่องการพัฒนาปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการ  
ออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณี  
และเครื่องประดับ แบ่งออกเป็น 5 ตอน มีจำนวนรวม 41 ข้อ รวมทั้งหมด 4 หน้า

ผู้วิจัยขอความกรุณาโปรดตอบแบบสอบถามด้วยความเป็นจริงตามความคิดเห็นให้ครบทุกข้อ คำตอบของนักศึกษา  
มีคุณค่าอย่างยิ่งต่องานวิจัย ผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลที่ได้รับไว้เป็นความลับ โดยจะนำไปใช้เพื่อสรุปผลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น  
ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้วิจัย

นายชาญเกียรติ มหันตคุณ  
ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก      อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ      รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์

**ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของนักศึกษา**

กรุณาใส่เครื่องหมาย  ลงใน  หน้าคำตอบที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

1. เพศ

(1) ชาย       (2) หญิง

2. ระดับชั้นปี

(1) ปี 1       (2) ปี 2       (3) ปี 3       (4) ตั้งแต่ ปี 4 ขึ้นไป

3. ท่านใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยได้หรือไม่

(1) ใช้ได้       (2) ใช้ไม่ได้

4. ท่านมีคอมพิวเตอร์ PC หรือ Notebook หรือไม่

(1) มี       (2) ไม่มี

5. ท่านมีแท็บเล็ต หรือ สมาร์ทโฟน หรือไม่

(1) มี       (2) ไม่มี

**ตอนที่ 2 ประสิทธิภาพในการเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานและความตระหนักด้านความปลอดภัย**  
กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าคำตอบที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

6. ท่านเคยเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานหรือไม่ (ถ้าไม่เคย ข้ามไปตอบข้อ 12)  
 (1) เคย  (2) ไม่เคย
7. หลังจากที่ได้เรียนแล้ว ท่านมีความสามารถระดับใดในการหลีกเลี่ยงและป้องกันอันตรายจากการทำงาน  
 (1) น้อยที่สุด  (2) น้อย  (3) ปานกลาง  (4) มาก  (5) มากที่สุด
8. หลังจากที่ได้เรียนแล้ว ท่านมีความสามารถระดับใดในการสังเกตเห็นสภาพการณ์ที่อาจเกิดอันตรายได้  
 (1) น้อยที่สุด  (2) น้อย  (3) ปานกลาง  (4) มาก  (5) มากที่สุด
9. หลังจากได้เรียนแล้ว ท่านมีความสามารถระดับใดในการคาดคะเนอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นจากสภาพการณ์ปัจจุบัน  
 (1) น้อยที่สุด  (2) น้อย  (3) ปานกลาง  (4) มาก  (5) มากที่สุด
10. หลังจากได้เรียนแล้ว ท่านปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในการทำงานด้วยความเคร่งครัดแค่ไหน  
 (1) น้อยที่สุด  (2) น้อย  (3) ปานกลาง  (4) มาก  (5) มากที่สุด
11. หลังจากได้เรียนแล้ว ท่านประเมินว่าตนเองมีความตระหนักในความปลอดภัยในการทำงานในระดับใด  
 (1) น้อยที่สุด  (2) น้อย  (3) ปานกลาง  (4) มาก  (5) มากที่สุด

**ตอนที่ 3 ประสิทธิภาพในการเรียนด้วยระบบฯ**

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงใน  หน้าคำตอบที่ตรงกับสภาพความเป็นจริง

12. ท่านเคยเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการปรับระดับเนื้อหาหรือปรับวิธีการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของท่านหรือไม่  
 (1) เคย  (2) ไม่เคย
13. ท่านเคยเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation) หรือไม่  
 (1) เคย  (2) ไม่เคย
14. ท่านเคยเรียนด้วยบทเรียนที่มีการมอบหมายให้ท่านปฏิบัติภาระงานเพื่อการเรียนรู้ โดยมีการอธิบายขั้นตอนการปฏิบัติก่อนเริ่มแต่ละงาน มีแหล่งความรู้เชิงทฤษฎีที่จำเป็นให้ท่านเข้าถึงได้ตลอดเวลา และเปิดโอกาสให้ท่านฝึกฝนทักษะเท่าที่จำเป็นหรือไม่  
 (1) เคย  (2) ไม่เคย
15. ท่านเคยเรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่บูรณาการ ข้อ 12-14 เข้าด้วยกันหรือไม่  
 (1) เคย  (2) ไม่เคย



ข้อ	คำถาม	สภาพปัจจุบัน					ความต้องการ				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่แสดงการสาคัดทักษะใหม่ที่จำเป็น ก่อนให้ท่านลงมือปฏิบัติงาน										
26.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ท่านฝึกหัดทักษะย่อยๆแต่ละทักษะก่อน แล้วจึงให้ท่านปฏิบัติงานซับซ้อนที่ต้องใช้ทักษะย่อยๆ เหล่านี้รวมเข้าด้วยกัน										
27.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ท่านฝึกฝนทักษะย่อยๆ แต่ละทักษะได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการจนกว่าจะเกิดความชำนาญ										
28.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ท่านทดลองได้ว่าหากลองเปลี่ยนเงื่อนไขต่างๆ ในการปฏิบัติงานจะส่งผลอย่างไร										
29.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่น่าเสนอตัวอย่างหลายๆตัวอย่างระหว่างการปฏิบัติงาน										
30.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีแหล่งความรู้ทางทฤษฎีที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้ท่านเข้าถึงได้ตลอดเวลา										
31.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้การช่วยเหลือแก่ท่านอย่างมากในการเรียน ช่วงต้นและลดการสนับสนุนน้อยลงเมื่อท่านมีความชำนาญมากขึ้น										
32.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีผู้ชี้แนะการเรียนรู้ ที่คอยแนะนำถึงสิ่งที่ควรทำ ทางเลือก หรือข้อมูลเพิ่มเติมที่มีประโยชน์										
33.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่ท่านเมื่อเกิดข้อผิดพลาด โดยแสดงสาเหตุ วิธีหลีกเลี่ยง และแนวทางแก้ไข										
34.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีตัวช่วยเหลือ ที่สามารถวิเคราะห์หาคำตอบให้ท่าน ทำให้ท่านสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง										
35.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่มีการโต้ตอบกับท่านแบบมีปฏิสัมพันธ์										
36.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านทราบความก้าวหน้าของการเรียนของท่านระหว่างการเรียนรู้										
37.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ได้ชี้แนะให้ท่านได้สะท้อนคิดถึงปัญหา ความสำคัญของปัญหานั้น รวมไปถึงสมมติฐาน เหตุผลของการตั้งสมมติฐาน และผลของการทดสอบสมมติฐานนั้น										
38.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ให้ข้อมูลสะท้อนกลับที่สะท้อนถึงคุณภาพของกระบวนการในการแก้ปัญหาของท่านภายหลังการเรียนรู้										
39.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่เริ่มบทเรียนใหม่อีกครั้งเมื่อใดก็ได้										
40.	ท่านได้เรียนด้วยสื่อคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ท่านสามารถสรุปสิ่งที่เรียนมาได้เมื่อจบบทเรียน										

#### ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

41. กรุณาระบุความคิดเห็นเพิ่มเติม (ถ้ามี)

---



---



---



---





**แบบประเมินรับรอง**  
**(ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน**  
**ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ**  
**เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและ**  
**เครื่องประดับ**

ชื่อหัวข้อ วิทยานิพนธ์	การพัฒนาาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PROCEDURAL SIMULATED LEARNING SYSTEM BASED ON FOUR- COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN TO PROMOTE SAFETY AWARENESS FOR UNDERGRADUATE STUDENTS MAJORING IN GEMS AND JEWELRY
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัย	รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ นายชาญเกียรติ มหันตคุณ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ	.....
ตำแหน่ง	.....
สถานที่ทำงาน	.....
<b>วัตถุประสงค์ของการประเมิน</b>	.....
จริง	เพื่อประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสี่องค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมิน จะนำไปปรับปรุงแก้ไขรูปแบบฯ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอน

### คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ประกอบด้วยคำถามจำนวน 4 ตอน ได้แก่ 1) ภาพรวมของระบบฯ 2) องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ 3) กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ 4) การใช้งานระบบฯ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- |   |         |                         |
|---|---------|-------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

**ตอนที่ 1 ภาพรวม**ของระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสิ่งค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบฯ						
2.วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบฯ						
3.องค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบ						
4.กระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ						
5.เงื่อนไขการนำระบบฯไปใช้						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของระบบฯ

.....

.....

**ตอนที่ 2 องค์ประกอบ**ที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ						
2.การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ						
3.เครื่องมือ						
4.การวัดและประเมินผล						
5.บทบาทผู้เกี่ยวข้อง						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบที่เป็นปัจจัยส่งผลต่อการเรียนในระบบฯ

.....

.....

**ตอนที่ 3 กระบวนการเรียนการสอน**ในระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน						
ขั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน						
ขั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ						
ขั้นที่ 4 สะท้อนคิด เชื่อมโยง และปรับใช้						
ขั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง						
ขั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนในระบบฯ

.....

.....

**ตอนที่ 4 การใช้งาน**ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. ระบบฯ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนได้จริง						
2. ระยะเวลา 8 สัปดาห์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในระบบฯ มีความเหมาะสม						
3. รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยได้จริง						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานระบบฯ

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของ (ร่าง) ระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้การสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

ระบบมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้

ระบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้

ระบบยังไม่มี ความเหมาะสม

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของระบบฯ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ชาญเกียรติ มหันตคุณ

(โทร 086-888-3000)

ภาคผนวก ง  
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในระยะที่ 3



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## ตัวอย่างหน้าจอ

บทเรียนปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบการเรียนการสอน  
 สื่อประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย  
 สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ  
 (ขั้นตอนการให้ความร้อนเพื่อให้แท่งเงินอ่อนตัว)

1.



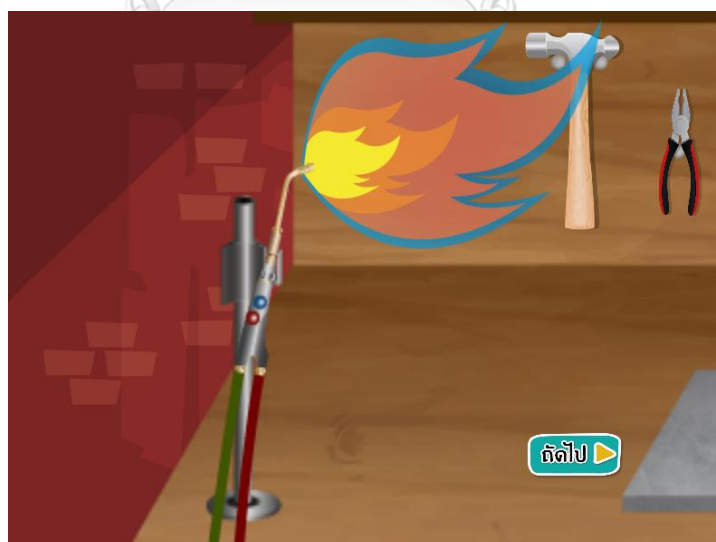
ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	จพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
สารสนเทศกระบวนการ:	นำแท่งเงินที่ได้จากบทที่แล้ว วางไว้บนกระดานทนไฟ

2.



ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	ลากไฟแช็กไปที่หัวไฟ เพื่อจุดไฟ


3.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	



4.	
ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย
สารสนเทศสนับสนุน:	การที่จุดไฟแล้วไฟระเบิด เป็นเพราะไม่ได้ปิดวาล์วออกซิเจนก่อนจุดไฟ เมื่อออกซิเจนผสมกับแก๊สจึงทำให้เกิดการระเบิดรุนแรง
สารสนเทศ กระบวนการ:	

5.	
ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย
สารสนเทศสนับสนุน:	ดำนังก่อนจุดไฟทุกครั้ง ควรตรวจสอบก่อนว่าได้ปิดวาล์วออกซิเจนแล้ว และเปิดวาล์วแก๊สเพียงเล็กน้อย หลังจากจุดไฟแล้วจึงค่อยๆปรับวาล์วออกซิเจนเพิ่มขึ้น จนได้ความแรงของไฟตามที่ต้องการ
สารสนเทศ กระบวนการ:	

6.



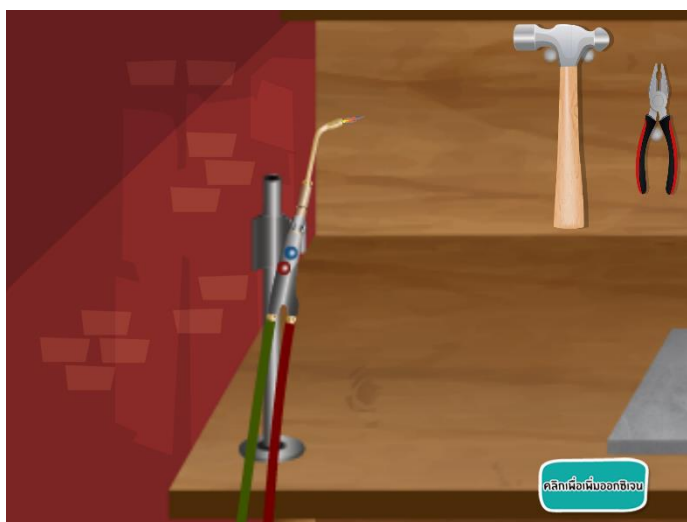
ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นสภาพการทำงานที่เป็นอันตราย
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	คลิกที่วาล์วออกซิเจน เพื่อปิดออกซิเจน

7.



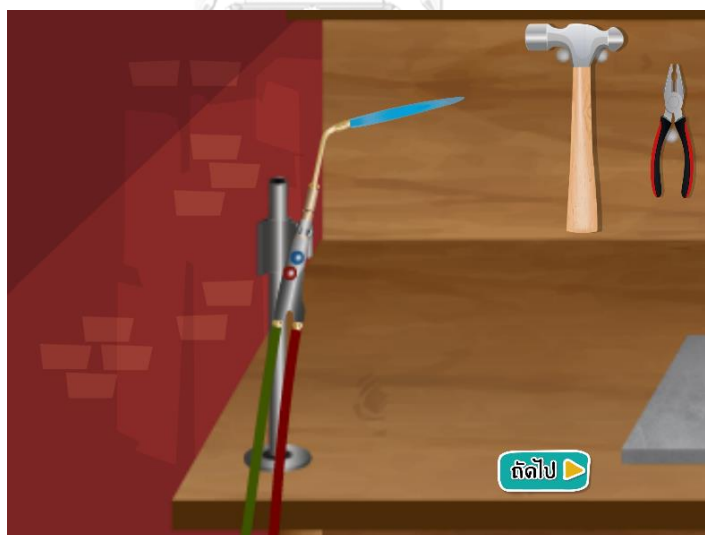
ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	ลากไฟแช็กไปที่หัวไฟ เพื่อจุดไฟ

8.



ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	

9.



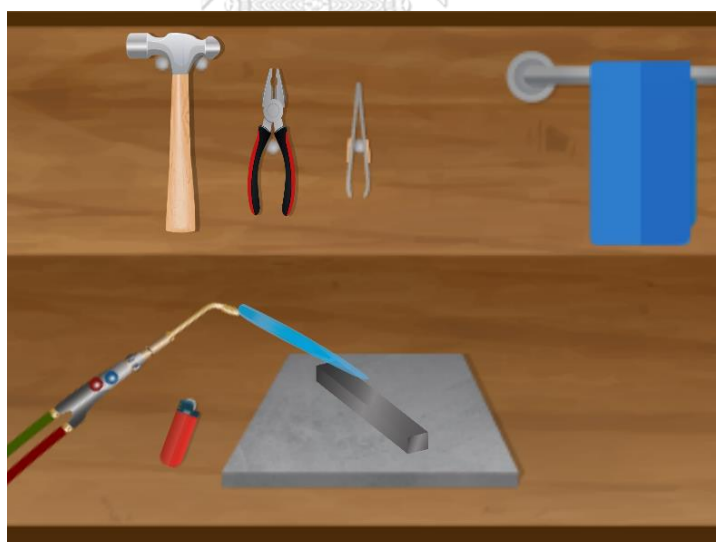
ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	

10.



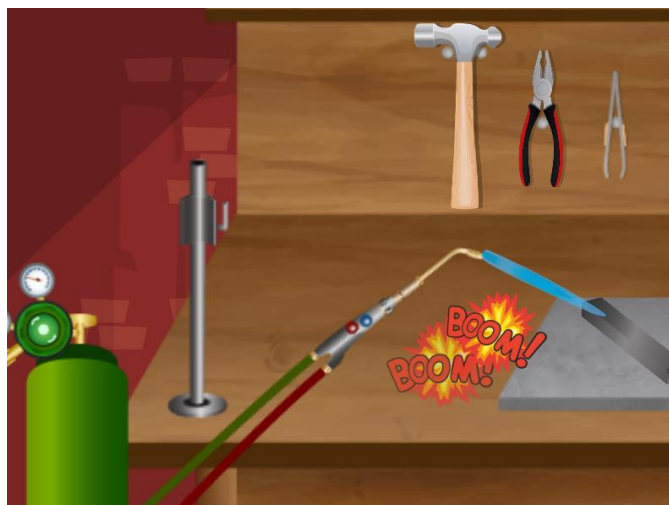
ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	นำหัวไฟไปเป่าที่แก๊วธินเพื่อให้แก๊วธินคลายตัว

11.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่ที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	

12.



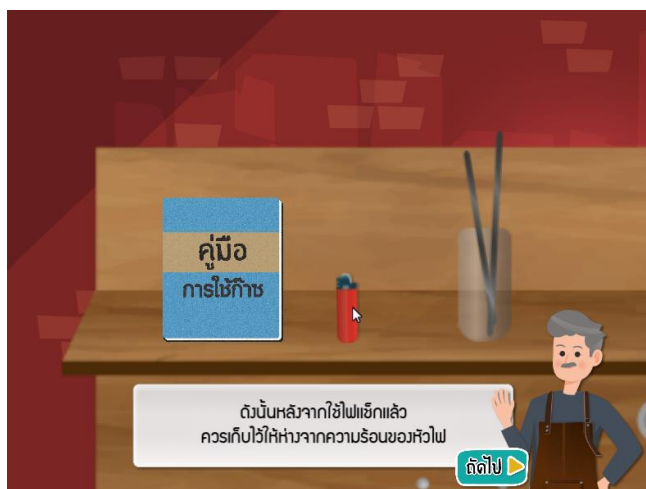
ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	

13.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	ไฟจากหัวไฟมีความร้อนสูงมาก จนทำให้ไฟแช็กที่วางอยู่ใกล้ ๆ ระเบิด และเป็นอันตรายกับร่างกายของเราได้
สารสนเทศ กระบวนการ:	

14.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	ดังนั้น หลังจากใช้ไฟเช็กแล้ว ควรเก็บไว้ให้ห่างจากความร้อนของหัวไฟ
สารสนเทศ กระบวนการ:	

15.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	และสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระหว่างทำงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่ไม่คาดคิด
สารสนเทศ กระบวนการ:	

16.



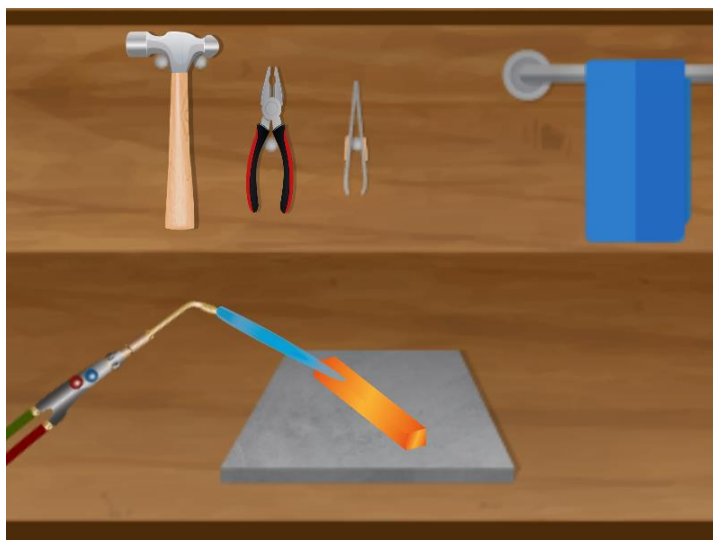
ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลให้เรียบร้อย

17.



ภารกิจการเรียนรู้:	เสริมเน้นบทบาทหน้าที่พึงรับผิดชอบ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	เก็บไฟแช็กไว้บนชั้นวาง และนำหัวไฟไปเป่าที่แท่งเงินเพื่อให้แท่งเงินคลายตัว

18.



ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	

19.



ภารกิจการเรียนรู้:	ปกติ
สารสนเทศสนับสนุน:	
สารสนเทศ กระบวนการ:	ระหว่างที่รอแท่งเงินเย็นตัว เราจะไปผสมสารละลายกรดหรืออาจเพื่อใช้ในการทำความสะอาดแท่งเงินในขั้นตอนต่อไป



**แบบประเมินความเหมาะสมของตัวชี้วัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน  
งานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาาระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน  
ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความ  
ปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอาชญุณณ์และเครื่องประดับ”**

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ

ตำแหน่งวิชาการ/บริหาร

สาขาวิชา/ภาควิชา

มหาวิทยาลัย

**คำชี้แจง**

จากคำนิยาม “ความตระหนักด้านความปลอดภัย หมายถึง ภาวะการที่บุคคลเกิดความรู้สึกนึกคิด หรือมีความคิดเห็น ที่เกิดจากความเข้าใจและการประเมินสถานการณ์ที่เกี่ยวกับตนเองต่อเหตุการณ์และสภาพแวดล้อมที่อาจเกิดอันตราย การบาดเจ็บ หรือการสูญเสีย รวมทั้งการหลีกเลี่ยง ป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ 1) ความตระหนักต่อสภาวะแวดล้อม หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อสภาวะแวดล้อมที่เป็นอันตรายในการทำงาน 2) ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงาน และความต้องการในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตนอย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย 3) ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานที่สถานประกอบการกำหนดขึ้น และความต้องการที่จะปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับนั้น”

โปรดพิจารณาว่าตัวชี้วัดต่อไปนี้เหมาะสมที่จะใช้วัดคำนิยามที่ต้องการวัดเพียงใด โดยมีระดับความเหมาะสมดังนี้

- |    |   |
|----|---|
| +1 | หมายถึง ตัวชี้วัดเหมาะสมที่จะใช้วัดคำนิยามนั้น            |
| 0  | หมายถึง ไม่แน่ใจว่าตัวชี้วัดเหมาะสมที่จะใช้วัดคำนิยามนั้น |
| -1 | หมายถึง ตัวชี้วัดไม่เหมาะสมที่จะใช้วัดคำนิยามนั้น         |

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และหากมีความเห็นเพิ่มเติม โปรดระบุลงในช่องว่างที่ไ้

### ตอนที่ 1: ความตระหนักต่อสภาพแวดล้อม

คำนิยาม “ความตระหนักต่อสภาวะแวดล้อม หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อสภาวะแวดล้อมที่เป็นอันตรายในการทำงาน”

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความเหมาะสม			ความคิดเห็น
		+1	0	-1	
1.	ผู้เรียนตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติงาน				
2.	ผู้เรียนให้ความระมัดระวังกับเครื่องจักรอุปกรณ์ระหว่างทำงาน				
3.	ผู้เรียนจัดเก็บสารเคมีอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย				

โปรดพิจารณาว่าตัวชี้วัดข้างต้นเหล่านั้นครอบคลุมที่จะใช้วัด “ความตระหนักต่อสภาวะแวดล้อม” หรือไม่

- ครอบคลุม
- ไม่ครอบคลุม โปรดระบุตัวชี้วัดที่ควรเพิ่มเติม

### ตอนที่ 2: ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่

คำนิยาม “ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงาน และความต้องการในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ที่รับผิดชอบของตนอย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย”

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความเหมาะสม			ความคิดเห็น
		+1	0	-1	
1.	ผู้เรียนใช้อุปกรณ์เครื่องมือถูกต้องตามประเภทของงาน				
2.	ผู้เรียนใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลระหว่างทำงาน				
3.	ผู้เรียนทำความสะอาดและจัดระเบียบบริเวณที่ทำงานหลังทำงาน				

โปรดพิจารณาว่าตัวชี้วัดข้างต้นเหล่านั้นครอบคลุมที่จะใช้วัด “ความตระหนักต่อบทบาทหน้าที่” หรือไม่

- ครอบคลุม
- ไม่ครอบคลุม โปรดระบุตัวชี้วัดที่ควรเพิ่มเติม

### ตอนที่ 3: ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ

คำนิยาม “ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ปฏิบัติงานทั้งด้านบวกและลบของผู้ปฏิบัติงานที่มีต่อกฎระเบียบข้อบังคับในการทำงานที่สถานประกอบการกำหนดขึ้น และความต้องการที่จะปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับนั้น”

ข้อ	ตัวชี้วัด	ระดับความเหมาะสม			ความคิดเห็น
		+1	0	-1	
1.	ผู้เรียนปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับระหว่างทำงาน				
2.	ผู้เรียนศึกษากฎระเบียบข้อบังคับก่อนทำงาน				
3.	ผู้เรียนศึกษาคู่่มือการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ หรือ อุปกรณ์ ก่อนใช้งาน				
4.	ผู้เรียนศึกษาฉลากสารเคมีก่อนใช้งาน				

โปรดพิจารณาว่าตัวชี้วัดข้างต้นเหล่านั้นครอบคลุมที่จะใช้วัด “ความตระหนักต่อกฎระเบียบข้อบังคับ” หรือไม่

- ครอบคลุม
- ไม่ครอบคลุม โปรดระบุตัวชี้วัดที่ควรเพิ่มเติม

ลงชื่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วิทยาลัย) )  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY** ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความร่วมมือในการวิจัย ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นายชาญเกียรติ มหันตคุณ  
 ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา  
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 โทร 086-888-3000

**แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อ**  
**บทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอนตามหลักการออกแบบ**  
**การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย**  
**สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ**

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ
	THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE PROCEDURAL SIMULATED LEARNING SYSTEM BASED ON FOUR- COMPONENT INSTRUCTIONAL DESIGN TO PROMOTE SAFETY AWARENESS FOR UNDERGRADUATE STUDENTS MAJORING IN GEMS AND JEWELRY
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้วิจัย	รองศาสตราจารย์ ดร.ประกอบ กรณีกิจ นายชาญเกียรติ มหันตคุณ นิสิตระดับปริญญาตรีบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ	.....
ตำแหน่ง	.....
สถานที่ทำงาน	.....

**วัตถุประสงค์ของการประเมิน**

เพื่อประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของสื่อที่ใช้ในการทดลองระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผลที่ได้จากการประเมิน จะนำไปปรับปรุงแก้ไขสื่อ ให้มีความสมบูรณ์ก่อนนำไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนจริง

**คำชี้แจง**

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<b>ตอนที่ 1 ความเหมาะสมของกลยุทธ์การเรียนการสอนในบทเรียน</b>						
1. มีการนำเสนอภาพรวมของบทเรียนและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน						
2. มีการอธิบายกฎกติกาและทิศทางของบทเรียนที่ชัดเจน						
3. การมอบหมายภารกิจการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความสอดคล้องกับความเป็นจริง						
4. การแบ่งโครงสร้างและการจัดเรียงลำดับของเนื้อหาในบทเรียนมีความเหมาะสม						
5. สถานการณ์ในการจำลองขั้นตอนที่ใช้ในการประเมินความตระหนักด้านความปลอดภัยของผู้เรียนมีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดที่กำหนด						
6. การให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการปฏิบัติงานในการผลิตเครื่องประดับมีความเหมาะสม						
7. การให้ข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุและวิธีป้องกันอุบัติเหตุมีความเหมาะสม						
8. การฝึกฝนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาจากกรณีแก้สรวมีความเหมาะสม						
9. การชี้แจงเกณฑ์การประเมินในการทดสอบหลังเรียนมีความชัดเจน						
10. การนำเสนอผลการประเมินและการสรุปบทเรียนมีความเหมาะสม						
<b>ตอนที่ 2 ความเหมาะสมของการออกแบบ</b>						
11. การจำลองขั้นตอนวิธีการผลิตเครื่องประดับสอดคล้องกับความเป็นจริง						
12. การสื่อความหมายของรูปเครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการจำลองขั้นตอนมีความชัดเจน						
13. การแสดงผลการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดจากการจำลองสถานการณ์มีความเหมาะสม						
14. การจัดวางองค์ประกอบของภาพมีความเหมาะสม						
15. ตัวอักษรและข้อความบรรยายมีความชัดเจน						
16. สีสน้โดยรวมมีความเหมาะสม						

หัวข้อการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
17. สัณฐานรูปและปุ่มการควบคุมบทเรียนมีความเหมาะสม ง่ายต่อการใช้						
18. บทเรียนมีการออกแบบที่สวยงาม น่าสนใจ เหมาะสมกับผู้เรียนระดับปริญญาตรี						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

จากการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ปรับเหมาะแบบจำลองขั้นตอน  
ข้าพเจ้ามีความเห็นว่า

บทเรียนมีความเหมาะสมดีแล้ว สามารถนำไปใช้ทดลองได้

บทเรียนมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปทดลองใช้

บทเรียนยังไม่มีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ลงชื่อ

.....  
(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของสื่ออันเป็น  
ประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

ชาญเกียรติ มหันตคุณ

(โทร 086-888-3000)

## แบบวัดความตระหนักด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 1

### แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน

\* Required

1. ตำแหน่ง \*

Mark only one oval.

- นาย  
 นางสาว

2. ชื่อ-นามสกุล \*

\_\_\_\_\_

3. รหัสประจำตัวนักศึกษา

\_\_\_\_\_

### ความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานตามทัศนคติของท่าน

ขอให้ท่านพิจารณาข้อความในแต่ละรายการและเลือกตอบว่าท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้นในระดับใด

4. เราควรตรวจสอบสภาพเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนใช้ทุกครั้ง \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. เวลาเราทำความสะอาดเครื่องจักร ไม่ต้องปิดเครื่อง เพราะทำให้เสียเวลาในการเริ่มต้นเครื่องใหม่ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. เราสามารถใช้อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรที่ชำรุดในการทำงานในบางครั้ง เนื่องจากสะดวกกว่าการต้องทำเรื่องเบิกอุปกรณ์ใหม่ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

14. ถ้าไม่รู้สึกแสบจุกก็ไม่มีอาการที่จำเป็นต้องใส่หน้ากากอนามัยในระหว่างการทำงาน \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

15. ถ้าจำเป็นต้องทำงานให้ทันตามกำหนด เราจะลดความระมัดระวังเรื่องความปลอดภัยลงบ้างก็ได้\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

16. การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัย เช่น ถุงมือ แวนตา หน้ากาก ทำให้ทำงานไม่สะดวก และทำงานช้าลง\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

17. ในการทำงานเรื่องความเร็วในการทำงานต้องมาก่อน การสัมผัสสารเคมีเพียงเล็กน้อยไม่เป็นไร\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

18. อุบัติเหตุจากการทำงานเกิดขึ้นได้เสมอ ถ้าทำงานโดยประมาทและรู้เท่าไม่ถึงการณ์\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

19. พนักงานทุกคนต้องตระหนักถึงความปลอดภัยในการทำงาน\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

20. เราสามารถตัดแปลงอุปกรณ์ในการทำงาน เพื่อให้สะดวกต่อการทำงานมากขึ้น\*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง



21. การปฏิบัติตามข้อบังคับอย่างเคร่งครัดอยู่เพียงคนเดียว ทำให้เราดูเป็นตัวตลกในสายตาของเพื่อนๆ \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

22. การอ่านระเบียบขั้นตอนการใช้เครื่องจักรอย่างละเอียดจะทำให้เสียเวลาในการทำงานมากขึ้น \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

23. การปฏิบัติตามกฎระเบียบการป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ใช้ในโรงงานเป็นสิ่งที่ไม่ควรทำ \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

24. เราไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎความปลอดภัยของโรงงานทุกข้อ \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

25. เราจำเป็นต้องเข้ารับการอบรมเรื่องความปลอดภัยในการทำงาน \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

26. เราควรแต่งกายอย่างรัดกุมและถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับ \*  
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

### ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

27. ท่านเคยประสบอุบัติเหตุจากการผลิตเครื่องประดับหรือไม่ \*  
Mark only one oval.

เคย  
 ไม่เคย  
 Other: \_\_\_\_\_

28. ท่านเคยจำเป็นต้องหยุดเรียนเพราะประสบอุบัติเหตุจากการผลิตเครื่องประดับหรือไม่ \*

Mark only one oval.

- เคย
- ไม่เคย

29. ท่านเคยอยู่ในเหตุการณ์ที่เพื่อนประสบอุบัติเหตุจากการผลิตเครื่องประดับหรือไม่ \*

Mark only one oval.


- เคย
- ไม่เคย

---

ข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามนี้

---

Powered by

 Google Forms

## แบบวัดความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในการทำงาน ชุดที่ 2

### แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน

\* Required

1. ชื่อ - นามสกุล \*

\_\_\_\_\_

2. รหัสประจำตัวนักศึกษา

\_\_\_\_\_

ขอให้ท่านพิจารณาข้อความในแต่ละรายการและเลือกตอบว่าท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้นในระดับใด

3. เราใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรเครื่องเดิมเป็นประจำอยู่แล้ว เราจึงไม่จำเป็นต้องระวัง \*

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง      เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. การปิดเครื่องจักรก่อนทำความสะอาด เป็นการเสียเวลา \*

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง      เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. การใช้อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรผิดประเภทของงานส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานได้ง่าย \*

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง      เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. สารเคมีที่ใช้ในโรงงานเป็นสารอันตรายควรหยิบจับด้วยความระมัดระวัง \*

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง      เห็นด้วยอย่างยิ่ง

7. เราไม่ควรวางสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องไว้ใกล้เครื่องจักร \*

Mark only one oval.

1 2 3 4 5

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง      เห็นด้วยอย่างยิ่ง

8. หากทำงานจนชำนาญแล้ว เราสามารถถอดที่ครอบป้องกันจุดอันตรายของเครื่องจักรออกได้ เพื่อจะได้ทำงานได้สะดวกขึ้น \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

9. เมื่อพบเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ชำรุด เราควรแจ้งหัวหน้างานทันที \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

10. การจัดเก็บอุปกรณ์ต่างๆให้เป็นระเบียบเรียบร้อย จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุได้ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

11. เราควรทำความสะอาดเก็บสิ่งของบริเวณที่ทำงานของเราให้เรียบร้อยอยู่เสมอ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

12. หากไม่เข้าใจขั้นตอนหรือวิธีการในการทำงาน จะต้องปรึกษาหัวหน้างานเป็นคนแรก \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

13. เมื่อได้กลิ่นผิดปกติระหว่างการทำงาน เราจะรีบแจ้งให้เพื่อนร่วมงานทราบทันที เพราะเป็นสัญญาณอันตรายที่จะเกิดขึ้น \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

14. เราควรให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในการทำงานมากกว่าจำนวนการผลิตหรือจำนวนชิ้นงาน \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง



22. ถ้าได้อ่านค่าเตือนและปฏิบัติตามที่ลาดบงชี้ไว้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีที่ใช้ในโรงงานทำให้รู้สึกสบายใจในการใช้สารเคมีนั้น \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

23. เราควรทำงานตามกฎระเบียบข้อบังคับเสมอ ถึงแม้จะทำให้การทำงานเสร็จช้าลง \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

24. การเข้ารับการอบรมเรื่องความปลอดภัยในการทำงานเป็นสิ่งสำคัญ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

25. เราต้องให้ความร่วมมือกับหัวหน้างานและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานในเรื่องการป้องกันอุบัติเหตุในการทำงาน \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามนี้

## แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อระบบการเรียน

### แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนด้วยระบบ

\* Required

1. ชื่อ - นามสกุล \*

\_\_\_\_\_

2. เลขประจำตัวนักศึกษา

\_\_\_\_\_

ขอให้ท่านพิจารณาข้อความในแต่ละรายการและเลือกตอบว่าท่านเห็นด้วยกับข้อความนั้นในระดับใด

3. เนื้อหาในบทเรียนมีความชัดเจน เป็นลำดับขั้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. บทเรียนมีเนื้อหาและสารสนเทศที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจและการค้นหาคำตอบ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

5. การเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์ในบทเรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นวิธีการและทำให้เกิดการร่วมตัดสินใจอย่างเป็นลำดับขั้นในการแก้ไขปัญหาต่างๆ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

6. การเรียนด้วยการจำลองสถานการณ์ ทำให้เห็นวิธีการและทำให้เกิดการร่วมตัดสินใจอย่างเป็นลำดับขั้นในการแก้ไขปัญหาต่างๆ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง





13. การเรียนด้วยสถานการณ์จำลองที่ปรับเหมาะตามระดับความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยของผู้เรียน ทำให้สามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

14. บทเรียนเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

15. หลังจากเรียนด้วยระบบฯ ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อความปลอดภัยในการทำงาน \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

16. หลังจากเรียนด้วยบทเรียน ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน และสามารถนำไปปรับใช้ในการทำงานในชีวิตจริงได้ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

17. เมื่อพิจารณาทุกด้านแล้ว ผู้เรียนมีความพึงพอใจที่ได้เรียนด้วยระบบนี้ \*

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามนี้





## คำชี้แจง

การประเมินรับรองระบบปรับเหมาะการเรียนรู้แบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนรู้ การสอนสื่อองค์ประกอบเพื่อพัฒนาความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ ประกอบด้วยคำถาม 4 ตอน จำนวน 18 ข้อ

โปรดทำเครื่องหมาย  ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

หัวข้อการประเมิน	ระดับการรับรอง				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
ตอนที่ 1 ภาพรวมของระบบ					
1. หลักการและแนวคิดพื้นฐานของระบบ					
2. วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบ					
3. แผนภาพองค์ประกอบและกระบวนการเรียนการสอนในระบบ					
ตอนที่ 2 องค์ประกอบของระบบ					
4. การเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ					
5. การเรียนการสอนแบบปรับเหมาะ					
6. เครื่องมือ					
7. การวัดและประเมินผล					
8. บทบาทผู้เกี่ยวข้อง					
ตอนที่ 3 กระบวนการเรียนการสอนในระบบ					
9. ชั้นที่ 1 นำเข้าสู่บทเรียน					
10. ชั้นที่ 2 ทดสอบก่อนเรียนด้วยการปฏิบัติการจำลองขั้นตอน					
11. ชั้นที่ 3 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนแบบปรับเหมาะตามการชี้แนะ					
12. ชั้นที่ 4 เขียนบันทึกการเรียนรู้					
13. ชั้นที่ 5 ปฏิบัติการจำลองขั้นตอนด้วยตนเอง					
14. ชั้นที่ 6 นำเสนอผลประเมินและสรุปบทเรียน					
ตอนที่ 4 การใช้งานระบบ					
15. วิธีการนำระบบไปใช้					

หัวข้อการประเมิน	ระดับการรับรอง				
	เหมาะสม น้อยที่สุด	เหมาะสม น้อย	เหมาะสม ปานกลาง	เหมาะสม มาก	เหมาะสม มากที่สุด
16. เจ็อนไซการนำระบบไปใช้					
17. ระบบการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาอัญมณีและเครื่องประดับ					
18. โดยภาพรวม ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการพัฒนาระบบปรับเหมาะการเรียนแบบจำลองขั้นตอน ตามหลักการออกแบบการเรียนการสอนสื่อองค์ประกอบ เพื่อพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอัญมณีและเครื่องประดับ และการนำระบบไปใช้ในสถานการณ์จริง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY (.....)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินรับรองความเหมาะสมของระบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นายชาญเกียรติ มหันตคุณ  
(โทร 086-888-3000)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายชาญเกียรติ มหันตคุณ
วัน เดือน ปี เกิด	14 พฤศจิกายน 2519
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี Bachelor of Science in Computer Information Science (เกียรตินิยม Magna Cum Laude) และระดับปริญญาโท Master of Science in Computer Science จาก Southern Oregon University ประเทศสหรัฐอเมริกา หลังจากนั้นได้ศึกษาเพิ่มเติมทางด้านอัญมณีศาสตร์จนได้รับการรับรองเป็น Accredited Gemologist จาก Asian Institute of Gemological Science และศึกษาทางการออกแบบเครื่องประดับจาก Gemological Institute of America (GIA) และจากสถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
ที่อยู่ปัจจุบัน	กรุงเทพมหานคร
ผลงานตีพิมพ์	ผู้เขียนวิทยานิพนธ์มีผลงานวิชาการระดับนานาชาติ 2 ฉบับ ดังนี้ Charnkiat M, Prakob K, Jintavee K. (in press). Identifying Gaps and Priority Needs of Instructional Design for Safety Awareness Learning System for Undergraduate Students Majoring in Gems and Jewelry. Scholar: Human Sciences, 12 (1). Charnkiat M, Prakob K, Jintavee K. (in press). The Effects of 4C/ID-based Adaptive Procedural Simulation Learning System on Safety Awareness in Undergraduate Students Majoring in Gems and Jewelry. Scholar: Human Sciences, 12 (2).
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลเกียรติยศ Outstanding Academic Achievement จาก The Honor Society of Phi Kappa Phi รางวัลการออกแบบเครื่องประดับ Prime Minister's Award, Design Excellence Award, และ Talent Thai ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์