ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายณัฐวุฒิ อรุณรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF USING GROUP INVESTIGATION AND ONLINE COLLABORATIVE TOOLS THROUGH ENGINEERING DESIGN PROCESS ON CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Mr. Nattawut Arunrat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications
Department of Educational Technology and Communications
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย
โดย	นายณัฐวุฒิ อรุณรัตน์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ : ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (EFFECTS OF USING GROUP INVESTIGATION AND ONLINE COLLABORATIVE TOOLS THROUGH ENGINEERING DESIGN PROCESS ON CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 2) ศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน 3) ศึกษาความคิดเห็นที่มีต่อการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม จำนวน 41 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ ความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าสถิติ t-test

สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมกับนักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความคิดเห็นต่อการใช้งานเครื่องมือการทำงานร่วมกันภาพรวมอยู่ในระดับมาก และเครื่องมือที่ใช้มากที่สุดได้แก่ เครื่องมือสนทนาออนไลน์ เครื่องมือแสดงความคิดเห็น และเครื่องมือการโหวต ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5983825327 : MAJOR EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS
KEYWORD: ENGINEERING DESIGN PROCESS, GROUP INVESTIGATION, ONLINE COLLABORATIVE TOOLS, CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES

Nattawut Arunrat : EFFECTS OF USING GROUP INVESTIGATION AND ONLINE COLLABORATIVE TOOLS THROUGH ENGINEERING DESIGN PROCESS ON CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS. Advisor: Asst. Prof. PRAWEENYA SUWANNATTHACHOTE, Ph.D.

The purposes of this research were 1) to compare the creative problem solving ability score of upper secondary school students between the group that learned with engineering design process activity using group investigation and online collaborative tools and the group that learned with engineering design process activity with online display tools, 2) to explore the creative problem solving ability score among the low level of creative problem solving ability students who learned with different methods of group process and tools, and 3) to study the opinions of students about using the collaborative tools during the activity using group investigation through engineering design process. The sample used in the research consisted of 85 grade 11 students, 2nd semester, academic year 2018, from Suankularb Wittayalai Chonburi School. The first group studied with engineering design process using group investigation technique and online collaborative tools (41 students) and the second group studied with engineering design process with online display tool (44 students). The research instruments were 1) lesson plans 2) creative problem solving ability tests, and 3) questionnaire about using online collaborative tool. Data analyzed using the descriptive statistics and the t – test.

The results can be summarized as follows.

1. The students studied with engineering design process activity using group investigation and online collaborative tools and the students studied with engineering design process with online display tools had different scores of creative problem solving ability with statistical significant at the level of .05.

2. There was found significant difference at .05 level of the low – level of creative problem solving ability students group process between different types of group process and tools through engineering design process learning activities.

3. The opinions of students studied with activity using group investigation and online collaborative tools were found a high level on the use of online collaborative tools. The most three frequency used of online collaborative tools were online chat, comment and reply, and vote.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Educational Technology and Communications	Student's Signature .....
Academic Year:	2018	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยการแนะนำ ดูแล เอาใจใส่ และช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการจัดทำวิทยานิพนธ์ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญนันท์ นิลสุข กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านกระบวนการออกแบบวิศวกรรมและทางด้านความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทุกท่านที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการตรวจแก้ไข และให้คำแนะนำรวมทั้งข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนสวนกุหลาบวิยาลัย ชลบุรี ที่ให้ความสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่ตั้งใจเรียนและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมอย่างเต็มที่

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวเป็นอย่างสูง ที่คอยเป็นห่วง เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือสนับสนุนในทุกๆ ด้านแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 8

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8

สมมติฐานของการวิจัย 9

ขอบเขตของการวิจัย 9

กรอบแนวคิดการวิจัย 10

คำอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย 10

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 15

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 17

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

ตอนที่ 1 กระบวนการออกแบบวิศวกรรม 19

1.1 ความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 19

1.2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process) 20

1.3 ทักษะกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ 36
2.1 ความหมายของการเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ 36
2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบ 37
2.3 การนำไปใช้ 42
ตอนที่ 3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ 44
3.1 ความหมายของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ 44
3.2 ประเภทเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ 45
3.3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ 46
3.4 เครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบ 53
ตอนที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ 58
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ 58
4.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ 59
4.3 การกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ 62
4.4 การประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ 73
ตอนที่ 5 การออกแบบผลิตภัณฑ์ 84
5.1 ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ 84
5.2 หลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์ 85
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 88
1. รูปแบบการวิจัย 88
2. ประชากรและตัวอย่าง 89
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 91
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 92
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 100
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การวิเคราะห์ข้อมูล 106
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 107
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1 108
1.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 108
1.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 109
1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 110
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 110
2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม ... 111
2.2 ผลการทดสอบตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 113
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3 113
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 120
5.1 สรุปผลการวิจัย 121
5.2 อภิปรายผล 121
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 130
ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์ 130
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป 131
บรรณานุกรม 132
ภาคผนวก 140
ภาคผนวก ก 141
ภาคผนวก ข 144
ภาคผนวก ค 155
ภาคผนวก ง 182
ประวัติผู้เขียน 200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความสอดคล้องแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญด้านขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)..... 31

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบขั้นตอน 41

ตารางที่ 3 สังเคราะห์องค์ประกอบของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์..... 52

ตารางที่ 4 สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 65

ตารางที่ 5 ความแตกต่างระหว่างความคิดแนวตั้งกับแนวข้าง..... 71

ตารางที่ 6 สังเคราะห์การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์..... 76

ตารางที่ 7 สังเคราะห์การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 79

ตารางที่ 8 สังเคราะห์การประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์..... 82

ตารางที่ 9 สังเคราะห์หัวข้อการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับโจทย์การออกแบบผลิตภัณฑ์..... 83

ตารางที่ 10 การแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง 91

ตารางที่ 11 รายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 93

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน 94

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมด้านการออกแบบ 98

ตารางที่ 14 โครงสร้างรายละเอียดเนื้อหาที่นำมาใช้ในแผนกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์ 105

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ก่อนเรียน 108

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนภายในกลุ่ม (Paired-Sample t-test)..... 109

ตารางที่ 17 คะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน..... 110

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม 111

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน ของผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำ..... 113

ตารางที่ 20 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 114

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม 115

ตารางที่ 22 เครื่องมือที่ผู้เรียนใช้ในการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 116

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยผลของการใช้กลุ่มสืบสอบเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย 10

ภาพที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรมของ EIE 21

ภาพที่ 3 วงจรกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ของ Next Generation Science Standard, USA 23

ภาพที่ 4 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ ITEEA, USA 24

ภาพที่ 5 วงจรกระบวนการเทคโนโลยี ของ NSW, Australia 24

ภาพที่ 6 วงจรกระบวนการเทคโนโลยี (Technological process) ของ สสวท. ประเทศไทย 25

ภาพที่ 7 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3 ห่วง ของ VEX 26

ภาพที่ 8 ขั้นตอนการวางแผนและกระบวนการออกแบบของ ศิริชัย ยศวังใจ 28

ภาพที่ 9 ขั้นตอนการออกแบบตามกระบวนการ TRIZ 28

ภาพที่ 10 กระบวนการออกแบบของ Pugh (1991) 29

ภาพที่ 11 กระบวนการออกแบบของ VDI (1987) 30

ภาพที่ 12 กระบวนการออกแบบของ Pahl et al. (2007) 30

ภาพที่ 13 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบการเรียนรู้วิศวกรรม (Engineering Design Process) 33

ภาพที่ 14 หน้าเว็บเพจของเครื่องมือ GroupMap 47

ภาพที่ 15 หน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Realtimeboard 47

ภาพที่ 16 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ StormBoard 48

ภาพที่ 17 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Symbaloo edu Organize 48

ภาพที่ 18 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Pearltrees 49

ภาพที่ 19 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Evernote 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 20 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Linoit Sticky..... 50
ภาพที่ 21 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Spaaze..... 50
ภาพที่ 22 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ GoConqr..... 51
ภาพที่ 23 แอพพลิเคชั่น Sketchbook..... 53
ภาพที่ 24 แอพพลิเคชั่น Assembly..... 54
ภาพที่ 25 แอพพลิเคชั่น Sketches..... 54
ภาพที่ 26 แอพพลิเคชั่น Auto Draw..... 55
ภาพที่ 27 แอพพลิเคชั่น Adobe Draw..... 55
ภาพที่ 28 แอพพลิเคชั่น ASKetch..... 56
ภาพที่ 29 โปรแกรม Google Sketchup..... 57
ภาพที่ 30 การเชื่อมโยงระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา..... 58
ภาพที่ 31 เทคนิคการคิดแบบ Lateral Thinking ของ Dr.Edward De Bono..... 70
ภาพที่ 32 แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดสองครั้ง (Two group Pretest-Posttest Design)..... 89
ภาพที่ 33 ลักษณะการปฏิบัติกิจกรรมในเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard..... 95
ภาพที่ 34 ฟังก์ชันการใช้งานวาดภาพของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard..... 95
ภาพที่ 35 ฟังก์ชันการใช้งานการโหวตของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard..... 96
ภาพที่ 36 ฟังก์ชันการแสดงความคิดเห็นของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard..... 96
ภาพที่ 37 ตัวอย่างผลงานจากโปรแกรม Google Sketchup..... 98
ภาพที่ 38 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระดับต่ำ..... 112
ภาพที่ 39 แผนภูมิวงกลมแสดงผลการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ Stormboard..... 117

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง โดยต้องอาศัยทักษะที่สำคัญคือ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการพัฒนางานหรือการแก้ไขปัญหา โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้ระบุถึงกระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process) ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ เกิดขึ้น และพัฒนาทักษะที่สำคัญให้เกิดขึ้นต่อผู้เรียน ที่จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันหรือนำไปสู่การพัฒนาประเทศ ดังนั้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จำเป็นอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพ และมาตรฐานสู่ระดับสากลเพื่อให้สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกศตวรรษที่ 21 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ได้ประกาศปรับลดรายวิชาการทดสอบ ซึ่งทางสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติได้พิจารณาถึงความเหมาะสมและประกาศเริ่มใช้เมื่อปีพุทธศักราช 2559 โดยปรับลดรายวิชาที่ทดสอบจากเดิม 8 วิชา เหลือเพียงแค่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้เท่านั้น คือ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ภาษาไทย และสังคมศึกษาและวัฒนธรรม ส่วนอีก 3 กลุ่มวิชา คือ สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปศึกษา และการงานอาชีพและเทคโนโลยี จะโอนไปให้ทางโรงเรียนจัดสอบเอง (กุณฑิกา พัชรชานนท์ และ บัลลังก์ โรหิตเสถียร, 2558) จากผลกระทบดังกล่าวได้ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการสอนของ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้เกิดขึ้น โดยจากการสำรวจกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 13 โรงเรียนแบบเจาะจงด้านรูปแบบการสอน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนได้ถูกปรับเปลี่ยนไป โดยมีความแตกต่างกันออกไปไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาสาระวิชา มาตรฐานการเรียนการสอน ตัวชี้วัด ที่แต่ละโรงเรียนเลือกที่จะสอนกันเอง โดยไม่สนองถึงตัวชี้วัดของมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจะต้องสร้างสิ่งของและพัฒนาเครื่องใช้ วิธีการออกแบบและนำเสนอ วิเคราะห์และเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมตามหลักสูตรแกนกลางฯ มีเพียงแค่ 1 โรงเรียนเท่านั้นที่ยังคงยึดเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางอยู่ (ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 13 โรงเรียน (สัมภาษณ์, 10 ตุลาคม 2560))

ทั้งนี้มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ว่าด้วยการพัฒนายุทธศาสตร์ที่ให้ผู้เรียมมีทิศทางพัฒนาการปฏิรูปประเทศและสถานการณ์โลกที่มีเป้าหมายและความยั่งยืน ที่ทำให้พัฒนาและสร้างศักยภาพบุคคลากรตามโครงสร้างประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 นั้น มีวิธีการขับเคลื่อนและให้กระทรวงศึกษาธิการปรับปรุงอย่างเร่งด่วน รวมทั้งกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ที่มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ดำเนินการปรับปรุงกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีให้ปรับเปลี่ยนและส่งเสริมกัน จากคำสั่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ 921/2561 ที่ว่าด้วยยกเลิกมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเปลี่ยนชื่อกลุ่มสาระเป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยย้ายสาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี จัดอยู่ในกลุ่มสาระใหม่ ทั้งนี้จากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาระที่ 8 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ที่กำหนดไว้ว่า “เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยการประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ เข้าร่วมกัน เพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างสร้างสรรค์ อีกทั้งตัวชี้วัดของรายวิชาได้กล่าวอีกว่า ผู้เรียนจะต้องออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยการวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจเทคนิค หรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนในขั้นตอนการทำงาน และดำเนินการแก้ปัญหา และนำเหตุผลหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายในกรอบเงื่อนไขหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหาและการพัฒนาต่อยอด โดยใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไกต่างๆ เข้ามาแก้ไขปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง

ทั้งนี้จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่า มาตรฐานและตัวชี้วัดการเรียนรู้สนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีความคิดที่สร้างสรรค์สู่การแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์และพัฒนาปรับปรุงโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมเข้าร่วม ซึ่งสอดคล้องกับ Isaksen (2011) ได้กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นเป็นวิธีการแก้ไขปัญหาโดยใช้หลายๆ แนวคิดหาทางออกในหลายๆ ด้าน เพื่อให้ได้วิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ซึ่งเป็นกระบวนการธรรมชาติของมนุษย์ที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นเอง เป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งต่อ

การเรียนการสอนให้กับนักเรียน ดังนั้นสิ่งที่ผู้เรียนจำเป็นจะต้องมีที่สำคัญคือ ทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) นั้นเอง

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ แนวคิด หรือวิธีการ ที่รู้จักการคิดสร้างหรือจัดกระทำสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเอง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ โดยใช้หลักการสร้างสรรค์และหาแนวทางในการประดิษฐ์ขึ้น ทั้งนี้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไม่ใช่กระบวนการในทางองค์ความรู้หรือเทคนิคสำหรับการแก้ปัญหา แต่เป็นการใช้ความเชี่ยวชาญของตนเองในการสร้างมิติของการปฏิบัติ และเป็นความพยายามต่อการใช้ศักยภาพทางสติปัญญาของมนุษย์ให้สามารถคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ซึ่งผลจากความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นหนทางสู่การเกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์อีกด้วย การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นลักษณะที่มีคุณค่าต่อบุคคลและสังคมอย่างยิ่ง และสมควรที่จะต้องได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยเฉพาะทางการศึกษาจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดขึ้นในการเรียนการสอนเพื่อนำไปสู่ตัวนักเรียน และสร้างพัฒนาอนาคตต่อไปในสังคม (Bertoncelli, Mayer, & Lynass, 2016; Chan, 2015; จรรย์สมร เหลืองสมานกุล, 2559; ไพบูลย์ เจริญกุล, 2532;)

เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ปัจจัยในการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานและกระบวนการเรียนรู้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง ผู้เรียน-ผู้เรียน และ ผู้เรียน-ผู้สอน ซึ่งส่งผลทำให้เกิดการทำงานอย่างมีส่วนร่วม และต้องจัดรูปแบบวิธีการสอนแบบผสมผสานและเครื่องมือเทคโนโลยีเข้าร่วม เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากที่สุด และจะมีความสัมพันธ์กันเพื่อส่งเสริมต่อผู้เรียนอย่างสูงสุด อีกทั้งยังกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นเอง

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การค้นหาความจริง 2) การค้นหาปัญหา 3) การค้นหาความคิด 4) การค้นหาคำตอบ และ 5) การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการจัดการเรียนการสอนในทุกๆ รายวิชา และในทุกระดับของผู้เรียน แต่การสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) โดยผู้สอนจะปรับเปลี่ยนบทบาทการสอนให้เป็นโค้ช (Coach) และอำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้การเรียนในศตวรรษที่ 21 มีวิธีการสอนเพื่อตอบสนองต่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ คือ กระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็นกระบวนการถ่ายทอดความคิดและตัดสินใจ

(decision making) กำหนดปัญหาหรือเป้าหมายที่ต้องการแก้ปัญหา ให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการที่กำหนด โดยอาศัยหลักวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหารวมถึงทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นกระบวนการออกแบบวิศวกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ (NRC, 2012; Comer, 2013)

การเรียนรู้วิศวกรรมในยุคแห่งศตวรรษที่ 21 จะถูกเรียกขึ้นใหม่ว่า “จินตวิศวกร (Imaginer)” คือ จินตนาการ (Imagination) ผนวกกับ วิศวกรรม (Engineering) ซึ่งหมายถึง ผู้ที่มีทักษะและความเก่งอัจฉริยะอย่างกว้างขวาง เป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยความรู้ทางวิศวกรรมกับจินตนาการในการออกแบบผลงาน มีกระบวนการสร้างสรรค์แนวความคิดที่สามารถพัฒนาและสามารถใช้งานในอนาคตได้ โดยมีความคิดที่ไม่มีขีดจำกัด สามารถปรับปรุงกระบวนการได้อย่างสม่ำเสมอ และมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับระบบวิศวกรรมเข้าร่วมกัน จึงจะทำให้เกิดการพัฒนางานหรือการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมขึ้นมาได้ (Thipakorn & Tawornpichayachai, 2015; ปรัชญนันท์ นิลสุข, 2556)

ทั้งนี้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีทักษะทางด้านวิศวกรรมดังต่อไปนี้ 1) ทักษะความสามารถทางเทคนิค (technical competence) 2) ทักษะการสื่อสาร (communications skills) 3) ทักษะความเป็นผู้นำ (leadership skills) และ 4) ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม (teamwork) เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะนำไปสู่การสร้างผลงาน การพัฒนา การบริการใหม่ หรือการแก้ไขปัญหา โดยมีทักษะหลักการต่างๆ ในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์เข้าร่วมกับทักษะดังกล่าว ซึ่งทักษะสำคัญที่จะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่สำเร็จได้คือ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เนื่องจากการทำงานร่วมกันจะทำให้บรรลุเป้าหมายเป็นสิ่งสำเร็จได้มากขึ้น (Ragupathi & Hubball, 2015)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสัมภาษณ์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 13 โรงเรียน มีการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไป โดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์พบว่ามีการจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อการปฏิบัติงานสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ แต่ทั้งนี้ปัญหาที่พบคือผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถแบ่งหน้าที่ภาระงานได้ จึงเป็นสาเหตุให้การบริหารแบ่งงานไม่ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำหรือนักเรียนระดับกลุ่มอ่อนมีปัญหาคือไม่มีส่วนร่วมกิจกรรมภายในกลุ่มและไม่สนใจปฏิบัติการทำงาน บางคนละเลยการเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งเป็นปัญหาส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเรียนการสอนและเพื่อนร่วมงานภายในกลุ่ม อีกทั้งผลงานของผู้เรียนไม่มีความคิดสร้างสรรค์เท่าที่ควรเนื่องจากมีบางส่วนเกิดการเลียนแบบผลงาน และยังไม่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของโจทย์การเรียนรู้ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงหาวิธีการสอนใหม่เพื่อปรับปรุงสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันและต้องการศึกษากระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีผลต่อ

ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

Iisomo (2556) ได้กล่าวว่า ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม คือ กระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Knowledge Sharing) กลุ่มคนที่มีความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งร่วมกัน มารวมตัวกันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยความสมัครใจ เพื่อร่วมสร้างความเข้าใจหรือพัฒนาแนวปฏิบัติในเรื่องนั้นๆ โดยมี 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ คน (People) สถานที่และบรรยากาศ (Place and Environment) และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ (Infrastructure) เมื่อมีองค์ประกอบทั้ง 3 ประการพร้อมแล้ว การที่จะทำให้การแลกเปลี่ยนเรียนรู้นั้นจะประสบความสำเร็จและใช้ประโยชน์ได้จริงจากการร่วมมือนั้นเอง

Johnson & Johnson (1974) (อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2560) ได้ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือกันจะมีผลลัพธ์ที่ดีกว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่แข่งขันกันมากกว่า เนื่องจากการแข่งขันจะทำให้เกิดก่อ ความแพ้-ชนะ ซึ่งต่างจากการให้ความร่วมมือซึ่งทำให้เกิดก่อ สภาพการณ์ ชนะ-ชนะ เป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งทางด้านจิตใจและสติปัญญา โดยมีหลักการพึ่งพากันและกัน มีปฏิสัมพันธ์กัน เกิดทักษะทางสังคม การวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม มีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์รายกลุ่มและรายบุคคลซึ่งสามารถวัดและประเมินผลได้ รวมทั้งได้ฝึกฝนพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่ต้องมีของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น

ลักขณา สริวัฒน์ (2557) ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการที่เน้นให้ครูใช้วิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากมีรูปแบบการสอนให้เลือกอย่างหลากหลายตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระต่างๆ ทั้งนี้รูปแบบที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลายประการ เช่น เทคนิคการเรียนรู้แบบจิ๊กซอร์ เทคนิคการเรียนรู้รูปแบบที.เอ.ดี. เทคนิคการเรียนรู้แบบทีจีที เทคนิคการเรียนรู้แบบจีไอ เป็นต้น ซึ่งเทคนิคการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมากที่สุดคือ เทคนิคกระบวนการเรียนรู้แบบจีไอ (G.I: Group Investigation) หรือเรียกว่า เทคนิคกลุ่มสืบสอบ เป็นเทคนิคที่สำคัญคือ ในการเรียนรู้แต่ละคนจะร่วมมือกันวางแผนตามกำหนดในเนื้อเรื่องที่มีความสนใจตรงกัน และทำตามแผนที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งเตรียมพร้อมต่อการนำเสนอ ซึ่งช่วยในการปลูกฝังความเป็นประชาธิปไตยภายในอีกด้วย เนื่องจากมีการกระจายงานกัน และให้สิทธิเท่าเทียมกันของสมาชิกภายในกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการดังกล่าวนั้นเอง

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือกลุ่มสืบสอบหรือเทคนิคการเรียนรู้แบบจีไอ (G.I) เป็นเทคนิคส่งเสริมการเรียนรู้แบบกลุ่มโดยเฉพาะ ซึ่ง John Dewey เป็นผู้คิดค้น ต่อมา Shiomo และ Yael Sharan และ Rachel Hertz – Lazarowitz เป็นผู้จัดทำให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบในระบอบประชาธิปไตยในการร่วมมือกันค้นหาวิธีการแก้ไขปัญหา รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความ

กระตือรือร้นในการแก้ปัญหาร่วมด้วย ส่งผลทำให้เกิดทักษะการร่วมมือนั้นเอง (ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน , 2558)

Joyce and Weil (1996) (อ้างถึงใน ทิศนา แขมณี, 2555) กล่าวว่า เทคนิค G.I. ย่อมาจาก Group Investigation หรือเรียกอีกอย่างว่าเทคนิคกลุ่มสืบสอบ เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดแนวคิดร่วม และลงมือสืบสอบหาคำตอบที่ใช้แนวคิดของการสืบสอบหาความรู้ (Inquiry) ตามแนวทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดปัญหาของหัวข้อย่อย ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล โดยแบ่งหน้าที่ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานที่ชัดเจน และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในการอธิบายถึงปัญหา เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นคำตอบให้กับตนเองและภายในกลุ่ม อาศัยความเป็นประชาธิปไตยเป็นหลัก นอกจากนี้ความสำคัญของกระบวนการกลุ่มสืบสอบมีไว้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียนด้วยการกระตุ้นความสนใจ โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และให้นักเรียนดูแลซึ่งกันและกัน อีกทั้งรับผิดชอบร่วมกันโดยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลจากผู้สอน

Oh and Shin (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เทคนิคกระบวนการกลุ่มสืบสอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในการบริหารกลุ่มการเรียนรู้ โดยพบว่ากระบวนการกลุ่มสืบสอบเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดและร่วมกันหาคำตอบด้วยวิธีการสืบหาข้อมูล บนพื้นฐานของขั้นตอนกระบวนการวิทยาศาสตร์ และการบริหารจัดการเรียนรู้ภายในกลุ่มพบว่าผู้เรียนจะช่วยเหลือกันจากหน้าที่ที่เป็นตัวกำหนดบทบาทของผู้เรียน โดยอ้างถึง Sharan & Sharan's (1989) ว่า กระบวนการกลุ่มสืบสอบจะช่วยด้านบริหารจัดการภายในกลุ่ม โดยมีการแบ่งภาระงานและหน้าที่ จากนั้นนำผลของภาระงานที่ได้มาร่วมอภิปรายกันจนเกิดความรู้ใหม่เกิดขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ของกลุ่มประสบความสำเร็จขึ้น

ทั้งนี้ Angela (2018)ได้ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการเรียนรู้กลุ่มสืบสอบสู่การสร้างสรรค์ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการเทคนิคที่ส่งเสริมต่อการสร้างสรรค์ผลงานคือ เทคนิคกลุ่มการสืบสอบ ซึ่งเป็นเทคนิคพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ภายใต้การกำดับดูแลของครูซึ่งจะช่วยกระตุ้นและหยิบยื่นเทคโนโลยีเข้าไปใช้ จนทำให้ผู้เรียนและสมาชิกในกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถพัฒนาผลงานขึ้นเองได้

เทคนิคกลุ่มสืบสอบและกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ถือได้ว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมมือกันของผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญไม่ว่าจะเป็นการถ่ายทอด การรับรู้ การแสดงความคิดเห็น หรือการแสดงทัศนคติ ซึ่งมนุษย์ได้พัฒนาลักษณะรูปแบบการสื่อสารต่างๆ

ขึ้นมา โดยในปัจจุบันเทคโนโลยีมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาด้านการสื่อสาร โดยนำไปสู่ยุคแห่งการติดต่อสื่อสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่ง จะมีรูปแบบเป็นลักษณะเครือข่ายที่หลากหลาย โดยมีเครื่องมือการทำงานร่วมกัน คือ การแก้ไขปัญหาที่เป็นแบบรวมศูนย์กลางเพื่อทำให้ทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การพูดคุยร่วมกันแบบออนไลน์ การประชุมทางออนไลน์ การเขียนร่วมและการแชร์ไฟล์ได้ในการทำงาน เป็นต้น (ชามาศ ดิษฐเจริญ และ ปริญาญ์ ทนันชัยบุตร, 2557; อทิพวัลย์ รัตนนรชัย, 2559)

อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกัน (Online cooperative tool) มีเครื่องมือที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็น Stromboard, Linoit, Google Docs เป็นต้น คุณสมบัติของเครื่องมือเหล่านี้สามารถทำงานร่วมกันแบบผสานเวลาและมีลูกเล่นที่เยอะ อีกทั้งสามารถใส่รูปภาพ เอกสาร หรือสิ่งที่ต้องการได้ โดยบางเว็บไซต์ยังมีการนำเสนอความคิดให้กับผู้อื่นได้อีกด้วย ทั้งนี้เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถแบ่งประเภทออกได้ดังนี้ 1) เครื่องมือสนับสนุนด้านเครือข่ายออนไลน์ 2) เครื่องมือสนับสนุนด้านกลุ่มสะท้อนความคิด 3) เครื่องมือสนับสนุนการจัดทำข้อมูลอินโฟกราฟฟิค 4) เครื่องมือสนับสนุนด้านการพูดหรือแปลงตัวหนังสือให้เป็นเสียง 5) เครื่องมือในการสนับสนุนการทำการเล่าเรื่องด้วยสื่อดิจิตอล (Digital Storytelling) 6) เครื่องมือสนับสนุนด้านแบบสำรวจ 7) เครื่องมือสนับสนุนด้านการสร้างแบบทดสอบและการทดสอบ 8) เครื่องมือสนับสนุนด้านการติดต่อสื่อสาร 9) เครื่องมือด้านการสนับสนุนการออกแบบสร้างสรรค์ผลงาน และ 10) เครื่องมือสนับสนุนการสร้างแผนผังทางความคิด (Mind Mapping) (Al-Neklaway, 2017; Tatiana, 2015; Maria, 2014; Papas, 2013; Selwyn, 2012; ชัชวาล จักษุวงศ์, 2560; ธนิศรา เรืองเดช, 2560)

Chu (2017) ได้ศึกษาถึงการใช้เครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันแบบออนไลน์ ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันต่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา โดยพบว่านักเรียนสามารถใช้เครื่องมือออนไลน์ในการแก้ไขปัญหาร่วมกันได้ ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้งานอีกด้วย จากผลงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือแบบออนไลน์สามารถส่งเสริมการทำงานร่วมกัน แต่ทั้งนี้ครูผู้สอนจะต้องปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การสอนให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

จากปัญหา เหตุผล และความสำคัญดังกล่าวในข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรมีการศึกษาผลของการใช้กลุ่มสืบสอบเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์กิจกรรมการเรียนการสอนขึ้น 2 แบบ คือ กิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม เพื่อเปรียบเทียบผลความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ และจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มีนักวิจัยหรือนักทฤษฎีทางการศึกษาคนใด

ศึกษาในรูปแบบที่กล่าวมา ดังนั้นผลการศึกษาในงานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการเรียนการสอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายต่อไป

คำถามการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

2. นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน มีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างไร

3. นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้เครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ในระหว่างการเรียนรู้อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2. เพื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน

3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. ตัวแปรอิสระ

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2. ตัวแปรตาม

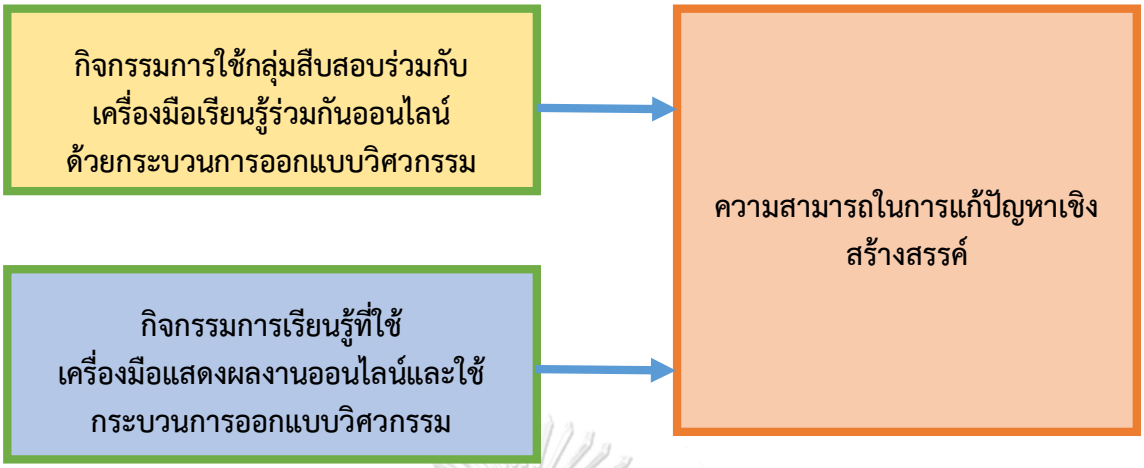
- ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 9 สัปดาห์

4. ขอบเขตเนื้อหาในการวิจัยนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เป็นเนื้อหาในการเรียนรู้เพื่อวัดผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยผลของการใช้กลุ่มสืบสอบเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำอธิบายกรอบแนวคิดการวิจัย

กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม เป็นเทคนิคของรูปแบบการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนกันอย่างมีส่วนร่วม โดยจะต้องมีประเด็น โจทย์ หรือปัญหาเป็นหลัก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการกระตุ้นอยากเรียนรู้ เป็นลักษณะกลุ่มที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ลักษณะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะต้องดูแลอาศัยซึ่งกันและกัน อาศัยความเป็นประชาธิปไตยเป็นหลัก และกระบวนการวิทยาศาสตร์เข้าร่วมในการวางแผน ซึ่งจะส่งผลต่อทางทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นแนวทางหลักขั้นตอนการสอน โดยใช้มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา (Problem Identification)

1.1 กำหนดหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เข้าร่วม คือ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล

1.2 ร่วมกันวิพากษ์เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

1.3 ดำเนินการค้นหาข้อมูล และร่วมกันวิเคราะห์หัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

1.4 นำเสนอแลกเปลี่ยนข้อมูลภายในกลุ่ม และดำเนินการประชาธิปไตย โหวตเลือกหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และนำเสนอต่อกลุ่มอื่นเพื่อแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็น

1.5 ดำเนินการประเมินผลข้อมูลจากการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่มและปรับปรุงแนวคิด และดำเนินการโหวตหัวข้อที่เลือกด้วยความเป็นประชาธิปไตย

ขั้นที่ 2 ขั้นการรวบรวมข้อมูล (Related Information)

2.1 เมื่อผู้เรียนได้ปัญหาหรือระบุปัญหาจากขั้นตอนที่ 1 แล้ว ผู้เรียนร่วมกันค้นหารวบรวมข้อมูล โดยกำหนดหัวข้ออย่างละเอียดและมากที่สุดด้านการตลาด เทคนิค การเงิน และการจัดการ โดยมีข้อคำถาม กลุ่มจะศึกษาอะไร อย่างไร หัวข้อย่อย และเป้าประสงค์คืออะไร

2.2 ผู้เรียนอ่อน เลือกหัวข้อค้นหาข้อมูลก่อนที่จะค้นคว้า และผู้เรียนเก่งจะได้เลือกหัวข้อเป็นอันดับสุดท้าย

2.3 เมื่อสมาชิกทุกคนได้ค้นคว้าหาข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำความรู้มาแลกเปลี่ยนอภิปราย และร่วมกันสังเคราะห์ประเมินผลข้อมูล

2.4 สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนสรุปข้อมูลของตนเอง และนำเสนอ

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

3.1 สมาชิกรวมกันระดมสมองเพื่อหาขั้นตอนการวางแผนงาน โดยสมาชิกจะต้องมีหน้าที่

3.2 กำหนดหน้าที่ของทุกคน โดยผู้เรียนอ่อนได้มีสิทธิ์เลือกลำดับขั้นตอนการดำเนินการก่อน

ขั้นที่ 4 ขั้นตอนออกแบบ (Design)

4.1 สมาชิกแต่ละคนดำเนินการออกแบบจากข้อมูลที่ได้รับโดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์เข้าร่วม คือ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล

4.2 นำแบบที่สมาชิกแต่ละคนออกแบบแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบซึ่งกันและกัน

4.3 ดำเนินการโหวตอย่างเป็นประชาธิปไตยเลือกการออกแบบที่ดีที่สุด และนำเสนอแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม

4.4 ร่วมกันวิพากษ์ และนำข้อมูลมาปรับปรุง

ขั้นที่ 5 ขั้นการปฏิบัติงาน (Producing solution)

การดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อปฏิบัติที่ต้องการตามเงื่อนไขไว้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดประสงค์ที่กำหนด

ขั้นที่ 6 ขั้นตอนการทดสอบ (Testing the solution)

6.1 สร้างแบบจำลอง (Model) หรือ ตัวต้นแบบ (Prototypes) ตัดสินในทบทวนขั้นตอนให้เหมาะสมที่สุดเพื่อหาจุดที่ดีที่สุด (Optimization) และพิจารณาขีดความสามารถของการทำงานและค่าใช้จ่าย

6.2 นำเสนอแลกเปลี่ยนข้อมูลการออกแบบซึ่งกันและกันระหว่างกลุ่ม จากนั้นรวมกันวิพากษ์ อภิปราย วิเคราะห์ข้อมูล และสรุป

ขั้นที่ 7 ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน (Improve)

นำผลที่ได้รับกลับไปวิเคราะห์ สังเคราะห์ ปรับปรุง พัฒนา ตามคำแนะนำ หรือปรับปรุงดำเนินกิจกรรมแก้ไข ปัญหาหรือชิ้นงาน รวมทั้งกรณีที่ผิดพลาดอาจปฏิบัติใหม่ วางแผนใหม่ ขั้นตอนใหม่ ทดสอบใหม่ ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทำที่จัดขึ้นจากแผนที่กำหนดไว้เพื่อพัฒนาให้ได้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 8 นำเสนอ (Presentation)

8.1 สมาชิกในกลุ่มเตรียมตัวนำเสนอ และตัดสินใจร่วมกันสรุปข้อมูลของกลุ่ม

8.2 สมาชิกในกลุ่มวางแผนการนำเสนอและคิดค้นร่วมกันค้นหาวิธีการนำเสนอ

8.3 เตรียมความพร้อมในการนำเสนอ

8.4 นำเสนอ และทุกคนร่วมกันวิพากษ์ สังเคาะห์ เสนอแนะ และครูประเมินผลงาน (NRC, 2012; MIT, 2004; EDP, 2009; D.Motte, 2008; Ziaeefard, S., 2017; Cunningham, 2014; Joyce and Weil, 1996; Slavin, 2015; กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ, 2557; สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, 2559; ทิศนา แขมมณี, 2560; สุกานดา จงเสริมตระกูล, 2556; ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม เป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่นทางความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยมีการกำหนดปัญหา พัฒนาแนวทาง การวางแผน สามารถดำเนินการทดสอบได้ โดยใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตผลงาน และมีทักษะต่างๆ ประกอบเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้เครื่องมือการสนับสนุนการแสดงผลงานเข้าเสริมกระบวนการ เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา ได้แก่ การท้าทาย การสร้างเงื่อนไขข้อจำกัดให้แก่ผู้เรียน เพื่อจุดประสงค์ของกระบวนการคิดหรือแนวความคิด ที่ต้องตอบสนองหรือตรงต่อเป้าหมาย กำหนดปัญหาในการออกแบบ

2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การศึกษาการกลั่นกรองโอกาสความสำเร็จ การรวบรวมข้อมูล แนวคิด หรือการระดมสมอง เพื่อพัฒนาแนวคิดและสามารถหาแนวทางสำหรับการดำเนินงานภายใต้การประเมินหรือข้อจำกัดได้ การศึกษาความเป็นไปได้ ด้านการตลาด เทคนิค การเงิน และการจัดการ

3. ขั้นตอนการวางแผน ได้แก่ การสร้างแผนงาน ระยะเวลา งบประมาณหรือสิ่งที่คาดคะเนไว้ เพื่อกำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการหรือการลงปฏิบัติงาน การตัดสินใจ พิจารณาถึงโอกาสและการประยุกต์ใช้ระบบวิศวกรรมถึงความเป็นไปได้

4. ขั้นตอนออกแบบ ได้แก่ ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดจากการรวบรวมข้อมูล เพื่อการออกแบบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ รวมทั้งการสร้างโมเดลสำหรับการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้น วิจัยและพัฒนา

5. ขั้นการปฏิบัติงาน ได้แก่ การดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อปฏิบัติที่ต้องการตามเงื่อนไขไว้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดประสงค์ที่กำหนด

6. ขั้นตอนการทดสอบ ได้แก่ การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ หรือการใช้กระบวนการที่สร้างขึ้นไว้ รวมทั้งการตรวจสอบแนวความคิดที่จัดดำเนินการขึ้นด้วยแบบจำลอง (Model) หรือ ตัวต้นแบบ (Prototypes) กาตัดสินในทบทวนขั้นตอนให้เหมาะสมที่สุดเพื่อหาจุดที่ดีที่สุด (Optimization) และพิจารณาขีดความสามารถของการทำงานและค่าใช้จ่าย

7. ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน ได้แก่ ปรับปรุงดำเนินกิจกรรมแก้ไข ปัญหาหรือชิ้นงาน รวมทั้งกรณีที่ผิดพลาดอาจปฏิบัติใหม่ วางแผนใหม่ ขั้นตอนใหม่ ทดสอบใหม่ ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทำที่จัดขึ้นจากแผนที่กำหนดไว้เพื่อพัฒนาให้ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้หลักดังนี้ 1) สนองความต้องการของข้อกำหนดการออกแบบ 2) เหมาะสมกับเศรษฐกิจ 3) ด้านเทคนิค 4) ด้านการสร้างสรรค์ 5) ความพึงพอใจของผู้ใช้ 6) องค์ประกอบความเป็นไปได้

8. นำเสนอ ได้แก่ นำเสนอ ประชาสัมพันธ์ และเปลี่ยนความคิด ความรู้แก่บุคคลอื่นเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้รับข้อเสนอแนะเพื่อดำเนินการพัฒนาต่อไป ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญกับผู้อื่นอย่างโดยตรงจากสิ่งที่จัดกระทำ

(NRC, 2012; MIT, 2004; D.Motte, 2008; Ziaeefard, 2017; Cunningham, 2014; Fisher, 2014; Samavedham, and Ragupathi, 2012; กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ, 2557; สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, 2559)

เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ เป็นการใช้เครื่องมือทำงานร่วมกันในรูปแบบออนไลน์ที่สนับสนุนการทำงานระหว่าง ผู้เรียน-ผู้เรียน และ ผู้สอน-ผู้เรียน ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน โดยช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการทำงานได้อย่างเสมือนเวลา รวมถึงทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างข้อมูลสัมพันธ์กันและกัน ทั้งแนวคิด วิธีการ เพื่อสนับสนุนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของผู้เรียนได้สำเร็จ

(ภาณุวัฒน์ กองราช, 2555; กณิการ์ ปัญญาอิ่นแก้ว, 2558;ราชการ สังขวดี, 2560; Albayrak, 2012; VanDoorn and Eklund, 2013; Pappas, 2013; Clark, 2015)

ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดและนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างที่มาของปัญหา วิธีการแก้ไขปัญหา การดำเนินการปฏิบัติงาน ตลอดจาผลงานที่ได้รับ ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนและนำเสนอทิศทางใหม่ของปัญหานั้นๆ ได้ ทั้งนี้การประเมินผลงานจากการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สามารถประเมินได้จากผลงานของผู้เรียน ด้วนการประเมินแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) โดยรวมการประเมินออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และ 3) การประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 8 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ด้านระบุปัญหาการออกแบบ 2) ด้านการสร้างแผนงานการดำเนินงาน 3) ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน 4) ด้านการออกแบบ 5) ด้านการทดลอง 6) ด้านผลงาน 7) ด้านเทคนิคและองค์ประกอบของผลงาน และ 8) ด้านการนำไปใช้สอย และกระบวนการความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 6 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบปัญหา (อย่างมีเหตุผล) 2) การค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หลากหลาย 3) ค้นหาวิธีแก้ไขที่เป็นไปได้ 4) สามารถเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม 5) วางแผนแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และ 6) แก้ปัญหาได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

(เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์, 2557; Osborn, 1953; Davito, 1971; Griffin, 1993; Isaksen, Dorval, and Treffinger, 2011; Quin and Besemer, 2011; Iorga, 2011; Cropley et al., 2011; Parner, 2014)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

กระบวนการออกแบบวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการที่ใช้แนวความคิดที่สามารถพัฒนาและสามารถใช้งานในอนาคตได้ โดยมีความคิดที่ไม่มีขีดจำกัด สามารถปรับปรุงกระบวนการได้อย่างสม่ำเสมอ และมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะการทำงานเป็นกลุ่มเข้าร่วมกัน อีกทั้งมีหลักเกณฑ์ ลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติงาน รวมทั้งทฤษฎีในการเข้าร่วมวิเคราะห์ในการออกแบบ มีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา 2) ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นตอนการวางแผน 4) ขั้นตอนออกแบบ 5) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 6) ขั้นตอนการทดสอบ 7) ขั้นตอนปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน และ 8) ขั้นตอนนำเสนอ

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม หมายถึง ผู้เรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ออกแบบวิศวกรรม โดยมีเทคนิคการทำงานแบบกลุ่มแบบกลุ่มสืบสอบบูรณาการร่วมกับ 8 ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยต้องจัดผู้เรียนคละความสามารถ (เก่ง กลาง อ่อน) รวมกลุ่มกันโดยครูเป็นผู้ดำเนินการจัดกลุ่ม และสนับสนุนให้ ผู้เรียน-ผู้เรียน ร่วมช่วยกันสืบค้นข้อมูล กระจายภาระงานภายในกลุ่มอย่างมีระบบ โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์เข้าร่วม และมีการกระตุ้นภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน อีกทั้งยังใช้เครื่องมือส่งเสริมการทำงานกลุ่มด้วยเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ที่เอื้อต่อการปฏิบัติงานและกิจกรรมการสอน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม หมายถึง ผู้เรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ออกแบบวิศวกรรม โดยผู้เรียนมีอิสระในการเข้ากลุ่ม และแบ่งภาระหน้าที่งานกันอย่างอิสระทางการเรียนรู้ มีลำดับขั้นตอนการทำงาน และใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ด้วยเฟสบุ๊คในการนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนหรือเสนอแนวความคิดเห็นต่อผู้อื่น โดยเป็นการเรียนรู้ทั่วไปตามปกติที่โรงเรียนใช้เพื่อนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์อย่างเจาะจง 13 โรงเรียน)

เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ หมายถึง เป็นเครื่องมือทางอินเทอร์เน็ตที่เอื้อต่อการใช้งานใช้สื่อหลายมิติที่อาศัยร่วมมือกันและสนับสนุนการเรียนการสอน โดยใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะในรูปแบบของอินเทอร์เน็ต ที่ทำให้ก่อเกิดการเรียนรู้อย่างมีคุณค่าและมีความหมาย โดยผู้เรียนและผู้สอนจะมีปฏิสัมพันธ์กันผ่านเครื่องมือสื่อสารที่เชื่อมโยงกันในระบบการจัดการเรียนรู้ ระดมสมองและการทำงานเป็นกลุ่ม ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ Stromboard

การร่วมมือกลุ่มสืบสอบ หมายถึง รูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมือกันสืบค้นข้อมูลโดยสอดแทรกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นเทคนิคการกระตุ้นระหว่างกลุ่มแก้ไขปัญหาอย่างร่วมมือกัน เพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มมากขึ้น โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดแนวคิดร่วม และลงมือสืบสอบหาคำตอบที่ใช้แนวคิดของการสืบสอบ

หาความรู้ (Inquiry) ตามแนวทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดปัญหาของหัวข้อย่อย ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล โดยแบ่งหน้าที่ กำหนดระยะเวลาในการดำเนินงานที่ชัดเจน และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ในการอธิบายถึงปัญหา โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และให้นักเรียนดูแลซึ่งกันและกัน อีกทั้งรับผิดชอบร่วมกันโดยอยู่ภายใต้การกำกับดูแลจากผู้สอน

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ แนวคิด หรือวิธีการ ที่รู้จักการคิดสร้างหรือจัดทำสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเอง เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการ โดยใช้หลักการสร้างสรรค์และหาแนวทางในการประดิษฐ์ขึ้น ใช้ความเชี่ยวชาญของตนเองในการสร้างมิติของการปฏิบัติ โดยใช้ศักยภาพทางสติปัญญาเพื่อแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ด้วยการวัดแบ่งออกเป็น 3 มิติ คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีประกอบด้วย 8 องค์ประกอบในการวัดดังนี้ 1) ด้านระบุปัญหาการออกแบบ 2) ด้านการสร้างแผนงานการดำเนินงาน 3) ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน 4) ด้านการออกแบบ 5) ด้านการทดลอง 6) ด้านผลงาน 7) ด้านเทคนิคและ องค์ประกอบของผลงาน และ 8) ด้านการนำไปใช้สอย

การออกแบบผลิตภัณฑ์ หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับรูปลักษณ์ภายนอกและภายในต่อการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ โดยนำแนวคิดของกระบวนการเข้ามาประยุกต์เพื่อตอบสนองต่อปัญหาหรือสิ่งอำนวยความสะดวกตามต้องการ โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถออกแบบได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) งานออกแบบทั่วไป (Routine Design) 2) ปรับปรุงส่วนปลีกย่อยของระบบเดิม (Minor improvements to an existing system) 3) ปรับปรุงโครงสร้างหลัก (Fundamental improvement to an existing system) 4) สร้างผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ (New generation product หรือ new concept) และ 5) คิดค้นนวัตกรรมใหม่ (Scientific discovery new phenomena หรือ pioneer invention)

นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกัน หมายถึง นักเรียนที่ได้รับการจำแนกตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับต่ำกว่า 2.50 ลงมา กลุ่มกลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับระหว่าง 2.51 – 3.50 และกลุ่มสูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับระหว่าง 3.51 – 4.00 โดยงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์กับคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญระดับสูง (r = .872)

เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ หมายถึง เป็นเครื่องมือทางอินเทอร์เน็ตสังคมออนไลน์ Facebook จากการสัมภาษณ์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 13 โรงเรียนที่เอื้อต่อการใช้งานเครื่องมือสนับสนุนการแสดงผลงาน ที่สามารถโพสต์ (Post) การแบ่งปัน (Share) และการแสดงความคิดเห็น (Comment) ซึ่งผู้ส่งสารและรับสารไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลาและสถานที่ หยืดหยุ่น สะดวกสบาย มีความเป็นอิสระ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางกิจกรรมการสอนการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2. ได้แนวทางการประยุกต์ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกัน เป็นเครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยเรื่องผลของการใช้กลุ่มสืบสอบเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.1 ความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.3 ทักษะของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 การเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ

2.1 ความหมายของการเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบ

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

3.1 ความหมายของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

3.2 ประเภทเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

3.3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

3.4 เครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบ

ตอนที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

4.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

4.3 การกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

4.5 การประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 5 การออกแบบผลิตภัณฑ์

5.1 ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์

5.2 หลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1.1 ความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

บัญชา เกิดมณี (2545) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ประยุกต์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ และแนวทางการปฏิบัติด้านวิศวกรรมให้เข้ากับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต และการบริการใหม่

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน ซึ่งเป็นการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการ

สภาวิจัยแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการที่กำหนดปัญหา พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา โดยเป็นการทำงานที่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขได้

สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศ สหรัฐอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association; ITEEA) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้เทคโนโลยี (Standards for Technological Literacy)

ศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (International Technology and Engineering Educators Association's STEM Center for Teaching and Learning™) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นวิธีการกำหนดปัญหาหรือความต้องการค้นหาแนวคิด วางแผน และพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผลและนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้

Thipakorn and Tawornpichayachai (2015) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการออกแบบที่สร้างสรรค์ด้วยทฤษฎีที่ต้องปฏิบัติด้วยการฝึกฝนและเป็นกระบวนการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์เข้าร่วมกับแนวความคิดเพื่อสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือการแก้ปัญหา

Cunningham and Kelly (2017) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นการนำการเรียนวิทยาศาสตร์เข้ามาประยุกต์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น และประยุกต์ใช้หลักใหม่ที่สำคัญในการเรียนแบบวิศวกรรม การเรียนแบบวิศวกรรมจะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์โดยตรงจากการปฏิบัติโครงงาน

Dara et al. (2104) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่าเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานไปสู่นวัตกรรม และทำให้เกิดทักษะต่างๆ ขึ้น Samavedham and Ragupathi (2012) ได้สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมทักษะของมนุษย์ที่ต้องใช้กระบวนการอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ไขถึงปัญหา สร้างสรรค์ และความยืดหยุ่นทางความคิด

สรุปความหมายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมคือ เป็นกระบวนการที่มีความยืดหยุ่นทางความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยจะต้องมีการ กำหนดปัญหา พัฒนาแนวทาง มีการวางแผน สามารถดำเนินการทดสอบได้ โดยใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผลิตผลงาน เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ผลงานหรือแก้ไขปัญหาได้

1.2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process)

ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process) องค์กร สถาบัน นักการศึกษาและนักวิชาการได้กำหนดขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังนี้

NRC (National Research Council) (2012) ได้รวบรวมขั้นตอนการออกแบบวิศวกรรม โดยสามารถสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) คือ เป็นขั้นตอนการท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ไขปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information) คือ เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีข้อจำกัด

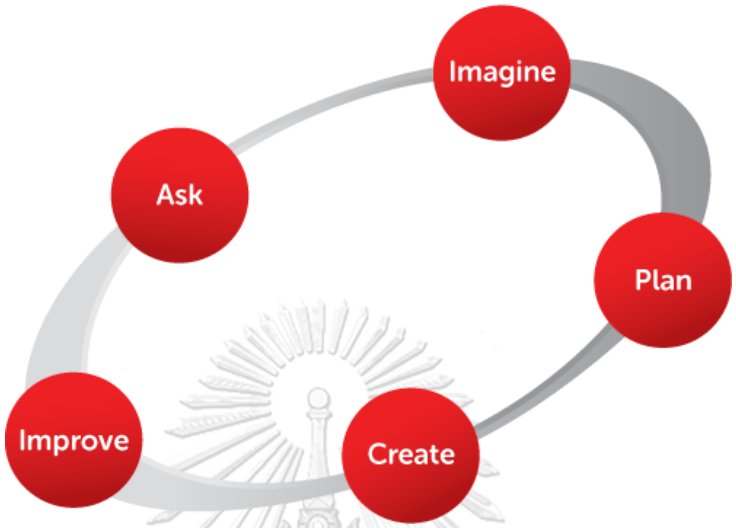
3. ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา (Solution Design) คือ เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ไขปัญหา (Planning and Development) คือ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างหรือพัฒนาเพื่อใช้ในการแก้ไข

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) คือ เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดนรำเอาผลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาให้ได้อย่างเหมาะสม

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) คือ เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อไป

EiE (Engineering is Element) (2017) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียนในการออกแบบที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในการออกแบบได้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรมของ EIE

(ที่มา: https://www.eie.org/eie-curriculum/engineering-design-process)

1. ขั้นการถาม (Ask) คือ การถามปัญหาคืออะไร ข้อจำกัดคืออะไร
2. ขั้นตอนการจินตนาการ (Imagine) คือ การออกแบบวิธีการดำเนินการ ระดมความคิด การเลือกแผนที่ดีที่สุด
3. ขั้นการวางแผน (Plan) คือ การวางแผนวาดแผนผังการดำเนินการ ทำรายการเลือกวัสดุที่ต้องใช้หรือต้องการ
4. ขั้นการสร้าง (Create) คือ การดำเนินการทำตามแผนดำเนินการและดำเนินการทดสอบ
5. ขั้นการปรับปรุง (Improve) คือ ดำเนินการปรับปรุงอะไรคืองาน อะไรคือสิ่งที่ทำไม่ได้ อะไรคือสิ่งที่ทำแล้วดีกว่าดำเนินการแก้ไขและออกแบบใหม่ พร้อมทั้งทดสอบใหม่

Motte (2008) ได้กำหนดรูปแบบกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ไว้ดังนี้

1. ค้นหาสิ่งที่อยากทำหรือแนวความคิดที่จะทำ
2. ดำเนินการค้นหาและออกแบบให้ดีที่สุด
3. ดำเนินขั้นตอนหรือปรับแผนตามแบบที่จำลองไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ดำเนินการสร้างตามโครงสร้างขงกระบวนการ

5. ดำเนินการจัดทำการแลกเปลี่ยนความคิด

6. การรวมตัวและดำเนินการเป็นรูปธรรม

7. ชี้แจงของโครงงานและปัญหาในการออกแบบ และประโยชน์ที่ได้รับ

Ziaeefard, Miller, Rastgaar, and Mahmoudian (2017) ได้กำหนดรูปแบบการเรียนรู้การออกแบบวิศวกรรม ไว้ดังนี้

1. การตั้งคำถาม (Ask) คือ การถามคำถามด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือถามหาถึงปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ข้อจำกัดคืออะไร

2. การออกแบบ (Imagine) คือ การออกแบบวิธีการดำเนินการ ระดมความคิดเลือกแผนการที่ดีที่สุด หรือการพัฒนางานโดยใช้โมเดล

3. การวางแผน (Plan) คือ การวางแผนการดำเนินงาน การเลือกวัสดุหรือสิ่งที่ต้องการใช้ และแนวทางการดำเนินการตรวจสอบ

4. การดำเนินการ (Create) คือ การดำเนินการตามแผนที่ออกแบบไว้หรือดำเนินการทดสอบ วิเคราะห์ แปลงผลข้อมูล

5. การปรับปรุง (Improve) คือ การดำเนินการปรับปรุงงานในสิ่งที่ต้องการแก้ไขออกแบบใหม่ พร้อมทั้งดำเนินการใหม่

6. การอธิบายด้วยหลักการวิศวกรรม คือ การใช้วิธีการคำนวณหรือความรู้พื้นฐานในการอธิบายงานที่กำหนดไว้

7. การอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล คือ การมีส่วนร่วมในการโต้แย้งร่วมกันกับผู้อื่นจากหลักฐานหรือข้อค้นพบ

8. การประเมินผลและการสื่อสาร

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากสมาคมหรือหน่วยงานต่างๆ ไว้ ดังต่อไปนี้

1. สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association; ITEEA) ได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

1.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identifying the problem)

1.2 สร้างแนวคิด (Generating ideas) ด้วยเทคนิคการระดมสมองและการดำเนินการวิจัย เพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

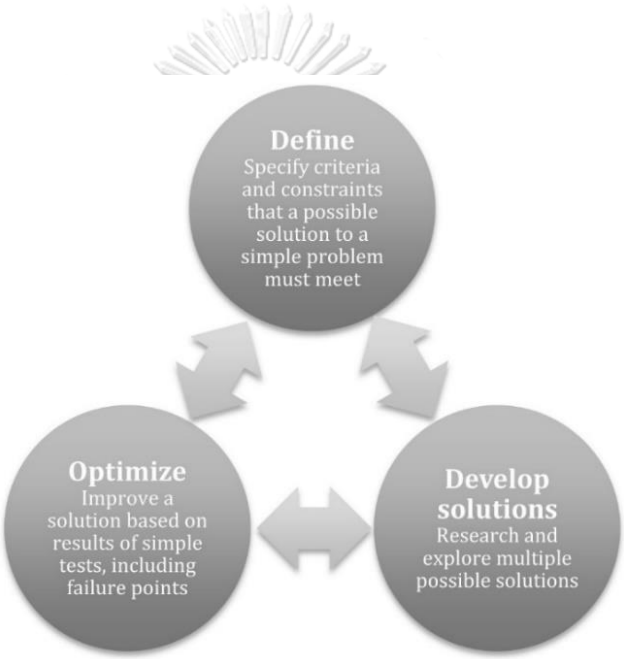
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 การเลือกแนวคิดที่เหมาะสม (Selecting a solution)

1.4 การทดสอบ (Testing the solution) ด้วยการสร้างแบบจำลอง (Models) และต้นแบบ (Prototypes) เพื่อตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหาการปฏิบัติงาน (Making the item) ด้วยการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหา

1.5 การประเมินผล (Evaluating) ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาและประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ และการนำเสนอผล (Presentation the result)

ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางเหมาะสมที่สุด



Chulalongkorn University

ภาพที่ 3 วงจรกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ของ Next Generation Science Standard, USA *(ที่มา: https://www.linkengineering.org/Explore/EngineeringDesign/5824.aspx/)*

2. กรรมการศึกษาประเทศอังกฤษ (Department for Education) ได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดความต้องการ (Identifying needs)

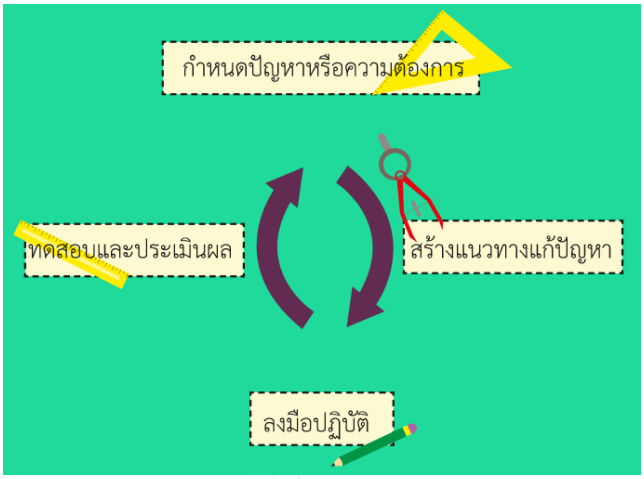
2.2 รวบรวมข้อมูล (Researching)

2.3 สร้างแนวคิด (Generating Ideas)

2.4 พัฒนาแนวคิด (Developing solution)

2.5 ลงมือปฏิบัติ (realizing solutions)

2.6 ประเมินผล (Evaluation)



ภาพที่ 4 วงจรกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ของ ITEEA, USA

(ที่มา: https://www.iteea.org/)

3. หน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรม ของรัฐนิวเซาท์เวลล์ประเทศออสเตรเลีย (NSW Department of education and training, Australia) ได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

3.1 การสำรวจและกำหนดงาน (Exploring & defining the task)

3.2 การสร้างและพัฒนาแนวคิด (Generating & developing ideas Planning managing evaluating)

3.3 การลงมือปฏิบัติโดยแต่ละระยะมีการวางแผนการจัดการและประเมินผลเสมอ (Producing solution Planning, managing, evaluating)

ภาพที่ 5 วงจรกระบวนการเทคโนโลยี ของ NSW, Australia

(ที่มา:http://www.curriculumsupport.education.nsw.gov.au/designproduce/tech_process.htm)

4. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สสวท.) ได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

4.1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ

4.2 รวบรวมข้อมูล

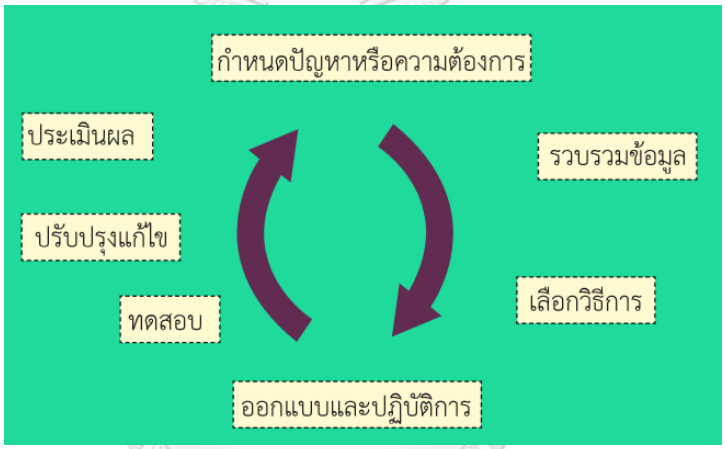
4.3 เลือกวิธีการ

4.4 ออกแบบและปฏิบัติการ

4.5 ทดสอบ

4.6 ปรับปรุงแก้ไข

4.7 ประเมินผล



ภาพที่ 6 วงจรกระบวนการเทคโนโลยี (Technological process) ของ สสวท. ประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุรศักดิ์ สงวนพงษ์ (2559) ได้กล่าวถึงขั้นตอนหลักการออกแบบวิศวกรรมไว้ ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ตวามต้องการ คือ การออกแบบต้องตอบสนอง ต้องเติมเต็มผู้ใช้ มีปฏิสัมพันธ์เก็บความต้องการ แยกให้ออกระหว่างความต้องการกับเป้าหมาย

2. นิยามปัญหา คือ กำหนดโจทย์ที่ประกอบด้วยเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และข้อจำกัด

3. การวางแผนงาน คือ สร้างแผนงาน ระบุระยะเวลา งบประมาณที่ใช้ เครื่องมือช่วยสร้างแผนงาน

4. การเก็บข้อมูล คือ เก็บข้อมูล แหล่งข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้

5. สร้างแนวคิดที่เป็นไปได้ คือ หาคำตอบที่เป็นไปได้ สร้างข้อเผื่อเลือกการออกแบบกว้างๆ ไว้

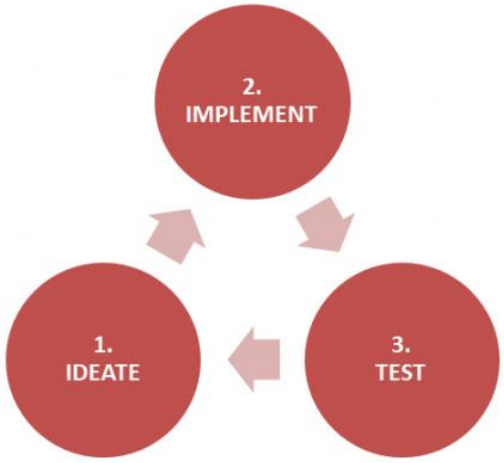
6. ประเมินแนวคิด คือ ประเมิณว่าขอบเขตนั้นตอบสนองความต้องการ ประเมินลักษณะสมบัติเชิงสมรรถนะของแต่ละแนวทางการออกแบบ ทำอย่างไร ในงานจริงใช้ประมาณการเท่าไหร่

7. เลือกวิธีที่เหมาะสม คือ ตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด ต้องกำหนดเกณฑ์และสภาพแวดล้อม เน้นการตอบสนองผู้ใช้

8. สื่อสารระหว่างการออกแบบ คือ จัดทำข้อเสนอ นำเสนองานออกแบบ

9. ปฏิบัติให้เห็นผลจริง

VEX Robotics (2015) ได้กล่าวถึง กระบวนการออกแบบวิศวกรรมว่าเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และแนวทางปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยระเบียบวิธีการจะคล้ายคลึงกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ในกระบวนการวิศวกรรมจะมีวิธีการ กระบวนการปัญหา และขั้นตอนที่แตกต่างกันไป โดยกระบวนการวิศวกรรมจะมีเงื่อนไข 3 ขั้นตอน



ภาพที่ 7 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3 ห่วง ของ VEX

จากภาพที่ 7 ลักษณะการทำงานจะเป็นห่วง 3 ส่วน คือ 1) ความคิดที่นำมาใช้ (Ideate) 2) หลังจากที่ใช้แล้วนำมาทดสอบ ประเมินผล และ 3) ในระหว่างการทดสอบและการประเมินผลจะมีแนวคิดเพิ่มมากขึ้น และเกิดกระบวนการใหม่ๆ ขึ้นทุกครั้ง ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการออกแบบซ้ำๆ นั้นเอง โดย 3 ห่วงนี้สามารถแยกออกเป็น 11 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเข้าใจ (Understand) เป็นขั้นตอนการกำหนดปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจ (Explore) เป็นขั้นตอนการทำวิจัยขั้นพื้นฐาน

ขั้นตอนที่ 3 กำหนด (Define) เป็นการกำหนดขั้นตอนวิธีการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างแนวคิด (Ideate) สร้างขั้นตอนแนวคิดใหม่

ขั้นตอนที่5 สร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการสร้างและเรียนรู้ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 6 เลือก (Choose) เป็นการกำหนดขั้นตอนครั้งสุดท้ายสำหรับแนวคิด

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงอย่างละเอียด (Refine) เป็นขั้นตอนการสร้างรายละเอียด

ขั้นตอนที่ 8 นำเสนอ (Present) เป็นการนำเสนอเพื่อได้รับข้อคิดเห็นและการอนุมัติการทำงาน

ขั้นตอนที่ 9 การนำไปใช้ (Implement) ใช้ขั้นตอนที่สร้างไปสู่การปฏิบัติจริง

ขั้นตอนที่ 10 การทดสอบ (Test) ทดสอบว่าการปฏิบัติงานเป้นไปตามที่กำหนดตามวิธีการไว้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 11 ทำซ้ำ (Iterate) เป็นการทำซ้ำ

โดยจากที่กล่าวขั้นต้นการออกแบบจะถูกสอดแทรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย เพื่อการปฏิบัติงานที่ง่ายมากขึ้น และจะดำเนินการอย่างเป็นระบบ ซึ่งบางขั้นตอนอาจทำได้ในเวลาเดียวกัน แต่โดยรวมและจะเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบจนสู่ผลลัพธ์

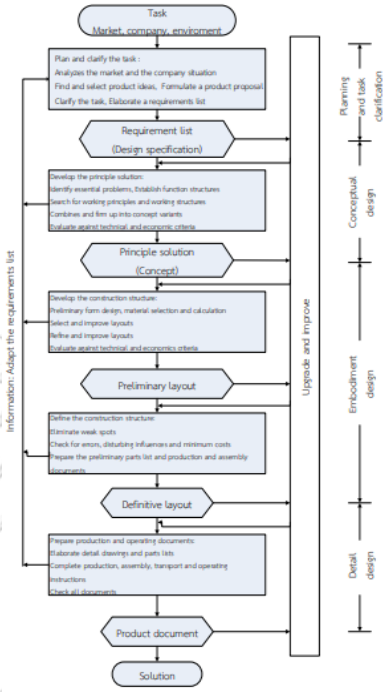
ศิริชัย ยศวังใจ (2558) ได้ออกแบบกระบวนการออกแบบเป็น 4 เฟส ดังนี้

1. กระบวนการวางแผนและการจำแนกรูปแบบ (planning and task clarification) กระบวนการแรกเป็นการระบุกลุ่มของตลาดที่พัฒนาผลิตภัณฑ์โดยรับความต้องการพื้นฐานหรือความต้องการ (customer requirements) ที่คาดหวังว่าต้องมีของลูกค้าซึ่งข้อมูลได้รับจากการวิจัยของฝ่ายการตลาด ฝ่ายขายและฝ่ายบริการ ทีมออกแบบจะต้องแปลความต้องการของลูกค้าเป็นข้อมูลทางเทคนิคเพื่อระบุข้อกำหนดของแบบผลิตภัณฑ์ (specification of Information)

2. สร้างแนวคิดการออกแบบ (conceptual design) การสร้างแนวคิดการออกแบบเกิดจากการรับความต้องการของลูกค้า (customer requirements) แล้วหาวิธีการต่างๆ ที่จะสามารถอธิบายรูปแบบ หน้าที่การทำงาน (working principle) โครงสร้างการทำงาน (working structure) และคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ (product properties) แนวคิดของผลิตภัณฑ์อาจจะเป็นข้อความหรือรูปภาพก็ได้กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ทีมออกแบบจะเริ่มสร้างสรรค์วิธีการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

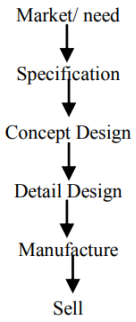
3. การออกแบบเชิงรูปธรรม (embodiment design) หลังจากได้แนวคิดการออกแบบทีมนักออกแบบจะทำการกำหนดโครงสร้างผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเป็นพิจารณาข้อดีและข้อเสียของแต่ละแบบหรือเลือกตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความสมบูรณ์ของการออกแบบจะต้องมีการตรวจสอบฟังก์ชันจุดแข็งหรือส่วนที่เกี่ยวข้อง

4. การออกแบบรายละเอียด (detail design) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการจัดเตรียมรูปแบบ ขนาด หรือคุณสมบัติต่างๆ ที่แบ่งออกมา โดยสุดท้ายต้องกำหนดวัตถุดิบ ประเมินปัญหาการผลิต ประเมินต้นทุน และข้อมูลการผลิตทั้งหมดเพื่อประกอบการพิจารณาในขั้น ต่อไปโดยแสดงในรูปแบบเอกสารการผลิตผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการวางแผนและกระบวนการออกแบบของ ศิริชัย ยศวังใจ

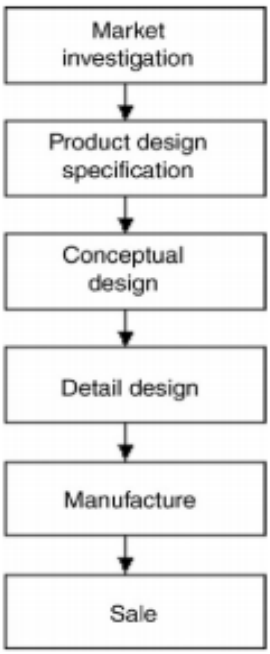
Mahmud et al (2012) ได้กล่าวถึง การออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ความเชื่อมโยงระหว่างวิศวกรรมการศึกษาเข้ามาในการออกแบบ โดยสร้างลำดับขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยผู้เชี่ยวชาญวิศวกรรมตามกระบวนการ TRIZ ซึ่งมีโครงสร้างกายภาพสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยมีกระบวนการดังนี้



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการออกแบบตามกระบวนการ TRIZ

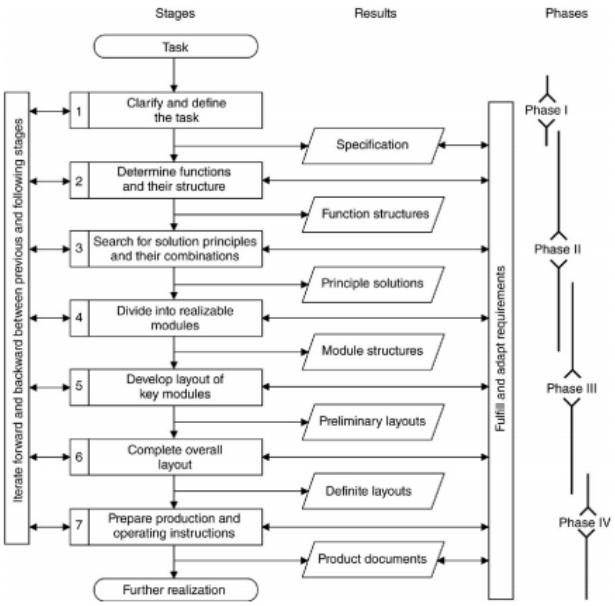
Sapuan (2017) ได้กล่าวถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และการพัฒนาด้วยวิศวกรรม ซึ่งไว้สำหรับการปรับปรุงในกระบวนการผลิต การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้ระบบวิศวกรรมเข้ามา เพื่อสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค ที่ต้องสอดคล้องระหว่าง ขั้นตอนออกแบบของสินค้า วงจรการออกแบบ การผลิต การกระจายการสนับสนุนด้านเทคนิคและการกำจัดหรือนำไปปรับเปลี่ยนขั้นตอน โดยมีผู้นิยามขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยวิศวกรรมที่แตกต่างกันออกไปโดยมีดังนี้

1) Pugh (1991) ได้พัฒนาการออกแบบโดยเริ่มต้นจากการตลาด การออกแบบผลิตภัณฑ์ (PSSs) แนวคิดการออกแบบ รายละเอียดการออกแบบ การผลิต และการขาย โดยมีลำดับดังภาพที่ 10



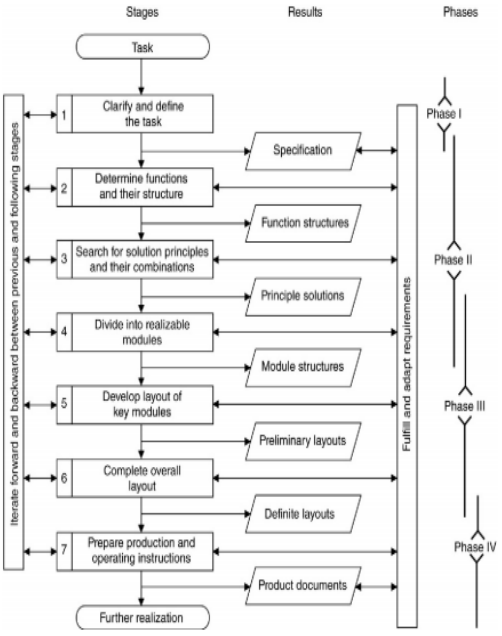
ภาพที่ 10 กระบวนการออกแบบของ Pugh (1991)

2) VDI (1987) ได้แบ่งการออกแบบแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ขั้นตอน การดำเนินการ และกระบวนการออกแบบที่ซับซ้อน ซึ่งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นมาตรฐานเพื่อลดความซับซ้อนของปัญหาลง



ภาพที่ 11 กระบวนการออกแบบของ VDI (1987)

3) Pahl et al. (2007) เป็นแนวทางการออกแบบที่พัฒนาขึ้นจากองค์กรเยอรมันที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์วิศวกรร โดย Pahl และ Beitz ออกแบบครอบคลุมรายละเอียดการดำเนินงานที่พัฒนามาจากหลากหลายรูปแบบเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเก่า



ภาพที่ 12 กระบวนการออกแบบของ Pahl et al. (2007)

ตารางที่ 1 ความสอดคล้องแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญด้านขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process)

ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม (Engineering Design Process)	NRC (National Research Council) (2012)	Environmental Engineering (2013)	EIE (2017)	Saeedeh Zareefard, Michele H. Miller, Mo Rastgaar, and Nina Mahmoudian (2017)	กฤษดา ชูสินคุณาวุฒิ (2557) ITEEA	กระทรวงศึกษาธิการประเทศอังกฤษ	หน่วยงานการศึกษาและการฝึกอบรม	สสวท.	สุรศักดิ์ ลาวนพงษ์ (2559)	VEX Robotics (2015)
1. ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล/สร้างแนวคิด	/				/	/	/	/	/	/
3. ขั้นตอนการวางแผน	/			/		/	/		/	/
4. ขั้นตอนออกแบบ	/	/		/				/	/	/
5. ขั้นการปฏิบัติงาน		/	/	/		/	/		/	/
6. ขั้นตอนการทดสอบ	/		/		/			/		/
7. ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน			/	/	/	/		/		/
8. นำเสนอ/แลกเปลี่ยนข้อมูล	/			/			/			/

ดังนั้นจากที่กล่าวข้างต้นสามารถวสังเคราะห์แนวความคิดขั้นตอนกระบวนการออกแบบการเรียนรู้วิศวกรรม (Engineering Design Process) สามารถสรุปขั้นตอนกระบวนการได้ดังนี้

1. ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา ได้แก่ การท้าทาย การสร้างเงื่อนไขข้อจำกัดให้แก่ผู้เรียน เพื่อจุดประสงค์ของกระบวนการคิดหรือแนวความคิด ที่ต้องตอบสนองหรือตรงต่อเป้าหมาย กำหนดปัญหาในการออกแบบ

2. ขั้นการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การศึกษาการกลั่นกรองโอกาสความสำเร็จ การรวบรวมข้อมูล แนวคิด หรือการระดมสมอง เพื่อพัฒนาแนวคิดและสามารถหาแนวทางสำหรับการดำเนินงานภายใต้การประเมินหรือข้อจำกัดได้ การศึกษาคามเป็นไปได้ ด้านการตลาด เทคนิค การเงินและการจัดการ

3. ขั้นตอนการวางแผน ได้แก่ การสร้างแผนงาน ระยะเวลา งบประมาณหรือสิ่งที่คาดคะเนไว้ เพื่อกำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการหรือการลงปฏิบัติงาน การตัดสินใจ พิจารณาถึงโอกาสและการประยุกต์ใช้ระบบวิศวกรรมถึงความเป็นไปได้

4. ขั้นตอนออกแบบ ได้แก่ ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดจากการรวบรวมข้อมูล เพื่อการออกแบบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ รวมทั้งการสร้างโมเดลสำหรับการดำเนินงานหรือกิจกรรมที่เกิดขึ้น วิจัยและพัฒนา

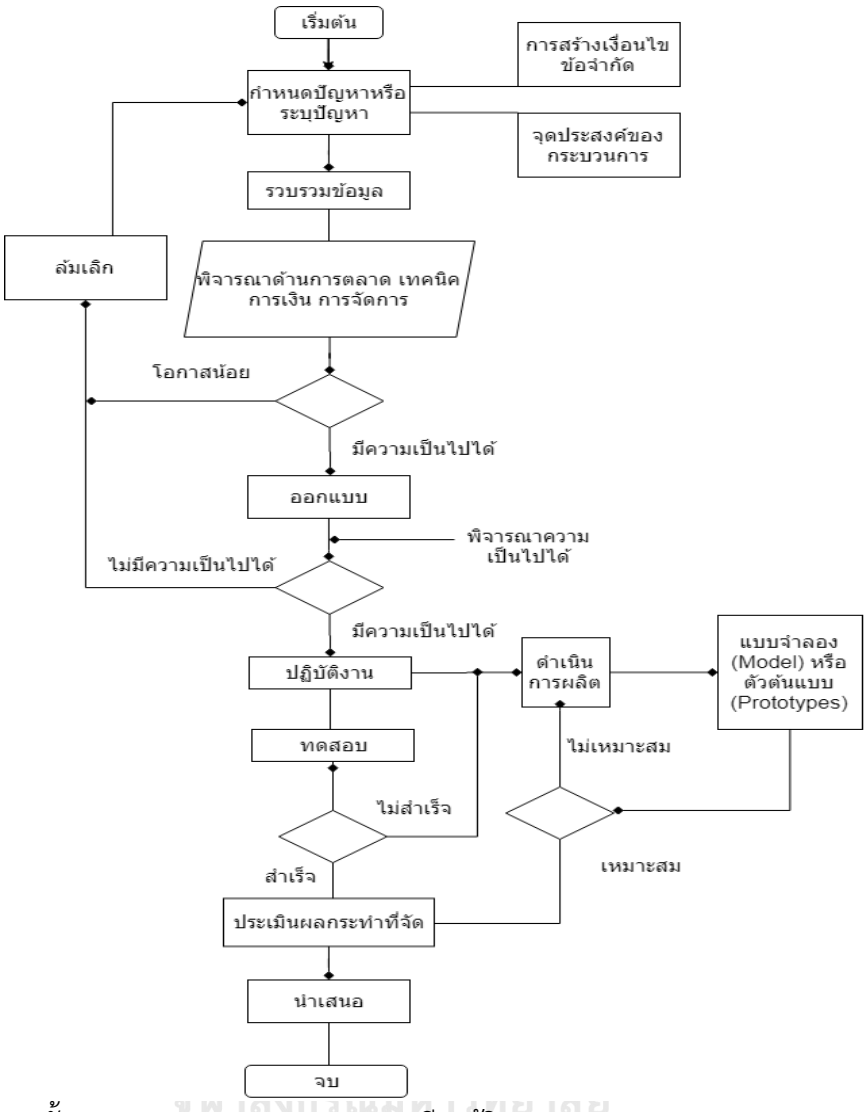
5. ขั้นการปฏิบัติงาน ได้แก่ การดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้ เพื่อหาคำตอบหรือข้อปฏิบัติที่ต้องการตามเงื่อนไขไว้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดประสงค์ที่กำหนด

6. ขั้นตอนการทดสอบ ได้แก่ การประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์ที่ได้ หรือการใช้กระบวนการที่สร้างขึ้นไว้ รวมทั้งการตรวจสอบแนวความคิดที่จัดดำเนินการขึ้นด้วยแบบจำลอง (Model) หรือ ตัวต้นแบบ (Prototypes) กาตัดสินในทบทวนขั้นตอนให้เหมาะสมที่สุดเพื่อหาจุดที่ดีที่สุด (Optimization) และพิจารณาขีดความสามารถของการทำงานและค่าใช้จ่าย

7. ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน ได้แก่ ปรับปรุงดำเนินกิจกรรมแก้ไข ปัญหาหรือชิ้นงาน รวมทั้งกรณีที่ผิดพลาดอาจปฏิบัติใหม่ วางแผนใหม่ ขั้นตอนใหม่ ทดสอบใหม่ ซึ่งเป็นการประเมินผลกระทำที่จัดขึ้นจากแผนที่กำหนดไว้เพื่อพัฒนาให้ได้อย่างเหมาะสม โดยใช้หลักดังนี้ 1) สนองความต้องการของข้อกำหนดการออกแบบ 2) เหมาะสมกับเศรษฐกิจ 3) ด้านเทคนิค 4) ด้านการสร้างสรรค์ 5) ความพึงพอใจของผู้ใช้ 6) องค์ประกอบความเป็นไปได้

8. นำเสนอ ได้แก่ นำเสนอ ประชามสัมพันธ์ และเปลี่ยนความคิด ความรู้แก่บุคคลอื่นเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้รับข้อเสนอแนะเพื่อดำเนินการพัฒนาต่อไป ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สำคัญกับผู้อื่นอย่างโดยตรงจากสิ่งที่จัดกระทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 13 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบการเรียนรู้วิศวกรรม (Engineering Design Process)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 ทักษะกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

ทักษะกระบวนการออกแบบวิศวกรรม หมายถึง ผู้ที่มีทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะต้องประกอบด้วย การมีความเป็นผู้นำ (leadership skills) และทักษะในการสื่อสาร (Communication skill) เพื่อให้ได้การยอมรับภายในกลุ่ม นอกจากนี้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ (Critical thinking and problem-solving) เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหาด้วยกรรมวิธีแบบใหม่ โดยจะต้องมีเหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีที่สามารถแก้ไขปัญหาเดิมๆ ได้ด้วยวิธีการคิดแบบใหม่ ทั้งนี้ในกระบวนการวิศวกรรมในศตวรรษที่ 21 จะถูกเรียกขึ้นใหม่ว่าเป็น “ จินตวิศวกร (imaginer) ” คือ จินตนาการ (Imagination) ผนวกกับ วิศวกรรม (Engineering) ซึ่งหมายถึง ผู้ที่มีทักษะและความเก่งอัจฉริยะ

อย่างกว้างมาก มีกระบวนการสร้างแนวความคิดที่สามารถพัฒนาและสามารถใช้งานในอนาคตได้ โดยมีความคิดที่ไม่มีขีดจำกัด สามารถปรับปรุงกระบวนการได้อย่างสม่ำเสมอ และมีวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะต้องอาศัยการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับระบบวิศวกรรมเข้าร่วมกัน จึงจะทำให้เกิดการพัฒนางานหรือการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมขึ้นมาได้ ดังนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดในทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) (Stawiski et al., 2017; Engineering, 2005; Fisher et al., 2014; Samavedham and Ragupathi, 2012; Thipakorn and Tawornpichayachai, 2015)

จากการศึกษาพบว่า มีการนำกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยได้แก่

Dumas et al. (2016) ได้ศึกษาถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาครั้งนี้การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะมีความสัมพันธ์ระหว่างการให้เหตุผลกับการออกแบบ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ในการออกแบบวิศวกรรม โดยจะสามารถทำนายความคาดคะเนของการออกแบบล่วงหน้าได้เนื่องจากใช้ความหลากหลายดานความรู้ การวิเคราะห์ การทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งจะทำให้มีเหตุผลที่สัมพันธ์กันกับการออกแบบและจะต้องใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นหลักสำคัญในการเป็นบทบาทการทำงาน ซึ่งจะเกิดการคิดเหตุผลสัมพันธ์ ความคิดที่แตกต่าง และลักษณะทางบุคลิกภาพเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถทางผลงานและสติปัญญาอีกด้วยทั้งด้านวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการทำงานวิศวกรรม

Chan and Schunn (2015) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการสร้างความคิดสร้างสรรค์จากกระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยพบว่า แนวความคิดการใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นเป็นการสร้างสมมติฐานขึ้นจากทฤษฎีเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้ในอนาคต ซึ่งจะต้องอาศัยหลักการและทักษะของความคิดสร้างสรรค์ในการคาดการณ์เพื่อนำหลักการแนวคิดเดิมไปสู่แนวคิดใหม่และจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานขึ้นมาได้ที่เป็นแนวคิดใหม่ในอนาคต

Charyton et al. (2011) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบวิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่า ในด้านวิศวกรรมนั้นความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นหลักที่สำคัญมากสำหรับการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรืองานนวัตกรรม ซึ่งจากผลการทดสอบนั้นประเมินว่าความคาดการณ์และกระบวนการออกแบบวิศวกรรมเป็นการช่วยแสดงผลลัพธ์ที่แสดงถึงชิ้นงานได้ โดยใช้กระบวนการทำงานที่มีลำดับขั้นตอนที่มีความแม่นยำต่อการช่วยปฏิบัติงาน และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าเพศหญิงและเพศชายไม่มีปัจจัยใดๆ ต่อความคิดสร้างสรรค์ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในตัวบุคคลมากกว่าเพศ

จิระ จิตสุภา, ปรัชญนันท์ นิลสุข และจุฬาลักษณ์ วัฒนานนท์ (2558) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบกับการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมของนักศึกษาปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์ที่มีประสบการณ์แตกต่างกัน โดยผลพบว่า ผู้ที่มีพื้นฐานการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไปเมื่อเรียนรู้แบบจินตนวิศวกรรมจะพบว่าสามารถส่งเสริมทำให้เกิดเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากขึ้นและส่งเสริมการทำงานที่เป็นระบบสูงกว่าผู้ที่เรียนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเข้าสู่การเรียนระบบดังกล่าวแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังพัฒนาการใช้จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงานได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียนมากขึ้นอีกด้วย

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม (2559) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู ได้กล่าวถึงสะเต็มศึกษาซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยส่วนที่กล่าวถึงคือกระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งจะเน้นให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 ที่ทำให้เกิดทักษาทางด้านสร้างสรรค์ขึ้นมา โดยจะเป็นการให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมออกมา และทำให้ผู้เรียนเห็นถึงองค์ประกอบของกระบวนการทำงานด้วยหลักการปฏิบัติงานของการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทั้งนี้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะทำให้ผู้เรียนหาผลลัพธ์ขึ้นมาใหม่โดยต้องเป็นแนวคิดอื่นขึ้นมากทำให้พัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่จะต้องนำมาประยุกต์ในการออกแบบ ซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถในการสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

ภัสสร ติดมา (2559) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ 5 แบบ คือ เกิดการตั้งคำถาม การใช้จินตนาการ มีทักษะการวางแผน ทักษะการสร้างผลงาน และการปรับปรุงผลงาน โดยกระบวนการดังกล่าวจะใช้ความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการสร้างแบบจำลองอวัยวะด้วยการใช้เหตุผล ข้อมูล และการจินตนาการประกอบ ซึ่งจะส่งผลทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการทำงานกลุ่มขึ้นมาได้ จากกระบวนการและขั้นตอนของการออกแบบเชิงวิศวกรรมและการประยุกต์ใช้ความรู้ในศาสตร์อื่นๆ เข้าร่วม รวมทั้งการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งทำให้เกิดความสอดคล้องในชีวิตจริงและทำให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานได้มากที่สุด

ตอนที่ 2 การเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ

2.1 ความหมายของการเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ

จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายของการเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบ นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ทิศนา แขมมณี (2560) อธิบายว่า G.I. คือ Group Investigation เป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดแนวคิดร่วม และลงมือสืบสอบหาคำตอบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นคำตอบให้กับตัวเองและภายในกลุ่ม

สุกานดา จงเสริมตระกูล (2556) การสอนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบร่วมกัน หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้การสืบสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific process) คือ มีการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผล โดยใช้กระบวนการกลุ่ม (Group process) เป็นเครื่องมือทางสังคมในการกระตุ้นในการแสวงหาความรู้ การเรียนแบบสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มนั้นจะต้องมีประเด็นเป็นหัวใจหลัก เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน คือ มีปัญหาที่มีลักษณะชวนให้เกิดข้อคิด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดคำถามที่ต้องการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

Joyce and Weil (1996) (อ้างถึงใน ทิศนา แขมณี ,2555) เป็นผู้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้แบบกลุ่มตามแนวคิดของ เธเลน ที่ใช้แนวคิดของการสืบสอบหาความรู้ (Inquiry) และแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ โดยอธิบายถึงว่าปัญหา คือ ตัวกระตุ้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และต้องการแสวงหาคำตอบของปัญหา โดยจะต้องเป็นปัญหาที่ผู้เรียนนั้นสนใจ มีความท้าทาย และชวนให้เกิดความสงสัยหรือสร้างความขัดแย้งกับผู้เรียน เพื่อให้อยากหาคำตอบนั้นๆ ซึ่งเป็นประสบการณ์เดิมนำมาปรับใช้ในกระบวนการใหม่ นอกจากนี้ความสำคัญของกระบวนการกลุ่มมีไว้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียนด้วยการกระตุ้นความสนใจ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และดำเนินการแสวงหาคำตอบร่วมกัน

ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน (2558) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นวิธีการเรียนที่ให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน เก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วให้นักเรียนดูแลซึ่งกันและกัน และรับผิดชอบร่วมกันโดยอยู่ภายใต้การแระรำดูแลจากผู้สอน เพื่อให้เกิดความสำเร็จ

Slavin (2015) กล่าวว่าการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation-G.I.) เป็นเทคนิคหนึ่งที่อยู่ในประเภทที่ใช้วิธีการให้ภาระงานเฉพาะ ซึ่งรูปแบบของเทคนิคกลุ่มสืบสวนสอบสวน นี้ John Dewey เป็นผู้คิดค้นขึ้นและต่อมา Shlomo และ Yael Sharan และ Rachel Hertz -Lazarowitz ได้นำมาศึกษาวิจัยเพิ่มเติมและจัดรูปแบบให้มีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มสืบสวนสอบสวนเกิดจากหลักการของสังคมและด้าน

สติปัญญา โดยในกระบวนการการเรียนรู้นั้นนักเรียนจะเป็นผู้สนับสนุน การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มสืบสอบจะไม่สมบูรณ์ในการสภาพการเรียนการสอนที่ขาดการสนทนากันระหว่างบุคคลหรือการขาดความสนใจในมิติของกระบวนการทางสังคมในการเรียนรู้ในชั้นเรียน การร่วมมือและการติดต่อสื่อสารกันท่ามกลางผู้เรียนถือว่าเป็นความสำเร็จในการเรียนแบบกลุ่มย่อย ในขณะเดียวกันก็มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างผู้เรียนและการร่วมมือกันสืบค้นความรู้ก็ยังคงมีอยู่ ผลจากกระบวนการทางสังคมของกลุ่ม การแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันและความหมายของหัวข้อที่ได้รับผิดชอบนั้นจะเป็นปัจจัยเบื้องต้นที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ต่อไปมีความเหมาะสมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นวภัทร ตระกูลพร และ นิลมณี พิทักษ์ (2558) ได้ให้ความหมายว่า เป็นลักษณะของการสอนแบบใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล โดยเน้นให้นักเรียนในกลุ่มเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมายตามวิถีประชาธิปไตย โดยครูผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยที่สุด ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation-G.I.) หมายถึง เทคนิคของรูปแบบการเรียนการสอนที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เรียนกันอย่างมีส่วนร่วม โดยจะต้องมีประเด็น โจทย์ หรือปัญหาเป็นหลัก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการกระตุ้นอยากเรียนรู้ เป็นลักษณะกลุ่มที่ประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ลักษณะการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จะต้องดูแลอาศัยซึ่งกันและกัน อาศัยความเป็นประชาธิปไตยเป็นหลัก ซึ่งจะส่งผลต่อทางทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบ

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบ องค์กร สถาบัน นักการศึกษาและนักวิชาการได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบดังนี้

Slavin (2015) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของเทคนิคกลุ่มสืบสอบ ว่าประกอบด้วยขั้นตอนในการเรียน 6 ขั้นตอน โดยมีดังนี้

ขั้นที่1 กำหนดหัวข้อและจัดกลุ่มนักเรียน (Identifying the Topic and Organizing Pupils into Groups)

- นักเรียนอ่านหัวข้อที่จะเรียนรู้แหล่งข้อมูลและด้านแนะนำ
- สมาชิกในกลุ่มร่วมกันค้นคว้าและเลือกหัวข้อย่อย

- สมาชิกของกลุ่มมาจากนักเรียนที่มีความสนใจคล้ายกันและมีความสามารถที่หลากหลาย

- ครูช่วยเหลือในการรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันและแนะนำการจัดการกับข้อมูล

ขั้นที่ 2 วางแผนการทำงาน (Planning the Learning Task)

- นักเรียนวางแผนด้วยกัน โดยมีข้อคำถามคือ
- กลุ่มจะศึกษาอะไร
- กลุ่มจะศึกษาอย่างไร
- ใครจะศึกษาหัวข้อย่อยอะไร (เรียงล าดับตามความสนใจและความถนัด)
- กลุ่มมีเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อะไรในการค้นคว้า

ขั้นที่ 3 ดำเนินการค้นคว้า (Carrying Out the Investigation)

- นักเรียนรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุป
- สมาชิกแต่ละคนช่วยเหลือในภาพรวมของกลุ่ม
- นักเรียนแลกเปลี่ยน อภิปรายแยะแยะ และสังเคราะห์แนวคิดต่างๆ

ขั้นที่ 4 เตรียมกันนำเสนอ (Preparing a Final Report)

- สมาชิกกลุ่มตัดสินใจร่วมกันสรุปข้อมูลของกลุ่ม
- สมาชิกกลุ่มวางแผนว่าจะนำเสนออะไรและใช้วิธีการใดในการนำเสนอ
- ตัวแทนกลุ่มที่ได้มาจากการเลือกของกลุ่มเตรียมความพร้อมในการนำเสนอ

ขั้นที่ 5 นำเสนอข้อมูล (Presenting the Final Report)

- นำเสนอข้อมูลในชั้นเรียนในรูปแบบต่างๆ
- ทุกคนจะต้องสนใจและมีส่วนร่วมกันการนำเสนอของทุกกลุ่ม
- ผู้ฟังประเมินผลการนำเสนอตามเกณฑ์ที่ทุกคนเห็นพ้องกันในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Evaluation)

- นักเรียนแบ่งปันถึงสิ่งที่ได้จากหัวข้อที่ได้ไปศึกษาและนำเสนอผลงานรวมทั้งประสบการณ์ต่างๆ ที่ได้รับ
- ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผล
- การประเมินผลควรประเมินที่ความก้าวหน้าของความคิดของผู้เรียนด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Joyce and Weil (1996) (อ้างถึง ทิศนา แขมมณี ,2555) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้ผู้เรียนเผชิญกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา

ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนวางแผนร่วมกันในการแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ให้ผู้เรียนดำเนินการตามแผน

ขั้นที่ 5 ดำเนินการวิเคราะห์ผล สรุปผล ในกลุ่ม เพื่ออภิปรายร่วมกันภายในชั้นเรียน

ขั้นที่ 6 ให้ผู้เรียนแสวงหาเรื่องต่อยอดต่อไป

นวภัทร ตระกูลพร และ นิลมณี พิทักษ์ (2558) เทคนิคกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาและจัดกลุ่มผู้เรียน ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่างๆ เพื่อนำมาใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ มองเห็นปัญหาและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ จากนั้นจัดกลุ่มโดยสมาชิกมีความสามารถที่หลากหลาย (เก่ง ปานกลาง อ่อน)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหาและวางแผนการทำงาน กลุ่มผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ผู้เรียนวางแผนเกี่ยวกับเรื่อง/ประเด็นที่จะศึกษา และกำหนดเป้าหมายในการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล ด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้ามาทำการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนสรุปผลงาน และประเมินผลกลุ่มตนเอง ในด้านความเหมาะสมของข้อมูลที่ได้โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่ม จากนั้นทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาและวางแผนในการนำเสนอผลงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผล สมาชิกในกลุ่มนำเสนอข้อมูลในชั้นเรียน แบ่งปันถึงสิ่งที่ได้จากหัวข้อที่ได้ไปศึกษา ผู้ฟังประเมินผลการนำเสนอตามเกณฑ์ที่ทุกคนเห็นพ้องกันในชั้นเรียนและประเมินที่ความก้าวหน้าของความคิดของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน (2558) ได้จัดขั้นตอนการเรียนเป็น 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 สมาชิกกลุ่มแต่ละคน เลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา (Topic Selection)

ขั้นที่ 2 การวางแผนร่วมมือกันในการทำงาน (Cooperative Planning)

ขั้นที่ 3 การดำเนินงานตามแผนการที่วางไว้ (Implementation)

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และสังเคราะห์งานที่ทำ (Analysis and Synthesis)

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลงาน (Presentation of Final Report)

ขั้นที่ 6 การประเมินผล (Evaluation) โดยมีลักษณะพิเศษ คือ ในการเรียนรู้นักเรียนแต่ละคนจะร่วมกันวางแผนตามกำหนดในเนื้อเรื่องที่มีความสนใจตรงกัน และทำตามแผนที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งเตรียมนำเสนอผลงานต่อกลุ่มให้รับทราบ

สุกานดา จงเสริมตระกูล (2556) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนแบบสืบสอบแบบกลุ่ม ดังนี้

1. การเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและแบ่งกลุ่มผู้เรียน หากมีเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องให้ร่วมกันอภิปรายในชั้นเพื่อทบทวนเนื้อหาส่วนนั้นก่อน ปัญหาที่ผู้สอนนำเสนอควรเป็นปัญหาแบบกว้างและมีความท้าทาย ชวนให้ผู้เรียนเสนอคำถามในประเด็นย่อยต่างๆ เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ จากนั้นช่วยกันหมวดหมู่ของคำถามออกเป็นหัวข้อย่อย และให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม เพื่อศึกษาในหัวข้อย่อยแต่ละหัวข้อ โดยควรมีจำนวนสมาชิกอยู่ระหว่าง 4-6 คน

2. การร่วมกันวางแผนการดำเนินการในกลุ่ม ผู้เรียนร่วมกันวางแผนวิธีการดำเนินการตามแนวทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดปัญหาของหัวข้อย่อย ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล โดยแบ่งหน้าที่และกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการที่ชัดเจน ผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำในการวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้ ตั้งแต่การรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสรุปผลร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยขั้นนี้ผู้สอนจะมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกและติดตามพฤติกรรมการดำเนินการแสวงหาความรู้ของผู้เรียน และให้คำแนะนำช่วยเหลือเมื่อจำเป็น

4. การเตรียมนำเสนอผลงาน แต่ละกลุ่มจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้เรียนเป็นผู้สอนในการวางแผนการนำเสนองานเพื่อถ่ายทอดความรู้ในห้วข้อที่กลุ่มศึกาให้เพื่อในชั้นเรียนในรูปแบบที่น่าสนใจ

5. การนำเสนอผลงานและเสนอประเด็นที่จะศึกษาต่อ กลุ่มย่อยนำเสนอผลงานต่อเพื่อในชั้นเรียน โดยเปิดโอกาสให้เพื่อนมีส่วนร่วมในการนำสนองาน เช่น การแสดงความคิดเห็น และกลุ่มเสนอประเด็นที่สามารถนำไปศึกาขยายผลต่อเนื่องจากหัวข้อที่กลุ่มศึกษาได้

6. ประเมินผลการเรียนรู้ผู้สอนจากผลงานและกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้ของผู้เรียน โดยสามารถประเมินได้ในการติดตามการดำเนินการแต่ละขั้นตอน นอกจากนี้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประเมินเพื่อนในกลุ่มอีกด้วย

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนแบบสืบสอบ ไว้ดังนี้

1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มคละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน

2. กลุ่มย่อยศึกษาเนื้อหาสาระร่วมกัน โดย

ก. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยๆ แล้วแบ่งกันไปศึกษาหาข้อมูลหรือคำตอบ

ข. ในการเลือกเนื้อหา ควรให้ผู้เรียนอ่อนเลือกก่อน

3. สมาชิกแต่ละคน ไปศึกษาหาข้อมูล/ คำตอบมาให้กลุ่ม อภิปรายร่วมกัน และสรุปผลการศึกษา

4. กลุ่มเสนอผลงานของกลุ่มต่อชั้นเรียน

ตารางที่ 2 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบขั้นตอน

ขั้นตอน	Slavin (2015)	Joyce and Weil (1996)	นวลทิพร ตระกูลพร และ นิลมณี พิทักษ์ (2558)	ปรียากรณ์ เยอรึงค้ม (2558)	สุกานดา จงเสรีมตระกูล (2556)	ทิศนา แขมมณี (2560)	สรุป
กำหนดหัวข้อและจัดกลุ่มนักเรียน	/	/	/	/	/	/	/
แสดงความคิดเห็นต่อปัญหา		/					/
วางแผนการทำงาน	/	/	/	/	/	/	/
ดำเนินการค้นคว้า	/	/	/	/	/	/	/
วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล		/	/	/		/	/
เตรียมตัวนำเสนอ	/	/			/		/
นำเสนอข้อมูล	/	/	/	/	/	/	/
ประเมินผล	/		/	/	/		/
แสวงหาเรื่องต่อยอด		/					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุป ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation) ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และจัดกลุ่มผู้เรียนกลุ่มละ 4 คน โดยคละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน)

ขั้นที่ 2 ร่วมกันวิพากษ์เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและดำเนินการวางแผนงานในสมาชิกภายในกลุ่ม ตามแนวทางกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กำหนดปัญหาของหัวข้อย่อย ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล โดยแบ่งหน้าที่และกำหนดระยะเวลาในการดำเนินการที่ชัดเจน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล ด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงาน สรุปผล ภายในกลุ่ม เพื่ออภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การเตรียมนำเสนอผลงาน วางแผนการนำเสนอถ่ายทอดข้อมูล ความรู้ให้กับกลุ่มอื่น

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลงาน โดยเปิดโอกาสให้เพื่อนมีส่วนร่วมในการนำสนองาน เช่น การแสดงความคิดเห็น และกลุ่มเสนอประเด็นที่สามารถนำไปศึกาขยายผลต่อเนื่องจากหัวข้อที่กลุ่มศึกษาได้

ขั้นที่ 7 ประเมินผลการเรียนรู้ผู้สอนจากผลงานและกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้ของผู้เรียน

2.3 การนำไปใช้

จากการศึกษามีการนำกระบวนการเรียนรู้ร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบไปใช้ในระดับมัธยมศึกษา ได้แก่

บุญรัตน์ จันทร และ เอกภูมิ จันทรขันตี (2556) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 เรื่อง สมดุลกลโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผลวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบมีความสามารถในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อการกระตุ้นผู้เรียนในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานขึ้นได้และมีโอกาสทำงานได้อย่างอิสระ ทำให้ผู้เรียนกล้าคิดกล้าทำมากขึ้นและส่งผลต่อกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่ทำงานอย่างช่วยเหลือกันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เกิดคำถามนอกกรอบและคิดอย่างอิสระมากขึ้น

นวภัทร ตระกูลพร และ นิลมณี พิทักษ์ (2558) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแสวงหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคกลุ่มสืบสวนสอบสวน โดยพบว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ร่วมกับผู้เรียนอื่น ได้อย่างสร้างสรรค์ โดยมีวิจารณญาณในการแก้ไขปัญหาเป็นฐานซึ่งทำให้ผู้เรียนนั้นได้เรียนรู้จากประเด็นที่สนใจ มีการสืบสอบหาข้อมูลจากแหล่งสืบค้นที่หลากหลายและร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้ โดยมีเหตุผลกำกับเข้าร่วมด้วย

อำนาจ แสงกุดเลาะ (2556) ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียน ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ เรื่อง การสร้างแผนที่โดยระบบคอมพิวเตอร์ รายวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยใช้เทคนิคการเรียนกลุ่มแบบสืบสอบพบว่า ผู้เรียนสามารถค้นพบทฤษฎีและสร้างฐานความรู้ให้กับตนเองโดยสามารถนำไปสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ ซึ่งในกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันได้จากเพื่อนร่วมชั้นเรียน และสามารถแสดงความรู้สึกในการแนะนำความคิดเห็นให้กับผู้เรียนอื่นได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนพึงพอใจกับชิ้นงานตามการสร้างความรู้ด้วยตนเองสู่การสร้างสรรค์ผลงานอีกด้วย

Angela (2018) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้แบบสืบสวนสู่การสร้างสรรค์ด้านวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี โดยกลว่าว่ากิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในสะเต็มศึกษาโดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยกระบวนการเทคนิคที่ส่งเสริมต่อการสร้งาสรรค์คือการสืบสอบ ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการให้ครูเป็นผู้ช่วยกระตุ้นและหยิบยื่นเทคโนโลยีเข้าไปใช้ ซึ่งผลพบว่า ผู้เรียนจะมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสมขึ้นจากเทคนิคดังกล่าวที่ให้ผู้เรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และจะส่งผลทำให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นองค์ประกอบที่สร้างและผลักดันความคิดสร้างสรรค์ออกมาด้วยตนเองจากการมีส่วนร่วม การค้นหาข้อมูล และการเรียนรู้ภายในชั้นเรียนร่วมกับเพื่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Geyer et al. (2011) ได้ศึกษาถึงการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ด้วยกิจกรรมแบบสืบสอบสำหรับการทำงานเป็นกลุ่ม โดยพบว่า การออกแบบด้วยเทนิคสืบสอบโดยใช้เครื่องมือโต้ตอบและเครื่องมือด้วยปากกาและกระดาษดิจิตอล ซึ่งผลการดำเนินกิจกรรมแบบสืบสอบจะช่วยให้ผู้เรียนรวมกันส่งเสริมความคิด ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสนับสนุนกันและกันได้โดยจะเสริมแนวคิดและสร้างปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมกลุ่มด้วยกันและกัน มีทั้งการอภิปราย การสร้างงานอนาคต ซึ่งจะสนับสนุนการร่างความคิด การคิดสร้างสรรค์ในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้วยแรงผลักดันจากเพื่อนด้วย

Giorgos (2017) ได้ศึกษาถึงสภาพแวดล้อมที่เรียนรู้ด้วย LAMS-MOODLE เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบ โดยพบว่า การร่วมมือกันตามกระบวนการเรียนรู้จะส่งผลทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น โดยจะกระตุ้นการดำเนินกิจกรรมกับผู้อื่นและการให้คำแนะนำซึ่งกันและกันอย่างยืดหยุ่น โดยวิธีการสืบสอบแบบกลุ่มนั้นเป็นการสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างสถานการณ์เรียนรู้ร่วมกัน

โดยใช้ Moodle และ LAMS เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ โดยผลพบว่า การเรียนของผู้เรียนมีประสิทธิภาพสอดคล้องกัน เนื่องจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้สามารถส่งผลให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันได้ ดังนั้นหากใช้เครื่องมือออนไลน์อื่นๆ เข้าร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบสอบก็สามารถใช้ได้เช่นกัน เพียงแต่ต้องประยุกต์การสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน

ตอนที่ 3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

3.1 ความหมายของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

จากการศึกษาความหมายของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์จากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ภาณุวัฒน์ กองราช (2555) ได้ให้ความหมายเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ไว้ว่า เป็นการสื่อสารหลายรูปแบบ เช่น การสนทนา การอ่านหรือแสดงความคิดเห็นในเว็บบอร์ด การเรียนรู้ออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะของสื่อผสม คือ สามารถสื่อความหมายทั้งในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวได้ในเวลาเดียวกัน

Albayrak (2012) ได้กล่าวว่า เป็นรูปแบบการโครงสร้างหนึ่งในเทคโนโลยีที่เป็นไปตามความต้องการของตลาด โดยสามารถส่งผลต่อประสบการณ์ของบุคคลได้ที่จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เกิดขึ้น

VanDoorn and Eklund (2013) ได้ให้แนวทางว่า เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์เป็นสิ่งที่สำคัญในกระบวนการคิดสู่ความเป็นอัจฉริยะจากกลุ่มของสังคมอย่างมีส่วนร่วมดันที่จะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อีกทั้งยังมีรูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ การนึกคิดแต่ละด้าน

ราชการ สังขวดี (2560) ได้ให้แนวคิดว่า เป็นเครื่องมือสื่อสารกันผ่านเว็บไซต์ หรือโปรแกรมประยุกต์บนสื่อออนไลน์ ที่สามารถร่วมดันสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กันแบบสองทาง (Two – way Communication) โดยสามารถส่งผ่านความคิด ความรู้สึกกันได้อย่างรวดเร็ว

กณิการ์ ปัญญาอิ่นแก้ว (2558) ได้กล่าวว่า เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ คือ สังคมที่ผู้คนสามารถทำความรู้จักร่วมแบ่งปันสิ่งที่สนใจ และสามารถเชื่อมโยงกันได้ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งในโลกอินเตอร์เน็ต ใช้เขียนและอธิบายความสนใจในกิจกรรมที่ได้ทำและเชื่อมโยงกับความสนใจและกิจกรรมของผู้อื่น รวมทั้งข้อมูลส่วนตัว บทความ รูปภาพ ผลงานพบปะ แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์ หรือความสนใจร่วมกันและกิจกรรมอื่นๆ รวมไปถึงเป็นแหล่งข้อมูลจำนวนมหาศาลที่ผู้ใช้สามารถช่วยกันสร้างเนื้อหาขึ้นได้ตามความสนใจขอแต่ละบุคคลหรือกลุ่มบุคคลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ปรึกษาขอคำแนะนำจากผู้สอนได้ตลอดเวลาแม้ว่าจะไม่ได้อยู่ในห้องเรียนก็ตาม

ดังนั้นจากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ คือ สังคมที่ผู้คนใช้ในการเชื่อมต่อกันโดยไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งที่ก่อให้เกิดเป็นกลุ่มรวมอย่างเป็นสังคม ที่ใช้ใน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ ผลงาน และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ที่สามารถเข้าถึงได้ทั่วโลก ทุกที่ ทุกเวลา ด้วยอุปกรณ์ใดๆ ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งเป็นลักษณะของสื่อผสม คือ สามารถสื่อความหมายทั้งในรูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวได้ในเวลาเดียวกัน

3.2 ประเภทเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

จากการศึกษาประเภทเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์จากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้กำหนดประเภทเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ไว้ดังนี้

ช่อทิพวัลย์ รัตนนรชัย (2559) ได้แบ่งเครื่องมือทำงานร่วมกัน มีส่วนประกอบ 4 ส่วน ดังนี้

1. การเรียนรู้ (Learning) เป็นบริบทกว้างกว่าห้องเรียนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ทางสังคมออนไลน์ระหว่างการเรียนรู้กับสถานการณ์

2. การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนร่วมกัน ทำงานร่วมกัน และยังสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ มีการสนับสนุนการวิเคราะห์แลกเปลี่ยนระหว่างผู้เรียน-ผู้เรียน ผู้เรียน-ผู้สอน ได้

3. คอมพิวเตอร์สนับสนุน (Computer Supported) เป็นเครื่องมือในการจัดเตรียมเก็บไฟล์ สภาพแวดล้อม และกลไกการทำงาน

4. คอมพิวเตอร์ได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (Computer Supported Collaborative Learning) คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนและใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมทั้งในและนอกห้องเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lambert (2018) ได้กล่าวถึง ประเภทของเครื่องมือทำงานร่วมกันออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การสื่อสาร (Communication) เป็นระบบที่ใช้สำหรับการทำงานร่วมกันจะเน้นด้านการสื่อสารโดยเฉพาะ เช่น การส่งข้อความ-โต้ตอบ

2. ประชุม (Conference) เป็นการร่วมกันในมุมมองของการเสนอแนวคิดจากการพูดคุย สนทนา

3. ประสานงานและความร่วมมือ (Coordination) เป็นการใช้สำหรับช่วยจัดการความซับซ้อนโดยอาศัยการทำงานช่วยซึ่งกันและกันที่มีปัญหาหรือเป้าหมายร่วมกัน

Silverman (1995) ได้แบ่งเครื่องมือทำงานร่วมกัน 4 ส่วน ดังนี้

1. เครื่องมือใช้สำหรับการค้นคว้า ค้นหาข้อมูล คัดลอก และจัดเก็บรวบรวมงาน

2. เครื่องมือสำหรับการสื่อสาร การอภิรายร่วมกัน การแสดงทัศนคติข้อมูลทางความคิด

3. กระตุ้นความคิด และความสร้างสรรค์ทางปัญญา

4. สำรวจจากข้อมูล ตนเอง และผู้อื่น

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือทำงานร่วมกัน มีส่วนประกอบ 4 ส่วน 1) การเรียนรู้ (Learning) คือ ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ ส่งเสริมการใช้งานค้นคว้า ข้อมูล ทั้งทางสังคมและทางออนไลน์ 2) การเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative Learning) คือ การทำงานร่วมกันด้วยการสื่อสาร พูดคุย ถกประเด็นข้อมูล หรือหาข้อสรุปการทำงานร่วมกัน และยังสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ มีการสนับสนุนการวิเคราะห์แลกเปลี่ยนระหว่างผู้เรียน-ผู้เรียน ผู้เรียน-ผู้สอนได้ 3) คอมพิวเตอร์สนับสนุน (Computer Supported) คือ เครื่องมือสนับสนุนการทำงานด้วยกลไก ระบบและซอฟร์แวร์ 4) คอมพิวเตอร์ได้รับการสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกัน (Computer Supported Collaborative Learning) คือ เครื่องมือคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการใช้เทคโนโลยีประกอบเข้าร่วมเพื่อส่งเสริมการสร้างความร่วมมือกันอย่างสูงสุด

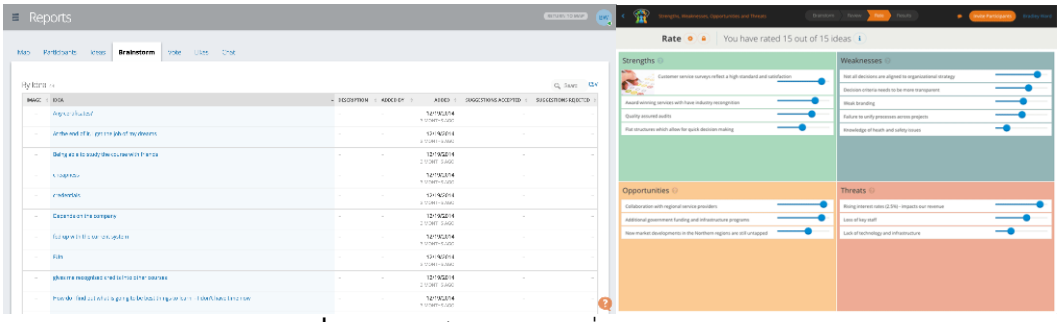
3.3 เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

จากการศึกษาเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์จากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้รวบรวมเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ไว้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่อทิพวัลย์ รัตนนรชัย (2559) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนบนเว็บด้วยเครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบวิชวลกราฟิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ โดยได้นำเสนอรูปแบบเครื่องมือการทำงานร่วมกัน ดังนี้

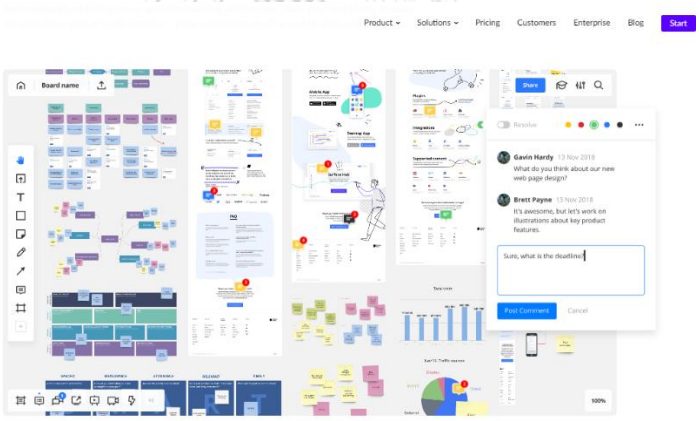
1. GroupMap เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานร่วมกันและระดมความคิดจากสมาชิกได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีเมนูการทำงานร่วมกัน 4 แบบ เช่น การใช้เทคนิค 5W1H, Mind-map, Brainstorm และยังสามารถเพิ่มไฟล์รูปภาพได้



ภาพที่ 14 หน้าเว็บเพจของเครื่องมือ GroupMap

(ที่มา : https://www.groupmap.com)

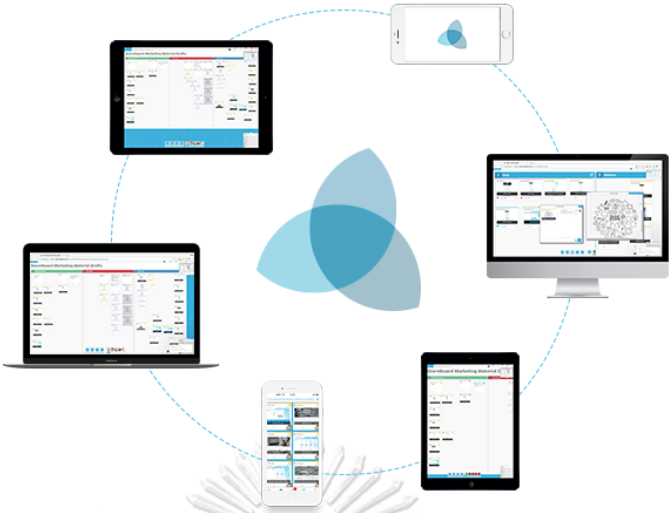
2. RealtimeBoard เป็นกระดานออนไลน์ที่สามารถทำงานร่วมกันและยังสามารถแบ่งปันความคิดเก็บข้อมูลให้กับสมาชิกได้ สามารถทำงานได้ทุกที่ทุกเวล่ หรือใช้สำหรับการศึกษาให้นักเรียนในชั้นเรียนและที่บ้านได้มีส่วนร่วมในการอภิปรายร่วมกันได้ผ่านกระดานออนไลน์นี้ ทั้งนี้ยังสามารถเพิ่มไฟล์ เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์PDF และเอกสารจาก Google Drive ได้อีกด้วย



ภาพที่ 15 หน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Realtimeboard

(ที่มา : https://realtimeboard.com)

3. StormBoard เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการระดมความคิดและการทำงานร่วมกันระหว่างสมาชิก เป็นเครื่องมือที่สามารถทำได้ทุกที่ทุกเวลา และยังสามารถเพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube PDF และเอกสารจาก Google Drive ได้ และยังมีเมนูสำหรับการวาดภาพและสรุปความคิดเป็นภาพได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถโหวตเลือกความคิดเห็นที่เหมาะสมหรือถูกใจได้อีกด้วย



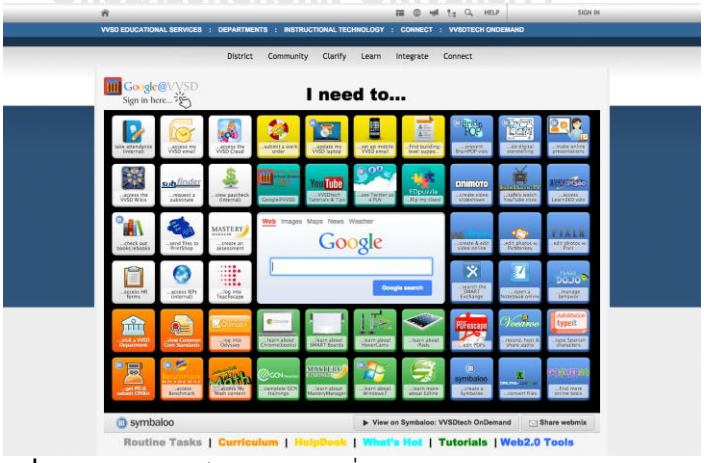
ภาพที่ 16 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ StormBoard

(ที่มา : https:// StormBoard.com)

Pappas (2013) ได้กล่าวถึง เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ที่ช่วยจัดในการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน เครื่องมือโซเชียลบุ๊กมาร์ก (social bookmarking) คือ บริการบนเว็บที่แบ่งบันการค้นหาอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์บริการโซเชียลบุ๊กมาร์กเป็นที่นิยมในการจัดเก็บ แบ่งหมวดหมู่ แบ่งปัน และค้นหาลิงก์ด้วยเทคนิคโฟล์คโซโนมีบนอินเทอร์เน็ต โดยมีดังนี้

1. Symbaloo edu Organize เป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมทรัพยากรต่างๆ ที่เป็นเครื่องมือสำหรับการทำงาน การเรียนการสอน และเครื่องมือสนับสนุนต่างๆ ในการทำงานร่วมกัน

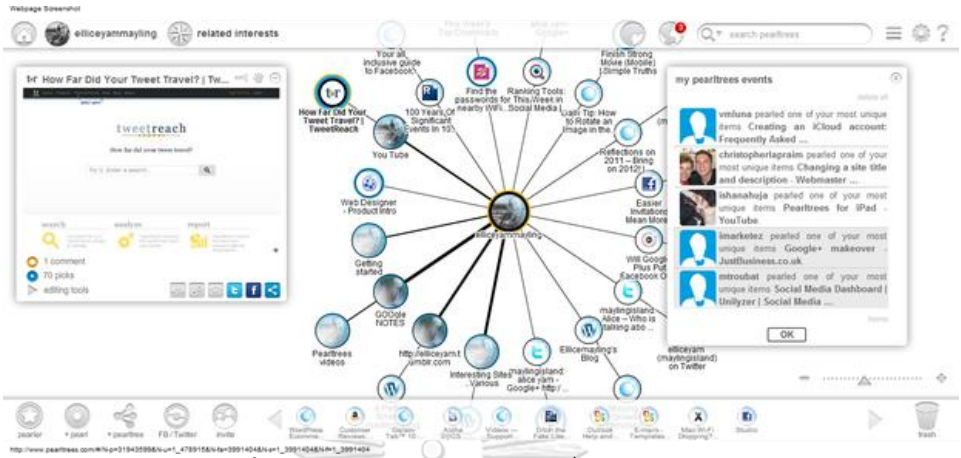
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 17 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Symbaloo edu Organize

(ที่มา : https://www.symbaloo.com)

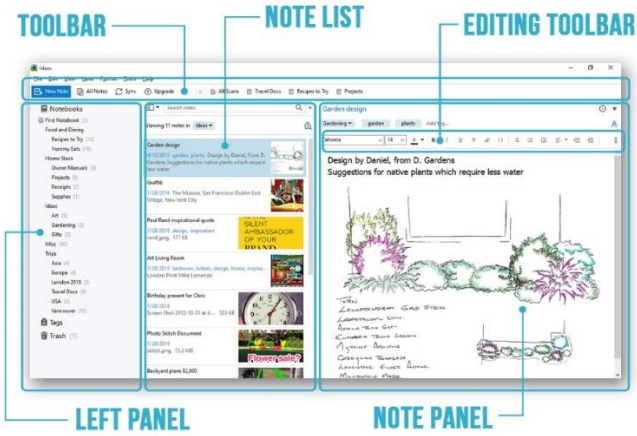
2. Pearltrees คือ สถานที่จัดเก็บ จัดระเบียบ และแบ่งปันทุกสิ่งทุกอย่างที่ชอบบนเว็บ และทำงานร่วมกันในหัวข้อที่กำหนดได้



ภาพที่ 18 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Pearltrees

(ที่มา : http://www.pearltrees.com/elliceyammayling)

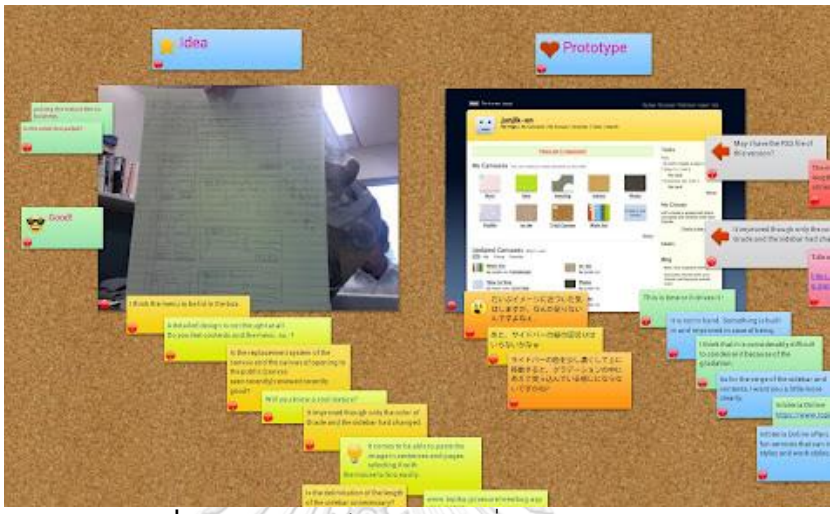
3. Evernote เป็นพื้นที่ทำงานที่สามารถซิงค์ผ่านอุปกรณ์ทั้งหมดได้ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม โดยมีเครื่องมือทำงาน เช่น เขียนบันทึก รายการตรวจสอบ จัดระเบียบบทความในเว็บ เอกสาร รูปภาพต่างๆ พูดคุยเรื่องงานของคุณกับผู้อื่นได้โดยใช้เว็บเพจเดียว



ภาพที่ 19 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Evernote

(ที่มา : https://www.evernote.com)

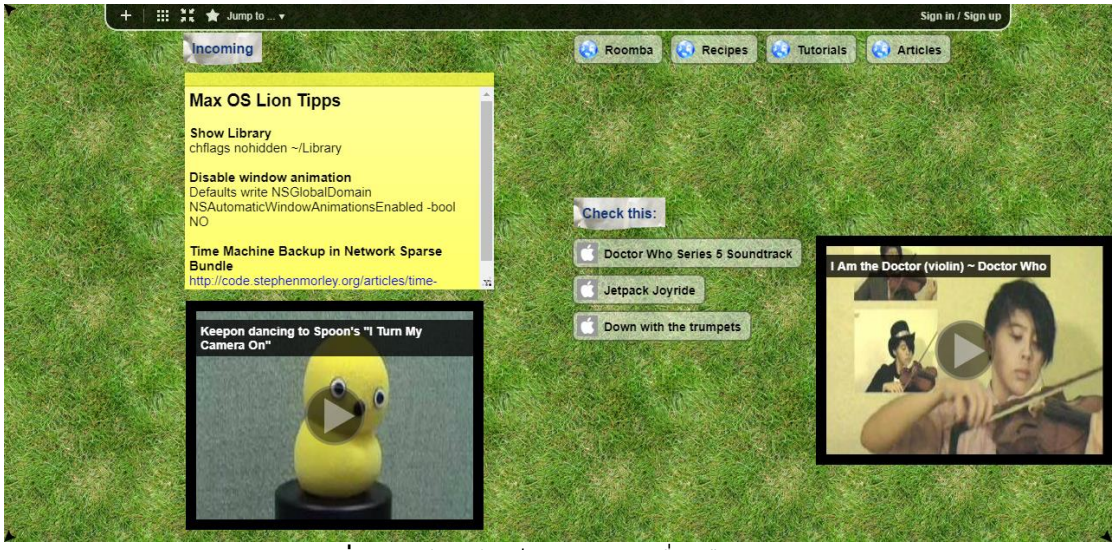
4. Linoit Sticky คือ เครื่องมือแบ่งปันรูปภาพ บริการฟรีที่ใช้แต่เว็บเบราเซอร์ เป็นโน้ตออนไลน์ จดบันทึก แชร์และทำงานร่วมกับผู้อื่นในแบบเรียลไทม์ เข้าถึงโน้ตจากทุกที่ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 20 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Linoit Sticky

(ที่มา : http://en.linoit.com)

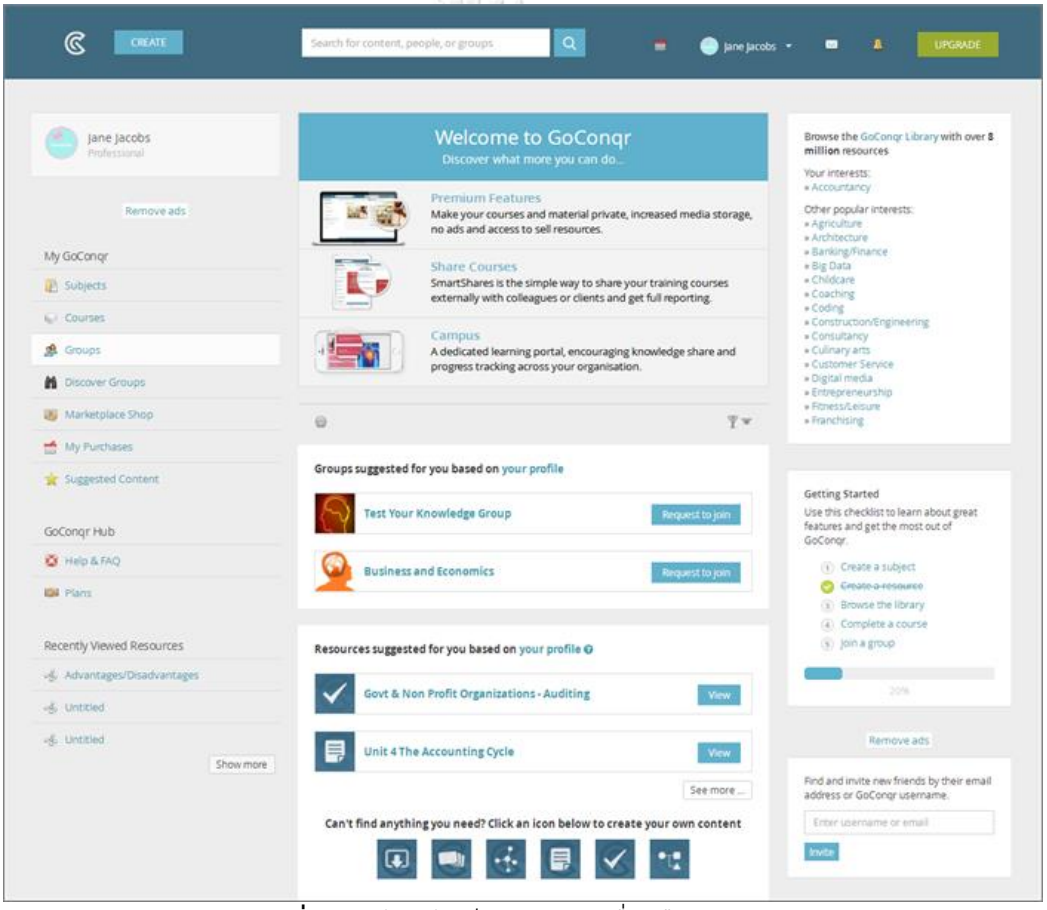
5.Spaaze คือ บอร์ดแลกเปลี่ยนข้อมูลคล้ายกันกับ เครื่องมือ Linoit Sticky โดยแต่ละบอร์ดเป็นพื้นที่ที่ไม่มีที่สิ้นสุดซึ่งคล้ายกับไม้ก๊อกเสมือนจริง บนบอร์ดเหล่านี้สามารถใส่รายการได้



ภาพที่ 21 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ Spaaze

(ที่มา : http://www.spaaze.com)

Clark (2015) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่เป็นตัวเลือกสำหรับการใช้งานและส่งเสริมในการเรียนรู้ โดยมีเครื่องออนไลน์สำหรับการเรียนการสอน คือ GoConqr เป็นเครื่องมือออนไลน์ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างเครื่องมือทางการศึกษาที่หลากหลายในการสร้างแผนที่ความคิด FlashCards แบบทดสอบ แบบแผนการศึกษา สไลด์และอื่น ๆ เพื่อช่วยในการกำหนดและการสอบ สามารถแบ่งปันโพสต์หรือทรัพยากรการเรียนรู้อื่นๆ เข้าร่วมการอภิปรายกลุ่ม โพสต์ภาพ และได้รับการตอบรับทันทีคำแนะนำและการสนับสนุนจากผู้เรียนเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 22 หน้าหน้าเว็บเพจของเครื่องมือ GoConqr

(ที่มา : http://www.mindmapsoft.com/goconqr-review/)

ตารางที่ 3 สังเคราะห์องค์ประกอบของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

รายการ	GroupMap	RealtimeBoard	StormBoard	Symbaloo edu Organize	Pearltrees	Evernote	Linoit Sticky	Spaaze	GoConqr
เพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์ PDF และเอกสารจาก Google Drive		/	/	/	/	/	/	/	/
สามารถส่งออกงานออกมาเป็นในไฟล์รูปแบบเอกสาร หรือไฟล์รูปภาพ		/	/			/			
สามารถทำงานร่วมกันได้เสมือนเวลา (real time)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
สามารถแสดงความคิดเห็น	/	/	/			/	/	/	/
สามารถสนทนาระหว่างกันได้	/	/	/						/
สามารถโหวตความคิดเห็นได้ทันที	/	/	/						
รองรับภาษาไทย	/	/	/			/			
รองรับการวาดภาพ			/			/			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

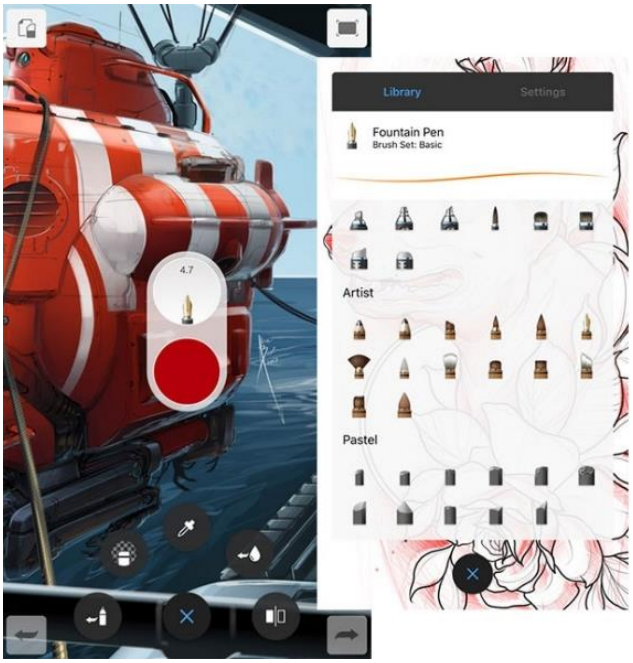
จากตารางที่ 3 สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ที่ตอบสนองต่องานวิจัยนี้ คือ StormBoard เนื่องจากสามารถเพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์ PDF และเอกสารจาก Google Drive สามารถส่งออกงานออกมาเป็นในไฟล์รูปแบบเอกสาร หรือไฟล์รูปภาพ สามารถทำงานร่วมกันได้เสมือนเวลา (real time) สามารถแสดงความคิดเห็น สามารถสนทนาระหว่างกันได้ สามารถโหวตความคิดเห็นได้ทันที รองรับภาษาไทย และรองรับการวาดภาพ

3.4 เครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบ

จากการศึกษาเครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบจากเอกสาร งานวิจัยต่างๆ และนักวิชาการทางการศึกษาได้รวบรวมเครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบไว้ดังนี้

ชัชวาล จักษุวงศ์ (2560) ได้กล่าวถึงการสร้างสรรค์ผลงานด้วยสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตเพื่อสร้างงานศิลปะร่วมถึงการออกแบบด้วยแอพลลิเคชั่น โดยมีดังนี้

1. Sketchbook เป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับการออกแบบที่มีความยืดหยุ่นในการออกแบบงาน ร่วมทั้งมีเครื่องมือที่สามารถสร้างสรรค์ผลงานได้อย่างเต็มที่



Chulalongkorn University

ภาพที่ 23 แอพพลิเคชั่น Sketchbook

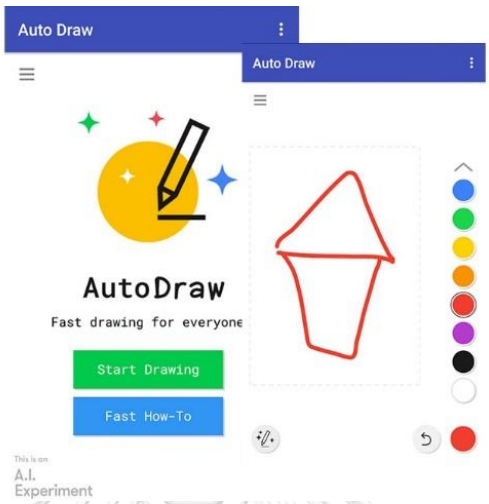
2. Assembly เหมาะสำหรับการออกแบบไอคอน โลโก้ สติกเกอร์ หรือสร้างคาแร็กเตอร์การ์ตูน มีเครื่องมือให้คุณออกแบบได้คล่องตัวทั้งฟีเจอร์หมุน, ปรับขนาด, ย้ายตำแหน่ง, รวมรูปทรงเข้าด้วยกัน, เปลี่ยนสี, เพิ่มเงา สร้างเสร็จแล้วสามารถเอ็กซ์พอร์ตเป็นไฟล์ PNG, SVG, PDF ได้ นอกจากนี้ยังมี Material ให้เลือกใช้มากมาย ซึ่งเหมาะมากสำหรับคนที่ต้องการสร้าง Vector ที่มีรายละเอียดเยอะๆ

ภาพที่ 24 แอพพลิเคชั่น Assembly

3. Sketches เหมาะสำหรับหารใช้งานการออกแบบที่มีฟีเจอร์ที่ให้มาถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีดินสอ ปากกา และแปรงให้เลือกใช้ 9 ประเภท เป็นอินเทอร์เฟซและซ๊อร์ตคัทที่ออกแบบมาให้ใช้งานบนมือถือได้สะดวกและรวดเร็ว เช่น ใช้สองนิ้วแตะบนจอแล้วลากมาทางซ้ายเป็นทางลัดของ Undo ถ้าเลื่อนมาทางขวาถือเป็น Redo Double Tap เพื่อลบทั้งหมด สองนิ้วแตะจอแล้วกดแช่เพื่อลาก Canvas นอกจากนี้ยังเรคคอร์ดสกรีนเพื่อบันทึกวิดีโอขั้นตอนการวาดได้

ภาพที่ 25 แอพพลิเคชั่น Sketches

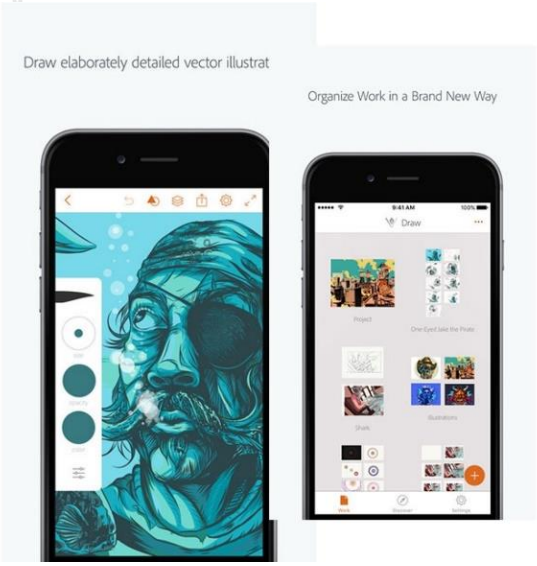
4. Auto Draw เป็นแอพพลิเคชั่นที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้คาดเดาสิ่งที่ต้องการวาด เช่น ถ้าวาดรูปสี่เหลี่ยม (ที่ลายเส้นไม่ได้ตรงเป๊ะ) แอพจะจำลองภาพที่ต้องการวาดมาให้เลือก (โดยสุ่มจากโครงที่คุณร่าง) เช่น กระเป๋า ซองจดหมาย กล้องถ่ายรูป เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเครื่องมืออื่นๆ ให้เลือกใช้เพื่อสร้างผลงานได้สวยขึ้นอย่างฟังก์ชั่นพิมพ์ข้อความ เติมสี Auto Shape



ภาพที่ 26 แอพพลิเคชั่น Auto Draw

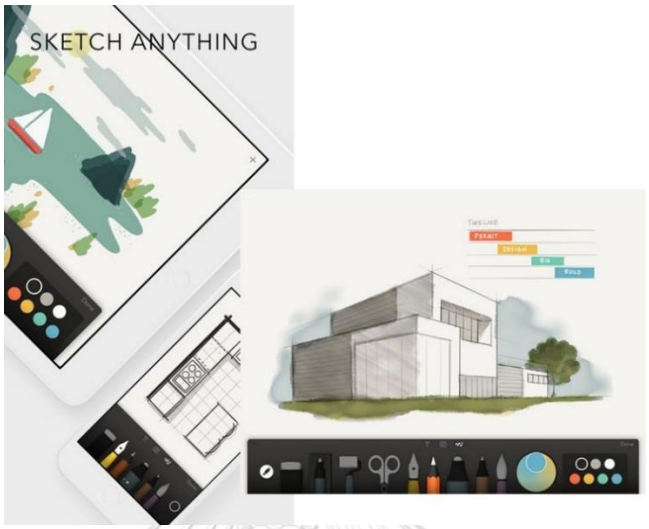
5. Adobe Draw เป็นแอพพลิเคชั่นที่ออกแบบมาคล้ายกับสมุดสเกตช์เวอร์ชั่นดิจิตอล ถ้าไอเดียตันก็มีฟีเจอร์ Discovery ให้ลองเข้าไปหาดูแรงบันดาลใจใหม่ๆ จากผลงานของผู้ใช้ทั่วโลก ลิงค์โปรเจ็กต์ได้ทั้งจาก Cloud และสร้างลิงค์สำหรับวาดหรือแก้ไขได้ผ่านทางข้อความและทวิตเตอร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



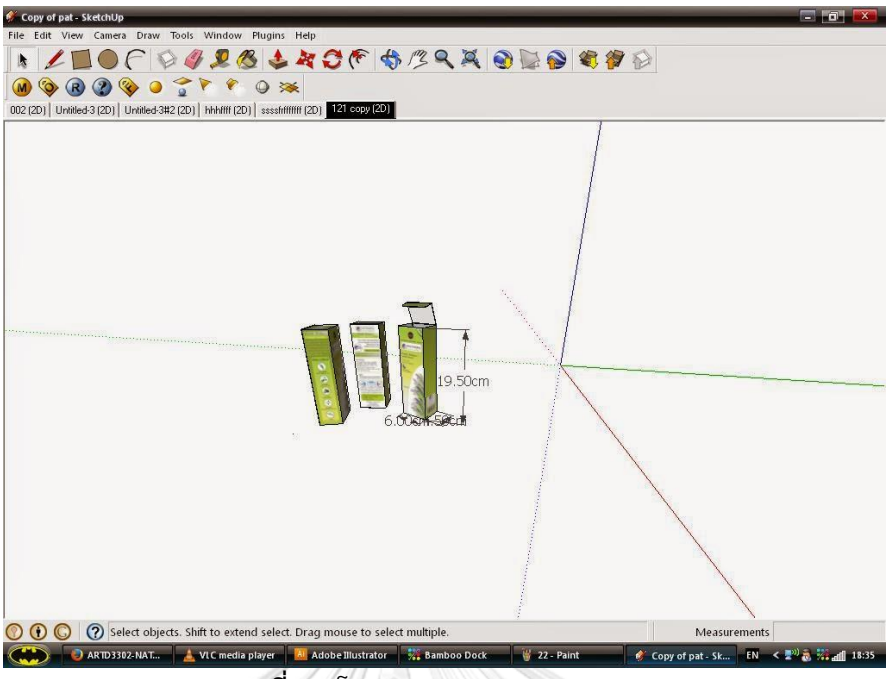
ภาพที่ 27 แอพพลิเคชั่น Adobe Draw

6. ASKetch เหมาะทั้งคนที่เริ่มหัดวาดรูปและมือโปร วาดได้ตั้งแต่การ์ตูน ภาพเหมือน ไปจนถึงแบบนามธรรม เน้นหนักไปที่การวาด ออกแบบมาให้ใช้งานง่าย ซูมได้ถึงระดับเหมือนงานจริง เพื่อให้ลงรายละเอียดภาพได้ครบถ้วน มีฟังก์ชั่น Undo/Redo ถึง 20 ระดับ



ภาพที่ 28 แอพพลิเคชั่น ASKetch

แมนสรวง แซ่ซิ้ม (2555) ได้นำเสนอโปรแกรมสำหรับการออกแบบ คือ โปรแกรม Google Sketchup เป็นโปรแกรมสำหรับการออกแบบชิ้นงานในรูปแบบ 3 มิติ สามารถใช้สร้างรูปทรงได้ง่าย โดยไม่มีความซับซ้อนมาก ลักษณะการใช้งานจะเป็นรูปทรงจาก 2 มิติ ไปสู่ 3 มิติ และการแปลงไฟล์ไปเป็นรูปแบบ .dwg หรือ .dwf การคำนวณปริมาณของชิ้นงาน หรือสร้าง Layout แสดงมุมมองต่างๆของชิ้นงานได้ นอกจากนี้ยังมีรายละเอียดปลีกย่อยอยู่ค่อนข้างมาก อาทิเช่น ฟังก์ชั่น Outer Shell , Scene Thumbnails , Precise Move in LayOut หรือ Match Photo เป็นต้น



ภาพที่ 29 โปรแกรม Google Sketchup

(ที่มา : กิตติพันธ์ เย็นใจ,2557)

Liveri et al. (2012) ได้ศึกษาถึงการใช้ โปรแกรม Google Sketchup สำหรับการแสดงออกความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ได้กล่าวว่า โดย Google Sketchup ถูกสร้างขึ้นโดยบริษัทของ Google ในปี พ.ศ.2549 เพื่อสร้างความสะดวกสบายในแง่ของการออกแบบ โมเดล และสื่อนำเสนอความคิดผ่านรูปทรง 3 มิติ ซึ่งช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และข้อดีคือ เป็นชุดเครื่องมือที่เหมาะสมกับทุกเพศ ทุกวัย โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านภาษา และผลการวิจัยพบว่า Google Sketchup เป็นเครื่องมือที่สะดวกสบาย เหมาะสมแก่การสร้างต้นแบบที่มาจากการคิดสร้างสรรค์หรือตามจินตนาการของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้งานได้งาน มีความยืดหยุ่น และผู้เรียนยังให้ข้อเสนอแนะว่าเป็นโปรแกรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ แสดงสู่ผลบวกของผู้เรียนให้สนองกับการออกแบบของผู้เรียน

Karakaya and Demirkan (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้สภาพแวดล้อมเครื่องมือการทำงานร่วมกันเพื่อสนับสนุนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ในนักออกแบบ โดยเครื่องมือสำหรับในการสนับสนุนความคิดสร้างสรรค์ คือ Google Sketchup ซึ่งได้กล่าวว่า เป็นองค์ประกอบสร้างสภาพแวดล้อมทางสังคมที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักออกแบบในการสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่ทำงานในระบบดิจิตอล ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สนับสนุนต่อความสำคัญในความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นองค์ประกอบที่นักออกแบบสามารถตัดสินใจได้ในสิ่งที่ออกแบบ และสนับสนุนทางความคิดออกมาเป็นในลักษณะเชิงรูปธรรม ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้ในการออกแบบ

ดังนั้นสามารถสรุปเครื่องมือสนับสนุนการสร้างงานออกแบบ ได้ คือ Google Sketchup เนื่องจากเป็นโปรแกรมใช้ฟรี สามารถใช้งานได้ง่ายต่อการสร้างสรรค์ผลงาน สร้างการออกแบบได้เป็นลักษณะ 3 มิติ ซึ่งที่ให้ผู้เรียนนั้นดูภาพได้ง่ายแลพสนับสนุนทางความคิดสร้างสรรค์ดังที่วิจัยได้กล่าวไว้ในข้างต้น เนื่องจากมีความยืดหยุ่น ตอบสนองความต้องการของนักออกแบบ ซึ่งเหมาะสมกับจินตนาการของผู้เรียนอีกด้วย

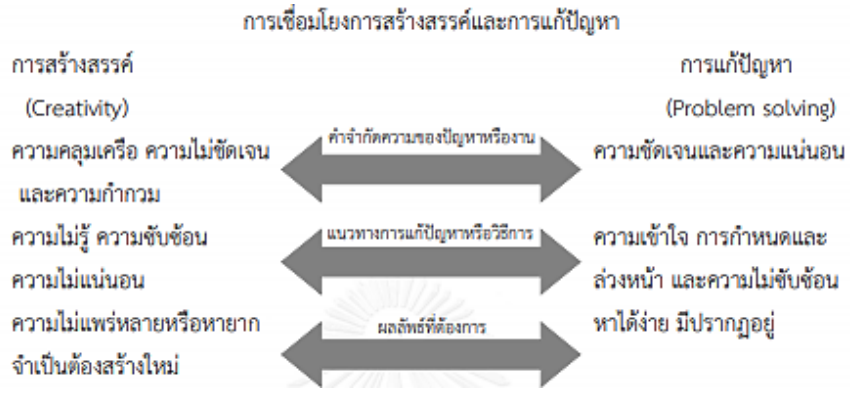
ตอนที่ 4 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์จากบทความเอกสาร งานวิจัย นักวิชาการ และนักการศึกษาได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์ (2557) ได้กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ว่า เป็นการผสมศาสตร์ 2 อย่างเข้าด้วยกัน ได้แก่ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในการปิดช่องระหว่างสิ่งที่เป็นและสิ่งที่ต้องการให้เป็น เป็นการตอบคำถาม การหาคำตอบสิ่งที่ไม่แน่นอน การอธิบายสิ่งที่ไม่รู้ หรือการลดความสับสนในเรื่องต่างๆ ที่ครอบคลุมการรับรู้ การคิด ความรู้สึก และการกระทำ และมีความเกี่ยวคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสามารถนำเสนอเป็นแผนภาพได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 30 การเชื่อมโยงระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา

ในกระบวนการแก้ปัญหา ขั้นการระบุและให้คำจำกัดความของปัญหาจำเป็นต้องอาศัยการคิดสร้างสรรค์และการวิเคราะห์ปัญหาเข้าร่วม เพื่อปรับความชัดเจนในการวิเคราะห์ที่ง่ายขึ้น และการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุเป็นขั้นตอนที่ต้องอาศัยการคิดสร้างสรรค์ในการตัดสินใจองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อปัญหาอีกด้วย

Isaksen et al. (2011) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการเชื่อมโยงกันระหว่าง 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำลังสนใจกับสิ่งที่ต้องการพัฒนาต่อการแก้ปัญหา ซึ่งทั้ง 2 ส่วนเป็นสิ่งทีต้องอาศัยการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในตัวบุคคลที่จะสามารถส่งผลทำให้เกิดประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาได้

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา เป็นสิ่งที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน ที่จะทำให้เกิดการวิเคราะห์ สังเคราะห์ในกระบวนการแก้ไขปัญหา และความคิดสร้างสรรค์จะเป็นแรงขับเคลื่อนต่อการแก้ไขปัญหาด้วยความคิด ซึ่งจะทำให้เกิดการรับรู้ การคิด ความรู้สึก และการกระทำ และมีความเกี่ยวคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ จนทำให้เกิดแรงผลักดันต่อการแก้ไขปัญหาได้นั้นเอง

4.2 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ ได้มีนักวิชาการ นักการศึกษา งานวิจัย เอกสาร ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Osborn (1953) เป็นการเรียนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยากด้วยการคิด ค้นหาและใช้วิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพ โดยจะเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่แท้จริงแล้วค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาหลายๆ ทางก่อนที่จะร่วมกันในกลุ่มเพื่อลงมติเลือกแนวทางใดแนวทางหนึ่งซึ่งนักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นั้นจะนำมาซึ่งทักษะการคิดที่หลากหลาย

จุฑารัตน์ บันดาลสิน (2557) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ กระบวนการของสิ่งแปลกใหม่ หรือความคิดที่มีประโยชน์และเหมาะสมเพื่อที่จะใช้ในการแก้ไข ปัญหา และเพิ่มประสิทธิผล และความคิดสร้างสรรค์ในมิติที่เป็น ปัจเจกบุคคล (Individual creativity) คือลักษณะของบุคคลที่สามารถคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้หลากหลายมุมมอง มีความคิด ไหลเลื่อน ยืดหยุ่น สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้ดี และมักคิดริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ โดยกล่าวถึง เทเรซ่า อมาไบล์ (Teresa Amabile) แห่งมหาวิทยาลัย ฮาวาร์ด ซึ่งอธิบายแนวคิดในความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล (Creativity) ประกอบด้วย องค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเชี่ยวชาญ (Expertise) คือ ความรู้ ทั้งด้านเทคนิคและการปฏิบัติหรือกระบวนการ รวมทั้ง ความสามารถทางสติปัญญาหรือความฉลาดของบุคคล

2. ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skills) คือ ทักษะของบุคคลต่อการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างยืดหยุ่นและมีจินตนาการ เป็นการแสดงถึงกรรมวิธี (Mechanism) ที่บุคคลพิจารณาใช้ในการแก้ปัญหา เป็นความ สามารถในการประยุกต์พื้นฐานความรู้ ความชำนาญมาใช้ประโยชน์มักจะเกิดจากบุคลิกภาพ ประสบการณ์และแนวทาง การทำงานหรือการดำรงชีวิตของแต่ละบุคคล องค์ประกอบทั้งสองที่กล่าวมาถือได้ว่าเป็นทักษะ หรือคุณลักษณะเฉพาะของบุคคลคนนั้น (Personality Traits) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีความแตกต่างกันออกไป

3. แรงจูงใจ (Motivation) เป็นตัวกำหนด พฤติกรรมและการกระทำที่เกิดขึ้นจริงของแต่ละบุคคล ซึ่งเกิดได้ทั้งจากแรงขับเคลื่อนของแต่ละบุคคลและจากการ ส่งเสริมกระตุ้นจากองค์กร สำหรับแรงจูงใจสามารถแบ่งได้แก่ แรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) และแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation)

สิริชัย ดีเลิศ (2558) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นการขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น และเป็นการคิดที่มีลักษณะเป็นกระบวนการ (process)

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล (2559) ได้กล่าวถึง Mccandless and Ellis (1978:301) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ ความเกี่ยวข้องกับความพยายามและการใช้ศักยภาพ ทางสติปัญญาของมนุษย์ให้สามารถคิดค้นสิ่งใหม่ แสดงความคิดใหม่ ๆ หรือการแสวงหาความรู้ ใหม่เพื่อนำมาใช้ในการดำรงชีวิตในสังคม และ เป็นสื่อที่นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของมนุษย์ และผลจากความคิดสร้างสรรค์ของ มนุษย์ยังทำให้เกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยีต่าง ๆ มากมายที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นลักษณะที่มี คุณค่าต่อบุคคลและสังคมอย่างยิ่ง และสมควร ได้รับการส่งเสริมให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยเฉพาะในทางการศึกษาจำเป็นต้องส่งเสริม และสนับสนุนให้เกิดขึ้นในโรงเรียน

และกล่าวถึง ไพบูลย์ เจริญกุล (2532:713) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เป็นการรู้จักคิดสร้าง หรือจัดทำสิ่งต่างๆ ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการหรือจัดทำขึ้นเพื่อความเพลิดเพลินในยามว่าง โดยการนำวัสดุเหลือใช้หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่นมาประดิษฐ์ให้มีคุณค่า สามารถนำไปใช้ได้ตามความต้องการ

Chan et al. (2015) ได้กล่าวการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์จะต้องมีเงื่อนไขในแต่ละขั้นตอน เช่น ความคิด การพัฒนา การผลิต และความละเอียด ถึงแม้ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นจะไม่สามารถควบคุมได้ แต่สามารถกำกับให้เกิดทิศทางบางอย่างได้ทั้งนี้ความคิด

สร้างสรรค์ไม่ใช่กระบวนการในการทางองค์ความรู้หรือเทคนิคสำหรับการแก้ปัญหา แต่เป็นการใช้ความเชี่ยวชาญขอตนเองในการสร้างมิติของการปฏิบัติ และในการเพิ่มปริมาณของนวัตกรรมสามารถสร้างกรอบความคิดของนวัตกรรมด้วยการค้นหาได้ เพราะการวางกรอบความคิดสามารถสร้างแนวความคิดนวัตกรรมได้ โดยจะต้องสร้างความต้องการเพื่อวางกรอบแนวคิดไว้

Paek and Runco (2017) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นคุณค่าด้านความคิดสร้างสรรค์ซึ่งในปัจจุบันเป็นที่ต้องการเป็นอย่างมาก และเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เช่น การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และสิ่งประดิษฐ์ หรือไม่ว่าจะเป็นบทกวี เป็นต้น ในการเริ่มต้นของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่จะต้องให้คุณค่ามากหรือสิ่งที่มีคุณภาพสูงแต่ต้องผลิตเพื่อเป็นทางเลือกในการสร้างสรรค์

Bertoncelli, et al. (2016) ได้ให้แนวความคิดว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์และนวัตกรรมกำลังเป็นสิ่งที่ได้รับความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ต่อด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดย TRIZ ได้เสนอถึงระบบการแก้ไขปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้หลักการสร้างสรรค์และหาแนวทางในการประดิษฐ์ขึ้น และความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นความคิดที่สามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้ โดยการเรียนรู้ทางสร้างสรรค์อาจกล่าวว่าจะต้องใช้กิจกรรมเชื่อมโยงกันระหว่างศิลปะกับวิทยาศาสตร์

Quin and Besemer (2011) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ว่า รากของคำศัพท์ภาษาอังกฤษคำว่า crete มาจากภาษาลาตินคำว่า creare ซึ่งหมายถึง การสร้างหรือการผลิต และการสร้าง หมายถึง การทำผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่และใช้เชิงความคิด ทั้งนี้การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์นั้นถูกศึกษาโดยจากปี ค.ศ.1965 – 1998 และถูกปรับปรุงจากปี 1999 – 2009 นอกจกานี้การวิจัยความคิดสร้างสรรค์ไม่สามารถที่จะแสดงให้เห็นได้อย่างเป็นนัย แต่จะดำเนินการประเมินทางด้านผลงานเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อเป็นหลักฐานในการเรียนรู้หรือความถนัดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และจะต้องได้รับการพัฒนา ความดึงดูดน่าสนใจในตลาด ซึ่งเป็นการประเมินในการวัดผลกับบรรทัดฐานของทางด้านสังคมเพื่อความเป็นไปได้

ทั้งนี้จากความหมายและแนวความคิดที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เป็นการผลิตหรือการสร้างด้วยการกระสิ่งใหม่ๆ หรือการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่จะต้องมีเงื่อนไขในแต่ละขั้นตอน เช่น ความคิด การพัฒนา การผลิต และความละเอียด เป็นต้น เพื่อเป็นการขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่สู่ความคิดใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน และเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยใช้กระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เข้าร่วม และอาศัยหลักการระหว่างศิลปะกับวิทยาศาสตร์ในแก้ปัญหารสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือผลงานตามความต้องการ

4.3 การกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญ นักวิชาการ และงานวิจัยได้กำหนดขั้นตอนไว้อย่างหลากหลาย โดยสรุปได้ดังนี้

Osborn (1953) ได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การค้นหาความจริง เป็นการรวบรวมสิ่งที่เกิดขึ้นด้วย 5W1H
2. ค้นหาปัญหา พิจารณาเปรียบเทียบปัญหาและจัดลำดับความสำคัญ
3. ค้นหาความคิด ระดมสมองหาวิธีการแก้ไขปัญหาตามประเด็น
4. ค้นหาคำตอบ พิจารณาวิธีการที่เหมาะสม โดยต้องประหยัด รวดเร็ว
5. ค้นหาคำตอบ พิสูจน์ความจริงเลือกสิ่งที่เป้นไปได้เพื่อนำไปใช้จริง โดยแสดงขั้นตอนอย่างละเอียดและผลที่เกิดขึ้น

Isaksen et al. (2011) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) การเข้าใจปัญหา 2) การสร้างความคิด และ 3) การวางแผน แต่มีขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอนดังนี้

1. การค้นหา ค้นพบ
2. รวบรวมข้อมูล
3. ค้นพบข้อเท็จจริง
4. ค้นพบแนวคิดการแก้ปัญหา
5. ค้นพบแนวทางการแก้ปัญหา
6. ยอมรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์ (2557) ได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน และขั้นตอนย่อย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจกับสิ่งท้าทาย (Understanding the challenge)
    - 1.1 การสร้างโอกาส (Constructing opportunities)
    - 1.2 การสำรวจข้อมูล (Exploring data)
    - 1.3 การวางกรอบปัญหา (Framing problems)
2. การสร้างแนวคิด (Generating ideas)
    - 2.1 การสร้างความคิด/มุมมอง (Generating ideas)
3. การเตรียมการดำเนินการ (Preparing for action)
    - 3.1 การพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา (Developing solution)
    - 3.2 การสร้างการยอมรับ (Building acceptance)

4. การวางแผนกระบวนการ (Planning your approach)

4.1 การประเมินงาน (Appraising tasks)

4.2 การออกแบบกระบวนการ (Design process)

พรรณิสรา จั่นแย้ม (2559) ได้ระบุขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. การค้นพบปัญหา (อย่างมีเหตุผล)
2. การค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่แปลกใหม่หลากหลาย
3. ค้นหาวิธีการแก้ไขที่เป็นไปได้
4. สร้างทางเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม เกิดประโยชน์และเป็นไปได้มากที่สุด
5. วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
6. แก้ปัญหาได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

สิริชัย ดีเลิศ (2558) ได้ให้แนวทางขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยความคิดสร้างสรรค์ 3 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดเป้าหมายการคิด กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องการแก้ไข ตั้งคำถามที่ชัดเจน และถูกต้อง

2. ขั้นการแสวงหาแนวคิดใหม่ วิธีการที่จะพาไปสู่วัตถุประสงค์ หรือคิด คำตอบของค าถามให้มากที่สุด และต้องปฏิบัติได้จริง

3. ขั้นประเมินและ คัดเลือกแนวคิด การกลั่นกรองด้วยความคิดที่ใช้เหตุผล จนเหลือความคิดที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้จริง ทั้งนี้ต้องมีองค์ประกอบเข้าร่วมโดยมี 3 ส่วน ดังนี้ 1) ความเชี่ยวชาญ คือความรู้ทางด้าน เทคนิคขั้นตอนต่าง ๆ และการใช้เหตุผล ภูมิปัญญา 2) ทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ เป็นตัวกำหนดว่าคนคนนั้นจะเข้าถึงปัญหาอย่างยืดหยุ่นและมีจินตนาการมากน้อยแค่ไหน ทางแก้ปัญหาเหล่านั้นทำให้สภาพการปัจจุบัน พลิกผันไปเลยหรือไม่ พวกเขามีความมานะบากบั่นหรือไม่ และ 3) แรงจูงใจ ทุกประเภทไม่ได้มีผลลัพธ์เท่าเทียมกัน แรงปรารถนาภายในใจของคนในการแก้ปัญหาที่อยู่ตรงหน้าจะนำไปสู่การแก้ปัญหาที่มีความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่ารางวัลที่มาจากภายนอก เช่น เงิน องค์ประกอบนี้ถูกเรียกว่า แรงจูงใจที่แท้จริง (intrinsic motivation) เป็นแรงจูงใจประเภทที่ถูกกระตุ้นได้ทันทีทันใดมากที่สุดด้วยสภาพแวดล้อมในการทำงาน

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ โดยค้นพบขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเข้าถึงปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจ รับรู้ความท้าทายที่มีต่อสถานการณ์ สำรวจข้อมูล การระบุปัญหาที่แท้จริงและวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา โดยสามารถเลือกใช้ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือใช้ทุกขั้นตอน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพปัญหา โดยมีขั้นตนอดังนี้

1.1 เห็นความสำคัญ หมายถึง ขั้นตอนการระบุและอธิบายความสำคัญของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในมุมมองของตนเองและผู้อื่น รวมถึงการมีความคิดเหมาะสมต่อปัญหา

1.2 การสำรวจข้อมูล หมายถึง การสำรวจ ประเมินและเลือกใช้ข้อมูลเพื่อศึกษารายละเอียดของสถานการณ์หรือการสืบค้นข้อมูล เพื่อทำให้สถานการณ์มีความชัดเจน ประกอบด้วย การศึกษาลักษณะและสาเหตุของสถานการณ์รวมถึงความเกี่ยวข้องกับปัญหาอื่น

1.3 การระบุปัญหา หมายถึง การตัดสินว่าสถานการณ์ที่ศึกษาในการแก้ปัญหาเป็นปัญหาที่แท้จริง พร้อมวางเป้าหมายในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การคิดวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด โดยไม่มีการตัดสินผิดหรือถูก

ขั้นที่ 3 การเลือกและการเตรียมการ หมายถึง การทำให้วิธีการแก้ปัญหามีความชัดเจร โดยประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การเลือกวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง การคัดเลือกวิธการแก้ปัญหาโดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกวิธีการแก้ปัญหา

3.2 การคาดการณ์ผลกระทบ หมายถึง ระบุสิ่งที่อาจเกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 การวางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง การวางแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้ความสามารถและข้อจำกัด โดยมีขั้นตอน

4.1 การประเมินงาน หมายถึง ระบุแนวทางและทรัพยากรที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

4.2 การออกแบบกระบวนการ หมายถึง การวางขั้นตอนและกิจกรรมในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การลงมือปฏิบัติ หมายถึง การวางแผนที่วางไว้ไปปฏิบัติใช้จริง ซึ่งมีขั้นตอน

5.1 การลงมือปฏิบัติ หมายถึง การลงมือปฏิบัติตามแผน สังเกตและสะท้อนรวมทั้งการปรับปรุงกระบวนการแก้ไขปัญหา

5.2 การเผชิญปัญหา หมายถึง การกำกับตนเองระหว่างการแก้ปัญหา

ช่อทิพวัลย์ รัตนนรชัย (2559) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. การค้นพบปัญหา
2. การระบุปัญหาให้ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การต้นหาวิธีแก้ปัญหา

4. การค้นพบวิธีแก้ปัญหา

5. การค้นหาวิธีแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับ

ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ดังนี้ 1) การค้นพบปัญหา 2) การคิดวิธีการแก้ปัญหา 3) การเลือก 4) การวางแผน 5) ลงมือปฏิบัติ และ 6) การประเมินผล

ตารางที่ 4 สังเคราะห์กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

รายการ	Osborn (1953)	Isaksen et al. (2011)	เสมอภาญน์ โสภณพิริญรักษ์ (2557)	พรรณิสรา จันแย้ม และ (2559)	ลิริชัย ดีเลิศ (2558)	ลิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554)	ข่อพิพัฒย์ รัตนรชัย (2559)	ผู้วิจัย
การค้นหาเป้าหมาย	/		/	/			/	/
การค้นหาความจริง	/	/		/			/	/
การค้นพบปัญหา	/	/	/				/	/
การระบุปัญหาให้ชัดเจน		/			/	/	/	/
การตั้งข้อสมมติฐาน								
การค้นหาวิธีหารแก้ปัญหา	/	/	/	/		/	/	/
การค้นพบวิธีการแก้ปัญหา	/	/	/			/	/	
การตัดสินใจทางเลือกการแก้ปัญหา	/	/				/	/	/
การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา	/	/	/	/	/	/	/	/
การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา				/	/	/		/
การประเมินผล			/		/	/		/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4 สรุปได้ว่าง กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นมีกระบวนการ การค้นหาเป้าหมาย การค้นหาความจริง การค้นพบปัญหา การระบุปัญหาให้ชัดเจน การค้นหาวิธีหาร

แก้ปัญหา การตัดสินใจทางเลือกการแก้ปัญหา การวางแผนดำเนินการแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา และการประเมินผล

จากการศึกษาเกี่ยวกับการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อประกอบการดำเนินกิจกรรมการสอน พบว่ามีผู้กำหนดวิธีการ เทคนิคไว้อย่างหลากหลาย โดยผู้วิจัยสามารถสรุปดังนี้

Davito (1971) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือ ขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่างๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาและส่วนประกอบ

2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งจะต้องอาศัยความคับข้องใจและความเข้าใจในปัญหา

3. ขั้นการพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหาในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางอย่างในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออกรู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา

4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ทันทีทันใดหลังจากที่ได้พบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้นๆ

5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อยืนยันความคิดดังกล่าว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศศิมา สุขสว่าง (2559) ได้กล่าวถึงเทคนิคการระดมสมองหรือระดมความคิด (Brainstorms) เพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการระดมความคิดสร้างสรรค์ไอเดียใหม่ๆ หรือใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาจากหลายๆ มุมมอง หลายความคิดคิด ซึ่งเป็นแนวความคิดจากออสบอร์น (Alex F. Osborne) โดยใช้เป็นเทคนิคสร้างการตัดสินใจ ความคิดใหม่ๆ หรือการวางแผน ซึ่งการที่จะระดมสมองมีประสิทธิภาพมากที่สุดควรอยู่ระหว่าง 4 ถึง 9 คน ถ้าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดมุมมองทางความคิดที่น้อยไปและมีมุมมองที่น้อย แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้ความคิดแตกแยกจนหลุดประเด็นออกไปหรือจะทำให้เกิดคนนั่งเงียบและไม่ออกแสดงความคิดเห็น สิ่งที่สำคัญในการระดมสมองคือ ให้ทุกคนได้มีส่วนร่วมในการคิดเห็นอย่างอิสระ ระดมความคิดให้ได้มากที่สุด ไม่มีการตั้งกรอบหรือประเมินถูกผิดขณะที่ระดมสมอง ทั้งนี้มีขั้นตอนการระดมสมองดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งผู้ดำเนินการ หรือสร้างผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) เพื่อเป็นผู้ประสานงาน กระตุ้นเกิดการออกแสดงความคิดเห็นอย่างเท่าเทียมกัน หรือช่วยไกลเกลี่ยขณะที่มีการโต้แย้ง

ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อในการระดมความคิด หัวข้อมในการระดมควรที่จะเป็นหัวข้อที่เจาะจง ไม่กว้างเกินไป เมื่อจบการระดมสมองอาจจะไม่ได้ข้อสรุปเพื่อการดำเนินการต่อได้

ขั้นที่ 3 ระดมความคิด เพื่อให้เป็นความคิดมากที่สุด จะต้องมีการจดทุกความคิดเห็นโดยไม่มีการประเมินใดๆ ทั้งสิ้น โดยทุกคนจะต้องได้รับความอิสระทางการแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 สรุปผลการระดมสมอง สรุปออกมาเป็น 3 กลุ่ม ไอเดียที่ดีพร้อมไปดำเนินการได้ ไอเดียดี รอการพิจารณา และไอเดียที่ต้องพิจารณา โดยสมาชิกคนใดคนหนึ่งจะเป็นคนจดโน้ตพร้อมทั้งส่งบันทึกให้กับผู้ที่ร่วมระดมสมอง ในการระดมสมองนั้นส่วนใหญ่ จะไม่ทิ้งความคิดใดความคิดหนึ่ง เพราะในเวลานั้นอาจเป็นความคิดที่คิดว่าเป็นไปไม่ได้ หรือเพ้อฝัน อาจจะเป็นเพราะทรัพยากรในตอนนั้นอาจจะไม่พร้อมที่จะดำเนินการ แต่อาจจะเป็นจริงในภายหลังก็ได้

ขั้นที่ 5 การติดตามผล หลังจากระดมสมองเสร็จแล้ว ควรมีการติดตามผลว่าได้นำความคิดนั้นไปดำเนินการแล้วผลเป็นอย่างไร เพื่อประเมินและหาหนทาง หรือนำแนวคิดที่เหลือไปดำเนินการต่อ

Brown et al. (2007) ได้กล่าวถึงเทคนิคในการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการ ขั้นตอน วิธีการสำหรับการแก้ไขปัญหา โดยจะเป็นตัวนำทางสู่กระบวนการแก้ไขปัญหาได้ด้วยกระบวนการออกแบบอย่างมีกลยุทธ์ โดยมีเทคนิคสำหรับการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. เทคนิคการระดมสมองหรือระดมความคิด (Brainstroming) โดยมีขั้นตอนคือ แต่งตั้งประธาน ปัญหาที่ต้องการ การระดมปัญหา โดยจะต้องมีการบันทึกข้อมูลทุกครั้งในการนำเสนอแนวความคิด

2. เทคนิค A bridge เป็นกระบวนการแก้ไขปัญหาคอขวดที่ติดขัดโดยต้องการผลลัพธ์ที่ทำให้เกิดความราบลื่น รวดเร็ว

3. เทคนิคหมวกหกใบ (Six Thinking Hats) เป็นแนวความคิดของ ดร.เอ็ดเวิร์ด เดอโบโน โดยกล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่ ทุกคนมีอยู่ หรือสร้างขึ้นมาได้ แต่จะต้องมาฝึกกระบวนการสร้างความคิด ประกอบด้วยหมวก 6 ใบ 6 สี คือ

White Hat หมวกสีขาว สีขาวเป็นสีที่ชี้ให้เห็นถึงความเป็นกลาง จึงเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง จำนวนตัวเลข เมื่อสวมหมวกสีนี้ หมายความว่าที่ประชุมต้องการข้อเท็จจริงเท่านั้น คือ ข้อมูลเบื้องต้นของสิ่งนั้นๆ ไม่ต้องการความคิดเห็น

Red Hat หมวกสีแดง สีแดงเป็นสีที่แสดงถึงอารมณ์และความรู้สึก เมื่อสวมหมวกสีนี้สามารถบอกความรู้สึกของตนเองว่าชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี ซึ่งส่วนใหญ่การแสดงอารมณ์จะไม่มีเหตุผลประกอบ

Black Hat หมวกสีดำ สีดำ เป็นสีที่แสดงถึงความโศกเศร้า และการปฏิเสธ เมื่อสวมหมวกสีนี้ ต้องพูดถึงจุดด้อย อุปสรรคโดยมีเหตุผลประกอบ ข้อที่ควรคำนึงถึง เช่น เราควรทำสิ่งนี้หรือไม่ ไม่ควรทำสิ่งนี้หรือไม่ เหมาะสมหรือไม่ ทำให้การคิดมีความรอบคอบมากขึ้น

Yellow Hat หมวกสีเหลือง สีเหลือง คือสีของแสงแดด และความสว่างสดใส เมื่อสวมหมวกสีนี้ หมายถึง การคิดถึงจุดเด่น โอกาส สิ่งที่เป็นประโยชน์ เป็นข้อมูลในเชิงบวก เป็นการเปิดโอกาสให้พัฒนา สร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ

Green Hat หมวกสีเขียว สีเขียว เป็นสีที่แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ และการเจริญเติบโต เมื่อสวมหมวกสีนี้ จะแสดงความคิดใหม่ๆ เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น การคิดอย่างสร้างสรรค์

Blue Hat หมวกสีน้ำเงิน สีน้ำเงินเป็นสีที่ให้ความรู้สึกสงบ จะเป็นเหมือนท้องฟ้า หมวกนี้เกี่ยวกับการควบคุม การบริหารกระบวนการคิด หรือการจัดระเบียบการคิด

4. กระบวนการ 20 ข้อคำถามด้วยกระบวนการวิศวกรรม (Business process re-engineering: 20 questions) เป็นกระบวนการสำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่เป็นเครื่องมืออย่างดีสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยไว้สำหรับการออกแบบอย่างเชิงกว้างที่ใช้ข้อคำถามเป็นตัวหลัก โดยมีดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. อะไร
    - 1.1 จะทำอะไร
    - 1.2 ทำไมถึงจำเป็นต้องทำ
    - 1.3 มีอะไรทำ
    - 1.4 มีอะไรที่ควรทำ
2. สถานที่
    - 2.1 สถานที่ทำที่ไหน
    - 2.2 ทำไมทำที่นี่
    - 2.3 มีที่อื่นทำไม
    - 2.4 ที่ไหนที่ควรทำ

3. เมื่อไหร่

3.1 เมื่อไหร่เสร็จ

3.2 เมื่อไหร่ทำ

3.3 เมื่อควรทำทำอย่างไร

3.4 เมื่อคนอื่นทำ

4. ใคร

4.1 ใครทำ

4.2 ทำไมต้องคนนี้หรือกลุ่มนี้

4.3 ผู้อื่นสามารถทำได้ไหม

4.4 ผู้อื่นควรทำอย่างไร

5. อย่างไร

5.1 ทำอย่างไร

5.2 วิธีการทำอย่างไร

5.3 มีวิธีการอื่นอย่างไร

5.4 วิธีการอื่นควรทำอย่างไร

โดย 20 คำถามที่กล่าวไปในข้างต้น เหมาะสำหรับการระดมความคิดที่ค้นหาแนวโน้ม ความเป็นไปได้ในกระบวนการ หรือสำหรับถามย้อนกลับข้อมูลนั้นๆ

Gardiner (2013) ได้กล่าวว่าถึงเทคนิคการแก้ปัญหาหรือเทคนิคสำหรับความคิดสร้างสรรค์นั้น ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในต่างสถานการณ์ด้วยกัน โดยมีดังนี้

1. แผนภูมิความคิด (Mind Mapping) คือ แผนผังความคิดที่ใช้หลักการความคิด การจดสิ่งที่เป็นไปได้ต่อความคิด บันทึกหลังความคิด สามารถสร้างความคิดที่เป็นไปได้มากที่สุดสำหรับแนวความคิดใหม่ๆ

2. รายการตรวจสอบ เป็นการใช้ข้อคำถามสำหรับระดมสมองเพื่อสนับสนุนการจินตนาการไว้ได้ โดยมีข้อคำถามคือ Why? Where? When? Who? What? How? เพื่อเป็นการสร้างคำถามที่จะต้องการสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยจะพบคำตอบที่เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งที่สนใจ

3. หมวกความคิดหกใบ (Six Thinking Hats) พัฒนาขึ้นจาก Edward de Bono ในต้นคริสต์ทศวรรษที่ 80 เทคนิคนี้เป็นที่นิยมขณะนี้ใช้ โดยธุรกิจทั่วโลก เพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยหมวกแต่ละใบจะแสดงถึงความแตกต่างด้านความคิด ดังนี้

หมวกขาว คือ ข้อเท็จจริง

หมวกสี คือ แดงอารมณ์

หมวกสีดำ คือ พิพากษา ความระมัดระวัง

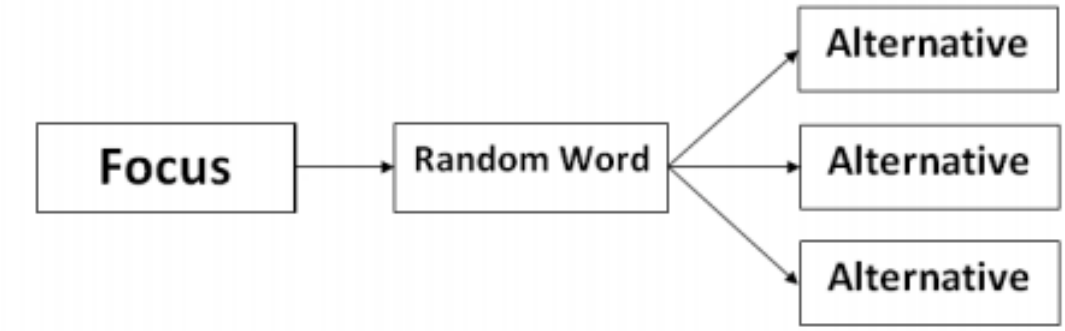
หมวกสีเหลือง คือ ตรรกะ

หมวกสีเขียว คือ ความคิดสร้างสรรค์

หมวกสีฟ้า คือ ควบคุม

ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ค้นพบข้อตัดสินใจ การใช้เหตุผลอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้กระบวนการบทบาทสมมติ

4. การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เป็นอีกหนึ่งแนวความคิดที่มาจาก Edward de Bono ที่ใช้สถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยใช้วิธีกระบวนการหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหาโดยมีจุดแนวคิด จุดมุมมอง การคิดแนวตั้งเป็นการคิดที่เป็นลำดับต่อเนื่อง เมื่อได้ข้อสรุปที่ถูกต้องความถูกต้องก็มาจากความ ถูกต้องสมบูรณ์ของแต่ละขั้นที่ผ่านมา ส่วนแนวคิดแนวนอน ในแต่ละขั้นของการคิดอาจไม่ลำดับ ต่อเนื่องกันเป็นการกระโดดข้ามขั้นแก้ปัญหา ความสำเร็จบางครั้งอาจไม่มีเหตุผลที่สมเหตุสมผล มารองรับ แต่ก็ได้แนวคิดใหม่ๆ



ภาพที่ 31 เทคนิคการคิดแบบ Lateral Thinking ของ Dr.Edward De Bono

ตารางที่ 5 ความแตกต่างระหว่างความคิดแนวตั้งกับแนวข้าง

ความคิดแนวตั้ง	ความคิดแนวข้าง
เลือกสรร (ทำตามขั้นตอน)	สร้างสรรค์ (ทำสิ่งแปลกใหม่)
เคลื่อนไหวเมื่อมีทิศทางให้เคลื่อนไหว	เคลื่อนไหวเพื่อสร้างสรรค์ทิศทาง
เป็นเชิงวิเคราะห์ เป็นเชิงกระตุ้น	เคลื่อนไหวไปทีละขั้น กระโดดข้ามขั้นได้
จำเป็นอย่างยิ่งที่จะถูกต้องทุกขั้นตอน	ไม่ต้องคำนึงถึงความถูกต้องทุกขั้นตอน
ใช้ข้อห้าม ข้อจำกัด ข้อปฏิเสธ เป็นตัวตัดทางเลือก	ไม่มีคำว่าข้อห้าม ข้อจำกัด ข้อปฏิเสธ
ตัดสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป	ยอมรับได้ทุกสิ่ง
ต้องมีการจัดประเภทที่แน่ชัด	ไม่มีความจำเป็นเช่นนั้น
เคลื่อนไหวตามเส้นทางที่น่าจะเป็นที่สุด	เคลื่อนไหวตามเส้นทางที่ไม่น่าจะเป็นที่สุด
ไม่เป็นกระบวนการที่มีขอบเขตแน่ชัด	เคลื่อนไหวตามเส้นทางที่ไม่น่าจะเป็นที่สุด

การคิดแนวข้างนั้นถือเป็นแนวคิดที่มีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพราะเหตุว่าเมื่อมนุษย์มีความสามารถในการคิดที่ดีแล้วย่อมส่งผล ต่อการปฏิบัติสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อช่วยให้สังคมมีความเจริญรุ่งเรืองในที่สุด แต่อย่างไรก็ดีการมีความคิดที่ชาญฉลาดย่อมต้องมีการควบคุมด้วยความคิดในเชิงจริยธรรมอีกด้วยเพราะเหตุว่าถ้าคนฉลาดแต่ไม่มีความดีแล้ว ละก็สังคมก็จะมีความวุ่นวายและเสื่อมทรามในที่สุด เช่นเดียวกันกับในองค์การหากมีพนักงานที่เก่งแต่ไม่มีความซื่อสัตย์สุจริตองค์การนั้นก็คงไปไม่ตลอดรอดฝั่งเช่นกัน

5. เทคนิค Picture Association เป็นวิธีการใช้รูปภาพในการสื่อสารทางความคิด ทำให้ค้นหาหัวข้อในสิ่งที่ต้องการอยากจะจัดทำ โดยพัฒนารูปภาพเป็นกรอบหรือเป็นเรื่องราวเกิดขึ้นมา

6. เทคนิคการเปลี่ยนมุมมอง (Change Perspective) เป็นการใช้วิธีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้อื่น โดยให้วิธีการสนับสนุนด้วยการวิพากษ์หรือวิจารย์อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีประโยชน์ต่อความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผลงานต่อไป

McGuinness (2018) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีด้วยกัน 4 ประเภทสำหรับการสร้างความคิดสร้างสรรค์โดยมีดังนี้

1. Reframing คือการเปิดโอกาสในการสร้างสรรค์ด้วยการตีความจากสถานการณ์ พฤติกรรม บุคคล หรือวัตถุสิ่งของ ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการเปลี่ยนแปลงอิทธิพลทางความคิดต่อผู้อื่นได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 ค้นหาความหมาย มันคืออะไร

1.2 บริบท สิ่งที่ทำอยู่นี้มีประโยชน์หรือไม่

1.3 การเรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้หรือไม่

1.4 สร้างความสนุก สิ่งที่จะสร้างความสนุกจากงานนี้คืออะไร

1.5 วิธีการ สิ่งที่ทำมีวิธีการแก้ไขปัญหาหรือไม่ และจุดเริ่มต้นอยู่ตรงไหน

1.6 โอกาส โอกาสภายใต้นี้มีปัญหาซ้อนอยู่หรือไม่

1.7 มุมมอง วิธีการนี้มีลักษณะคล้างคลึงกับคนอื่นหรือไม่

1.8 ผู้สร้างความคิด ใครคือผู้สร้างความคิด วิธีการ ในปัญหาเหล่านี้มีบ้างหรือไม่

2. แผนภูมิความคิด (Mind Mapping) เป็นการสร้างบันทึกในการใช้รูปแบบเชิงเส้นที่ลงในกระดาษ หรือลงในอุปกรณ์ใดๆ ก็ตาม จะมีการสร้างความเชื่อมโยง โดยไม่ต้องจัดเรียงอย่างเป็นลำดับ ซึ่งจะข้องเกี่ยวกับการใช้รูปภาพ องค์รวม สร้างความคิดสร้างสรรค์ สู่การเรียนรู้และการสร้างวิธีการจดจำ

3. การค้นหาข้อมูลเชิงลึก (Insight) เป็นวิธีการหาความคิดที่ปรากฏอยู่ภายในความคิด โดยค้นว่าสิ่งที่จะทำนั้นความเข้าใจคืออำรมาก่อน และใช้เหตุผลกำกับผ่านทางความคิด โดยใช้ลำดับขั้นตอนดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.1 รวบรวมความรู้ เพื่อการขยายหาความรู้ทั่วไป

3.2 คิดตระหนักสิ่งที่จัดทำ เป็นการสร้างความต่อเนื่องเข้ารวมกับองค์ประกอบอื่นที่ใช้

3.3 พัฒนาความคิด เป็นการขยายสิ่งที่คิดไปสู่แนวทางการปฏิบัติ

4. การไหลความคิดสร้างสรรค์ (Creative Flow) เป็นวิธีการไหลความคิดของนักจิตวิทยา Mihaly Crikszentmahalyi ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนการไหลทางความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

4.1 มีเป้าหมายชัดเจนทุกขั้นตอน รู้ถึงในสิ่งที่ต้องการจะทำ มีวัตถุประสงค์และความชัดเจนในงานที่จะทำ

4.2 มีความคิดเห็นต่องานสิ่งที่จะกระทำ เพื่อมีสิ่งที่ไว้สำหรับปรับปรุงเพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

4.3 การผสานระว่างการกระทำกับการรับรู้ รู้ในสิ่งที่จัดกระทำ โดยใช้ความคิดกับการกระทำเข้าร่วมกันเพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์และสิ่งสร้างสรรค์เข้าร่วมกัน

4.4 การออกจากสิ่งรบกวน เพื่อให้มีอิสระทางความคิด และไม่มีสิ่งรบกวน

4.5 ไม่กลัวความล้มเหลว โดยมุ่งเป้าหมายความสนใจ

4.6 ไม่กังวลต่อความคิดอื่น เพื่อรับรู้ต่อสิ่งที่กระทำ

4.7 สร้างความสนุกสนานกับงานที่กระทำ จะทำให้มีเหตุผลและความผ่อนคลายในการทำงานได้อย่างศิลปิน

จากที่กล่าวในข้างต้นในการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปเทคนิควิธีการกระตุ้นสร้างสรรค์ได้ดังนี้ กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics Instructional Model) เทคนิคการระดมสมองหรือระดมความคิด (Brainstrom) เทคนิค A bridge เทคนิคหมวกหกใบ (Six Thinking Hats) กระบวนการ 20 ข้อคำถามด้วยกระบวนการวิศวกรรม (Business process re-engineering: 20 questions) แผนภูมิความคิด (Mind Mapping) รายการตรวจสอบ การคิดนอกกรอบ (Lateral Thinking) เทคนิค Picture Association เทคนิคการเปลี่ยนมุมมอง (Change Perspective) การ Reframing การค้นหาข้อมูลเชิงลึก (Insight) และการไหลความคิดสร้างสรรค์ (Creative Flow)

แต่ทั้งนี้เทคนิคการกระตุ้นทางความคิดที่นิยมและส่งเสริมต่อความคิดสร้างสรรค์ คือ เทคนิคการระดมสมองหรือระดมความคิด (Brainstrom) และการสร้างแผนภูมิความคิด (Mind Mapping) โดยใช้เทคนิควิธีการอื่นๆ เข้ามามีส่วนประกอบในการส่งเสริมความคิดได้

4.4 การประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาการประเมินผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยได้รวบรวมการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และการประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยศึกษาจากเอกสาร งานวิจัย นักการศึกษา นักวิชาการ สามารถสรุปได้ดังนี้

4.4.1 การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

Osborn (1953) ได้กำหนดรูปแบบ 5 ขั้นตอนเบื้องต้นสำหรับการประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยมี 6 ขั้นตอนคือ

1) ระเบียบการค้นหาปัญหา (Objective Finding)

2) การค้นหาข้อเท็จจริง (Fact-finding)

3) การค้นหาปัญหา (Problem-Finding)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) การค้นพบความคิด (Idea-finding)

5) วิธีการค้นหา การประเมินความคิด (Solution finding (Idea evaluation)

6) การยอมรับการค้นหา (Acceptance-finding (Idea implementation)

กำหนดเกณฑ์ขั้นตอนการประเมินสำหรับการประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยเป็นการวัดทักษะลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ

ชโรธรณ์ ทิพย์อุปถัมภ์ (2556) กล่าวว่า แนวทางการประเมินผลของการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นการประเมินคุณค่าทางความคิดสร้างสรรค์ของผลงานที่คำนึงถึงรายบุคคล กระการผลิต สภาพแวดล้อม องค์ประกอบทั่วไป โดยส่วนมากจะเป็นในรูปแบบการประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีจุดประสงค์ของการสร้างการไว้ 3 วิธี ได้แก่ 1) เพื่อประเมินกระบวนการ (Process) เช่น ประเมินการเรียนรู้เป็นทีมกลยุทธ์ การสัมภาษณ์ เป็นต้น 2) เพื่อประเมินผลผลิต (Product) เช่น ประเมินแฟ้มสะสมงาน รายงานการวิจัย นิทรรศการ และ ผลงานทางศิลปะ และออกแบบ เป็นต้น 3) เพื่อประเมินการปฏิบัติ (Performance) เช่น การประเมินการนำเสนอปากเปล่า การอภิปราย และการสาธิต เป็นต้น โดยมีรายละเอียดแบบวัดรูบิคส์ ดังนี้

1. ประเมินกระบวนการ (Process) เช่น ประเมินการเรียนรู้เป็นทีมกลยุทธ์ การสัมภาษณ์ เป็นต้น

2. ประเมินผลผลิต (Product) เช่น ประเมินแฟ้มสะสมงาน รายงานการวิจัย นิทรรศการ และ ผลงานทางศิลปะ และออกแบบ เป็นต้น

3. ประเมินด้านการปฏิบัติ (Performance) เช่น การประเมินการนำเสนอปากเปล่า การ อภิปราย และการสาธิต เป็นต้น

ฤทัยรัตน์ ชัยสงค์ (2558) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ แบ่งการวัดออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน ได้แก่ การวางแผนการทำงาน การดำเนินงานตามขั้นตอน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ การลงมือปฏิบัติงาน การใช้ วัสดุอย่างคุ้มค่า การจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์การปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จทันกำหนด และกระบวนการสร้างสรรค์ ชิ้นงานจนได้ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบวัด กระบวนการปฏิบัติงาน

2. ด้านผลงาน ได้แก่ ความสมบูรณ์ของ ชิ้นงาน การนำมาใช้ประโยชน์ ความสวยงาม รูปทรงทันสมัย และความคุ้มค่าของชิ้นงาน เก็บข้อมูลและ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบประเมินผลงาน/ชิ้นงาน นักเรียน

3. ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ ผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรรายวิชา

มีองค์ประกอบคือ 1) ด้านผลงานนวัตกรรม (Innovation Product) ที่วัดลักษณะความแปลกใหม่ ความเป็นเอกลักษณ์ การผลิตด้วยวิธีใดมีเทคโนโลยีเกี่ยวข้อมหรือไม่ 2) ผลงานดัดแปลง (Modification Product) มีลักษณะเกิดผลงานใหม่จากงานเดิมที่มีอยู่ ผลงานใหม่มีคุณภาพดีกว่าเดิมและเกิดความน่าสนใจมากขึ้น และ 3) ผลงานเลียนแบบ (Imitation Product) มีลักษะผลงานใหม่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิม สามารถทดแทนผลงานเก่าได้ และด้านต้นทุนราคาการผลิต

Schoell and Guiltinan, (1988) (อ้างถึงในศิริพงษ์ เพียศิริ,2558) ได้กล่าวถึง โดยได้ให้แนวคิดการประเมินการคิดประดิษฐ์สร้างสรรค์ผลงาน เป็นการประเมินผลงานของผู้เรียนรายบุคคล เป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของ สโคล์และกิลติแนน (Schoell and Guiltinan, 1988) แบ่งผลงานเป็นสามลักษณะดังนี้คือ ผลงานนวัตกรรม (Innovation Product) ผลงานดัดแปลง (Modification Product) และผลงานเลียนแบบ (Imitation Product)

Griffin (1993) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การวัดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยแบ่งออกเป็นดังนี้

1. ด้านเป้าหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ การแสดงความคิดมีแหล่งที่มา
2. ด้านรายละเอียดการออกแบบ การพัฒนาต้นแบบมีรายละเอียดอย่างไร
3. ด้านกระบวนการ กระบวนการปฏิบัติงาน
4. ด้านกระบวนการผลิต การผลิต การทดลอง

ดังนั้นจากวรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปการประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีหัวข้อดังนี้ 1) ด้านเป้าหมายของการออกแบบ 2) ด้านกระบวนการออกแบบ/รายละเอียดการออกแบบ 3) ด้านการปฏิบัติงาน 4) ด้านผลงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6 สังเคราะห์การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

รายการ	ชโรธรณ์ ทิพย์อุปถัมภ์ (2556)	ฤทัยรัตน์ ชัยสงค์ (2558)	ศิริพงษ์ เพียศิริ (2558)	Griffin (1993)	ผู้วิจัย
เป้าหมายการออกแบบ				/	/
กระบวนการ/การปฏิบัติงาน	/	/		/	/
ผลงาน	/	/	/	/	/
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		/			

4.4.2 การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

Iorga (2011) ได้กล่าวถึงการประเมินผลของการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยระบบวิศวกรรม ไว้ว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ทันสมัยทั้งทางด้านธุรกิจหรือด้านวิศวกรรม เช่น การยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม เป็นต้น เพื่อการพัฒนาสู่นวัตกรรมและการเปลี่ยนวิธีการและเทคนิคในการพัฒนา ทั้งนี้จะต้องมีการประเมินจากการพัฒนาต่างๆ ในเบื้องต้นของการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อประสิทธิภาพในระยะยาว ทั้งนี้วิธีการประเมินก่อนสร้างจริงจะต้องมีการสร้างตัวต้นแบบก่อนเพื่อการจำลองสู่การผลิตผลิตภัณฑ์จริง โดยมีเกณฑ์การประเมินผลมีดังนี้

1. การออกแบบส่วนประกอบ (Design for assembly) กล่าวถึงการใช้งานที่ง่ายต่อการประกอบ ส่วนประกอบที่ไม่ซับซ้อนเกินไป

2. การออกแบบสำหรับการผลิต (Design for manufacturing) กล่าวถึง สามารถผลิตได้และผลิตได้อย่างเหมาะสม

3. การออกแบบสำหรับสิ่งแวดล้อม (Design for environment) กล่าวถึง สามารถรีไซเคิลได้โดยไม่กระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งเกณฑ์ออกแบบนอกเหนือจากที่กำหนดไว้ทั้ง 2 มิติ ได้แก่

4. ความต้องการของลูกค้า

5. ข้อจำกัดอื่นๆ

ซึ่งเป็นรายละเอียดสำหรับขั้นตอนการออกแบบรวมทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับชนิดผลิตภัณฑ์ การออกแบบนำเสนอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Estell and Hurtig (2006) ได้กล่าวถึง การประเมินผลงานของผู้เรียนวิศวกรรมไว้ว่า การประเมินผลที่ได้ประสิทธิภาพของผู้เรียนนั้นมีเครื่องมือในการประเมิน คือ Rubrics ที่ใช้สำหรับการประเมินผลโดยมีเกณฑ์ตัวชี้วัดในเครื่องมือสำหรับการให้คะแนนและใช้สำหรับการเป็นหลักฐานต่อนักเรียน ซึ่งหากมี Rubrics จะทำให้สามารถประเมินคะแนนได้ง่ายและคล่องตัวในการประเมิน อย่างไรก็ตามจะต้องรู้ว่าประเมินงานทางด้านใด เพื่อที่จะพัฒนาขึ้นอย่างถูกทางและเฉพาะเจาะจงได้อย่างถูกวิธีตามความคาดหวังของผู้เรียนและอาจารย์ ทั้งนี้การประเมินผลทางด้านการออกแบบมีดังนี้

1. ด้านการระบุปัญหา กล่าวถึง ปัญหาที่แสดงมีหลักฐานในการสนับสนุนข้อเท็จจริง

2. ด้านการรวบรวมข้อมูลและงานวิจัย กล่าวถึง มีขั้นตอนการทำที่ระบุปัญหา ข้อดีและข้อเสียไว้

3. ด้านการนิยามของงาน กล่าวถึง มีความชัดเจน การคาดหวังผลลัพธ์ มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อการสร้างขึ้น

4. ด้านการพัฒนาแผนงาน กล่าวถึง มีระบบการดำเนินงานเป็นไดอะแกรม (แผนภาพ) ที่ชัดเจน และมีการจัดวางระบุคนในการดำเนินงาน

5. ด้านการดำเนินงานตามแผน กล่าวถึง มีทุกจุดสำคัญจนกระทั้งงานเสร็จสิ้น

6. ด้านการตรวจสอบการออกแบบ กล่าวถึง มีต้นแบบที่ได้รับการทดสอบกับประสิทธิภาพการทำงานที่ตรงตามระบุของงาน

7. ด้านการทวนสอบงาน กล่าวถึง มีการระบุค่าใช้จ่าย ระบุวันการดำเนินเสร็จสิ้น ทรัพยากรที่ใช้เป็นไปได้ รับการนำเสนอ มีแผนภูมิสร้างขึ้น

8. ด้านเทคนิคของงาน กล่าวถึง มีข้อมูลเทคนิคของส่วนสำคัญในการดำเนินงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

NASA (2009) ได้กล่าวถึงการประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ของโรงเรียนมัธยม โดยมีเกณฑ์หัวข้อการประเมินการออกแบบงานดังนี้

1. การระดมความคิดในการระบุปัญหาและข้อจำกัด ประกอบด้วย
   - ปัญหาถูกระบุและอธิบายอย่างละเอียด
   - มีเงื่อนไขและข้อจำกัดที่แสดงไว้หมดพร้อมคำชี้แจง
   - การแก้ปัญหาได้จากการระดมทางความคิด
   - การแก้ปัญหาได้ใช้การมีส่วนร่วม
2. สร้างความคิด ความเป็นไปได้ และทางเลือกการออกแบบ ประกอบด้วย
   - สองหรือสามความคิดที่ได้รับการเลือกจากการระดมสมอง
   - สร้างภาพร่าง มีทางเลือกขนาด วัสดุ กำกับ
   - ออกแบบและใช้หลักในการเลือกด้วยเหตุผล

3. สร้างแบบจำลองหรือต้นแบบ ประกอบด้วย

- มีรายละเอียดของวัสดุ
- มีขั้นตอนอย่างละเอียดในการปฏิบัติงาน
- วัสดุได้จัดการและเหมาะสม
- มีความปลอดภัย

4. แบบทดสอบและประเมินผล ประกอบด้วย

- สมมติฐาน ดังต่อไปนี้ “ถ้า..... แล้ว.....” รูปแบบการพัฒนาสำหรับการออกแบบ
- จุดแข็งของการออกแบบ
- จุดอ่อนของการออกแบบ
- ผลการค้นหาระบุไว้อย่างถูกต้อง
- ตารางข้อมูลสมบูรณ์
- การออกแบบมีประสิทธิภาพและอยู่บนปัญหาที่ระบุ

5. ปรับแต่งการออกแบบ ประกอบด้วย

- การปรับเปลี่ยนเพื่อปรับปรุงการออกแบบอยู่บนพื้นฐานการทดสอบ
- การปรับเปลี่ยนการออกแบบมีเอกสาร
- เพิ่มเติมจากการทดลอง
- สะท้อนความคิดเห็น ความเข้าใจของงาน

6. การแบ่งปันการออกแบบ ประกอบด้วย

- นำเสนออย่างดี
- นำเสนอได้ครอบคลุมของการออกแบบทั้งหมด
- นำเสนออย่างชัดเจน (วาจา หรือสายตา) ด้วยข้อมูลที่เหมาะสม
- การนำเสนอมีส่วนร่วมจากสมาชิก

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีดังนี้

1) การระบุปัญหาต่อการออกแบบ
2) การวางแผน
3) การออกแบบ
4) การทดลอง
5) ด้านสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6) เทคนิคและองค์ประกอบ

7) ผลงาน

8) การนำเสนอ

ตารางที่ 7 สังเคราะห์การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

รายการ	Iorga (2011)	Estell and Hurtig (2006)	NASA (2009)	ผู้วิจัย
การวางแผน		/		/
การออกแบบสำหรับการผลิต (Design for manufacturing)	/	/	/	/
การออกแบบสำหรับสิ่งแวดล้อม (Design for environment)	/			
ความต้องการของลูกค้า	/			
การระบุปัญหาและข้อจำกัด		/		/
ความคิด ความเป็นไปได้/เทคนิคและองค์ประกอบ		/	/	/
การรวบรวมข้อมูล		/		
ทดลอง ทดสอบ และประเมินผล		/	/	/
การนำเสนอ			/	/
ผลงาน				/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4.3 การประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

Baumgartner (2013) ได้กล่าวถึงการจำแนกการวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 6 หัวข้อ โดยมีดังต่อไปนี้

1. ด้านการค้นหาปัญหาระบุปัญหา
2. ด้านวิธีการแก้ปัญหา
3. ด้านการแก้ไขด้วยความคิดสร้างสรรค์
4. ด้านประเมินความคิด
5. ด้านการสร้างแผนดำเนินงาน
6. ด้านการใช้ความคิด

Parner (2014) ได้กล่าวถึงกระบวนการประเมินความคิดสร้างสรรค์ด้วย CPS (Creative Problem Solving) โดยเป็นแนวทางกระบวนการแก้ไขปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยมีการประเมินดังต่อไปนี้

1. ด้านตั้งเป้าหมาย การกำหนดหัวข้อ
2. ด้านความคิดสร้างสรรค์
3. ด้านการพัฒนา
4. ด้านการนำไปใช้ ความสามารถนำไปใช้งานได้จริง

เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์ (2557) ได้สรุปการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ว่า การประเมินความความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ควรประเมินด้วยการให้ผู้เรียนเขียนตอบ ซึ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงความแปลกใหม่ ความเหมาะสม และประโยชน์ โดยอ้างถึง Cropley et al. (2011) ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การประเมินผลแนวทางแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative solution Diagnosis Scale: CSCD) ประกอบด้วยเกณฑ์การประเมิน 5 เกณฑ์ 24 ตัวบ่งชี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ความเกี่ยวข้องและประสิทธิภาพ (Relevance & effectiveness)

1.1 สมรรถนะ (Performance) แนวทางการแก้ปัญหาแก้ไขอะไรก็ตามที่คาดว่าจะทำได้

1.2 ความเหมาะสม (Appropriateness) แนวทางการแก้ปัญหาเหมาะสม/สอดคล้องกับข้อจำกัดของงาน

2. สภาพที่เป็นปัญหา (Problematization)

2.1 การกำหนดแผนการ (Prescription) แนวทางแก้ปัญหานั้นๆ แสดงให้เห็นถึงกระบวนการพัฒนาแนวทางที่แก้ไขปัญหาปรากฏ

2.2 การคาดการณ์ (Prognosis) แนวทางการแก้ปัญหาช่วยในการคาดการณ์ผลจากการเปลี่ยนแปลง

2.3 การวินิจฉัย (Diagnosis) แนวทางการแก้ปัญหาก่อให้เกิดความสนใจในจุดอ่อนในแนวทางแก้ไขอื่นๆ ที่มีอยู่

3. การดำเนินการ (Propulsion)

3.1 การให้นิยามใหม่ (Redefinition) แนวทางการแก้ปัญหาระบุใหม่

3.2 การเริ่มต้นใหม่ (Reinitiation) แนวทางการแก้ปัญหาระบุกระบวนการใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 การสร้างใหม่ (Generation) แนวทางการแก้ปัญหาแสดงให้เห็นมุมมองใหม่บนพื้นฐานความเป็นไปได้

3.4 การเปลี่ยนทิศทางใหม่ (Redirection) แนวทางการแก้ปัญหาแสดงให้เห็นกระบวนการขยายความรู้ในทิศทางใหม่

3.5 การรวม/การผสมผสาน (Combination) แนวทางการแก้ปัญหาที่ใช้สิ่งที่ผสมผสานขึ้นมาใหม่จากองค์ประกอบที่มีอยู่

4. ความสมบูรณ์ (Elegance)

4.1 ความพึงพอใจ (Pleasingness) แนวทางการแก้ปัญหามีความแหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4.2 ความสมบูรณ์ (Completeness) แนวทางการแก้ปัญหาสามารถดำเนินบรรลุเป้าหมายได้ดี

4.3 ความยั่งยืน (Sustainability) แนวทางแก้ปัญหาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

4.4 ความลงตัว (Gracefulness) แนวทางการแก้ปัญหาอยู่ในรูปแบบและสัดส่วนที่ลงตัว

4.5 ความน่าเชื่อถือ (Conviscingness) ผู้ดูเห็นว่าแนวทางการแก้ปัญหาสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและเบ็ดเสร็จในกระบวนการ

4.6 ความเข้ากันได้ (Harmoniousness) องค์ประกอบแนวทางการแก้ปัญหาเหมาะสม สอดคล้องกัน

4.7 ความปลอดภัย (Safety) แนวทางปัญหาที่ปลอดภัยต่อการใช้งาน

5. ความเป็นมา (Genesis)

5.1 มุมมอง (Vision) แนวทางการแก้ปัญหาเสนอแนะแบบแผนใหม่ในการตัดสินแนวทางการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่มีอยู่หรือแนวทางการแก้ปัญหาใหม่

5.2 ความสามารถในการปรับเปลี่ยน (Transferability) แนวทางปัญหานำเสนอแนวคิดเพื่อการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง

5.3 ความสามารในการเป็นต้นแบบ (Seminality) แนวทางการแก้ปัญหาชี้สู่ที่ไม่ได้สังเกตมาก่อน

5.4 แนวทางค้นพบ (Palthfinding) แนวทางการแก้ปัญหาเปิดมโนทัศน์/มุมมองทางความคิดใหม่ในประเด็นต่างๆ

5.5 ความสามารถในการพัฒนา (Germinality) แนวทางการแก้ปัญหาเสนอแนะแนวทางใหม่ในการมองปัญหาที่มีอยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.6 การสร้างพื้นฐาน (Foundationlity) แนวทางการแก้ปัญหาเสนอแนะพื้นฐานใหม่เพื่องานอื่นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นมาสามารถสรุปการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ดังนี้ 1) ด้านการค้นหาปัญหาระบุปัญหา/ที่มา 2) ด้านการแก้ไขด้วยความคิดสร้างสรรค์ 3) ด้านการสร้างแผนดำเนินงานและการดำเนินงานตามขั้นตอน 4) ด้านการใช้ความคิด 5) ด้านกระบวนการ/การพัฒนา 6) การใช้งาน/การนำมาใช้ประโยชน์ 7) ความสวยงามและความแปลกใหม่

ตารางที่ 8 สังเคราะห์การประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

รายการ	Baumgartner (2013)	Parner (2014)	เสมอกฎษ์ โสภณพิริญรักษ์ (2557)	ผู้วิจัย
ด้านการค้นหาปัญหาระบุปัญหา/ที่มา	/	/	/	/
ด้านวิธีการแก้ปัญหา	/			
ด้านการแก้ไขด้วยความคิดสร้างสรรค์	/	/		/
ด้านประเมินความคิด	/			
ด้านการสร้างแผนดำเนินงาน	/			/
ด้านการใช้ความคิด	/			/
ด้านดำเนินการ				/
ด้านกระบวนการ/การพัฒนา		/		/
ด้านประโยชน์ใช้สอย/ความสมบูรณ์		/	/	/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากโจทย์การออกแบบผลิตภัณฑ์ของงานวิจัยเล่มนี้ แบ่ง ออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) การประเมินผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2) การประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และ 3) การประเมินด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการวิเคราะห์ สังเคราะห์ วรรณกรรม งานวิจัย พบว่า แต่ละด้านการประเมินมีรูปแบบการประเมินแต่ละด้านที่แต่ต่างกันออกไปและมีบางส่วนที่คล้ายคลึงกัน ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สังเคราะห์หัวข้อการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับโจทย์การออกแบบผลิตภัณฑ์

รายการหัวข้อการประเมิน	**ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์**	**ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม**	**ด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์**	**สรุปการประเมิน**
ส่วนเริ่มต้นปฏิบัติงาน	- ด้านเป้าหมายของการออกแบบ	- การระบุปัญหาต่อการออกแบบ - การวางแผน	- ด้านการค้นหาปัญหาระบุปัญหา/ที่มา - ด้านการสร้างแผนดำเนินงานและการดำเนินงานตามขั้นตอน	1. ด้านระบุปัญหาการออกแบบ 2. ด้านการสร้างแผนงานการดำเนินงาน
ระหว่างปฏิบัติงาน	- ด้านการปฏิบัติงาน - ด้านกระบวนการออกแบบ/รายละเอียดการออกแบบ	- การออกแบบ - การทดลอง	- ด้านกระบวนการ/การพัฒนา	3. ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน 4. ด้านการออกแบบ 5. ด้านการทดลอง
ผลลัพธ์/ผลงาน	- ด้านผลงาน	- ด้านสิ่งแวดล้อม - เทคนิคและองค์ประกอบ - ผลงาน - การนำเสนอ	- ความสวยงามและความแปลกใหม่ - ด้านการใช้ความคิด - ด้านการแก้ไขด้วยความคิดสร้างสรรค์ - การใช้งาน/การนำมาใช้ประโยชน์	6. ด้านผลงาน 7. ด้านเทคนิคและองค์ประกอบของผลงาน 8. ด้านการนำไปใช้สอย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการสังเคราะห์หัวข้อการประเมินการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับโจทย์การออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถแยกประเด็นการประเมินได้ดังนี้ 1) ด้านระบุปัญหาการออกแบบ 2) ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน 3) ด้านการออกแบบ 4) ด้านผลงาน

ตอนที่ 5 การออกแบบผลิตภัณฑ์

5.1 ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยพบว่า มีหลายสถาบัน นักวิจัย นักวิชาการ รวมถึง งานวิจัยและเอกสาร ได้ให้ความหมายไว้อย่างหลากหลาย จากตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2561) ได้ให้ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ การนำหลักแนวคิดของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวมเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเป็นสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถของมนุษย์อย่างสร้างสรรค์ โดยนำความรู้มาใช้กับกระบวนการเทคโนโลยี สร้างสิ่งของ เครื่องใช้ วิธีการ หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิต

ศิริชัย ยศวังใจ (2558) ได้ให้ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีกระบวนการ ลำดับขั้นตอน จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะส่งข้อมูลต่างๆ ไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป และมีการนำแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหามาประยุกต์ใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ณิชานันทน์ เสริมศรี (2557) ได้ให้ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นการออกแบบเพื่อการผลิดผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ งานออกแบบสาขานี้มีขอบเขตมากและแบ่งออกได้เป็นหลายลักษณะ โดยจะต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบด้วยการจัดสัดส่วนให้มีความเหมาะสม โดยพิจารณาจาก การคำนึงการใช้สอย ความงามในผลิตภัณฑ์ ตามหลักสรีระศาสตร์ ต้นทุนในการผลิต ความแข็งแรงทนทาน การดูแลรักษา วัสดุและการผลิต และการขนส่ง

ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ (2558) ได้ให้ความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ไว้ว่า เป็นการตอบสนองความต้องการของลูกค้าหรือเฉพาะกลุ่มคนตามความคาดหวัง ที่ต้องคำนึงถึงความต้องการในการใช้งาน มีเอกลักษณ์ ตราสินค้า และการออกแบบที่ยั่งยืน

ดังนั้นจากแนวคิดหรือความหมายที่กล่าวมาในข้างต้น สามารถสรุปความหมายของการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) หมายถึง เป็นกระบวนการที่ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ ความต้องการของลูกค้า หรือวัตถุประสงค์ใดๆ ก็ตาม โดยจะต้องทำงานขับเคลื่อนอย่างเป็นทีม เพื่อบรรลุเป้าหมายการสร้างและออกแบบผลิตภัณฑ์ และต้องคำนึงถึงความต้องการในการใช้งาน มีเอกลักษณ์ ตราสินค้า และการออกแบบที่ยั่งยืน เพื่อสนองความต้องการของลูกค้าหรือเป็นกระบวนการเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่

5.2 หลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาหลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยพบว่า มีหลายสถาบัน นักวิจัย นักวิชาการ รวมถึง งานวิจัยและเอกสาร ได้ให้หลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีดังนี้

Starkey and Toh (2016) กล่าวถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ รูปแบบที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลงาน มี 2 ขั้นตอน คือ 1) การตั้งวัตถุประสงค์และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น 2) ลำดับเหตุการณ์ความคิดเป็นกระบวนการ พัฒนาขั้นตอนตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล (2559) กล่าวว่าหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย แสวงหาความรู้ 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 5) ขั้นนำเสนอผลงาน 6) ขั้นสรุปผล 7) ขั้นประเมินผล และ 8) ขั้นนำความรู้ไปใช้ และใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ซึ่งบุปผชาติ ทัฬหิกรณ์ (2541: 10) และ ทิศนา แขมมณี (2555: 96-98) ได้ในกล่าวทำนอง เดียวกันว่า ผู้เรียนสามารถนำความคิดที่เกิดขึ้นใน ตนเองมาสร้างสรรค์เป็นชิ้นงานที่ออกมาเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่ เหมาะสมเข้ามาบทบาทสำคัญ ซึ่งจะต้องคอยจัดบรรยากาศหรือสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการ เรียนรู้แก่ผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้าง ความรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล

ณัฐวีร์ พงศ์อาจารย์ (2558) กล่าวว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 5 ระดับชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 งานออกแบบทั่วไป (Routine Design) แก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยใช้วิธีการที่คุ้นเคยหรือจากประสบการณ์ ความชำนาญเฉพาะทางในสาขานั้น ๆ ซึ่งในระดับนี้ยังไม่เรียกว่าเป็นการสร้างประดิษฐกรรมใหม่

ชั้นที่ 2 ปรับปรุงส่วนปลีกย่อยของระบบเดิม (Minor improvements to an existing system) โดยใช้วิธีที่ใช้ทั่วไป ในอุตสาหกรรมชนิดนั้น ๆ และการ optimization ปัจจัยด้านต่าง ๆ

ชั้นที่ 3 ปรับปรุงโครงสร้างหลัก (Fundamental improvement to an existing system) เป็นการแก้ปัญหาที่จะต้องอาศัยความรู้จากภาคอุตสาหกรรมอื่น ๆ มาช่วยด้วย

ชั้นที่ 4 สร้างผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ (New generation product หรือ new concept) โดยที่ยังคงความสามารถในการทำฟังก์ชั่นหลักต่าง ๆ ได้เหมือนกับ generation เดิมหรือเป็นการสร้างเทคโนโลยีใหม่ เพื่อมาแทนที่เทคโนโลยีเดิม

ชั้นที่ 5 คิดค้นนวัตกรรมใหม่ (Scientific discovery new phenomena หรือ pioneer invention) สำหรับความต้องการของระบบใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน

ดังนั้นจากข้อมูลและแนวคิดข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า หลักการของการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) คือ หลักการที่ต้องมีกระบวนการวางแผนและการจำแนกรูปแบบ สร้างแนวคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การออกแบบ การออกแบบเชิงรูปธรรม และการออกแบบรายละเอียด จากการสร้างสรรค์ผลความคิด โดยอาศัยสื่อหรือเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อตอบสนองต่อลูกค้าหรือวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือเพื่อตอบสนองต่อปัญหาและความต้องการ โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถออกแบบได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) งานออกแบบทั่วไป (Routine Design) 2) ปรับปรุงส่วนปลีกย่อยของระบบเดิม (Minor improvements to an existing system) 3) ปรับปรุงโครงสร้างหลัก (Fundamental improvement to an existing system) 4) สร้างผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ (New generation product หรือ new concept) และ 5) คิดค้นนวัตกรรมใหม่ (Scientific discovery new phenomena หรือ pioneer invention)

สรุป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปแต่ละส่วนได้ดังนี้

กระบวนการออกแบบวิศวกรรม คือ กระบวนการที่ประยุกต์ความรู้และนวทางการปฏิบัติอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์หรือปัญหาหลักที่ต้องสร้างหรือแก้ไขปัญหา โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นเป็นจุดปฏิบัติงาน โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้ 1) ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา 2) ขั้นการรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นตอนการวางแผน 4) ขั้นตอนออกแบบ 5) ขั้นการปฏิบัติงาน 6) ขั้นตอนการทดสอบ 7) ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน และ 8) นำเสนอ ซึ่งทุกขั้นตนหรือกระบวนการจะต้องสามารถตรวจสอบได้ทั้งหมด

การเรียนร่วมมือแบบกลุ่มสืบสอบหรือเรียกอีกอย่างว่า G.I. ซึ่งย่อมาจาก Group Investigation เป็นแนวคิดมาจาก John Dewey และพัฒนาต่อมาจนถึงปัจจุบัน โดยเป็นกระบวนการเทคนิคที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับภาระงานเฉพาะและอาศัยหลักการสังคมด้วยความเป็นประชาธิปไตยและสติปัญญาเข้าร่วม เพื่อให้เกิดองค์ความรู้และการทำงานอย่างมีส่วนร่วม ทั้งนี้จะใช้หลักการกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสืบสอบเพื่อเป็นเครื่องมือกระตุ้นผู้เรียนนั้นเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดหัวข้อปัญหาหรือสถานการณ์ 2) ร่วมกันวิพากษ์เสนอแนวคิดเกี่ยวกับหัวข้อปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและดำเนินการวางแผนงานในสมาชิกภายในกลุ่ม 3) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ 4) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลงาน สรุปผล ภายในกลุ่ม ที่ 5) การเตรียมนำเสนอผลงาน 6) นำเสนอผลงาน และ 7) ประเมินผลการเรียนรู้

เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ เป็นเครื่องมือที่สามารถ การสนทนา การอ่านหรือแสดงความคิดเห็นในเว็บบอร์ด การเรียนรู้ออนไลน์ เป็นต้น ซึ่งเป็นลักษณะของสื่อผสมที่สร้างแรงผลักดัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทำงานร่วมกันได้มีปฏิสัมพันธ์กันแบบสองทาง (Two – way Communication) โดยสามารถส่งผ่านความคิดและสามารถทำได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา และทุกสถานการณ์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ว่า เป็นการผสมศาสตร์ 2 อย่างเข้าด้วยกัน ได้แก่ การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ และมีเทคนิคต่างๆ เข้าร่วม โดยมี 8 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ด้านระบุปัญหาการออกแบบ 2) ด้านการสร้างแผนงานการดำเนินงาน 3) ด้านกระบวนการปฏิบัติงาน 4) ด้านการออกแบบ 5) ด้านการทดลอง 6) ด้านผลงาน 7) ด้านเทคนิคและองค์ประกอบของผลงาน และ 8) ด้านการนำไปใช้สอย

และการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการออกแบบเพื่อเกิดผลิตภัณฑ์ขึ้นสามารถออกแบบได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้ 1) งานออกแบบทั่วไป 2) ปรับปรุงส่วนปลีกย่อยของระบบเดิม 3) ปรับปรุงโครงสร้าง 4) สร้างผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ และ 5) คิดค้นนวัตกรรมใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการใช้กลุ่มสืบสอบเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม 2) เพื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

ผู้วิจัยได้มีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ประชากรและตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) มีแบบแผนการวิจัยแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดสองครั้ง (Two group Pretest-Posttest Design) (วรรณี แกมเกตุ, 2555) มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และกิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ โดยมีการเก็บข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง (Pretest-Posttest) ดังภาพที่ 32

ภาพที่ 32 แบบแผนการวิจัยกึ่งทดลองแบบศึกษา 2 กลุ่มวัดสองครั้ง (Two group Pretest-Posttest Design)

E_1	:	O_1	X_1	O_2
E_2	:	O_3	X_2	O_4

E_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1

E_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2

O_1, O_3 แทน การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ก่อนเรียน

O_2, O_4 แทน การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หลังเรียน

X_1 แทน กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

X_2 แทน กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2. ประชากรและตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2561

2. ตัวอย่างที่ใช้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี โดยดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอนดังนี้

1) การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) มีเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

1.1) เป็นโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2561 ของกระทรวงศึกษาธิการ และมีรายวิชาในกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีเปิดสอนในภาคปลายปีการศึกษา 2561

1.2) เป็นโรงเรียนที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี รวมถึงระบบอินเทอร์เน็ตที่เอื้ออำนวยและสะดวกต่อการจัดกิจกรรมการสอน

1.3) เป็นโรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนเพียงพอต่อการทดลองในการวิจัย

2) เลือกห้องเรียนที่จะใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ซึ่งการเลือกแบบเจาะจงคือ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี และมีรายวิชาการงานอาชีพและเทคโนโลยี (การออกแบบผลิตภัณฑ์) เปิดสอนในสายวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จำนวน 3 ห้อง จึงสุ่มอย่างง่าย 2 ห้อง เป็นตัวอย่างวิจัยได้ห้อง 1 เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการออกแบบวิศวกรรมจำนวน 41 คน และได้ห้อง 2 เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมจำนวน 44 คน จากนักเรียนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้อง จำนวน 85 คน โดยมีวิธีการจัดตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองดังนี้

2.1) วิธีการจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองของกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม จากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกพบว่ามีจำนวน 41 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกลุ่มตัวอย่างเข้าทดลองโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ นำมาเรียงลำดับแล้วคัดเลือกเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 5 คน 7 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 1 กลุ่ม กลุ่ม มีข้อกำหนดดังนี้

- นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ ต่ำกว่า 2.50 ลงมา (หมายเลข 1)

- นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์กลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับระหว่าง 2.50 – 3.50 (หมายเลข 2)

- นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ ระหว่าง 3.50 – 4.00 (หมายเลข 3)

ทั้งนี้ข้อกำหนดของกิจกรรมกลุ่มแบบสืบสอบเป็นรูปแบบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันสืบค้นข้อมูลมาใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ได้แก่ เก่ง ปานกลาง และอ่อน และให้นักเรียนดูแลซึ่งกันและกัน โดยจะให้นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำจะมีสิทธิ์เลือกการปฏิบัติงานก่อนทุกครั้งและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูงคอยดูแลและกำกับติดตาม ให้ความช่วยเหลือสมาชิกภายในกลุ่ม มีลักษณะการแบ่งดังนี้ นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ (หมายเลข1) จะมีสิทธิ์เลือกการปฏิบัติงานก่อนทุกครั้ง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์กลาง (หมายเลข 2) จะเป็นเลขาของกลุ่มในการสรุปงานทุกครั้ง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูง (หมายเลข 3) จะเป็นประธานและสมาชิกทุกคนจะต้องช่วยเหลือนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำทุกครั้ง ทั้งนี้ครูผู้สอนจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนนั้นได้หมายเลขอะไรในขณะที่กำลังเข้ากลุ่ม โดยผลการคัดเลือกเข้ากลุ่มได้จำนวน 8 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีระดับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ภายในกลุ่มประกอบด้วย นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ จำนวน 2 คน นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์กลาง จำนวน 2 คน และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูงจำนวน 1 คน

2.2) วิธีการจัดกลุ่มตัวอย่างของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม จากกลุ่มตัวอย่างที่เลือกพบว่ามีจำนวน 44 คน ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน 8 กลุ่ม และกลุ่มละ 4 คน 1 กลุ่ม อย่างอิสระ โดยผลการคัดเลือกเข้ากลุ่มได้จำนวน 9 กลุ่ม

ตารางที่ 10 การแบ่งกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง

ประเภทกลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มการเรียน									รวม (คน)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
กลุ่มทดลองที่ 1	สูง (47)	สูง (45)	สูง (45)	สูง (57)	สูง (50)	สูง (45)	สูง (48)	สูง (45)		41
	ปานกลาง (38,40)	ปานกลาง (40,40)	ปานกลาง (34,39)	ปานกลาง (40,40)	ปานกลาง (35,35)	ปานกลาง (37,38)	ปานกลาง (40,21)	ปานกลาง (35,36)		
	อ่อน (23,22)	อ่อน (24,25)	อ่อน (22,27)	อ่อน (27,28)	อ่อน (26,17,26)	อ่อน (26,25)	อ่อน (23,29)	อ่อน (25,23)		
กลุ่มทดลองที่ 2	สูง (42,46)	สูง	สูง (45)	สูง (52)	สูง	สูง (47)	สูง (46,54)	สูง (41,41,47, 47)	สูง (42)	44
	ปานกลาง (36,33,33)	ปานกลาง (36,36,37, 37)	ปานกลาง (38)	ปานกลาง (32,35,36)	ปานกลาง (39,40,43, 43)	ปานกลาง (39,36,34)	ปานกลาง (35,44)	ปานกลาง (37,37)	ปานกลาง (33,36,35)	
	อ่อน	อ่อน (24)	อ่อน (20,22,24)	อ่อน (21)	อ่อน (21)	อ่อน (25)	อ่อน (24)	อ่อน	อ่อน (28)	

จากตางรางที่ 12 สรุปกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีจำนวน 41 คน แบ่งเป็น 8 กลุ่มย่อย โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง 8 คน นักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลาง 16 คน และนักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ 17 คน จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทดสอบความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน ทั้งนี้แบ่งตามกิจกรรมกลุ่มสืบสอบ และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีจำนวน 44 คน แบ่งเป็น 9 กลุ่มย่อย โดยมีนักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับสูง 12 คน นักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลาง 26 คน และนักเรียนที่มีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ 9 คน โดยผู้เรียนจับกลุ่มกันอย่างอิสระ ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ในผู้เรียนมีคะแนนระดับผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ พบว่า ค่าความสัมพันธ์เท่ากับ .872 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (วรรณี แกมเกตุ, 2555)

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมี 2 แบบ ได้แก่

- แผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

- แผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่

- แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ (แบบทดสอบแบบสถานการณ์)

- แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์

- แบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์ มีขั้นตอนในการพัฒนาแผนที่ใช้ในการทดลองดังนี้

1.1) ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี

1.2) ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากหนังสือและคู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมการออกแบบผลิตภัณฑ์ จากนั้นสำรวจการจัดทำแผนกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์ ด้านกระบวนการ เนื้อหา ข้อจำกัดกิจกรรมจากครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี จำนวน 13 โรงเรียน โดยพบว่า จากการสำรวจเนื้อหาการสอนในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์มีเนื้อหาดังนี้ 1) การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ 2) การออกแบบผลิตภัณฑ์ และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์และการนำเสนอ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าเมื่อผู้สอนได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จจะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานกลุ่มการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งของเครื่องใช้และให้นำเสนอผ่านสื่อออนไลน์เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงาน แต่ในการใช้สื่อในการสอนและเทคโนโลยีของผู้สอนยังคงไม่มี ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลการสำรวจมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย โดยแบ่งรายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ดังตารางที่ 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 11 รายละเอียดหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

ลำดับหน่วยการเรียนรู้	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ
1	การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้	1. การปฐมนิเทศความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียน 1.1 วิธีการเรียนและวิธีปฏิบัติกิจกรรม 2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ 2.2 หลักการพื้นฐานในการออกแบบ 2.3 หลักการสำคัญการออกแบบผลิตภัณฑ์ 2.4 ข้อคำนึงการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3. การพัฒนาและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ 3.1 วิธีการสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ 4. การพัฒนาและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ 4.1. หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น
2	การออกแบบผลิตภัณฑ์	1. การออกแบบผลิตภัณฑ์ 1.1 ภาพ 3 มิติ 1.2 ภาพฉาย 1.3 ภาพสเกตช์ 2. การใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ 2.1 การใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบด้วยโปรแกรม Google Sketchup
3	ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์และการนำเสนอ	1. ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ 1.1 ความคิดสร้างสรรค์ 1.2 การแก้ปัญหาหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ 2. หลักการนำเสนอ 2.1 หลักการนำเสนอผลงาน 2.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายของการนำเสนอ

1.3) วิเคราะห์และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และผลที่คาดหวังในกิจกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์รายละเอียดของการพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.4) ศึกษาเครื่องมือที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยแบ่งออกเป็น 1) เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ 2) เครื่องมือด้านการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4.1) เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์

1.4.1.1) ผู้วิจัยศึกษาและคัดเลือกมีเกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกให้เหมาะสมกันการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

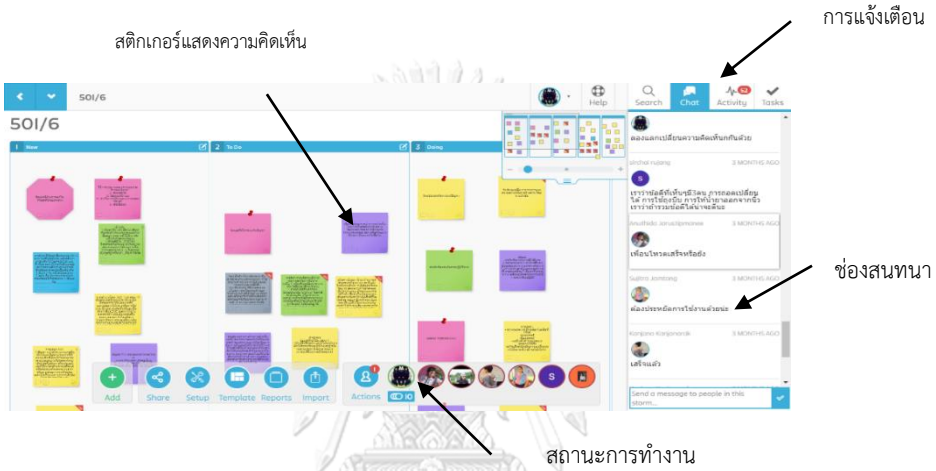
- ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้แบบเสมือนเวลาและไม่เสมือนเวลา
- ระบบสามารถส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนได้
- ระบบสามารถสนทนาระหว่างการทำงานร่วมกันได้
- ระบบสามารถเพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ รูปวาด และความคิดเห็นได้
- ระบบสามารถเลือกความคิดเห็นที่ดีที่สุดได้ด้วยการโหวตได้
- ระบบรองรับภาษาไทยในการใช้งาน

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

รายการ	GroupMap	RealtimeBoard	StormBoard	Symbaloo	Pearltrees	Evernote	Linoit Sticky	Spaaze	GoConqr
เพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์ PDF และเอกสารจาก Google Drive		/	/	/	/	/	/	/	/
สามารถส่งออกงานออกมาเป็นในไฟล์รูปแบบเอกสาร หรือไฟล์รูปภาพ		/	/			/			
สามารถทำงานร่วมกันได้เสมือนเวลา (real time)	/	/	/	/	/	/	/	/	/
สามารถแสดงความคิดเห็น	/	/	/			/	/	/	/
สามารถสนทนาระหว่างกันได้	/	/	/						/
สามารถโหวตความคิดเห็นได้ทันที	/	/	/						
รองรับภาษาไทย	/	/	/			/			
รองรับการวาดภาพ			/			/			

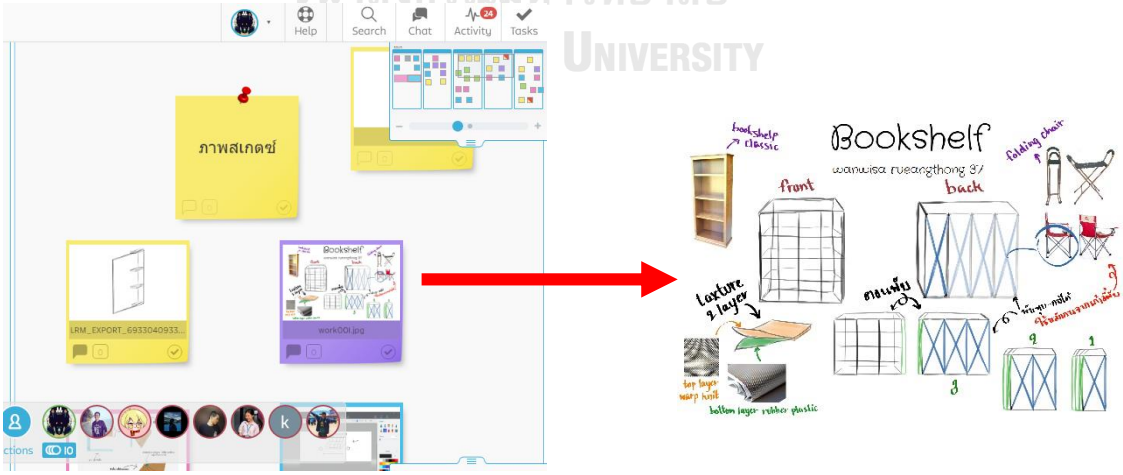
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทั้งนี้จากผลการพิจารณาพบว่า เครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard มีความสามารถที่จะสนับสนุนต่อการวิจัยครั้งนี้ได้ โดยมีรูปแบบการทำงานได้คือ 1) เพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์ PDF และเอกสารจาก Google Drive 2) สามารถส่งออกงานออกมาเป็นในไฟล์รูปแบบเอกสาร หรือไฟล์รูปภาพ 3) สามารถทำงานร่วมกันได้เสมือนเวลา (real time) 4) สามารถแสดงความคิดเห็น 5) สามารถสนทนาระหว่างกันได้ 6) สามารถโหวตความคิดเห็นได้ทันที 7) รองรับภาษาไทย และ 9) รองรับการวาดภาพ



ภาพที่ 33 ลักษณะการปฏิบัติกิจกรรมในเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard

(ที่มา : ตัวอย่างผลกิจกรรมกลุ่มทดลองที่ใน https://stormboard.com)

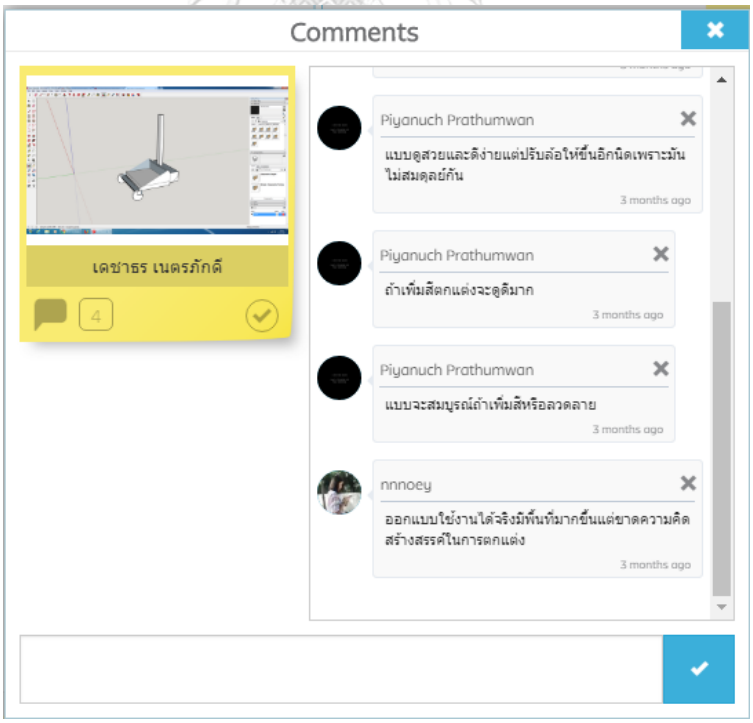


ภาพที่ 34 ฟังก์ชันการใช้งานวาดภาพของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard

(ที่มา : ตัวอย่างผลกิจกรรมกลุ่มทดลองที่ใน https://stormboard.com)

ภาพที่ 35 ฟังก์ชันการใช้งานการโหวตของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard

(ที่มา : ตัวอย่างผลกิจกรรมกลุ่มทดลองที่ใน https://stormboard.com)



ภาพที่ 36 ฟังก์ชันการแสดงความคิดเห็นของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard

(ที่มา : ตัวอย่างผลกิจกรรมกลุ่มทดลองที่ใน https://stormboard.com)

1.4.1.2) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา จากนั้นนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 คน พิจารณา เครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard ว่ามีความเหมาะสมและตรงความต้องการของงานวิจัยในครั้งนี้หรือไม่ จากนั้นนำข้อบกพร่องปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

โดยนำแบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard พบว่า มีผลค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน มีค่า IOC เท่ากับ 1 ซึ่งมากกว่า 0.5 พบว่า มีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ในแผนการทดลองต่อไปได้

1.4.2) โปรแกรมด้านการออกแบบ

1.4.2.1) ผู้วิจัยศึกษาและคัดเลือกมีเกณฑ์การพิจารณาเพื่อคัดเลือกให้เหมาะสมกันการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ โปรแกรมด้านการออกแบบที่มีในปัจจุบันพบว่ามีโปรแกรมให้เลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย ได้แก่ Sketchbook, Assembly, Sketches, Auto Draw, Adobe Draw, ASKetch, Google Sketchup และ Adobe Photoshop โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือก ดังนี้

- โปรแกรมสามารถสร้างภาพ 2 และ 3 มิติ ได้
- โปรแกรมสามารถใช้งานได้ฟรี
- โปรแกรมสามารถกำหนดขนาดได้
- โปรแกรมสามารถบันทึกไฟล์ภาพ JPEG, RAW และ PNG ได้
- โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือได้
- โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ได้
- โปรแกรมรองรับระบบภาษาไทย

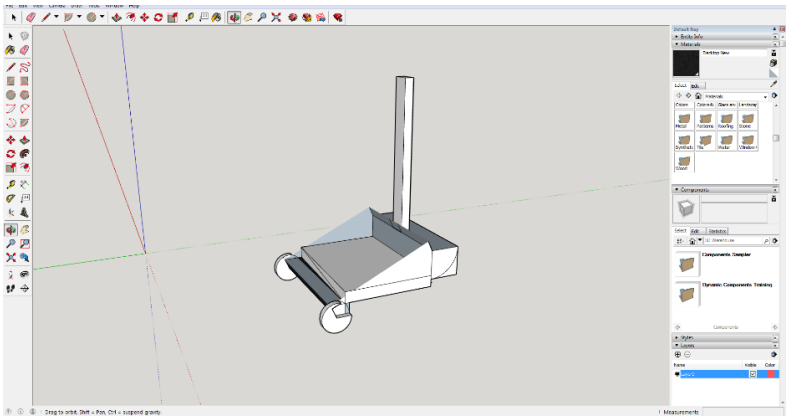
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมด้านการออกแบบ

รายการ	Sketchbook	Assembly	Sketches	Auto Draw	Adobe Draw	ASKetch	Google Sketchup	Adobe Photoshop
โปรแกรมสามารถสร้างภาพ 2 และ 3 มิติ ได้							/	
โปรแกรมสามารถใช้งานได้ฟรี	/	/	/				/	
โปรแกรมสามารถกำหนดขนาดได้							/	
โปรแกรมสามารถบันทึกไฟล์ภาพ JPEG, RAW และ PNG ได้	/	/	/	/	/	/	/	/
โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือได้	/	/	/	/	/	/	/	/
โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ได้							/	/

ทั้งนี้จากการพิจารณาการเปรียบเทียบคุณสมบัติของโปรแกรมด้านการออกแบบพบว่าโปรแกรม Google Sketchup มีความสามารถที่จะสนับสนุนต่อการวิจัยครั้งนี้ได้ โดยมีรูปแบบการทำงานได้คือ 1) โปรแกรมสามารถสร้างภาพ 2 และ 3 มิติ ได้ 2) โปรแกรมสามารถใช้งานได้ฟรี 3) โปรแกรมสามารถกำหนดขนาดได้ 4) โปรแกรมสามารถบันทึกไฟล์ภาพ JPEG, RAW และ PNG ได้ 5) โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือได้ และ 6) โปรแกรมรองรับการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ได้

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 37 ตัวอย่างผลงานจากโปรแกรม Google Sketchup

1.4.2.2) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณา จากนั้นนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ต่อ Google Sketchup ว่ามีความเหมาะสมและตรงความต้องการของงานวิจัยในครั้งนี้หรือไม่ โดยนำแบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการออกแบบ Google Sketch up พบว่าผลจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของโปรแกรมการออกแบบ Google Sketch up พบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 1 แสดงว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถนำไปใช้และมีความเหมาะสมต่อกิจกรรมการเรียนรู้

1.4.2.3) ทำการปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาอีกครั้ง

แผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ผู้วิจัยพัฒนาตามขั้นตอนดังนี้

1) เขียนโครงร่างแผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2) นำโครงร่างแผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3) นำโครงร่างแผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมารวมกันหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (Index of consistency: IOC) โดยมีดัชนีความเหมาะสมดังนี้

ค่า IOC	ตั้งแต่ 0.5 – 1.00	อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้
ค่า IOC	ต่ำกว่า 0.5	อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่า IOC เท่ากับ 1 จัดว่าแผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ทดลองได้ และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้ 1) กระบวนการสืบสอบและสื่อจะสามารถช่วยสร้างทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ และหากสามารถทำให้กลุ่มอ่อนพัฒนาจนทัดเทียมกับกลุ่มเก่งจะสร้างความเชื่อมั่นให้กับสื่อและกระบวนการให้มาก

ยิ่งขึ้น และ 2) ขอให้พิจารณาเวลาในการดำเนินกิจกรรมว่ามีความเหมาะสมและยืดหยุ่นเพียงพอหรือไม่

แผนกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1) เขียนโครงร่างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม จากการสัมภาษณ์ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีจำนวน 13 โรงเรียน พบว่า ทุกโรงเรียนใช้สื่อออนไลน์ Facebook ในการแสดงผลงานออนไลน์ของผู้เรียน เนื่องจากการใช้งานง่ายและเข้าถึงผู้เรียนทุกคน อีกทั้งยังไม่เสียค่าใช้จ่ายและได้ข้อเสนอแนะจากบุคคลอื่นๆ

2) นำโครงร่างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3) นำโครงร่างแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาหรือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำ

ผลการประเมินดัชนีความสอดคล้องโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่า IOC เท่ากับ 1 จัดว่าแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ทดลองได้ และมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญดังนี้ การกำหนดกิจกรรม (เวลาเรียน) จะต้องมีความยืดหยุ่นค่อนข้างมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

1.1) แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ซึ่งมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ และแต่ละสถานการณ์มี 4 ข้อคำถาม ตามแนวคิดของ Isaksen et al. (2011) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 0 – 3 คะแนน สำหรับการวัดการแก้ปัญหาสถาณการณ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

1.1.1) ผู้วิจัยศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์

1.1.2) นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ความเกี่ยวข้องในการใช้แบบประเมิน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.1.3) นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญทรงคุณวุฒิด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวน 3 คน และประสบการณ์ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อย่างน้อย 3 ปี และ/หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา และความเหมาะสมการแก้ปัญหาสถาณการณ์การออกแบบผลิตภัณฑ์

จากการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งมากกว่า 0.5 จึงสรุปได้ว่ามีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดลองได้ และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญดังนี้ มีการปรับปรุงข้อคำถาม ปรับภาษาเพื่อลดความสับสนในโจทย์ข้อคำถาม

1.1.4) จากนั้นหาค่าระดับความยากหรือค่าความง่าย (Difficulty index or Easiness) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้หาค่าสัมประสิทธิแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) ทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี แผนการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จำนวน 32 คน เนื่องจากคุณสมบัติมีความใกล้เคียงกันกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พิจารณาข้อสอบ และศึกษาโครงสร้างของคำถามในเครื่องมือว่าวัดคุณลักษณะเดียวกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยข้อสอบที่ใช้ได้คัดเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายที่เหมาะสม และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งสามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้เรียนได้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543) ทั้งนี้ได้นำแบบทดสอบไปใช้ในครั้งแรกจำนวน 8 ข้อ ได้ข้อสอบที่เหมาะสมจำนวน 6 ข้อ เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) โดยปกติในการวิจัยทางสังคมศาสตร์ เกณฑ์ยอมรับอยู่ที่ 0.7 ขึ้นไป (Cronbach 1970 : 161)

ทั้งนี้พบว่า แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วงระหว่าง 0.2 – 0.4 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เมื่อวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค พบว่า มีค่าความเชื่อมั่น 0.987

1.2) แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ แบ่งออกเป็นแบบประเมิน 2 มิติ คือ 1) แบบประเมินคะแนนสำหรับผลงานของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้ของ Cropley and Kaufman (2011) เป็นการประเมินผลงานตามเกณฑ์การพิจารณาแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ 65 คะแนน 2) แบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการวิศวกรรมของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้ของ Iorga (2011) John K. Estell and Hurtig (2006) และ NRC (2009) เป็นการประเมินกระบวนการวิศวกรรมตามเกณฑ์การพิจารณาแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ 50 คะแนน ทั้งนี้เมื่อนำมาใช้ประเมินผลงานจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจผลงานจำนวน 2 คน และผู้วิจัย รวม 3 คน โดยมีคะแนนรวมเต็ม 115 คะแนน โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ในการวัดระดับความเกี่ยวข้องของคะแนน เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของคะแนน (วรรณี แกมเกตุ, 2555)

1.2.1) ผู้วิจัยนำเกณฑ์การประเมินดังกล่าวมาปรับจากการสังเคราะห์เอกสาร งานวิจัย วรรณกรรม ในรูปแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ความเกี่ยวข้องในการใช้แบบประเมิน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.2.2) นำแบบประเมินเสนอผู้เชี่ยวชาญทรงคุณวุฒิด้านการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จำนวน 3 คน โดยมีประสบการณ์ด้านกระบวนการวิศวกรรมอย่างน้อย 3 ปี และ/หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนกระบวนการวิศวกรรม เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา

1.2.3) ทำการปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาอีกครั้ง จากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่าแบบประเมินการออกแบบผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมต่อการประเมินและสามารถนำไปใช้ในการประเมินได้

1.2.4) การประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีผู้ประเมิน 3 คน โดยมีประสบการณ์ด้านกระบวนการวิศวกรรมอย่างน้อย 3 ปี และ/หรือผู้มีประสบการณ์ด้านการสอนกระบวนการวิศวกรรม จากการทดสอบคะแนนประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองที่ 1 ภายในชั้นเท่ากับ .939 และ กลุ่มทดลองที่ 2 ภายในชั้นเท่ากับ .902 หมายความว่า คะแนนของผู้ประเมินมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (วรรณี แกมเกตุ, 2555; อวยพร เรือง ตระกูล, 2553)

1.3) เครื่องมือสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

1.3.1) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบกึ่งโครงสร้าง (Unstructured Interview) ประกอบด้วย 2 รูปแบบ

- แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) เป็นแบบตรวจสอบแบบรายการที่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยเป็นลักษณะคำถามแบบปลายปิดและมีคำตอบที่แน่ชัด โดยแต่ละคำถามมีตัวเลือกมากว่า 2 ตัวเลือกขึ้นไป

- แบบสอบถามลักษณะคำถามแบบปลายเปิด เป็นแบบสอบถามที่ให้ผู้ตอบเขียน – ตอบอย่างอิสระตามเงื่อนไขที่ข้อคำถามได้กำหนดไว้

1.3.2) ผู้วิจัยนำเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบกึ่งโครงสร้าง เสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษา

1.3.3) นำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ

1.3.4) นำเครื่องมือสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบกึ่งโครงสร้าง ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงต่อเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา ตลอดจนความครบถ้วนสมบูรณ์ของเครื่องมือ จากนั้นนำผลพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมารวมกันหาค่าเฉลี่ยข้อคำถามและวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC)

จากการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1 ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะว่า อาจปรับปรุงข้อคำถามให้ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ตรงกัน และมีการปรับปรุงข้อคำถามให้ชัดเจนมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.5) ปรับปรุงข้อคำถามจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา จากนั้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาอีกครั้ง

1.3.6) ปรับปรุงข้อคำถาม ข้อสำรวจความคิดเห็น และเครื่องมือสำรวจความคิดเห็น จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาก่อนนำไปใช้

1.3.7) แก้ไขแบบประเมินให้ถูกต้องสมบูรณ์ พร้อมนำไปใช้

4. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี ตัวอย่างวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มทดลองที่1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินแนะนำรายวิชา วิธีการเรียน กติกา และรูปแบบการสอนรวมถึงภาระงานที่จะเกิดขึ้น ดำเนินการจัดกลุ่มผู้เรียนดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ผู้สอนเป็นคนจับกลุ่มให้เองตามลักษณะวิธีการสอนกระบวนการกลุ่มแบบสืบสอบ ที่ให้ผู้เรียนทำงานงานเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถโดยได้ทั้งสิ้น 8 กลุ่ม

กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม ผู้เรียนสามารถดำเนินการจับกลุ่มได้ตามอิสระได้ทั้งสิ้น 9 กลุ่ม

2. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้เวลาการทำแบบทดสอบ 60 นาที

3. ดำเนินการสอนตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 3 หน่วยการเรียนรู้ เพื่อเรียนรู้พื้นฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสิ้น รวม 18 ชั่วโมง 9 สัปดาห์

4. ชั่วโมงที่ 18 นักเรียนจะทำแบบทดสอบหลังเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้เวลาการทำแบบทดสอบ 60 นาที

5. ผู้วิจัยดำเนินการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ

ตารางที่ 14 โครงสร้างรายละเอียดเนื้อหาที่นำมาใช้ในแผนกิจกรรมการเรียนรู้การออกแบบผลิตภัณฑ์

ว/ด/ป	สัปดาห์ที่	ชั่วโมง	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	ขั้นตอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรม
6/11/61	1	1	การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้	การปฐมนิเทศความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียน	
		2		การออกแบบผลิตภัณฑ์	
13/11/61	2	3		วิธีการสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้	ขั้นตอนที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา ขั้นตอนที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูล
		4		หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น	ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการวางแผน
20/11/61	3	5 – 6	การออกแบบผลิตภัณฑ์	ภาพ 3 มิติ/ภาพฉาย	ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการออกแบบ
27/11/61	4	7 – 8			
4/12/61	5	9 – 10			
11/12/61	6	11 -12			
18/12/61	7	13 – 14		การออกแบบด้วยโปรแกรม Google Sketchup	
25/12/61	8	15 - 16			
8/1/62	9	17	ความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์และการนำเสนอ	ความคิดสร้างสรรค์/การแก้ปัญหาหรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์	ขั้นตอนที่ 5 ขั้นการปฏิบัติงาน ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการทดสอบ ขั้นตอนที่ 7 ขั้นปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน
		18		ขั้นตอนนำเสนองาน	ขั้นตอนที่ 8 ขั้นตอนการนำเสนองาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างและผลการทดลองเบื้องต้น

2. วิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีการทางสถิติ Independent Sample t-test เพื่อทดสอบความแปรปรวนร่วมกับความสามารถในการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์แบบทดสอบแบบสถานการณ์ และวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนภายในกลุ่ม (paired sample test)

3. วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ระดับต่ำ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (t-test dependent)

4. วิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบคะแนนการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทางสถิติ Independent Sample t-test

5. วิเคราะห์การสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน ด้วยสถิติเชิงพรรณนาหรือสถิติบรรยาย (Descriptive Statistics)

6. วิเคราะห์แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผู้ประเมิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

2. เพื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน

3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

มีสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หลังจากดำเนินการทดลองตามขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลทำการวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 1

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระหว่างกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยที่กลุ่มทดลองที่ 1 ,uจำนวน 41 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 มีจำนวน 44 คน ระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ด้วยวิธีการทางสถิติ Independent Sample t-test เพื่อทดสอบความแปรปรวนร่วมกับความสามารถในการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ก่อนเรียน

คะแนนก่อนเรียน	N	Mean	S.D.	Levene's Test for Equality of Variances		t	*P*
				F	Sig.		
กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	41	34.02	9.467	.048	.828	-1.357	.179
กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม	44	36.81	9.507				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม จากคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ก่อนเรียน พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีความแปรปรวนเท่ากัน และพบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่ากลุ่มทดลองมีความรู้เดิมที่ไม่แตกต่างกัน

ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถดำเนินการทดสอบได้ เนื่องจากทั้ง 2 กลุ่มมีความสามารถที่เท่ากัน

1.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนภายในกลุ่ม (Paired-Sample t-test)

คะแนน	N	**คะแนนก่อนเรียน**		**คะแนนหลังเรียน**		t	*P*
ก่อนเรียน – หลังเรียน		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	41	34.02	9.467	55.70	5.523	-12.810	.000*
กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม	44	36.81	9.507	52.22	5.648	-10.829	.000*

*p<.05

จากตารางที่ 16 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 34.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 9.467 ซึ่งหลังเรียนพบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้น เท่ากับ 55.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.523 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 36.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 9.507 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 52.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.648 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 17 คะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน

คะแนนก่อนเรียน	N	Mean	S.D.	Levene's Test for Equality of Variances		t	*P*
				F	Sig.		
กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	41	55.70	5.523				
				.008	.927	2.869	.005*
กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม	44	52.22	5.648				

*p<.05

จากตารางที่ 17 พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนเฉลี่ยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียน เท่ากับ 55.70 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.523 และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีคะแนนเฉลี่ยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์หลังเรียน เท่ากับ 52.22 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.648 โดยคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2

จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน และมีสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 41 คน และมีกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำจำนวน 17 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 44 คน และมีกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำจำนวน 9 คน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำอยู่ในช่วง 17 ถึง 26 คะแนน

2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อพิจารณาวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่มีคะแนนก่อนเรียนระดับต่ำด้วยวิธีการทางสถิติ Independent Sample t-test พบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีความสามารถที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าระดับความสามารถของกลุ่มทดลองระดับต่ำทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงสามารถดำเนินการทดสอบได้ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองในระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (t-test dependent) มีดังนี้

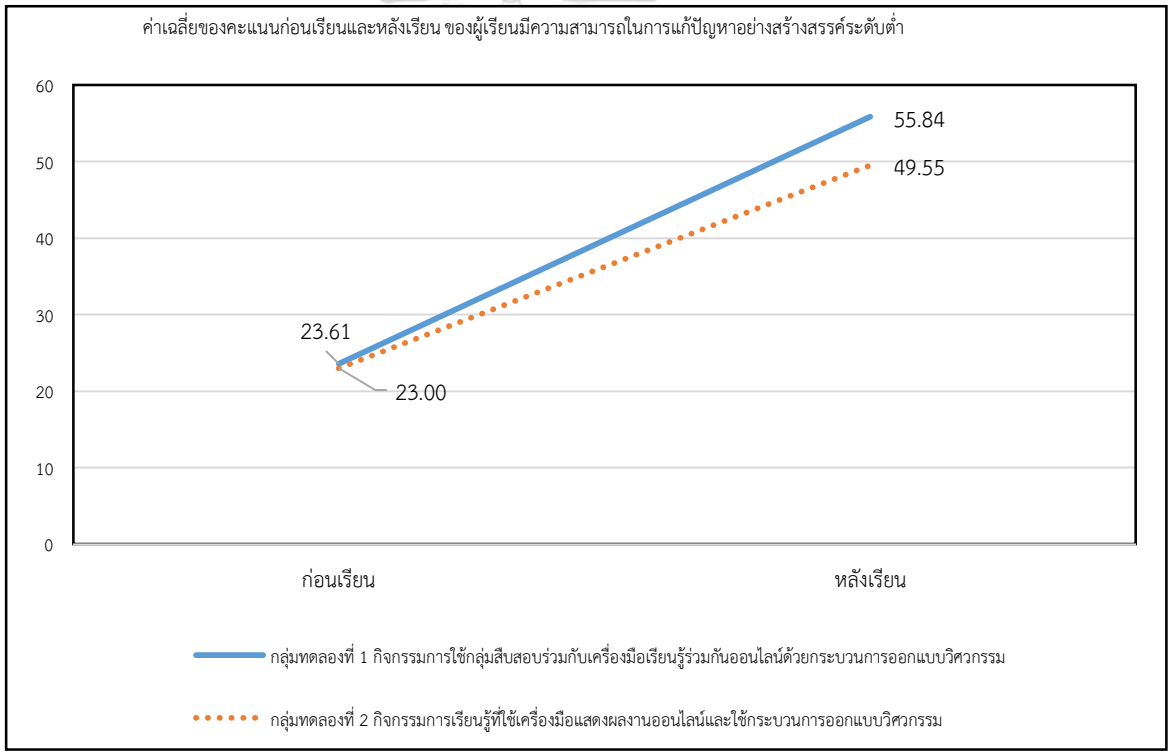
ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม

คะแนน	N	**คะแนนก่อนเรียน**		**คะแนนหลังเรียน**		t	*P*
ก่อนเรียน – หลังเรียน		Mean	S.D.	Mean	S.D.		
กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	17	23.61	2.467	55.84	6.581	-18.255	.000*
กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม	9	23.00	2.061	49.55	4.585	-24.032	.000*

*p<.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของกลุ่มทดลองที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระดับต่ำ ทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลองระดับต่ำมีคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 23.61 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 55.84 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม พบว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 23.00 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 49.55 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 38 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระดับต่ำ

2.2 ผลการทดสอบตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน ของผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำ

คะแนนก่อนเรียน	N	Mean	S.D.	Levene's Test for Equality of Variances		t	*P*
				F	Sig.		
กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	13	55.84	6.581	.379	.545	2.474	.022*
กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม	9	49.55	4.585				

*p<.05

จากตารางที่ 19 พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนเฉลี่ยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนในระดับต่ำ เท่ากับ 55.84 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.581 และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม คะแนนเฉลี่ยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนในระดับต่ำ เท่ากับ 49.55 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.585 โดยคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 3

หลังจากกลุ่มทดลองที่ 1 ที่เรียนด้วยแผนกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมผู้วิจัยได้ทำการประเมินความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม สรุปผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มดังกล่าวโดยแบบออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

ตารางที่ 20 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

		จำนวน (คน)	**ร้อยละ (%)**
เพศ	ชาย	11	26.83
	หญิง	30	73.17
	รวม	**41**	**100.00**
คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA)	น้อยกว่า 2.00	0	0.00
	2.00 - 2.50	16	39.02
	2.51 – 3.00	5	12.19
	3.01 –3.50	12	29.26
	มากกว่า 3.50	8	19.53
	รวม	**41**	**100.00**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 20 พบว่า เพศหญิงมีจำนวนมากที่สุดจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 73.17 และเพศชายมีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 26.83 โดยมีคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA) ช่วง 2.00 - 2.50 มากที่สุดมีจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 39.02 ลำดับต่อมาคะแนนเฉลี่ยสะสม ช่วง 3.01 - 3.50 คิดเป็นร้อยละ 29.26 ลำดับต่อมาคะแนนเฉลี่ยสะสมมากกว่า 3.50 คิดเป็นร้อยละ 19.53 และคะแนนเฉลี่ย ช่วง 2.51 – 3.00 คิดเป็นร้อยละ 12.19

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

การใช้งานเครื่องมือการทำงานร่วมกัน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถสนับสนุนการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้	4.10	0.63	มาก
2. เครื่องมือการทำงานร่วมกันเอื้อต่อการอภิปราย แสดงความคิดเห็น การโหวต เป็นต้น	4.23	0.89	มาก
3. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสมารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ	4.08	0.92	มาก
4. เครื่องมือการทำงานร่วมกันมีความสวยงาม และน่าสนใจ	3.85	0.98	ปานกลาง
5. เครื่องมือการทำงานร่วมกันมีการแบ่งหมวดหมู่ ง่ายต่อการทำความเข้าใจ	4.18	0.75	มาก
6. เครื่องมือสร้างการการเชื่อมโยง (Link) ไปยังสารสนเทศอื่น มีประสิทธิภาพตอบสนองได้ดี	3.77	0.89	ปานกลาง
7. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ	4.05	0.90	มาก
8. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถสนองต่อการสร้างองค์ความรู้และส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	4.31	0.85	มาก
9. การใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันให้ความสะดวกการติดต่อสื่อสารไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่	4.13	1.04	มาก
10. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถใช้ได้ในทุกอุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร	4.13	0.94	มาก
11. เครื่องมือการทำงานร่วมกันส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน	4.15	0.62	มาก
12. เครื่องมือการทำงานร่วมกันเป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ต่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม	4.21	0.82	มาก
ภาพรวม	**4.10**	**0.85**	**มาก**

จากตารางที่ 21 พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นต่อการใช้งานเครื่องมือการทำงานร่วมกันภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.10, S.D. = 0.85) โดยเครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถสนองต่อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การสร้างองค์ความรู้และส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.31, S.D. = 0.85) รองลงมาเครื่องมือการทำงานร่วมกันเอื้อต่อการอภิปราย แสดงความคิดเห็น การโหวต เป็นต้น ($\overline{X}$ = 4.23, S.D. = 0.89) และเครื่องมือการทำงานร่วมกันเป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ต่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ($\overline{X}$ = 4.21, S.D. = 0.82)

ทั้งนี้ยังพบว่าเครื่องมือสร้างการการเชื่อมโยง (Link) ไปยังสารสนเทศอื่น มีประสิทธิภาพตอบสนองได้ดีน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.77, S.D. = 0.89) รองลงมาเครื่องมือการทำงานร่วมกันมีความสวยงาม และน่าสนใจระดับน้อย ($\overline{X}$ = 3.85, S.D. = 0.98) และเครื่องมือการทำงานร่วมกันสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ ($\overline{X}$ = 4.05, S.D. = 0.90)

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 22 เครื่องมือที่ผู้เรียนใช้ในการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

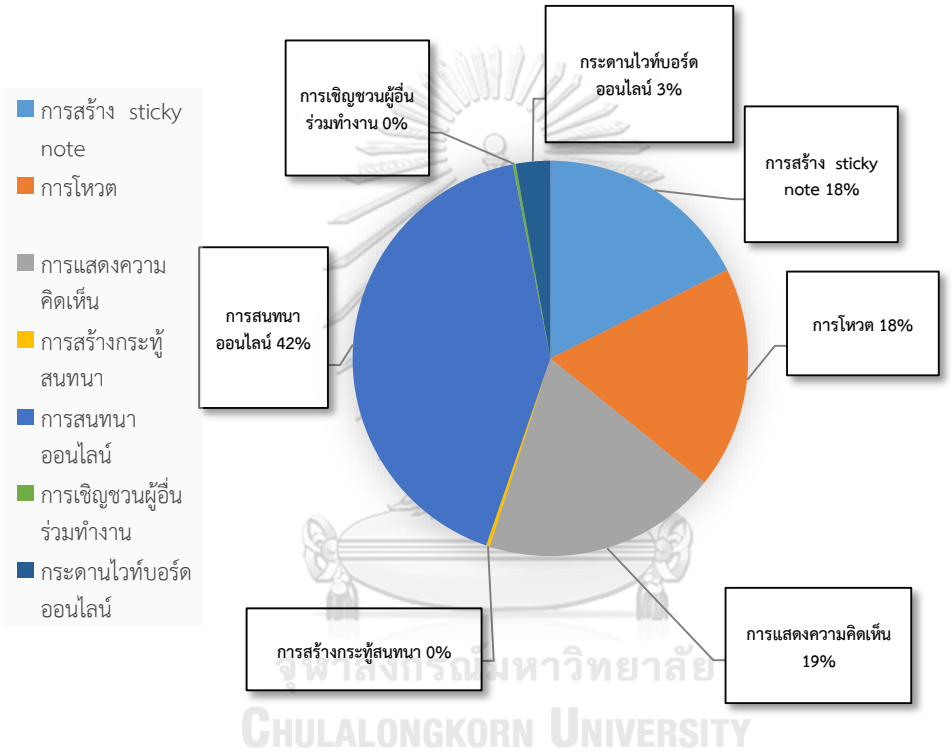
เครื่องมือที่ผู้เรียนใช้ในเครื่องมือการทำงานร่วมกัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ	ความถี่ (f)								รวม
			กลุ่มที่								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
การสร้าง sticky note	24	58.54	9	19	61	47	44	48	38	28	294
การโหวต	27	65.85	10	36	41	47	45	47	37	10	304
การแสดงความคิดเห็น	31	75.61	29	45	41	46	82	35	25	19	320
การสร้างกระทู้สนทนา	4	9.76	0	1	1	1	1	1	0	0	5
การสนทนาออนไลน์	17	41.46	119	33	82	12	318	37	39	56	696
การเชิญชวนผู้อื่นร่วมทำงาน	3	7.32	0	1	0	1	1	1	0	0	4
กระดานไวท์บอร์ดออนไลน์	10	24.39	5	8	5	7	5	5	7	5	47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ผู้เรียนใช้ในเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ พบว่า จากผู้เรียนจำนวน 41 คน มีการใช้เครื่องมือการแสดงความคิดเห็นมากที่สุดจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 75.61 รองลงมาเครื่องมือการโหวตจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 65.85 ส่วนการสร้าง sticky note จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 24 และการสนทนาออนไลน์จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 58.54 ตามลำดับ ในขณะที่การเชิญชวนผู้อื่นร่วม

ทำงานน้อยที่สุดจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.32 และการสร้างกระทู้สนทนาจำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 9.76 นอกจากนี้ผู้เรียนเสนอเครื่องมืออื่นๆ ได้แก่ กระดานไวท์บอร์ดออนไลน์จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 24.39

ทั้งนี้ยังพบว่าความถี่ที่ใช้มากที่สุดคือ การสนทนาออนไลน์ จำนวน 696 ครั้ง รองลงมาการแสดงความคิดเห็น จำนวน 320 ครั้ง และ การโหวต จำนวน 304 ครั้ง ซึ่งการเชิญชวนผู้อื่นร่วมทำงานพบว่ามีการใช้งานน้อยที่สุด จำนวน 4 ครั้ง รองลงมาการสร้างกระทู้สนทนา จำนวน 5 ครั้ง และกระดานไวท์บอร์ดออนไลน์ จำนวน 47 ครั้ง



ภาพที่ 39 แผนภูมิวงกลมแสดงผลการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ Stormboard

นอกจากนี้นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ใน Stormboard โดยสามารถแยกได้ 3 ประเด็นดังนี้ 1) ด้านการติดต่อสื่อสาร 2) ด้านหลักฐานการเรียน และ 3) ด้านการทำงานแบบมีส่วนร่วม

1) ด้านการติดต่อสื่อสาร นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารในการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ ดังตัวอย่าง

“Stormboard เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารง่ายขึ้น
และสามารถใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์
ตามแต่สะดวก”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 1

“Strormboard เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ทำงานได้สะดวก
ติดต่อสื่อสารกันง่าย และสามารถทำงานที่ไหนก็ได้ เวลาใดก็ได้”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 5

“สามารถส่งเสริมการติดต่อสื่อสารกันได้ง่าย สื่อสารภายในกลุ่มได้เป็นอย่างดี
แชทสะดวก ไม่ต้องสร้างกลุ่มใหม่ เป็นจุดศูนย์รวมความคิดของทุกคนได้”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 25

“ทุกคนมีโทรศัพท์มือถือ สามารถดาวน์โหลดแล้วใช้งานได้ง่าย
จะหยิบขึ้นมาใช้เวลาใดก็ได้ ขณะกลับบ้านก็ทำงานได้ สะดวก
และทำให้ทุกคนกระตือรือร้นอยากจะทำงานให้เสร็จไวมากยิ่งขึ้น”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 27

2) ด้านหลักฐานการเรียน นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าสามารถเป็นหลักฐานในการเรียนได้ ดังตัวอย่าง

“เป็นการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ ที่สามารถบันทึกง่ายไว้บน Stormboard ได้
งานไม่หาย และเมื่อต้องการย้อนกลับมาดูก็สามารถดูได้อย่างง่าย และสะดวก
ตลอดเวลา สถานที่ใดก็ได้”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 8

“Stormboard มีเครื่องมือที่สร้าง Note หรือแชทกลุ่มได้
ซึ่งเมื่อแลกเปลี่ยนเสร็จก็สามารถกลับมาดูได้ง่าย
เนื่องจากระบบมีความเป็นระเบียบ ง่ายต่อการย้อนกลับไปดู”

ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

“สามารถนำเสนอผลงานได้ และข้อมูลไม่ตกหล่นหาย
ช่วยมองเห็นความคิดเห็นของทุกคนได้ และสามารถสรุปข้อมูลได้ง่าย”
ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 29

3) ด้านการทำงานแบบมีส่วนร่วม นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำงานมีส่วนร่วม ดังตัวอย่าง

“Stormboard สามารถช่วยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน
ในแต่ละหน้าที่ของตน ร่วมกันแก้ปัญหา
และช่วยเหลือเพื่อนได้ โดยที่ไม่ต้องเขินอายกัน”
ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 3

“เครื่องมือทำงานร่วมกันออนไลน์ใน Stromboard
สามารถทำให้เกิดกระบวนการ ทำงานอย่างเป็นระบบ
ระเบียบมากขึ้น ทำให้สามารถแลกความคิดเห็นได้
และช่วยกำกับเพื่อนในการทำงานได้ และสะดวกในการทำงานร่วมกัน”
ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 13

“เป็นการจัดระเบียบในการทำงานร่วมกัน
ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นได้ง่าย
ทุกคนสามารถที่จะช่วยกันดูงาน
และกำกับหน้าที่บทบาทของการทำงานทุกคนได้”
ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม 2) เพื่อศึกษาคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือที่แตกต่างกัน 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และมีสมมติฐานของการ 1) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเลือกโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย ชลบุรี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้อง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้ดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีจำนวน 41 คน แบ่งเป็น 8 กลุ่มย่อย กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีจำนวน 44 คน แบ่งเป็น 9 กลุ่มย่อย และดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสิ้น รวม 18 ชั่วโมง 9 สัปดาห์ เก็บรวบรวมข้อมูลความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กระบวนการออกแบบวิศวกรรม ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์แบบทดสอบแบบสถานการณ์ จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (S.D) และทำการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลตามวัตถุประสงค์การวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความคิดเห็นต่อการใช้งานเครื่องมือการทำงานร่วมกันภาพรวมอยู่ในระดับมาก

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเพื่อศึกษาผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกลุ่มทดลองที่ 1 มีกิจกรรม

กลุ่มสืบสอบและเครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์เข้าร่วม โดยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบจะมุ่งพัฒนาทักษะในการสืบสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มช่วยกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้และดำเนินกิจกรรมแสวงหาความรู้หรือคำตอบที่ต้องการ นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มสืบสอบมีความสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบวิศวกรรมและสามารถนำมาบูรณาการขั้นตอนกันได้ โดยในกระบวนการกลุ่มแบบสืบสอบจะมีโครงสร้างในการปฏิบัติงานด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนมีโครงสร้างในการปฏิบัติงานในทุกครั้ง โดยกระบวนการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มสืบสอบจะต้องให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบโดยการกำหนดขั้นตอน คือ 1) ขั้นสังเกตเพื่อระบุปัญหา คือ การระบุปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการศึกษาและกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน คือ การคิดคำตอบที่คาดหวังว่าควรจะเป็นหรือการคาดเดาคำตอบที่จะได้รับ 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูล คือ การรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบ 4) ขั้นสรุปผล คือ การสรุปว่าจะปฏิเสธ หรือยอมรับสมมติฐานตามหลักเหตุและผลเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา โดยในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนจะกำหนดวิธีการหาคำตอบด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง ทำให้ผู้เรียนมีโครงสร้างกระบวนการหาคำตอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kelley and Knowles (2016) ที่ใช้กระบวนกระบวนการวิทยาศาสตร์เป็นบริบทในการเชื่อมโยงกระบวนการออกแบบวิศวกรรมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา กลุ่มสืบสอบจะนำไปสู่สถานการณ์จริงได้ด้วยการส่งเสริมจากขั้นตอนกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยและต้องการหาข้อมูลมาอธิบายในปัญหานั้นๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เกิดความท้าทาย และเกิดประเด็นให้สมาชิกภายในกลุ่มได้โต้แย้งกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลเกิดขึ้น จึงทำให้ผู้เรียนเกิดโครงสร้างความรู้จากตนเองขึ้นมาจากการแลกเปลี่ยน ซึ่งจะนำไปสู่การมุ่งเน้นเกิดการปฏิบัติจริง (Active Learning) และใช้โครงสร้างความรู้นั้นไปแก้ปัญหาหรืออธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นมา แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาทั้ง 2 กลุ่มการทดลองพบว่า มีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่มทดลอง เนื่องจากกระบวนการออกแบบวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหารวมถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้เรียนเข้าใจกับสิ่งที่ต้องการแก้ไข อีกทั้งยังช่วยให้ชี้ชัดถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหาซึ่งเป็นกรอบแนวความคิดที่สำคัญในกระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียน ที่วิเคราะห์ข้อดี ข้อด้อย ทำให้ได้คำตอบในการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น ซึ่งเป็นทางเลือกให้กับผู้เรียนในการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อให้ได้แนวทางที่ดีที่สุด และสามารถทดสอบหรือปรับปรุงแก้ไขปัญหาได้ทุกขั้นตอน ทั้งนี้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่สามารถตรวจสอบและย้อนกลับหาข้อมูลได้ทุกลำดับขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dumas et al. (2016) ที่ศึกษาถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่พบว่า กระบวนการออกแบบวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนมีเหตุผลในการปฏิบัติงาน โดยสามารถทำนายและคาดคะเนถึงวิธีการแก้ปัญหาได้ล่วงหน้าจากกระบวนการดังกล่าว ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้ภายใต้ความคิดส่วน

บุคคลเป็นทักษะภายในจิตใจได้ (Mental Skills) อีกทั้งกระบวนการออกแบบวิศวกรรมสามารถตรวจสอบได้ทุกขั้นตอนจึงทำให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงผลงานได้อีกด้วย เมื่อพิจารณาผลงานของทั้ง 2 กลุ่มทดลองพบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยผลงานการออกแบบในระดับดี ค่าเฉลี่ยเกินร้อยละ 80 โดยมีการประเมินผลงาน 2 มิติ ได้แก่ ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ และด้านกระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยนักเรียนมีการจัดองค์ประกอบพิจารณาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดผลงานที่แสดงถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ โดยมีหลากหลายความคิดที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะที่สัมพันธ์กับการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันที่เกิดขึ้นได้ในสภาพจริง นอกจากนี้ Charyton et al. (2011) กล่าวว่ากระบวนการวิศวกรรมมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่นำไปสู่การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม ที่สามารถคาดการณ์ในสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการทำได้ และกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีลำดับขั้นตอนที่แม่นยำต่อการช่วยปฏิบัติงานได้ จากการกำหนดโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดปรับเปลี่ยน (Adaption) ได้

นอกจากนี้การใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ StormBoard พบว่ามีรูปแบบให้เลือกใช้ได้หลากหลาย คือ 1) เพิ่มไฟล์เอกสาร รูปภาพ วิดีโอ Youtube ไฟล์ PDF และเอกสารจาก Google Drive 2) สามารถส่งออกงานออกมาเป็นในไฟล์รูปแบบเอกสาร หรือไฟล์รูปภาพ 3) สามารถทำงานร่วมกันได้เสมือนเวลา (real time) 4) สามารถแสดงความคิดเห็น 5) สามารถสนทนาระหว่างกันได้ 6) สามารถโหวตความคิดเห็นได้ทันที 7) รองรับภาษาไทย และ 9) รองรับการวาดภาพ และจากการสำรวจความถี่การใช้งานของผู้เรียนพบว่า การสนทนาออนไลน์ใช้มากที่สุด โดยนักเรียนให้ความคิดเห็นว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

> “การทำงานร่วมกันออนไลน์ผ่าน StormBoard
> มีความทันสมัยที่สะดวกสบายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างง่าย
> ลำดับข้อมูลได้ แลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็น
> และการที่ StormBoard มีช่องทางการติดต่อผ่านการแชท
> สามารถทำให้แชร์ข้อมูลกับเพื่อนภายในกลุ่มได้ง่าย
> อีกทั้งยังติดต่อกันได้ง่ายขึ้นอีกด้วย”
>
> ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 18

> “การใช้ StormBoard ช่วยให้ได้เรียนรู้กับสิ่งใหม่ๆ
> ที่มีเครื่องมือที่ค่อนข้างครบ สะดวกต่อการออกแบบ
> ง่ายต่อการทำงานกลุ่ม สามารถแชร์ความคิดเห็นได้
> อิสระในการเรียนรู้ และการที่มีคนมาแสดงความคิดเห็นมากๆ
> จะทำให้เกิดความคิดที่ใหม่ และปรับกับการออกแบบงานได้
> หลากหลายมากขึ้น”
>
> ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 22

อีกทั้งรูปแบบของ StormBoard ผู้สอนสามารถที่จะกำหนดรูปแบบให้สอดคล้องกับกิจกรรมและกำกับติดตามผู้เรียนได้ โดยที่ผู้สอนจะกำหนดลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมและกระบวนการกลุ่มสืบสอบไว้ในแต่ละสัปดาห์ ทำให้เกิดการควบคุมลำดับขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้และผู้เรียนไม่สับสนในขั้นตอนของกิจกรรม ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสำเร็จตามเป้าหมายของผู้สอน นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยสมาชิกภายในกลุ่มมีการเชื่อมโยงความรู้จากกระบวนการกลุ่มสืบสอบ ที่ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับสูงสามารถกำกับและติดตามสมาชิกภายในกลุ่มได้อีกด้วย ด้วยฟังก์ชั่นการใช้งานสนทนาออนไลน์ จึงทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ของผู้เรียนไปพร้อมกันได้ เป็นผลทำให้กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Geyer et al. (2011) ที่ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์กับกิจกรรมกลุ่มสืบสอบ กล่าวว่า เครื่องมือการทำงานร่วมกันจะช่วยให้ผู้เรียนส่งเสริมแนวความคิดในขั้นตอนการปฏิบัติงาน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนสามารถมองเห็นผลงานได้หลายมิติจนเกิดการเรียนรู้ในตนเองขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้อภิปรายข้อมูลร่วมกันทำให้ส่งผลต่อการผลักดันความคิดสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้นอีกด้วย

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในระดับต่ำที่เรียนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีกระบวนการกลุ่มและเครื่องมือแตกต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

จากการพิจารณากลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ระดับต่ำพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกัน

ออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำจำนวน 17 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำ จำนวน 9 คน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระดับต่ำอยู่ในช่วง 17 ถึง 26 คะแนน โดยที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำเท่ากับ 2.25 และคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 23.36 โดยที่มีค่าความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำและคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับสูง ($r = .872$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์คะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองระดับต่ำทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าทั้ง 2 กลุ่ม ผู้เรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนระดับต่ำมีคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกระบวนการออกแบบวิศวกรรมจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้จากการเชื่อมโยงความรู้จากการสืบค้นข้อมูล อีกทั้งยังมีโครงสร้างลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในการคิดเป็นลำดับขั้นตอน จึงสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Osborn (1953) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สร้างจินตนาการให้กับมนุษย์ในการแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยากในการกำหนดปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการแก้ไขปัญหาที่ไม่ใช่การฟุ้งซ่าน แต่นำไปสู่ผลผลิตสร้างสรรค์ที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ขึ้นมาซึ่งสามารถพัฒนาได้ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ El-Zein and Hedemann (2016) กล่าวว่ากระบวนการออกแบบวิศวกรรมช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เนื่องจากผู้เรียนมีความคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่เพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากกลุ่มทดลองที่ 1 มีการบูรณาการกระบวนการกลุ่มสืบสอบที่มีวิธีการช่วยผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มต่ำได้ด้วยวิธีการทำงานแบบเป็นกลุ่ม โดยมีผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับสูงคอยช่วยเหลือ กำกับ และสนับสนุนการทำงานของผู้เรียนที่อยู่ระดับต่ำ อีกทั้งผู้เรียนระดับต่ำสามารถเลือกการทำงานที่ถนัดได้ก่อนเพื่อให้ตรงกับความสามารถของตนเองมากที่สุด ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 ที่มีลักษณะการทำงานอย่างอิสระ โดยพบว่าลักษณะการทำงานจะไม่มีการแบ่งหน้าที่ และคอยช่วยเหลือเพื่อนร่วมงาน ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2560) ซึ่งกล่าวว่ากระบวนการกลุ่มแบบสืบสอบจะเป็นการขับเคลื่อนการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดแนวความคิดร่วมกัน และช่วยกันในการปฏิบัติงาน ส่งเสริมสมาชิก

ภายในกลุ่มให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน และ Oh and Shin (2005) ได้กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มแบบสืบสอบจะช่วยบริหารการทำงานกลุ่มบนพื้นฐานกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งจะเป็นกระบวนการที่สอดแทรกอยู่ภายในขั้นตอนของกระบวนการกลุ่มแบบสืบสอบ จึงทำให้ผู้เรียนได้มีการคิด ตรวจสอบ และมีจุดประสงค์การทำงานอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่จะต้องนำมาสู่การอภิปรายภายในกลุ่มจนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ของทั้งกลุ่มและทุกคนประสบความสำเร็จไปพร้อมกันมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้กระบวนการกลุ่มสืบสอบจะสนับสนุนผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ ครูจะเป็นผู้ควบคุมกระบวนการเรียนรู้ตั้งแต่เริ่มต้น การเข้ากลุ่มปฏิบัติงาน ผู้สอนจะให้สมาชิกภายในกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกันประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน จะกำหนดหน้าที่ในการดูแลซึ่งกันและกันภายใต้การดูแลของครู และกำหนดหน้าที่บทบาทสมาชิกกลุ่มด้วย โดยที่ผู้เรียนที่ระดับต่ำจะเป็นผู้เลือกการปฏิบัติงานก่อน รองลงมาคือผู้เรียนระดับปานกลาง และสุดท้ายคือผู้เรียนที่ระดับสูง ซึ่งพบว่าผู้เรียนระดับต่ำสามารถปฏิบัติงานได้เนื่องจากเป็นการเปิดโอกาสได้เลือกหัวข้อที่ตนเองถนัดก่อนและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในกลุ่มนี้ โดยผู้เรียนระดับสูงคอยช่วยเหลือและดูแลกำกับทำให้ผู้เรียนระดับต่ำทำให้ผู้เรียนมั่นใจในการเรียนรู้เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน (2558) พบว่าการให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำได้เลือกการปฏิบัติกิจกรรมก่อนจากกระบวนการกลุ่มสืบสอบ จะทำให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำมีบทบาทในกิจกรรมทางการเรียนจะส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนเกิดขึ้น ทั้งพฤติกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และยังรู้สึกสนุกสนานไม่กดดันในผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ ร่วมทั้งทำให้เกิดทักษะกระบวนงานกลุ่ม ทักษะการร่วมงานกับผู้อื่น และทักษะการสื่อสารเกิดขึ้นอีกด้วย ซึ่งกระบวนการทำงานในรูปแบบดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำพัฒนาในความเป็นผู้นำและสร้างโอกาสในการลดทอนความยากของเนื้อหา เนื่องจากเป็นการเลือกตามความถนัดหรือความสนใจ และสร้างความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานอีกด้วย โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นการอาศัยเครื่องมือทางสังคมเข้าร่วม อีกทั้งสอดคล้องกับ Joyce (2009) กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มสืบสอบจะสนับสนุนผู้เรียนในการกระตุ้นความสนใจหรือความอยากรู้ในการดำเนินกิจกรรมหาคำตอบที่ต้องการบนหลักพื้นฐานของกระบวนการวิทยาศาสตร์ และสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในการพัฒนาหาหนทางเพื่อให้ได้ข้อมูลที่กระจ่างจากความร่วมมือของสมาชิกที่จะต้องพึ่งพาอาศัยกันสู่เป้าหมายของกลุ่มในการตั้งคำถามปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับ Mentzer et al. (2015) ที่กล่าวว่า การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในกระบวนการออกแบบวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนค้นพบปัญหาด้วยกระบวนการจนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดอภิปัญญา (Metacognition) คือความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ แต่ทั้งนี้เมื่อดำเนินกิจกรรมขั้นที่ 3 ของ

กระบวนการออกแบบวิศวกรรมได้ลองให้ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำเปลี่ยนตำแหน่งหน้าที่กับผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับอื่นๆ พบว่า ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่ เนื่องจากผู้เรียนอาจยังคงเคยชินกับหน้าที่เดิมอยู่อีกทั้งยังมีระยะเวลาที่น้อยเกินไปต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

นอกจากนี้กลุ่มทดลองที่ 1 มีการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ StormBoard ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการทำงานของกลุ่มได้ด้วยเครื่องมือภายในที่หลากหลาย โดยนักเรียนให้ความคิดเห็นว่า

> “การทำงานภายใต้ StormBoard สามารถแสดงออกทางความคิดเห็น
> และช่วยกันตรวจสอบข้อมูลของเพื่อนร่วมทีมได้
> ทำให้มีการแลกเปลี่ยนและเรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน”
>
> ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 32

> “StormBoard ทำให้ทุกคนกระตือรือร้นในการทำงาน
> และหน้าที่ของตนเองที่ได้รับมอบหมาย วางแผนการทำงานได้อย่างเป็นระบบ
> มีการโหวตที่ง่าย และส่งเสริมต่อการเรียนมากๆ”
>
> ความคิดเห็นของนักเรียนคนที่ 38

ซึ่งสอดคล้องกับ Duygu (2012) ที่พบว่าการให้ครูและนักเรียนได้ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์จะเป็นตัวช่วยในการวางโครงสร้างของการสอนและการปฏิบัติงานของผู้เรียนได้ อีกทั้งยังส่งผลต่อประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้เกิดความกระตือรือร้นที่สามารถช่วยให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นได้ ทั้งนี้เครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบที่หลากหลาย เนื่องจากผู้เรียนจะเห็นการนำเสนอข้อมูลของสมาชิกภายในกลุ่ม ดังนั้นการเสนอข้อมูลของผู้เรียนจะไม่ซ้ำกันทำให้ได้ข้อมูลที่มีความหลากหลายมากขึ้น ทำให้เกิดแนวทางใหม่ๆ และเกิดความสนุกในการแบ่งปันประสบการณ์ของนักเรียนอีกด้วย ซึ่ง ช่อทิพวัลย์ รัตนนรชัย (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์ พบว่า การใช้เครื่องมือทำงานร่วมกันจะสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการสอนมากขึ้น เพราะเครื่องมือจะช่วยให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์และนำไปสู่การค้นหาปัญหาได้จากการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน และนอกจากนี้การใช้แอพพลิเคชั่นในการวาดภาพสเกตซ์ ผู้เรียนสามารถวาดรูปได้ผ่านโทรศัพท์มือถือซึ่งง่ายต่อการใช้งานและตอบสนองต่อผู้เรียน เนื่องจากความเคยชินของการใช้สมาร์ทโฟนสามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งยังสามารถลงน้ำหนักในการวาดภาพได้อีกด้วย และการใช้กระดานไวท์บอร์ดออนไลน์ของเครื่องมือการทำงานร่วมกัน StormBoard ผู้เรียนสามารถใช้การวาดภาพสเกตซ์ได้บนเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

StormBoard แต่มีส่วนน้อยที่ใช้งาน เนื่องจากมีความยากในการใช้งานต่อการวาดเส้นหรือลงน้ำหนักเส้น แต่ทั้ง 2 วิธี สามารถลดความสิ้นเปลืองการใช้กระดาษ และยังสามารถลงสีสันเพื่อสร้างสรรค์และแสดงถึงรูปแบบที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Reychav and Wu (2016) ที่พบว่า การใช้แอพพลิเคชั่นช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการโต้ตอบบนแอพพลิเคชั่นโดยสามารถสร้างมิติทางความรู้สู่การถ่ายทอดได้ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเป็นไปตามลำดับขั้นทางปัญญา 6 ขั้น ได้แก่ จำ เข้าใจ ประยุกต์ วิเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ และนอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการใช้โทรศัพท์มือถือมากกว่าการใช้กระดาษอีกด้วย

3. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความคิดเห็นต่อการใช้งานเครื่องมือการทำงานร่วมกันในภาพรวมระดับมาก

นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากผู้เรียนมีความคิดเห็นไปทางบวกต่อการใช้งานของเครื่องมือการทำงานร่วมกันต่อการใช้งาน โดยเครื่องมือเป็นตัวสนับสนุนการสอนช่วยอำนวยความสะดวกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถทำงานได้ร่วมกัน อีกทั้งยังทำงานได้อย่างเป็นกระบวนการ เป็นลำดับขั้นตอน และผู้เรียนมีหลักฐานในการเรียนรู้ที่สามารถย้อนกลับดูได้ และพัฒนางานได้อย่างต่อเนื่อง เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้ทั้งกระบวนการกลุ่มและบุคคลอีกด้วย ส่งเสริมให้มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเครื่องมือการทำงานร่วมกันเป็นแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ใหม่ในการเรียนรู้อีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฐกร สงคราม (2553) ที่ใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบวิชวลกราฟิกส์ เครื่องมือสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ เนื่องจากสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย รวมทั้งการจัดระเบียบทางข้อมูลมีประสิทธิภาพ และทำให้ผู้เรียนร่วมกันในการสร้างองค์ความรู้ จึงส่งผลให้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้

ทั้งนี้เครื่องการทำงานร่วมกันออนไลน์ StormBoard มีเครื่องมือการปฏิบัติการได้ ดังนี้ การสร้าง sticky note การโหวต การแสดงความคิดเห็น การสร้างกระทู้สนทนา การสนทนาออนไลน์ การเชิญชวนผู้อื่นร่วมทำงาน และกระดานไวท์บอร์ดออนไลน์ ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมกลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยมีขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1) ขั้นตอนการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา 2) ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล 3) ขั้นตอนการวางแผน 4) ขั้นตอนออกแบบ 5) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 6) ขั้นตอนการทดสอบ 7)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน และ 8) ขั้นตอนนำเสนอ ซึ่งพบว่าในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนเลือกใช้ sticky note ในการตั้งกระทู้สำหรับนำเสนอข้อมูลแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยพบว่ามีการใช้ร้อยละ 58.54 จำนวน 294 ครั้ง สามารถเลือกใช้รูปแบบได้ คือ ลักษณะข้อความ ลักษณะรูปภาพหรือวิดีโอ และลักษณะไฮเปอร์ลิงค์ โดยมีการแสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนกันในกระทู้ที่ตั้ง ร้อยละ 75.61 จำนวน 320 ครั้ง ซึ่งผู้เรียนจะใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลทุกลำดับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ จนทำให้เกิดข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ แต่ทั้งนี้ผู้เรียนยังใช้การสนทนาออนไลน์ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เพิ่มเติม หรือใช้ในการปรึกษากันคิดเป็นร้อยละ 41.46 จำนวน 696 ครั้ง โดยผู้วิจัยพบว่าเครื่องการทำงานร่วมกันออนไลน์ StormBoard ช่วยกระตุ้นให้แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 1) ด้านการติดต่อสื่อสาร ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และติดต่อสื่อสาร สนทนากันได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา ทุกสถานการณ์ (Anytime Anywhere Anyplace) โดยไม่จำกัดเฉพาะฮาร์ดแวร์เท่านั้น แต่สามารถใช้ได้ทุกซอฟต์แวร์บนอุปกรณ์ที่ต้องมีอินเตอร์เน็ตรองรับในการปฏิบัติงาน โดยเครื่องมือดังกล่าวเป็นแรงผลักดันในการมีปฏิสัมพันธ์กันแบบสองทาง (Two – way Communication) จนเกิดความคิดที่สามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Chris (2015) ที่กล่าวว่า เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์จะสนับสนุน ส่งเสริมการติดต่อสื่อสารกัน ซึ่งการติดต่อสื่อสารเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล ความรู้ ความคิด ไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ เพราะว่ายิ่งติดต่อสื่อสารมากเท่าไหร่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะนั้นได้ จากการใช้ห้องสนทนา การแสดงความคิดเห็นร่วม หรือแหล่งเชื่อมโยงต่างๆ 2) ด้านหลักฐานการเรียน นักเรียนสามารถมีหลักฐานสำหรับการพัฒนาผลงานต่อไปได้ เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์เมื่อดำเนินกิจกรรมใดๆ จะทำการบันทึกข้อมูลทั้งหมดอยู่บนระบบ และเมื่อผู้เรียนปฏิบัติงานใหม่ในขั้นตอนต่อไปของกระบวนการออกแบบวิศวกรรมผู้เรียนสามารถดูข้อมูลเก่าได้อย่างง่าย โดยข้อมูลนั้นไม่สูญหาย เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้จะใช้ใบงานในการดำเนินกิจกรรม เมื่อดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่อไปพบว่า ในขั้นตอนที่ 1 ของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา ปรากฏว่า มี 1 กลุ่มที่มีปัญหา คือ เมื่อดำเนินกิจกรรมขั้นนี้เสร็จ พอผ่านระยะเวลาไป 1 สัปดาห์ในการดำเนินกิจกรรมขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล พบว่า นักเรียนกลุ่มนี้ลืมหัวข้อที่กำหนดปัญหาหรือระบุปัญหาไว้ เนื่องจากผู้เรียนใช้ใบงาน เมื่อเสร็จสิ้นคาบเรียนจะต้องส่งใบงานคืนกลับมาที่ครูผู้สอน เมื่อเวลาผ่านไปจึงทำให้สับสนหรือลืมได้ ส่งผลทำให้ผู้เรียนกลุ่มนี้เสียเวลา และต้องย้อนกลับมาคิดใหม่อีกครั้ง ดังนั้นเครื่องมือการทำงานร่วมกัน Stormboard จึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สนับสนุนในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ อีกทั้งสมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันตรวจสอบได้ เนื่องจากสมาชิกภายในกลุ่มสามารถเชื่อมโยงเข้าถึงกันและกัน ซึ่ง

เป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นให้ผู้เรียนส่งเสริมการเรียนรู้ไปพร้อมๆ กันได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Pappas (2013) กล่าวว่า เครื่องมือการทำงานร่วมกันออนไลน์สามารถช่วยจัดการเรียนรู้ทั้งนักเรียนและครูผู้สอนได้ โดยส่วนมากจะจัดรูปแบบเครื่องมือเพื่อให้จัดเก็บข้อมูลได้ และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้เนื่องจาก เป็นเครื่องมือที่จัดเป็นระเบียบ สามารถให้คำแนะนำกันได้ และปรึกษากันได้ 3) ด้านการทำงานแบบมีส่วนร่วม ผู้เรียนสามารถแสดงทัศนคติ แลกเปลี่ยนความรู้หรือความคิด ในเครื่องมือการทำงานงานร่วมกันออนไลน์เป็นการสร้างวงจรการเรียนรู้ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการออกแบบวิศวกรรม ที่นำประสบการณ์ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของกิจกรรม ที่อาศัยการส่งสเริมความรู้ของผู้เรียนซึ่งกันและกัน และช่วยให้ผลงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Krauss (1996) ที่เสนอว่า การสนทนาออนไลน์หรือการสื่อสารออนไลน์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำงานแบบมีส่วนร่วมได้ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนส่งเสริมศักยภาพในการเรียนที่จะสนับสนุนการแก้ปัญหาได้ และยังนำเอาความรู้จากการแลกเปลี่ยนด้วยการทำงานแบบมีส่วนร่วมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ของตัวเองได้

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ กับนักเรียนที่เรียนด้วยเครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เห็นได้ชัดว่าการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มสืบสอบช่วยให้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมดำเนินกิจกรรมได้ชัดเจนขึ้น หากต้องการนำวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ควรเลือกกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม แต่หากไม่มีอุปกรณ์อำนวยความสะดวกก็สามารถใช้กิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์ได้เช่นกัน

2. จากการวิจัยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม กลุ่มทดลองให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือการทำงานร่วมกันในระดับ ดีมาก ได้แก่ เครื่องมือสามารถเอื้อต่อการอภิปรายและการแสดงความคิดเห็น เครื่องมือทำงานแบ่งเป็นหมวดหมู่ง่ายต่อการใช้งาน มีเครื่องมือในการใช้งานที่หลากหลายประยุกต์ต่อการเรียนการสอน เครื่องมือสามารถใช้ได้ในทุกอุปกรณ์สื่อสาร เครื่องมือส่งเสริม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ดังนั้นจึงสามารถนำไปเป็นแนวทางในการใช้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนสำหรับการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระอื่นๆ ในช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

3. การใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ ผู้สอนควรพิจารณาเครื่องมือที่ช่วยตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับนักเรียนหรือกลุ่มเป้าหมาย โดยอาจใช้เกณฑ์การคัดเลือกเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ของผู้วิจัยได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาตัวแปร ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ แต่ผู้วิจัยพบว่ามีตัวแปรอื่นที่น่าสนใจอีก ในการวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาตัวแปร เช่น ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่ม ทักษะกระบวนการนวัตกรรม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยและเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกระบวนการออกแบบวิศวกรรมในระดับการศึกษาอื่นๆ เช่น ระดับประถมศึกษา ระดับอาชีวศึกษา หรือระดับอุดมศึกษา โดยนำรูปแบบกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้นำเสนอใช้เป็นแนวทาง โดยครูจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับโอกาส ความพร้อม และวุฒิภาวะของผู้เรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Angela, E. (2018). *Creative Investigations in Early Engineering and Technology*. [N. p.]: Gryphon House Inc.

Bee J. . (2013). The Design Process. Retrieved 22 May 2017 http://www.beejaymolding.com

Chan, J., & Schunn, C. (2015). The impact of analogies on creative concept generation: Lessons from an in vivo study in engineering design. Cognitive Science, 39(1), 126-155.

Charyton, C, Jagacinski, J, Merrill, A, Clifton. (2011). Assessing creativity specific to engineering with the revised Creative Engineering Design Assessment. Journal of Engineering Education, 100(4), 778-799.

Chris C. (2015). 11 Amazing Online Study Tools All Students Should Know About. Retrieved 12 May 2017

http://uk.urbanest.com/journal/online-study-tools-for-students/

Chu, S., Capio, M. Aalst, W, Cheng, L. (2017). Evaluating the use of a social media tool for collaborative group writing of secondary school students in Hong Kong. Computers & Education, 110, 170-180.

Cunningham, C. M., & Kelly, G. J. (2017). Framing Engineering Practices in Elementary School Classrooms, 295.

Motte D. (2008). A review of the fundamentals of systematic engineering design process madles. Intermational design conference, 1(1), 19-22.

Dara, R. F., Aikaterini, B. , & Sanjay, S. (2014). Fostering 21st Century Skills in Engineering Undergraduates through Co-Curricular Involvement. United States, North America: ASEE Conferences.

Davito, A. (1971). Recognized Assessing Creativity Developing Teacher Competencies. . Prentice-Hall Inc.

Derrick, Director, & Jan. (2007). Creative Thinking Techniques. IRM Training, 7-12.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dumas, D., Schmidt, C., & Alexander, A. (2016). Predicting creative problem solving in engineering design. Thinking Skills and Creativity, 21, 50-66.

Duygu A. (2012). Social Networkimg sites utilization for teaching and learning. (Doctor of Philosophy), Middle East Technical University

EiE. (2017). The Engineering Design Process. Retrieved 12 January 2017 from https://www.eie.org/overview/engineering-design-process

Elizabeth, S. & Christine A. Toh. (2016). Abandoning creativity: The evolution of creative idea in engineering design course projects. Design Studies, 47(C November 2016), 47-72.

George V., & Antoinette Eklund. (2013). Face to Facebook: Social media and the learning and teaching potential of symmetrical, sychronous communication Journal of University Teaching & Learning Practice, 10(1).

Geyer, F., Pfeil, U., & Reiterer, H. (2011). Designing reality-based interfaces for creative group work. Paper presented at the Proceedings of the 8th ACM conference on Creativity and cognition, Atlanta, Georgia, USA.

Giorgos, P. (2017). A COMPOUND LAMS-MOODLE ENVIRONMENT TO SUPPORT COLLABORATIVE PROJECT-BASED LEARNING: A CASE STUDY WITH THE GROUP INVESTIGATION METHOD. The Turkish Online Journal of Distance Education, Vol 18, Iss 2, Pp 134-150 (2017)(2), 134. doi:10.17718/tojde.306565

Griffin, A. (1993). Metrics for measuring product development cycle time. Journal of Product Innovation Management, 10(2), 112-125.

Harry G. (2013). 8 Creative Thinking Techniques and The Tools To Use. Retrieved from https://www.koozai.com/blog/content-marketing-seo/eight-awesome-creative-thinking-techniques-plus-tools/

Iorga, C., Desrochers Alain,. (2011). Product Modeling, Evaluation and Validation at the Detailed Design Stage. Memorial University St. John's, 6-8.

Isaksen, G., Dorval, B., & Treffinger, J. (2011). Creative approaches to problem solving : a framework for innovation and change: Los Angeles : SAGE, c2011. 3rd ed.

Janet C., Jasmine B., & Roanna G. (2015). Seeking and finding: Creative processes of 21st century painters. Poetics, 48, 21-41.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Jeffrey B. (2013). The Basics of Creative Problem Solving – CPS. Retrieved from http://www.innovationmanagement.se/imtool-articles/the-basics-of-creative-problem-solving-cps/

John K. Estell, & Hurtig, J. (2006). Using rubrics for the assessment of senior design projects. American Society for Engineering Education, 1-19.

Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). Models of teaching: Boston, Ma. : Pearson, c2009. 8th ed.

K O'Quin, & S P Besemer. (2011). Creative Product. Elsevier Inc., 1, 413-427.

Karakaya, A. F., & Demirkan, H. (2015). Collaborative digital environments to enhance the creativity of designers. Computers in Human Behavior, 42, 176-186.

Karl T. Ulrich, & Stevem F. Eppinger. (2007). Product Design And Development. Ulrich: McGraw Hill.

Lakshminarayanan S., & Kiruthika Ragupathi. (2012). Facilitating 21st century skills in engineering students. The Journal of Engineering Education, 4-1(25-26), 37-49.

Liveri, A., Xanthacou, Y., & Kaila, M. (2012). The Google Sketch Up Software as a Tool to Promote Creativity in Education in Greece. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 69, 1110-1117.

Mahmud, J. O., Ismail, M. S. M., & Taib, J. M. (2012). Engineering Education and Product Design: Nigeria's Challenge. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 56, 679-684.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Mark M. (2018, 11 March 2018). Lesson 5: The Four Most Powerful Types of Creative Thinking. Retrieved 12 January 2017 from https://lateralaction.com/creative-thinking/

NASA. (2009). The Middle School and High School Design Packet Education Product, 12(229), 8.

NRC (National Research Council). (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: The Nationnal Academies Press.

Oh, S., & Shin, K. (2005). Students' Reflections on Implementation of Group Investigation in Korean Secondary Science Classrooms. International Journal of Science and Mathematics Education, 3(2), 327-349.

Osborn, A. F. (1953). Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking: Scribner.

Osman K., Selcuk Cebi, & Cengiz Kahraman. (2010). Applications of axiomatic design principles: A literature review. Expert Systems with Applications, 37(2010), 6705-6717.

Pappas, C. (2013). 321 Free Tools for Teachers - Free Educational Technology. Retrieved from https://elearningindustry.com/321-free-tools-for-teachers-free-educational-technology

Ragupathi, K., & Hubball, H. (2015). Scholarly Approaches to Learning Technology Integration in a Research-Intensive University Context: Impact of a New Faculty Initiative. Transformative Dialogues: Teaching & Learning Journal, 8(1), 1-16.

Robert W. Veryzer Jr. (1998). Discontinuous Innovation and the New Product Development Process. Journal of Product Innovation Management, 15(4), 304-321.

Saeedeh Z., Michele H. Miller, Mo Rastgaar, & Nina Mahmoudian. (2017). Co-robotics hands-on ativities: A gateway to engineering design and STEM learning. Robotics and Autonomous Systems, 7(13).

Sapuan, S. M. (2017). Chapter 2 - Concurrent Engineering, Product Design, and Development. In S. M. Sapuan (Ed.), Composite Materials (pp. 29-56). Boston: Butterworth-Heinemann.

Sidney P. (2014). Creative Problem Solving Resource Guide. Creative Education Foundation, 6(3), 16.

Silverman, B. G. (1995). Computer Supported Collaborative Learning (CSCL). Computers & Education, 25(3), 81-91. doi:https://doi.org/10.1016/0360-1315(95)00059-3

Slavin, R. (2015). Cooperative Learning in Schools: Elsevier Science & Technology.

Sue Hyeon Paek, & Mark A. Runco. (2017). Dealing with the Criterion Problem by Measuring the Quality and Quantity of Creative Activity and Accomplishment. Creativity Research Journal, 29(2), 167-173.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Thipakorn, B., & Tawornpichayachai, K. S. (2015). The Twenty-First Century Engineering Education: KMUTT Imagineering Program. Technology & Workplace Skills for the Twenty-First Century, 71.

Tiziana B., Oliver Mayer, & Mark Lynass. (2016). Creativity, Learning Techniques and TRIZ. Procedia CIRP, 39(2016), 191-196.

Treffinger, D. J., Selby, E. C., & Isaksen, S. G. (2008). Understanding individual problem-solving style: A key to learning and applying creative problem solving. Learning and Individual Differences, 18(4), 390-401.

VEX Robotics. (2015). What is the Engineering Design Process? Retrieved 14 December 2016 from https: / / curriculum. vexrobotics. com/ curriculum/ intro- to-engineering/what-is-the-engineering-design-process.html

Ziaeefard, S., Miller, M. H., Rastgaar, M., & Mahmoudian, N. (2017). Co-robotics hands-on activities: A gateway to engineering design and STEM learning. Robotics and Autonomous Systems, 40.

กณิการ์ ปัญญาอิ่นแก้ว. (2558). การพัฒนาบทเรียนแสวงรู้ร่วมกับ Facebook เรื่อง การออกแบบเว็บไซต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 *Academic Journal,* 10(2), 25-34.

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334-348.

กรมทรัพย์สินทางปัญญา. (2559). การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design). Retrieved from http: / / www. ipthailand. go. th/ th/ faq/ item/ การออกแบบผลิตภัณฑ์ - product-design.html

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. (2557). รอบรู้เทคโนโลยี การะบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คืออะไร? สสวท. , 42(190), 37-41.

กุณฑิกา พัชรชานนท์, บัลลังก์ โรหิตเสถียร. (2558). ลดสอบ O-Net เหลือ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้. http://www.moe.go.th/

จรรย์สมร เหลืองสมานกุล. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 8(1), 267-282.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จิระ จิตสุภา, ปรัชญนันท์ นิลสุข และจุฬาลักษณ์ วัฒนานนท์. (2558). การเปรียบเทียบการเรียนรู้อย่างเป็นระบบกับการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมของนักศึกษาปริญญษตรีสาขาคอมพิวเตอร์ที่มีประสบการณ์แตกต่างกัน. วารสารวิจัยมสด, 10(2), 105-119.

จุฑารัตน์ บันดาลสิน. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์สู่นวัตกรรมการบริการพยาบาล (Develop the Creativity Toward the Nursing Service Innovation). วารสารพยาบาลทหารบก, 15(3), 9-17.

ชโรธรณ์ ทิพย์อุปถัมภ์. (2556). การศึกษาผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์สร้างสรรค์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ผ่านบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี วารสารวิชาการ ศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 4(1), 85-101.

ช่อทิพวัลย์ รัตนนรชัย. (2559). รูปแบบการเรียนบนเว็บด้วยเครื่องมือการทำงานร่วมกันแบบวิชวลกราฟิกส์ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาคณะครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์. (ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

ชัชวาล จักษุวงศ์. (2560). 10 แอพพลิเคชั่นที่เราว่าโคตรดีสำหรับคนสายดิจิตอลอาร์ต. Retrieved 24 มิถุนายน 2560 from http://www.gqthailand.com/toys/article/app-for-digital-art

ชามาศ ดิษฐเจริญ และปริญญ์ ทนันชัยบุตร. (2557). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคอนสตรัคชั่นนิซึ่มในรายวิชาการเขียนโปรแกรมพัฒนาหุ่นยนต์ประยุกต์. วารสารปัญญาภิวัฒน์, 5(มกราคม - มิถุนายน), 205 - 216.

ณัฐกร สงคราม (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนที่ใช้ปัญหาเป็นหลักด้วยเครื่องมือทางปัญญาแบบไฮเพอร์มีเดียเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนิสิตนักศึกษาเกษตรศาตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต.

ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ. (2558). การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้ตอบสนองกับความต้องการของลูกค้า (Product Design to Meet Customer Requirements). *SWU Engineering Journal,* 10(1), 53-63.

ณัฐวีร์ พงศ์อาจารย์. (2558). การคิดค้นและแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรม ด้วย TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving). วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 6(1), 161-169.

ทิศนา แขมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.

นวภัทร ตระกูลพร และ นิลมณี พิทักษ์. (2558). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการแสวงหาความรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เทคนิคกลุ่มสืบสวนสอบสวน (Group Investigation). วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(4), 93-100.

บัญชา เกิดมณี. (2545). การออกแบบทางวิศวกรรม. วารสารเทคโนโลยีธนบุรี.

ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2556). การเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา, 86(25), 33-37.

ปรียาภรณ์ เฮอร์ริงตัน. (2558). การพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักศึกษา ด้วยเทคนิคกลุ่มร่วมมือแบบสืบสวนสอบสวนจี.ไอ รายวิชา *TMT222* มรดกไทยเพื่อการท่องเที่ยว. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. (34-41)

พรรณิสรา จั่นแย้ม. (2015). การพัฒนาชุดกิจกรรมด้วยกลยุทธ์เกมมิฟิเคชั่นและผังความคิดกราฟิกแบบร่วมมือออนไลน์ในการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เชิงธุรกิจและจริยธรรมของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาบริหารธุรกิจ: 2558.

ภัสสร ติดมา. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยนเรศวร, วิทยาศาสตร์ศึกษา.

ภาณุวัฒน์ กองราช. (2555). การศึกษาพฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ของวัยรุ่นในประเทศไทย : กรณีศึกษา *Facebook*. (วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

แมนสรวง แซ่ชิ้ม. (2555). การออกแบบด้วยเทคโนโลยี. Retrieved 15 มิถุนายน 2561 https://occupationandtechnologym3.wordpress.com

ราชการ สังขวดี. (2560). การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับกิจกรรมผ่านเฟซบุ๊กในรายวิชาวิถีชีวิตในยุคดิจิทัลเรื่อง จริยธรรมทางวิถีชีวิตในยุคดิจิทัล ของนิสิตปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนเรศวร *Journal Of Education Naresuan University,* 19(3), 133-146.

ฤทัยรัตน์ ชัยสงค์. (2558). การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติม เรื่อง เสื่อกกสร้างสรรค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงาน อาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วาสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 8(4), 137-145.

วรรณี แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศศิมา สุขสว่าง. (2559). เทคนิคปั้นความคิดสร้างสรรค์. Retrieved 23 พฤษภาคม 2561 http://oknation.nationtv.tv/blog/sasimasuk/2016/07/27/entry-2

ศิริชัย ยศวังใจ. (2558). กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Design and Development Process). วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., 8(1), 131-142.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทบาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์. (วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (6-7)

สิริชัย ดีเลิศ. (2558). กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์. *Veridian E-Journal,Silpakorn University,* 8(2), 1341-1360.

สุกานดา จงเสริมตระกูล. (2556). ระบบการเรียนแบบกลุ่มสืบสอบบนแหล่งทรัพยากรด้านการศึกษาแบบเปิดเพื่อส่งเสริมการรู้สารสนเทศดิจิทัลและการรับรู้ทางจริยธรรมทางสารสนเทศของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สำนักงานวิทยทรัพยากร.

เสมอกาญจน์ โสภณหิรัญรักษ์. (2557). ปัจจัยในการจัดการเรียนการสินแบบผสมผสานและกระบวนการเรียนรู้แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์. (ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ครุศาสตร์. (202-207)

อำนาจ แสงกุดเลาะ. (2556). การวิจัยในชั้นเรียน ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ เรื่อง การสร้างแผนที่โดยระบบคอมพิวเตอร์รายวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ และเทคโนโลยีการเรียนรู้

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐนันท์ มูลสระดู่	อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2) อาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย	รองผู้อำนวยการด้านวิจัยและบริการวิชาการ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3) อาจารย์จเร นาควัชรางกูร	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนสิงห์สมุทร

2. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐนันท์ มูลสระดู่	อาจารย์ประจำ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2) อาจารย์เจษฎา จันทวงษ์โส	อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3) นายภาสะมาส วงศ์อร่าม	นักวิชาการมาตรฐานปฏิบัติการ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรสุข ต้นตระรุ่งโรจน์	อาจารย์ประจำ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2) ดร.เอกพล สุมานันทกุล	ผู้อำนวยการโรงเรียนสุมานัน
3) อาจารย์ ดร.นาถวดี นันทาภินัย	รองผู้อำนวยการด้านวิจัยและบริการวิชาการ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย

กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี **รายวิชา** ง 32101 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 **ผู้สอน** นายณัฐวุฒิ อรุณรัตน์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ 2 สัปดาห์ (4 คาบ)

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ประจำหน่วย

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

2. ตัวชี้วัดชั้นปีที่เกี่ยวข้อง

ง 2.1 ม.4-6/3 สร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการทางเทคโนโลยีอย่างปลอดภัย โดยถ่ายทอดความคิดออกเป็นภาพฉายและแบบจำลองเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน หรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการเป็นแบบจำลองความคิดและรายงานผลโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบหรือนำเสนอผลงาน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ผู้เรียนสามารถกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้
2. ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้
3. ผู้เรียนสามารถสร้างแผนปฏิบัติงานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. สาระสำคัญ

เป็นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของมนุษย์ในการแก้ปัญหา และสนองความต้องการอย่างสร้างสรรค์ โดยนำความรู้มาใช้กับกระบวนการเทคโนโลยี สร้างสิ่งของเครื่องใช้ วิธีการ หรือเพิ่มประสิทธิภาพในการดำรงชีวิตและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์

5. สาระการเรียนรู้

1. การปฐมนิเทศความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียน
    1.1 วิธีการเรียนและวิธีปฏิบัติกิจกรรม
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์
    2.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์
    2.2 หลักการพื้นฐานในการออกแบบ
    2.3 หลักการสำคัญการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.4 ข้อคำนึงการออกแบบผลิตภัณฑ์

3. การพัฒนาและสร้างสิ่งของเครื่องใช้

3.1 วิธีการสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้

4. การพัฒนาและสร้างสิ่งของเครื่องใช้

4.1. หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น

6. กิจกรรมการเรียนการสอน

สัปดาห์ที่ 1 ชั่วโมงที่ 1 (การปฐมนิเทศความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียน)

1. ขั้นนำ

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูสนทนาสร้างความคุ้นเคยกับผู้เรียนโดยแนะนำครูผู้สอน วิชาที่เรียน เนื้อหาสาระการเรียนรู้ การให้คะแนน	10 (10)

2. ขั้นสอน

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในรายวิชานี้จะใช้กิจกรรมกลุ่มสืบสอบ (Group Investigation) ร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม และปฏิบัติดังต่อไปนี้ 1. ผู้เรียนเข้าเว็บไซต์ https://stormboard.com 2. ผู้เรียน log in เว็บไซต์ https://stormboard.com (โดยใช้ Account เฟสบุ๊คในการ log in หรือดำเนินการสมัครใหม่ด้วยอีเมล) 3. ผู้เรียนเข้าร่วมกลุ่มที่ครูสร้างไว้ โดยคลิกคำว่า Join a Storm แล้วกรอกรหัสเข้าร่วม และรอครูอนุมัติการเข้าร่วมกลุ่ม เพื่อเตรียมตัวสำหรับกิจกรรมการเรียน	10 (20)
2	ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับ รูปแบบการเรียน และบทบาทของผู้เรียน	5 (25)
3	ผู้เรียนทดสอบวัดผลก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์	30 (55)

3. ขั้นสรุป

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการเรียนและวิธีการปฏิบัติกิจกรรมในรายวิชา ง 32101 การงานอาชีพและเทคโนโลยี	5 (60)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สัปดาห์ที่ 1 ชั่วโมงที่ 2 (การออกแบบผลิตภัณฑ์)

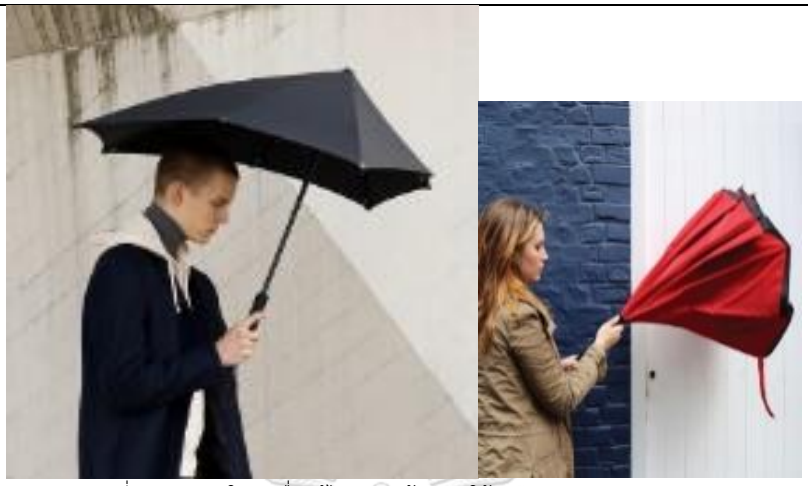
1. ขั้นนำ

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูถามคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดและความสนใจของนักเรียน “กว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นจะต้องทำอย่างไร และต้องนำความรู้ด้านใดมาใช้บ้าง” (ผู้เรียนตอบตามความเข้าใจ) ครูเฉลย คำถาม 1) กว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นจะต้องทำอย่างไร คำตอบ วางแผนจัดตั้งขั้นตอน และรู้จักเลือกใช้วัสดุวิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดตามความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา เช่น หากต้องการสร้างเก้าอี้นั่งซักตัวจะต้องวางแผนไว้เป็นขั้นตอน โดยต้องเริ่มเลือกวัสดุที่จะใช้ทำเก้าอี้นั้นจะใช้วัสดุอะไรที่เหมาะสม วิธีการต่อยึดนั้นควรใช้กาว ตะปูนอต หรือใช้ข้อต่อแบบใด คำนวณสัดส่วนการใช้งานให้เหมาะสม ความแข็งแรงของเก้าอี้นั่งมากน้อยเพียงใด สีสันควรใช้สีอะไรจึงจะสวยงาม และทนทานกับการใช้งาน เป็นต้น คำถาม 2) ความรู้ด้านใดมาใช้บ้าง คำตอบ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์มีดังนี้ การออกแบบผลิตภัณฑ์ หลักการพื้นฐานในการออกแบบ หลักการสำคัญการออกแบบผลิตภัณฑ์ และข้อคำนึงการออกแบบผลิตภัณฑ์	5 (5)

2. ขั้นสอน

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ผู้สอนให้นักเรียนช่วยกันจำแนกองค์ประกอบของประเภทการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้สอนสรุป มีทั้งหมด 10 ประเภท โดยมีดังนี้ 1) หน้าที่ใช้สอย (Function) 2) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal) 3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) 4) ความปลอดภัย (Safety) 5) ความแข็งแรง (Construction) 6) ราคา (Cost) 7) วัสดุ (Materials) 8) กรรมวิธีการผลิต (Production) 9) การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance) และ 10) การขนส่ง (Transportation)	10 (15)
2	ผู้สอนยกตัวอย่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับเปลี่ยนจากวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน 	10 (25)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
	 ภาพตัวอย่างร่มที่ถูกออกแบบใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการใช้งาน (ที่มา: https://www.dezeen.com/tag/umbrellas/) ผู้สอนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ กระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองจากคนหลายๆ สายมาสร้างไอเดียให้เกิดแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่างๆ นั่นมาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมที่ตอบโจทย์กับผู้ใช้และสถานการณ์นั้นๆ (DX Space, 2016)	
3	ให้นักเรียนอาสาสมัคร 2–3 คน เสนอตัวอย่างการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับเปลี่ยนจากวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์	10 (35)
4	ครูอธิบายหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์และหลักการพื้นฐานในการออกแบบ การออกแบบ คือ กิจกรรมการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ (Design is a goal-directed problem-solving) เป็นการกระทำของมนุษย์ ด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการแจ้งผลเป็นสิ่งใหม่ๆ มีทั้งที่ออกแบบเพื่อสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมหรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม ความสำคัญของออกแบบเป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่จะทำให้กระบวนการในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ประสบผลสำเร็จในตลาดและตรงตามเป้าหมาย งานออกแบบ คือ สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยการเลือกนำเอาองค์ประกอบมาจัดเรียงให้เกิดรูปทรงใหม่ที่สามารถสนองความต้องการตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง และสามารถผลิตได้ด้วยวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่มีอยู่ในขณะนั้น	20 (55)

3. ขั้นสรุป

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความสำคัญของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ถูกปรับเปลี่ยนจากวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์	5 (60)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

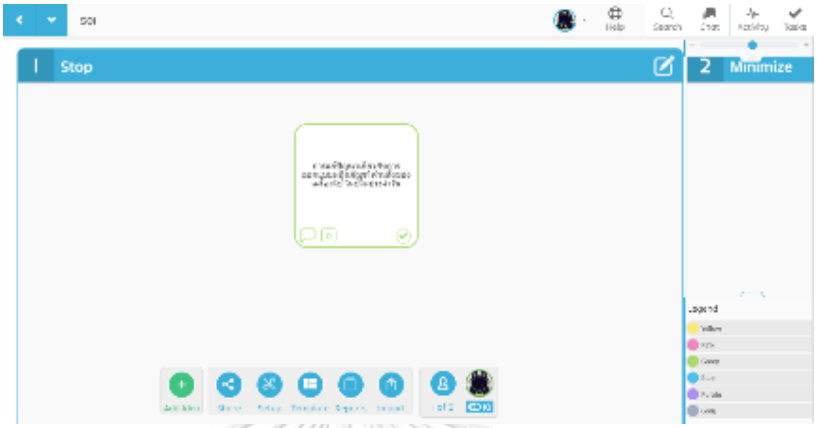
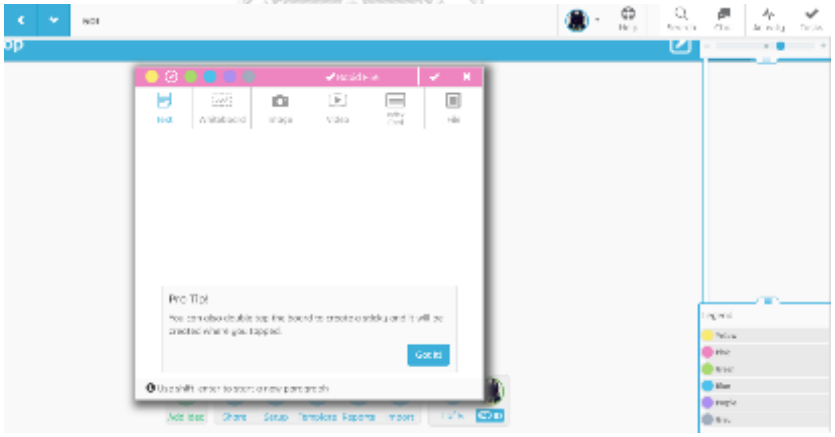
สัปดาห์ที่ 2 ชั่วโมงที่ 3 (วิธีการสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้)

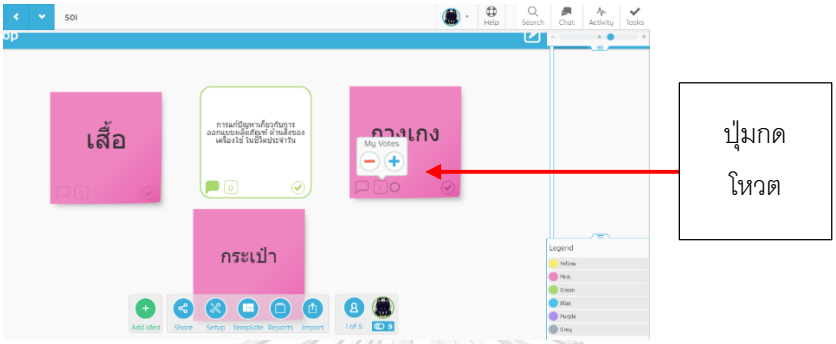
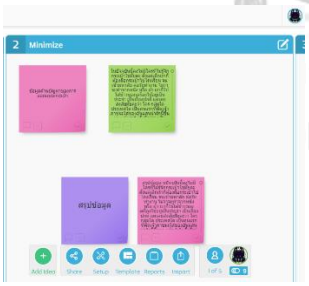
1. ขั้นนำ

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูซักถามนักเรียนว่ามีผลิตภัณฑ์ใดบ้างที่เป็นปัญหาและต้องการปรับปรุงแก้ไข	5 (5)
2	นักเรียนตอบคำถามของครูเป็นรายบุคคลตามความสมัครใจ คำตอบของนักเรียน อาจประมวลได้ดังนี้ - ผลิตภัณฑ์ใช้งานยากต่อสถานการณ์ใดสถานการณ์นึง - ควรที่จะปรับปรุงในด้านฟังก์ชั่นการใช้งาน ฯลฯ	5 (10)

2. ขั้นสอน

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูอธิบายการสร้างและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้ คือ ขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการ ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากทรัพยากรให้เป็นผลผลิตหรือผลลัพธ์ ประกอบด้วยกระบวนการก่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอย ตามที่มนุษย์ต้องการและเปลี่ยนแปลงการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เพราะมนุษย์มีความต้องการในการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการดำรงชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาที่อาจเกิดจากการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้น และบางครั้งปัญหาอาจเกิดการผลิตสิ่งของต่างๆ ไม่ตรงตามความต้องการไม่ได้คุณภาพจึงต้องมีการออกแบบ เพื่อจะนำมาแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว	5 (15)
2	ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้าร่วมกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน โดยผู้สอนเป็นคนจับกลุ่มให้เอง มีข้อกำหนดดังนี้ 1. สมาชิกภายในกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกไปประกอบด้วย เก่ง ปานกลาง อ่อน โดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการจำแนกดังนี้ - นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ ต่ำกว่า 2.00 ลงมา (หมายเลข 1) - นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์กลาง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับระหว่าง 2.00 – 3.00 (หมายเลข 2) - นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับ ระหว่าง 3.00 – 4.00 (หมายเลข 3) 2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ (หมายเลข1) จะมีสิทธิ์เลือกการปฏิบัติงานก่อนทุกครั้ง 3. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูง (หมายเลข 3) จะเป็นประธานและสมาชิกทุกคนจะต้องช่วยเหลือนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำทุกครั้ง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์กลาง (หมายเลข 2) จะเป็นเลขาของกลุ่มในการสรุปงานทุกครั้ง ทั้งนี้ครูผู้สอนจะแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนนั้นได้หมายเลขอะไรในขณะที่กำลังเข้ากลุ่ม	5 (20)
3	ผู้สอนอธิบาย ชี้แจงเป้าหมายของการเรียน ขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการใช้งาน https://stormboard.com และผู้สอนกำหนดบทบาท หน้าที่ เป้าหมายของงาน และขอบเขตงาน	5 (25)
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา		
4	ผู้สอนตั้งโจทย์ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ สร้างหัวข้อใน https://stormboard.com โดยกำหนดขอบข่ายด้านสิ่งของเครื่องใช้ ในชีวิตประจำวัน	5 (30)

5	ผู้เรียนแต่ละคนต่างแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิด ถกประเด็นความคิดเห็นเกี่ยวกับโจทย์ที่กำหนดไว้ให้ และให้ผู้เรียนเข้าไปแสดงความคิดเห็นใน Stormboard โดยมีวิธีการ ดังต่อไปนี้ 1. ครูผู้สอนกำหนดหัวข้อให้แต่ละกลุ่ม เพื่อให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น  รูป หน้าจอการใช้งาน stormbord สำหรับให้ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น 2. ผู้เรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยกด Add Idea และกรอกข้อมูลตามความคิดเห็นของตนเอง จากนั้นกดบันทึก โดยใช้กระบวนการ วิทยาศาสตร์เข้าร่วม คือ กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปข้อมูล ในแต่ละบุคคล  รูป การแสดงความคิดเห็นใน stormbord ทั้งนี้วิธีการปฏิบัติในการนำเสนอข้อมูลมีดังต่อไปนี้ 1. ให้นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ (หมายเลข1) ดำเนินการแสดงความคิดเห็นก่อนเป็นคนแรก และตามด้วยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง สูง ตามลำดับ 2. ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์สูง จะดำเนินการคอยช่วยเพื่อและสนับสนุนให้ความช่วยเหลือ หากนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำไม่เข้าใจและไม่สามารถปฏิบัติงานได้ 3. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง (หมายเลข 2) สรุปข้อมูลว่ามีการนำเสนอประเด็นใดไว้บ้าง	10 (40)

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
6	สมาชิกภายในกลุ่มดำเนินการโหวต เลือกสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ด้วยการโหวตภายในกลุ่มผ่าน stormbord โดยคลิกเครื่องหมายโหวต ดังรูป  รูป การโหวตเลือกใน stormbord ทั้งนี้ให้นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง สรุปผลจากการโหวต จากนั้นจะได้ข้อมูลว่ากลุ่มของตนเองนั้นสนใจในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันในด้านใด	5 (45)
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการรวบรวมข้อมูล		
7	ผู้เรียนแต่ละคนดำเนินการสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อที่กลุ่มของตนเองได้ดำเนินการโหวตไว้ โดยพิจารณารวบรวมข้อมูลในด้านปัญหา หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาของการออกแบบผลิตภัณฑ์ผ่านบนแหล่งข้อมูลเครือข่ายหรือจากประสบการของคนรอบข้าง รวมทั้งในชีวิตประจำวันของตนเอง และบันทึกลงใน stormbord และร่วมกันวิเคราะห์  รูป การบันทึกข้อมูลลงใน stormbord	5 (50) ; สืบค้นนอกห้องเรียนประกอบ
8	ผู้เรียนแต่ละคนสรุปข้อมูลจากการสืบค้นรวมกันภายในกลุ่ม และบันทึกลงใน stormbord	5 (55)

3. ขั้นสรุป

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง (หมายเลข 2) สรุปข้อมูลที่สืบค้น เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับกลุ่มในการออกแบบขั้นต่อไป	5 (60)

กรณ์มหาวิทยาลัย
NGKORN UNIVERSITY

สัปดาห์ที่ 2 ชั่วโมงที่ 4 (หลักการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น)

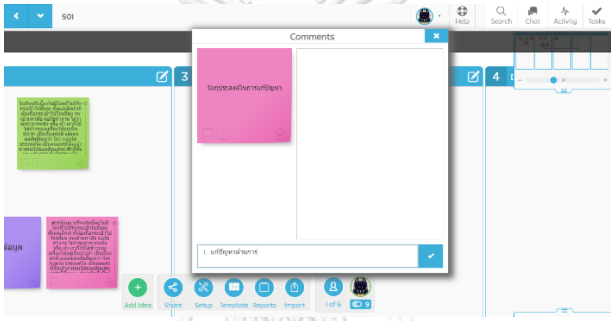
1. ขั้นนำ

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ครูให้นักเรียนดูวิวัฒนาการของกระเป๋าสตางค์จากอดีต - ปัจจุบัน แล้วแสดงความคิดเห็นว่าทำไมถึงต้องมีวิวัฒนาการของกระเป๋าสตางค์ และแสดงความคิดเห็นต่อการสร้างกระเป๋าสตางค์ว่าควรเริ่มต้นจากการทำอะไรก่อน รูป วิวัฒนาการของกระเป๋าสตางค์จากอดีต-ปัจจุบัน (ที่มา : https://www.hisooutlet.com/blogs/news/9160991)	5 (5)
2	นักเรียนตอบคำถามของครูเป็นรายบุคคลตามความสมัครใจ	5 (10)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ขั้นสอน

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	ผู้สอนอธิบายปัจจัยและวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เบื้องต้น โดยระบุปัจจัยพื้นฐาน 10 ประการ ที่นิยมใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสร้างสรรค์ผลงานเชิงอุตสาหกรรม และเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ โดยมีดังนี้ 1)หน้าที่ใช้สอย (Function) 2) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal) 3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) 4) ความปลอดภัย (Safety) 5) ความแข็งแรง (Construction) 6) ราคา (Cost) 7) วัสดุ (Materials) 8) กรรมวิธีการผลิต (Production) 9) การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance) และ 10) การขนส่ง (Transportation) (Lpru,2014)	10 (20)

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการวางแผน		
2	ผู้เรียนดำเนินระดมสมองสร้างแผนงานสิ่งที่ต้องการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับสิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ลงใน stormbord โดยครูเป็นผู้กำหนดหัวข้อดังนี้ 1. สร้างวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา 2. กำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการหรือการลงปฏิบัติงาน โดยสามารถพิจารณากระบวนการที่สามารถปรับปรุงและตรวจสอบกระบวนการได้ 3. แผนงานระยะเวลา 4. งบประมาณหรือสิ่งที่คาดคะเนไว้  รูป หัวข้อสำหรับการสร้างแผนงาน	30 (50)

3. ขั้นสรุป

ลำดับ	กิจกรรมการเรียน	เวลา (นาที)
1	นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง (หมายเลข 2) สรุปข้อมูลใน stormbord	10 (60)

7. เครื่องมือ/วิธีการ

1. แบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

2. แหล่งข้อมูลเครือข่าย ได้แก่ web search engine หมายถึง เว็บที่สามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างอิสระ ได้แก่ www.google.co.th www.thaifind.com www.thaiall.com เป็นต้น

3. เครื่องมือทำงานร่วมกัน https://stormboard.com

8. การวัดและประเมินผล

1. การตอบคำถามของผู้เรียน

หัวข้อการประเมิน	ระดับการประเมิน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
การตอบคำถามในชั้นเรียน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์	ตอบคำถามในชั้นเรียนความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน และชัดเจน	ตอบคำถามในชั้นเรียนความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้อง	ตอบคำถามในชั้นเรียนความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างชัดเจน	ตอบคำถามในชั้นเรียนความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้บ้าง

เกณฑ์การผ่าน ตั้งแต่ระดับ 2 ขึ้นไป ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

2. แบบประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

9. ตำราประกอบการเรียน

น้อย สุวรรณมณี และคณะ. การงานอาชีพและเทคโนโลยี ม.4-6 เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แมค, 2546

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- **ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์**
- **แบบทดสอบก่อนเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์**
- **แบบทดสอบหลังเรียนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์**
- **เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์**
- **การประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม**
- **แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

ข้อที่	ความยากง่าย (P)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล		นำไปใช้
1	0.5444	0.4963	ปานกลาง	จำแนกได้	/
2	0.4185	0.5704	ปานกลาง	จำแนกได้	/
3	0.4667	0.5185	ปานกลาง	จำแนกได้	/
4	0.4167	0.6296	ปานกลาง	จำแนกได้	/
5	0.3241	0.5556	ยาก	จำแนกได้	/
6	0.3485	0.5960	ยาก	จำแนกได้	/
7	0.4593	0.4889	ปานกลาง	จำแนกได้	/
8	0.4259	0.4815	ปานกลาง	จำแนกได้	/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบทดสอบก่อนเรียน

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างละเอียดแล้วตอบคำถาม ให้ครบทุกข้อ โดยสามารถตอบตามความคิดของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ แบบวัดนี้ใช้เวลาในการทำทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง

<u>สถานการณ์ที่ 1</u>

คุณกำลังเดินทางไปโรงเรียนด้วยรถยนต์ส่วนตัวของคุณพ่อ แต่ทันใดนั้นฝนตกลงมาหนักมาก ซึ่งในรถยนต์มีร่มอยู่ 1 คัน เป็นลักษณะการใช้งานแบบร่มก้านยาว มีรูปแบบในการใช้งานคือ เริ่มด้วยการแกะกระดุมร่มออก แล้วสะบัดเบาๆ เพื่อให้ผ้าคลายตัว หากผ้าติดกันก็ให้ใช้มือจับออก จากนั้นให้ค่อยๆ ดันร่มเลื่อนขึ้นไปจนถึงตัวล็อค ถึงจะสามารถขยายใบร่มออกมาได้ ทั้งนี้คุณพบว่าไม่สามารถกางร่มในรถได้เนื่องจากมีขนาดที่ใหญ่และต้องการที่กว้างต่อการกางร่ม หากต้องการกางร่มจะต้องออกจากรถถึงกางร่มออกได้ ซึ่งขณะที่กางร่มนอกรถนั้นจะทำให้คุณเปียกเช่นเดิม

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>สถานการณ์ที่ 2</u>

คุณชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยว ชนิดมันฝรั่งทอดกรอบ ซึ่งบรรจุภัณฑ์เป็นทรงกระบอกลักษณะเล็กมาก เมื่อต้องการรับประทานจะต้องเขย่า หรือใช้มือล้วงเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้พบว่าเมื่อคุณเขย่าออกแผ่นมันฝรั่งทอดกรอบจะแตกละเอียด หรือเมื่อใช้มือล้วงเข้าไปในทรงกระบอกพบว่ามือเปรอะเปื้อนไปด้วยผงปรุงรสหรือบางครั้งมือที่ล้วงเข้าไปติดกับบรรจุภัณฑ์ ซึ่งส่งผลลำบากต่อการรับประทาน

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

Chulalongkorn University

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

คุณชื่นชอบรับประทานชานมไข่มุก ซึ่งส่วนผสมและอุปกรณ์การทำชานมไข่มุก 1 แก้ว จะประกอบไปด้วย ผงชาดำ 1 ช้อนชา น้ำเดือด 8 ออนซ์ น้ำตาลทราย เล็กน้อย (ปรุงรส) ไข่มุกต้มสุก 1/4 ถ้วย น้ำแข็ง นมสด (ตามชอบ)หลอดดูดไข่มุก และแก้ว แต่ทุกครั้งที่คุณรับประทานชานมไข่มุก จะพบว่าคุณไม่สามารถดูดไข่มุกได้หมด เนื่องจากไข่มุกจะไปผสมและติดกับน้ำแข็ง ทำให้ไม่สามารถรับประทานไข่มุกได้ และต้องทิ้งไป ทั้งๆ ที่ไข่มุกยังคงเหลืออยู่

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

<u>คำชี้แจง</u> แบบประเมินมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างละเอียดแล้วตอบคำถาม ให้ครบทุกข้อ โดยสามารถตอบตามความคิดของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ แบบวัดนี้ใช้เวลาในการทำทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง

<u>สถานการณ์ที่ 1</u>

ในเวลา 6 โมงเช้า คุณได้ออกไปวิ่ง ณ สวนสาธารณะแห่งหนึ่ง และเมื่อวิ่งได้สักพักคุณรู้สึกต้องการนั่งพัก จึงเดินไปที่เก้าอี้ตัวหนึ่ง มีลักษณะทรงม้านั่งยาว ไม่มีพนักพิง และพบว่าเก้าอี้ตัวนั้นเปียกจากน้ำค้างในช่วงเช้ามืดทำให้ไม่สามารถนั่งพักได้ หากคุณนั่งคุณจะต้องยอมเปียก

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>สถานการณ์ที่ 2</u>

คุณชอบอ่านนวนิยาย ทุกครั้งที่คุณอ่านไม่จบต้องไปทำธุระอย่างอื่น คุณจะใช้วิธีการพับขอบกระดาษหน้าที่อ่านข้างไว้ ซึ่งทุกครั้งที่พับจะเกิดเหตุการณ์คือ กระดาษเป็นรอย และในบางครั้งหน้าที่เคยพับไว้กลับพับเหมือนหน้าที่ตนอ่านถึง ทำให้สับสนว่าได้อ่านถึงหน้าไหนแล้ว หรือบางครั้งใช้แผ่นกระดาษคั่นหน้าไว้แต่เมื่อกลับมาอ่านอีกครั้ง พบว่าจำไม่ได้ว่าอ่านถึงบรรทัดที่เท่าไหร่หรือตรงไหน

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 3

นพ.ชนินทร์ ลีวานนท์ ได้กล่าวเอาไว้ว่า การพักผ่อนที่ดีที่สุดคือการนอนหลับ และมนุษย์ใช้เวลาเพื่อการนอนถึง 1 ใน 3 ของเวลาทั้งหมดที่มีในแต่ละวัน เพราะฉะนั้นการนอนจึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ในมนุษย์แต่ละคนนั้นจะมีลักษณะท่าทางในการนอนไม่เหมือนกัน บ้างก็นอนติดหมอนข้าง บางคนก็นอนคว่ำ เป็นต้น (ที่มา: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ สสส.) ทั้งนี้ในกลุ่มนอนติดหมอนข้างจะพบว่ามักมีปัญหาในการนอนทำให้นอนหลับไม่สนิท เนื่องจากในขณะก่อนนอนจะกายหมอนข้าง แต่พอเมื่อหลับไปได้สักระยะนึงหมอนข้างจะหลุดไปอยู่ที่อื่น ซึ่งส่งผลทำให้รบกวนการนอนหลับ เนื่องจากร่างกายจะรับรู้ถึงสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปก่อนนอนและระหว่างตอนนอน ซึ่งรู้ตัวอีกทีเมื่อตื่นตอนเช้าและพบว่านอนหลักไม่เต็มอิ่ม

1) ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมด จากนั้นระบุด้านเหตุผลของปัญหาตามลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้เหตุผลประกอบ

ต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น (เรียนตามความสำคัญ)	**อธิบายปัญหาที่เกิดขึ้น**	**เหตุผล**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ให้นักเรียนเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด (ยังไม่ประเมินความถูกผิด)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3) ให้นักเรียนระบุวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด (อย่างน้อย 3 วิธี) พร้อมระบุข้อดี-ข้อเสีย ของแต่ละวิธี และพิจารณาเลือกทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบมากที่สุด พร้อมให้เหตุผล

วิธีแก้ปัญหา	**ข้อดี**	**ข้อเสีย**

วิธีแก้ปัญหาที่เลือก

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) จากข้อ 3) ให้นักเรียนอธิบายขั้นตอนวิธีแก้ปัญหาที่เลือกโดยละเอียดอย่างเป็นขั้นตอน ระบุเหตุผลที่จะเกิดขึ้น พร้อมทั้งวาดภาพการออกแบบใหม่ประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

ข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
1	สามารถค้นพบปัญหาได้อย่างถูกต้อง เรียงลำดับความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง ระบุปัญหาที่แท้จริงอย่างถูกต้อง พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบอย่างละเอียด	ค้นพบปัญหาแต่ถูกต้องบางส่วน สามารถเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ แต่ให้เหตุผลไม่ชัดเจน ระบุเหตุผลที่แท้จริงอย่างถูกต้อง แต่ให้เหตุผลประกอบไม่เพียงพอ	ค้นพบปัญหาแต่ไม่ถูกต้องทั้งหมด สามารถตัดสินใจเลือกปัญหาได้ แต่ไม่สามารถเรียงความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นได้	ไม่พบปัญหาหรือพบแต่ไม่ถูกต้อง ไม่สามารถระบุประเด็นปัญหาที่ชัดเจนได้ หรือไม่สอดคล้องกับสถานการณ์
2	ระบุวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 3 วิธี	ระบุวิธีการแก้ปัญหาอย่างน้อย 2 วิธี	ระบุวิธีการแก้ปัญหาอย่างน้อย 1 วิธี	ไม่ระบุวิธีการแก้ปัญหา
			วิธีแก้ปัญหามีความหลากหลายและแปลกใหม่	วิธีแก้ปัญหาไม่มีความหลากหลายและไม่แปลกใหม่
3	ระบุวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 2 วิธี พร้อมทั้งคำนึงถึงหลักการออกแบบ	ระบุวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี พร้อมทั้งคำนึงถึงหลักการออกแบบ	ระบุวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี แต่ไม่เป็นไปตามหลักการออกแบบ	ไม่ระบุวิธีการแก้ปัญหา
		ระบุข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการแก้ไขได้อย่างละเอียดชัดเจน และสมเหตุสมผล	ระบุข้อดีหรือข้อจำกัดของวิธีแก้ไขได้แต่ยังไม่ชัดเจน	ไม่ได้ระบุข้อดีหรือข้อจำกัด
4	เลือกวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม และระบุเหตุผลชัดเจน	เลือกวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ระบุเหตุผลไม่ชัดเจน	เลือกวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสมโดยระบุ	ไม่สามารถระบุเหตุผลได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อ	เกณฑ์การให้คะแนน			
	3	2	1	0
	ระบุขั้นตอนหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา ได้อย่างครบถ้วน		เหตุผลแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ระบุเหตุผล	
1 – 4	ทำครบทั้ง 3 ข้อ	ทำ 2 ข้อ	ทำ 1 ข้อ	ไม่ได้ทำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

เกณฑ์การประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

รายละเอียดตัวบ่งชี้ในการประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

เกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์		รายละเอียดตัวชี้วัด
กำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา	กำหนดปัญหา/ระบุปัญหา	ปัญหาถูกระบุและอธิบายอย่างละเอียด มีเงื่อนไขและข้อจำกัดที่แสดงไว้หมด พร้อมคำชี้แจง การแก้ปัญหาได้จากการระดมทางความคิด การแก้ปัญหาได้ใช้การมีส่วนร่วม
การรวบรวมข้อมูล	รวบรวมข้อมูล	การรวบรวมความคิด ข้อมูล ระดมสมองแบบมีส่วนร่วม
	แนวความคิด	ความคิดที่ได้รับจากการระดมสมอง ใช้หลักในการเลือกด้วยเหตุผล ระบุปัญหา ข้อดี และข้อเสียไว้ ตอบสนองต่อการสร้างขึ้น
การวางแผน	การสร้างแผนงาน	มีระบบการดำเนินงานเป็นไดอะแกรม (แผนภาพ) ที่ชัดเจน และมีการจัดวางระบุคนในการดำ เนินงาน
การออกแบบ	การออกแบบ	การประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวความคิดจากการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบหรือแนวทางการแก้ไขปัญหา
การปฏิบัติงาน	การปฏิบัติงาน	การดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือ กระบวนการที่จัดทำไว้
การทดสอบ	ทวนสอบงาน	มีการระบุค่าใช้จ่าย ระบุวันการดำเนินเสร็จสิ้น ทรัพยากรที่ใช้เป็นไปได้
	แบบจำลอง	รายละเอียดของวัสดุ ขั้นตอนอย่างละเอียดในการปฏิบัติงาน วัสดุได้จัดการและเหมาะสม และ มีความปลอดภัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์		รายละเอียดตัวชี้วัด
ปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน	ปรับปรุง	1) สนองความต้องการของข้อกำหนดการออกแบบ 2) เหมาะสมกับเศรษฐกิจ 3) ด้านเทคนิค 4) ด้านการสร้างสรรค์ 5) ความพึงพอใจของผู้ใช้ 6) องค์ประกอบความเป็นไปได้
นำเสนอ	การแลกเปลี่ยนข้อมูล	นำเสนออย่างดี ครอบคลุมของการออกแบบ ชัดเจน (วาจา หรือสายตา) ด้วยข้อมูลที่เหมาะสม และมีการนำเสนอมีส่วนร่วมจากสมาชิก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์การประเมินผลตามตัวบ่งชี้

เกณฑ์ / ตัวบ่งชี้	ร้อยละ 100 – 81 5	ร้อยละ 80 – 61 4	ร้อยละ 60 – 41 3	ร้อยละ 40 – 21 2	ร้อยละ 20 – 1 1
1. กำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา					
1.1 กำหนดปัญหา/ระบุปัญหา	กำหนดปัญหาได้อย่างชัดเจนและอธิบายอย่างละเอียด มีเงื่อนไขและข้อจำกัดที่แสดงไว้หมดพร้อมคำชี้แจง แนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่แตกต่างจากแนวทางเดิมชัดเจน	กำหนดปัญหาได้แต่ไม่ชัดเจน อธิบายรายละเอียดไม่ชัดเจน มีเงื่อนไขและข้อจำกัดที่แสดงบางส่วน พร้อมคำชี้แจง แนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ซึ่งส่วนใหญ่แตกต่างจากแนวทางเดิมเพียงเล็กน้อย	ปัญหาถูกระบุและอธิบายไว้บางส่วน มีเงื่อนไขและข้อจำกัดบางส่วน แต่อธิบายคำชี้แจงไม่ชัดเจน แนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ ไม่แตกต่างจากแนวทางเดิม	ปัญหาถูกระบุและอธิบายเล็กน้อย ไม่มีเงื่อนไขและคำอธิบายชี้แจงบางส่วน ไม่พบแนวทางการแก้ปัญหา	ไม่สามารถกำหนดปัญหาหรือระบุปัญหาได้
2. การรวบรวมข้อมูล					
2.1 รวบรวมข้อมูล	ข้อมูลที่ได้รับสามารถเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานได้อย่างชัดเจน	ข้อมูลที่ได้รับสามารถเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงานได้บางส่วน	ข้อมูลที่ได้รับสามารถเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงาน มี	ข้อมูลที่ได้รับสามารถเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินงาน	ข้อมูลที่ได้รับไม่สอดคล้อง/สัมพันธ์กันหรือไม่สามารถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์ / ตัวบ่งชี้	ร้อยละ 100 – 81 5	ร้อยละ 80 – 61 4	ร้อยละ 60 – 41 3	ร้อยละ 40 – 21 2	ร้อยละ 20 – 1 1
	ข้อมูลมีความสอดคล้อง/สัมพันธ์กับหัวข้อ	ข้อมูลมีความสอดคล้อง/สัมพันธ์กับหัวข้อ	ความสอดคล้องสัมพันธ์บางแต่ยังคงมีบางประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้อง	มีสอดคล้องน้อยและมีบางประเด็นที่ไม่เกี่ยวข้อง	รวบรวมข้อมูลได้
2.2 แนวความคิด	แนวความคิดมีเหตุผลระบุปัญหา ข้อดีและข้อเสียไว้มากกว่า 2 วิธี พร้อมทั้งคำนึงถึงหลักการออกแบบ	แนวความคิดมีเหตุผลระบุปัญหา ข้อดีและข้อเสียไว้มากกว่า 1 วิธี พร้อมทั้งคำนึงถึงหลักการออกแบบ	แนวความคิดมีเหตุผลระบุปัญหา ข้อดีและข้อเสียไว้ 1 วิธี แต่คำนึงถึงหลักการออกแบบเพียงเล็กน้อย	แนวความคิดมีเหตุผลระบุปัญหา ข้อดีและข้อเสียไว้ 1 วิธี แต่ไม่คำนึงถึงหลักการออกแบบ	ไม่ระบุแนวความคิด
3. การวางแผน					
3.1 การสร้างแผนงาน	มีระบบการดำเนินงานแผนงาน ระยะเวลา งบประมาณ หรือสิ่งที่คาดคะเนไว้ ที่ชัดเจน จัดวางระบุคนในการดำ เนินงาน และกำหนดลำดับขั้นตอนของวิธีการ/	มีระบบการดำเนินงานแผนงาน ระยะเวลา งบประมาณ หรือสิ่งที่คาดคะเนไว้ จัดวางระบุคนในการดำเนินงานไว้บางส่วนและสัมพันธ์กัน	มีระบบการดำเนินงานแผนงานแต่ไม่ชัดเจนและไม่สัมพันธ์กัน	มีระบบการดำเนินการเพียงเล็กน้อย	ไม่มีระบบการดำเนินงานแผนงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์ / ตัวบ่งชี้	ร้อยละ 100 – 81	ร้อยละ 80 – 61	ร้อยละ 60 – 41	ร้อยละ 40 – 21	ร้อยละ 20 – 1
	5	4	3	2	1
	ปฏิบัติงานได้อย่างละเอียดและสัมพันธ์กัน				
4. การออกแบบ					
4.1 การออกแบบ	ออกแบบสอดคล้องกับปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ รูปแบบแปลกใหม่น่าสนใจ แตกต่างจากแนวทางเดิม ชัดเจน	ออกแบบสอดคล้องกับปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ แต่รูปแบบไม่แตกต่างจากแนวทางเดิม	ออกแบบสอดคล้องกับปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ แต่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ และรูปแบบไม่แตกต่างจากแนวทางเดิม	ออกแบบไม่สอดคล้องกับปัญหา และไม่ถูกต้องตามมาตรฐานการเขียนแบบ และรูปแบบไม่แตกต่างจากแนวทางเดิม	ออกแบบไม่สอดคล้องกับปัญหา และไม่คำนึงถึงมาตรฐานการเขียนแบบ
5. การปฏิบัติงาน					
5.1 การปฏิบัติงาน	ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้ โดยไม่มีอุปสรรคใด	ดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้ อาจมีอุปสรรค/ปัญหาบ้างในการปฏิบัติงาน	ดำเนินการปฏิบัติงานโดยไม่เป็นไปตามแผน	ดำเนินการปฏิบัติงานโดยไม่เป็นไปตามแผน _มีอุปสรรค/ปัญหาบ้างในการปฏิบัติงาน	ไม่ดำเนินการปฏิบัติงานโดยไม่เป็นไปตามแผน _มีอุปสรรค/ปัญหาบ้างในการปฏิบัติงาน หรือไม่ปฏิบัติงาน
6.การทดสอบ					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์ / ตัวบ่งชี้	ร้อยละ 100 – 81	ร้อยละ 80 – 61	ร้อยละ 60 – 41	ร้อยละ 40 – 21	ร้อยละ 20 – 1
	5	4	3	2	1
6.1 ทวนสอบงาน	ผลงานถูกต้องตามแผนการปฏิบัติงานขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการที่จัดทำไว้	ผลงานถูกต้องตามแผนการปฏิบัติงานขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการเพียงเล็กน้อย	ผลงานถูกต้องแต่ไม่เป็นไปตามแผนปฏิบัติการ ตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการ	ผลงานไม่ถูกต้อง ไม่เป็นไปตามแผนปฏิบัติการตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้างหรือกระบวนการ	ไม่มีผลงาน
6.2 แบบจำลอง	ดำเนินการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือตัวต้นแบบ (Prototypes) เสร็จสิ้น ตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้าง/กระบวนการที่จัดทำไว้ตามที่ออกแบบ/วัสดุจัดการได้ตามความเหมาะสม/มีความปลอดภัยได้	ดำเนินการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือตัวต้นแบบ (Prototypes) เสร็จสิ้น ตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้าง/กระบวนการที่จัดทำไว้ตามที่ออกแบบ/วัสดุจัดการได้ตามความเหมาะสม/มีความปลอดภัย <u>มีข้อผิดพลาดบางส่วน</u>	ดำเนินการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือตัวต้นแบบ (Prototypes) เสร็จสิ้น แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่วางแผนตามโครงสร้าง/กระบวนการที่จัดทำไว้/ตามที่ออกแบบ	ดำเนินการสร้างแบบจำลอง (Model) หรือตัวต้นแบบ (Prototypes) ไม่สมบูรณ์ตามขั้นตอนที่วางแผน	ไปปฏิบัติสร้างผลงาน/ไม่มีผลงาน
7. ปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์ / ตัวบ่งชี้	ร้อยละ 100 – 81 5	ร้อยละ 80 – 61 4	ร้อยละ 60 – 41 3	ร้อยละ 40 – 21 2	ร้อยละ 20 – 1 1
7.1 ปรับปรุง	ไม่มีการปรับปรุงการกระทำที่จัดขึ้น ชิ้นงานถูกต้องตามแผนงานทั้งหมด	มีการปรับปรุงการกระทำที่จัดขึ้น ชิ้นงานไม่ถูกต้องบางส่วน	มีการปรับปรุงการกระทำที่จัดขึ้น ชิ้นงานมีอุปสรรค/ปัญหา	มีการปรับปรุงการกระทำที่จัดขึ้น ชิ้นงานไม่สมบูรณ์ตามขั้นตอนที่วางแผน	มีการปรับปรุงการกระทำที่จัดขึ้น มีอุปสรรค/ปัญหาค่อนข้างมาก
8. นำเสนอ					
8.1 การแลกเปลี่ยนข้อมูล	อธิบายสิ่งที่ออกแบบมาได้อย่างชัดเจน พร้อมหาเหตุผลที่หนักแน่น ชี้ให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่ออกแบบ มีข้อมูลเฉพาะเจาะจงสนับสนุน ข้อสรุป การนำเสนอมีความต่อเนื่อง มีการเตรียมการเป็นอย่างดี ตรงประเด็นและเหมาะสม	อธิบายสิ่งที่ออกแบบพร้อมให้เหตุผลที่ชี้ให้เห็นความสำคัญของสิ่งที่ออกแบบ มีข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ มีการจัดลำดับการนำเสนอ	อธิบายสิ่งที่ออกแบบพร้อมกล่าวถึงข้อสรุปไม่มากพอ มีการนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง	อธิบายสิ่งที่ออกแบบมาไม่ค่อยสมบูรณ์ ไม่มีการกล่าวข้อสรุป ลำดับการนำเสนอพอเข้าใจ แต่มีจุดผิดพลาดบางจุด เตรียมการไม่ดี	นำเสนอสิ่งที่ออกแบบไม่ชัดเจนและมีข้อสรุปไม่เพียงพอ ยากต่อการฟังให้เข้าใจ ขาดการจัดระเบียบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

เรื่อง ผลการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนั้นคำตอบตามความคิดเห็นจริงของนักเรียนมีความสำคัญและจำเป็นต่อความเข้าใจที่ถูกต้องในการวิจัยครั้งนี้ อันจะนำไปสู่แนวทางกิจกรรมการเรียนต่อไป ซึ่งผู้วิจัยขอยืนยันว่าจะนำคำตอบของท่านไปใช้ในการวิจัยเท่านั้น การรายงานผลจะเป็นภาพรวม มิใช่อ้างอิงจากคำตอบของผู้ใด ดังนั้นไม่มีผลกระทบต่อนักเรียนแต่อย่างใด

แบบสอบถามนี้มีเป็นแบบกึ่งโครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วน คือ แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบสัมภาษณ์ โดยมีจำนวนตอนทั้งหมด 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง โปรดกรอกรายละเอียดและทำเครื่องหมาย √ ลงใน ตามความเป็นจริง

1. เพศ	☐	ชาย	☐	หญิง
2. คะแนนเฉลี่ยสะสม (GPA)	☐	น้อยกว่า 2.00	☐	2.00 - 2.50
	☐	2.51 – 3.00	☐	3.01 -–3.50
	☐	มากกว่า 3.50		

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถสนับสนุนการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้					
2. เครื่องมือการทำงานร่วมกันเอื้อต่อการอภิปรายแสดงความคิดเห็น การโหวต เป็นต้น					
3. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสมารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ					
4. เครื่องมือการทำงานร่วมกันมีความสวยงาม และน่าสนใจ					
5. เครื่องมือการทำงานร่วมกันมีการแบ่งหมวดหมู่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ					
6. เครื่องมือสร้างการการเชื่อมโยง (Link) ไปยังสารสนเทศอื่น มีประสิทธิภาพตอบสนองได้ดี					
7. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบ					
8. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถสนองต่อการสร้างองค์ความรู้และส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์					
9. การใช้เครื่องมือการทำงานร่วมกันให้ความสะดวกการติดต่อสื่อสาร ไม่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่					
10. เครื่องมือการทำงานร่วมกันสามารถใช้ได้ในทุกอุปกรณ์ติดต่อสื่อสาร					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
11. เครื่องมือการทำงานร่วมกันส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน					
12. เครื่องมือการทำงานร่วมกันเป็นสื่อที่มีการประยุกต์ใช้ต่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม					

มีความประทับใจอะไรต่อเครื่องมือการทำงานร่วมกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเครื่องมือการทำงานร่วมกันที่มีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาอย่าสร้างสรรค์

3.1) นักเรียนใช้เครื่องมือใดมากที่สุดใน Stormboard (สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

O การสร้าง sticky note O การสร้างกระทู้สนทนา

O การโหวต O การสนทนาออนไลน์

O การแสดงความคิดเห็น O การเชิญชวนผู้อื่นร่วมทำงาน

O อื่นๆ .....

3.2) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการใช้เครื่องมือ ทำงานร่วมกันออนไลน์ใน Stormboard เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.3) นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรต่อการใช้เครื่องมือ ทำงานร่วมกันออนไลน์ ใน Stormboard เพื่อส่งเสริมทำให้เกิดกระบวนการทำงานร่วมกันมากขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

3.4) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

ขอบคุณที่ท่านให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

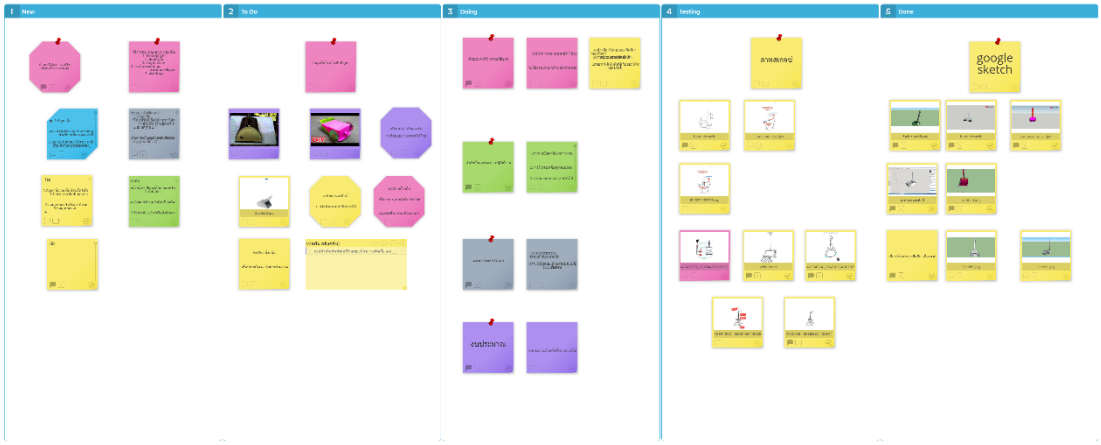
ผู้วิจัย

ภาคผนวก ง
ผลงานนักเรียน

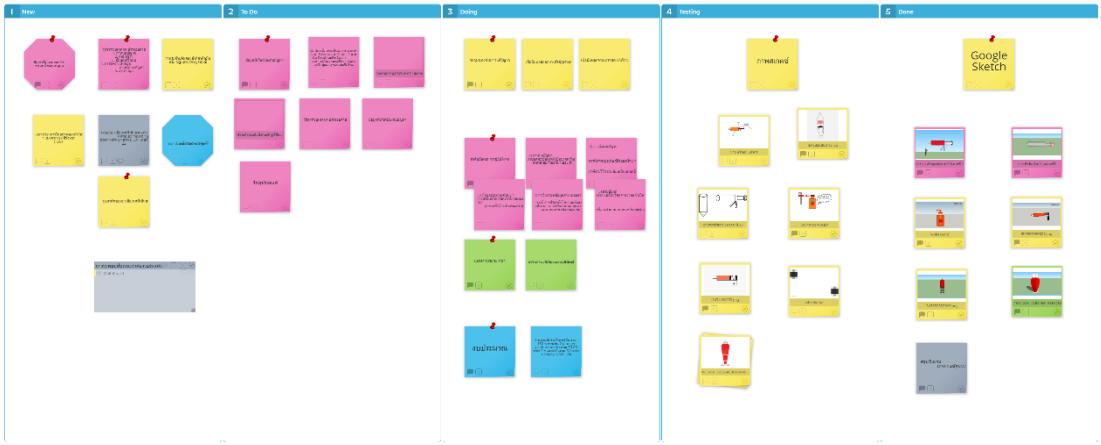
- ตัวอย่าง เครื่องมือทำงานร่วมกัน StormBoard
- ตัวอย่าง ภาพบรรยากาศในการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม
- ตัวอย่าง ภาพบรรยากาศในการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์
- ผลงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์
- คะแนนผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์
- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง เครื่องมือทำงานร่วมกัน StormBoard

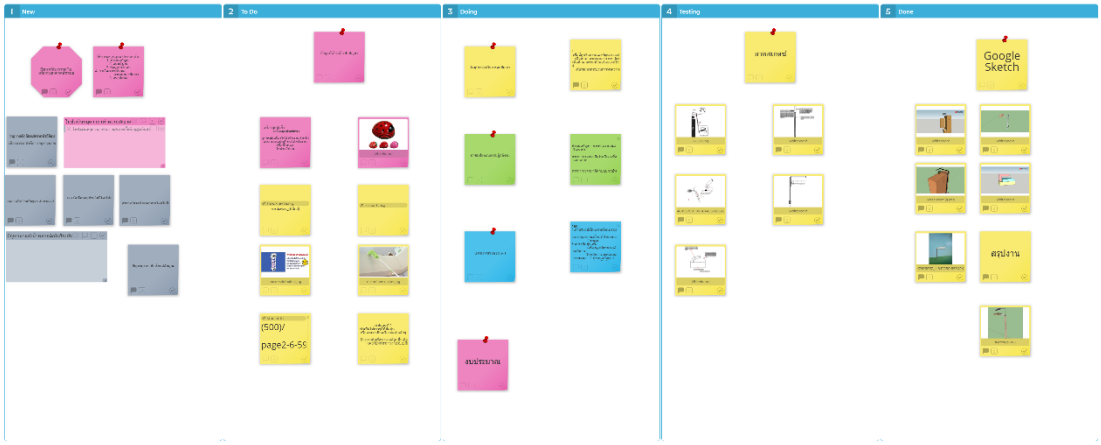
501/2



501/4



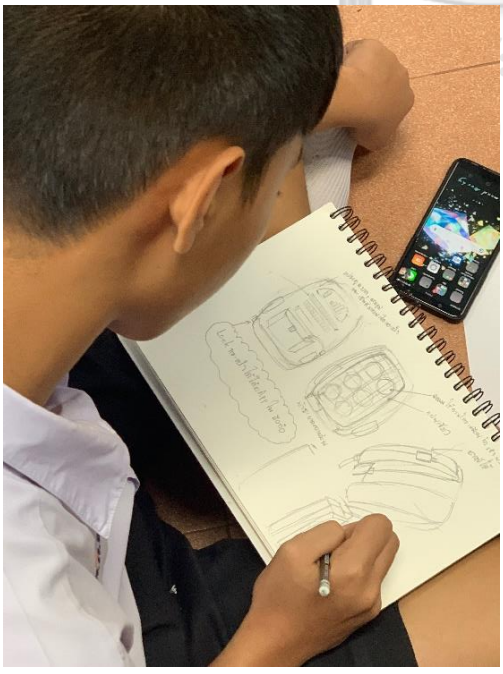
501/3



ตัวอย่าง ภาพบรรยากาศในการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

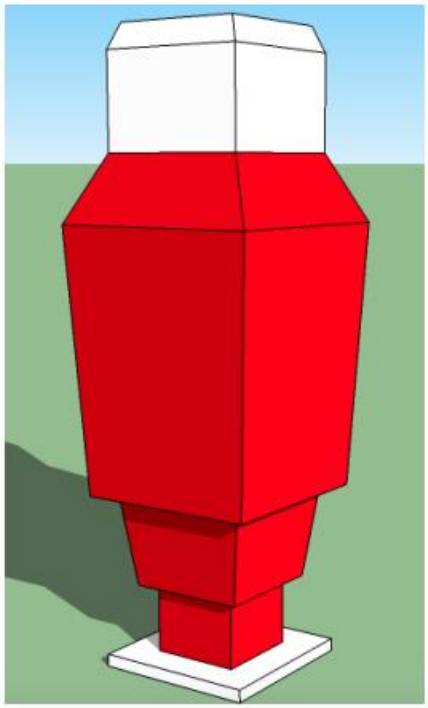
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

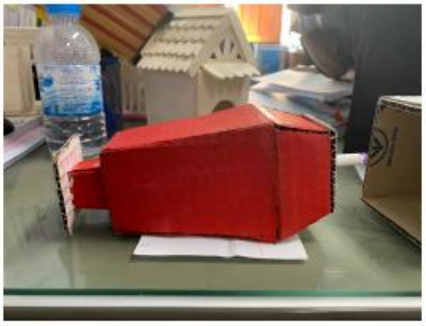
ตัวอย่าง ภาพบรรยากาศในการเก็บข้อมูลกลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรมและใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์



ตัวอย่างผลงานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

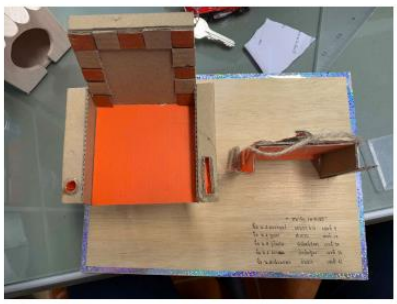
กลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

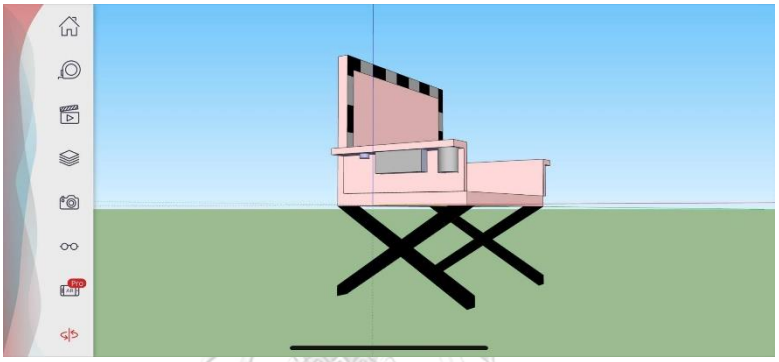


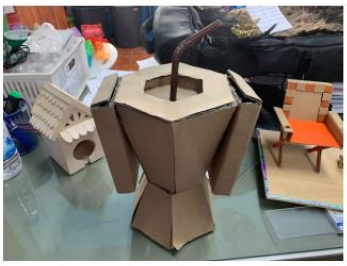


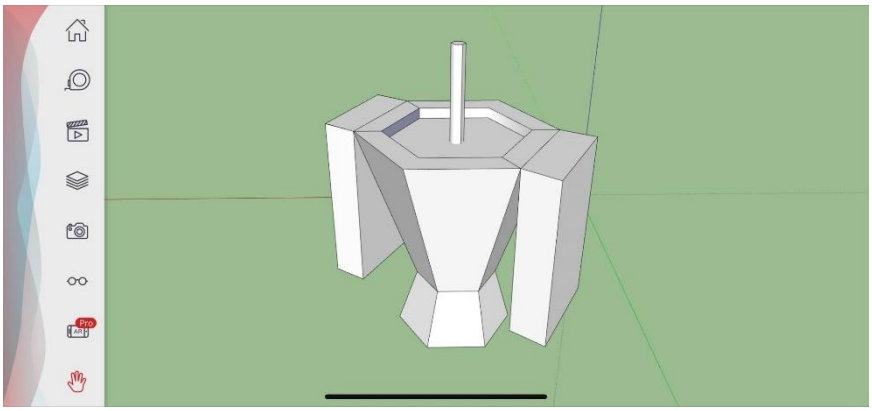
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

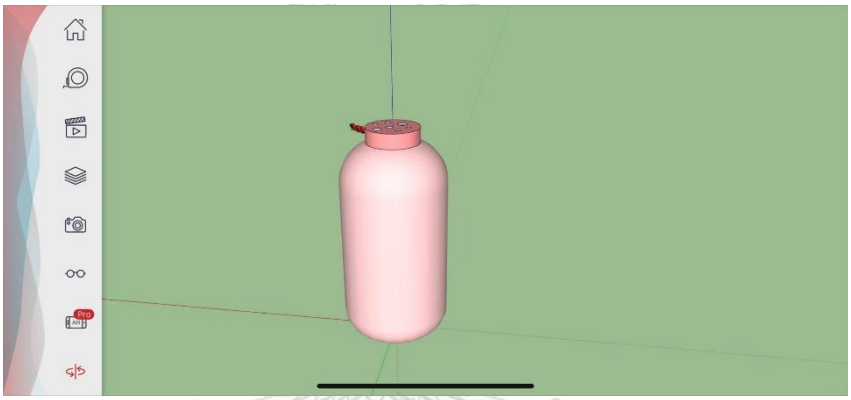
กลุ่มการทดลองกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

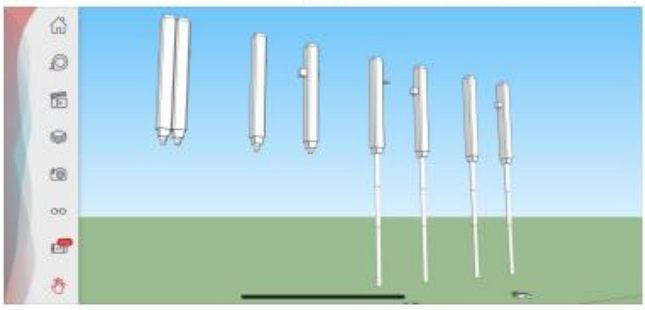




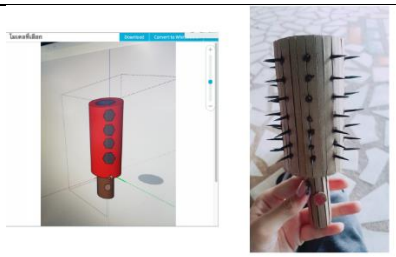
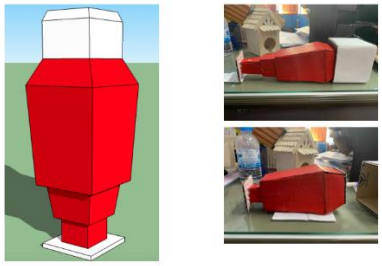
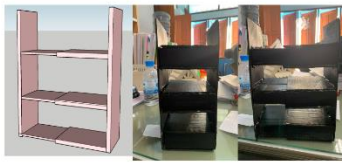


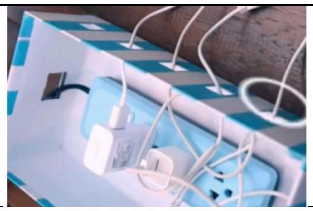






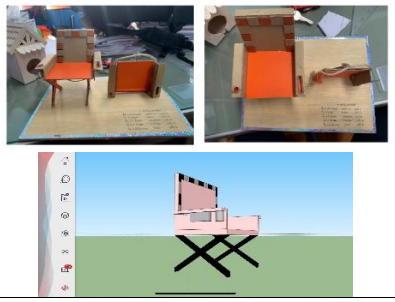
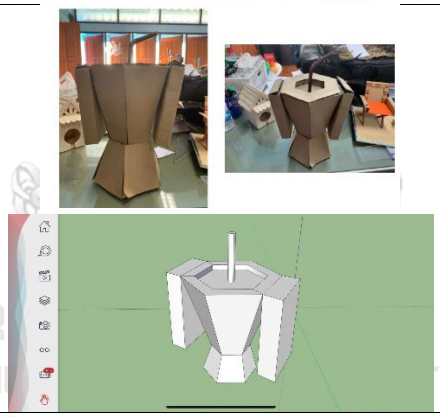
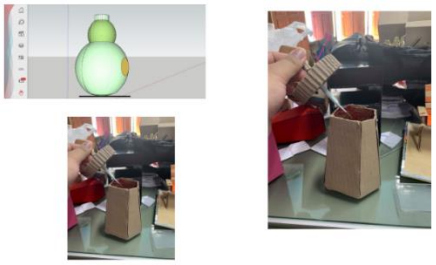
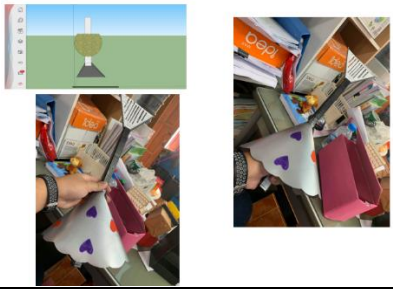
ผลกลุ่มทดลองการจัดการเรียนรู้รายหน่วยกิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม

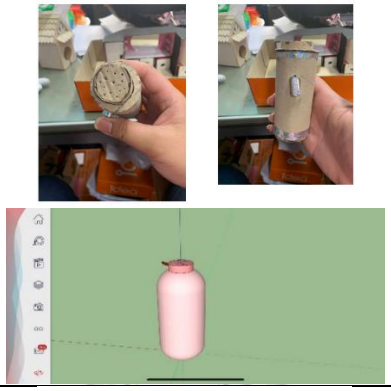
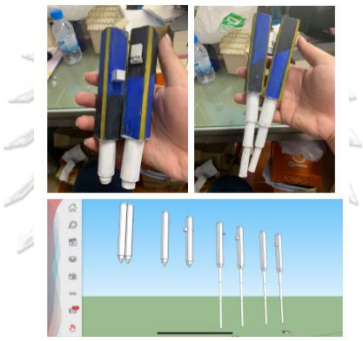
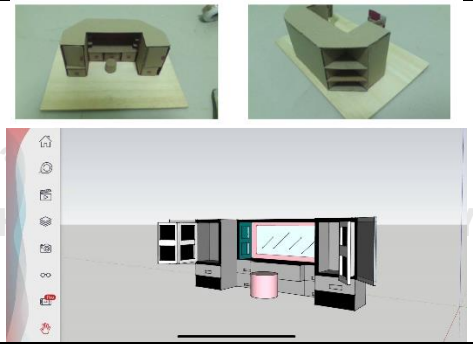
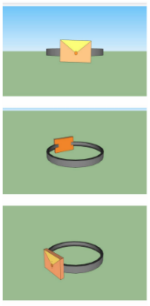
กลุ่มที่	รายชื่อผลงาน	รายการผลงาน	คะแนน			เฉลี่ย
			1	2	3	
1	หวีใส่น้ำยา		4.31	4.38	4.23	4.31
2	ที่โกยรอบด้าน		4.38	4.31	4.31	4.33
3	กวาดหลังตู้		4.54	4.62	4.62	4.59
4	ขวดบีบซอส		4.62	4.62	4.69	4.64
5	ชั้นวางของขยายได้		4.38	4.31	4.38	4.36
6	ถุงมือล้างจาน		4.46	4.54	4.46	4.49

กลุ่มที่	รายชื่อผลงาน	รายการผลงาน	คะแนน			เฉลี่ย
			1	2	3	
7	กล่องแยกสายไฟ		4.23	4.15	4.08	4.15
8	ถุงเก็บสายเพาเวอร์แบงค์		4.23	4.31	4.38	4.31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลกลุ่มการทดลองกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

กลุ่มที่	รายชื่อผลงาน	รายการผลงาน	คะแนน			เฉลี่ย
			1	2	3	
1	เก้าอี้พกพาพับได้		3.77	3.69	3.69	3.72
2	แก้วใส่ของกิน		3.54	3.54	3.69	3.59
3	แก้วใส่ขนม		4.08	3.92	3.92	3.97
4	ขวดกาว		4.00	4.00	3.85	3.94
5	ตะหลิวป้องกันน้ำมัน		4.31	4.23	4.23	4.26

กลุ่มที่	รายชื่อผลงาน	รายการผลงาน	คะแนน			เฉลี่ย
			1	2	3	
6	กระป๋องแป้งแบบปุ่มกด		4.46	4.38	4.46	4.44
7	ตะเกียบแบบพหพา		4.46	4.38	4.46	4.44
8	ตู้อเนกประสงค์		3.08	3.08	2.92	3.03
9	สายรัดพกพา		3.92	3.69	3.62	3.74

คะแนนผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์

รายการประเมิน	กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม
	จำนวนกลุ่มย่อย 8 กลุ่ม	จำนวนกลุ่มย่อย 9 กลุ่ม
ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์		
1. ความเกี่ยวข้องและประสิทธิผล		
1.1 สมรรถนะ	4.63	4.58
1.2 ความเหมาะสม	4.92	4.67
2. ความแปลกใหม่		
2.1 ข้อกำหนด	4.46	4.00
2.2 การคาดการณ์	3.96	3.88
3. แรงขับเคลื่อน		
3.1 การเริ่มต้นใหม่	4.17	3.50
3.2 การก่อกำเนิด	4.92	3.63
3.3 การเปลี่ยนทิศทางใหม่	4.21	3.92
4. ความประณีตละเอียดลออ		
4.1 ความน่าพึงพอใจ	4.33	4.04
4.2 ความสมบูรณ์	3.96	3.96
4.3 ความน่าเชื่อถือ	4.00	3.93
5. จุดเริ่มต้น		
5.1 การเป็นผู้บุกเบิกเส้นทางใหม่	4.29	3.96
5.2 การเป็นผู้ริเริ่ม	4.46	4.00
5.3 การปูรากฐาน	4.92	4.21
ผลรวม	57.23	52.28
ค่าเฉลี่ย	4.40	4.02

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการประเมิน	กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม	กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม
	จำนวนกลุ่มย่อย 8 กลุ่ม	จำนวนกลุ่มย่อย 9 กลุ่ม
ด้านกระบวนการออกแบบวิศวกรรม		
1. กำหนดปัญหาหรือระบุปัญหา		
1.1 กำหนดปัญหา/ระบุปัญหา	4.38	4.21
2. การรวบรวมข้อมูล		
2.1 รวบรวมข้อมูล	4.42	4.13
2.2 แนวความคิด	4.33	4.08
3. การวางแผน		
3.1 การสร้างแผนงาน	4.04	4.00
4. การออกแบบ		
4.1 การออกแบบ	4.79	3.92
5. การปฏิบัติงาน		
5.1 การปฏิบัติงาน	4.58	4.21
6. การทดสอบ		
6.1 ทวนสอบงาน	4.42	4.04
6.2 แบบจำลอง	4.63	4.13
7. ปรับปรุง/ขั้นประเมินผลงาน		
7.1 ปรับปรุง	4.54	4.25
8. นำเสนอ		
8.1 การแลกเปลี่ยนข้อมูล	4.79	4.54
ผลรวม	44.92	41.51
ค่าเฉลี่ย	4.49	4.15
คะแนนรวมค่าเฉลี่ยผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์	88.88	81.27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์

กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม						
คนที่	**เกรดเฉลี่ย (GPAX)**	**ระดับ**	**กลุ่มที่**	**คะแนน**		
				Pre-test	**Post-test**	**ผลต่าง**
1	2.15	ต่ำ	5	17	54	37
2	3.81	สูง	1	47	61	14
3	3.43	ปานกลาง	4	38	63	25
4	2.97	สูง	2	40	60	20
5	3.92	สูง	3	45	60	15
6	2.78	ปานกลาง	3	38	53	15
7	3.21	สูง	4	40	46	6
8	2.23	ปานกลาง	7	29	52	23
9	3.38	สูง	1	40	57	17
10	3.66	สูง	5	50	60	10
11	2.16	ต่ำ	6	26	60	34
12	3.63	สูง	4	57	61	4
13	3.44	ปานกลาง	1	37	51	14
14	3.01	ปานกลาง	6	37	48	11
15	3.23	สูง	2	40	54	14
16	3.36	ปานกลาง	5	38	60	22
17	2.87	สูง	3	39	62	23
18	3.12	ปานกลาง	5	35	54	19
19	2.35	ปานกลาง	3	27	57	30
20	3.12	ปานกลาง	6	38	49	11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มทดลองที่ 1 กิจกรรมการใช้กลุ่มสืบสอบร่วมกับเครื่องมือเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรม						
คนที่	เกรดเฉลี่ย (GPAX)	ระดับ	กลุ่มที่	คะแนน		
				Pre-test	Post-test	ผลต่าง
21	2.22	ต่ำ	3	22	37	15
22	3.32	สูง	4	40	59	19
23	2.28	ต่ำ	2	24	62	38
24	2.34	ต่ำ	8	39	52	13
25	2.12	ต่ำ	1	22	60	38
26	3.77	สูง	6	43	55	12
27	2.95	สูง	8	41	47	6
28	2.34	ต่ำ	8	23	62	39
29	3.27	สูง	7	40	48	8
30	2.32	ต่ำ	2	36	59	23
31	2.34	ปานกลาง	4	27	55	28
32	3.86	สูง	2	42	59	17
33	2.01	ต่ำ	1	23	57	34
34	2.87	สูง	7	41	60	19
35	3.73	สูง	8	45	61	16
36	3.24	ปานกลาง	8	37	55	18
37	2.33	ต่ำ	5	26	56	30
38	3.7	สูง	7	48	51	3
39	2.35	ต่ำ	6	25	56	31
40	2.43	ต่ำ	4	26	59	33
41	2.34	ต่ำ	7	23	52	29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มทดลองที่ 2

กิจกรรมการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม

คนที่	เกรดเฉลี่ย (GPAX)	ระดับ	กลุ่มที่	คะแนน		
				Pre-test	Post-test	ผลต่าง
1	2.75	ปานกลาง	1	36	63	27
2	2.95	สูง	7	44	59	15
3	3.06	สูง	5	40	63	23
4	2.75	สูง	5	43	55	12
5	2.93	สูง	5	43	47	4
6	3.24	ปานกลาง	9	33	54	21
7	2.13	ปานกลาง	1	33	61	28
8	3.59	สูง	8	41	44	3
9	2.24	ต่ำ	6	29	54	25
10	3.76	สูง	8	47	56	9
11	2.91	ปานกลาง	7	35	53	18
12	2.03	ต่ำ	9	28	51	23
13	2.45	ต่ำ	5	21	45	24
14	2.91	สูง	8	47	59	12
15	2.46	ต่ำ	2	24	55	31
16	3.21	สูง	6	49	52	3
17	2.81	สูง	1	43	46	3
18	3.2	สูง	8	37	51	14
19	2.77	ปานกลาง	5	39	42	3
20	3.13	ปานกลาง	4	32	55	23
21	3.68	ปานกลาง	4	34	45	11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มทดลองที่ 2 กิจกรรมการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เครื่องมือแสดงผลงานออนไลน์และใช้กระบวนการออกแบบวิศวกรรม						
22	2.07	ต่ำ	3	24	51	27
23	3.59	สูง	6	47	56	9
24	2.91	ปานกลาง	6	39	45	6
25	3.61	สูง	1	46	51	5
26	3.46	สูง	2	47	58	11
27	3.35	ปานกลาง	4	35	52	17
28	2.93	สูง	9	51	53	2
29	3.58	สูง	9	41	51	10
30	2.88	สูง	2	41	54	13
31	3.67	สูง	8	41	41	0
32	3.59	สูง	1	42	46	4
33	2.95	ปานกลาง	2	36	53	17
34	3.42	สูง	4	56	59	3
35	2.41	ต่ำ	3	20	40	20
36	2.12	ต่ำ	7	24	49	25
37	3.66	สูง	7	42	49	7
38	2.93	ปานกลาง	3	38	58	20
39	3.45	สูง	9	45	54	9
40	3.2	ปานกลาง	2	34	56	22
41	3.38	ปานกลาง	6	34	53	19
42	2.18	ต่ำ	3	22	51	29
43	2.23	ต่ำ	4	21	50	29
44	3.78	สูง	7	54	58	4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณัฐวุฒิ อรุณรัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	18 มิถุนายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
วุฒิการศึกษา	ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	114/113 หมู่ 7 ต.พลูตาหลวง อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี 20180
ผลงานตีพิมพ์	ณัฐวุฒิ อรุณรัตน์ และ ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2562) การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับรูปแบบกิจกรรมการสอนด้วยกระบวนการออกแบบวิศวกรรมที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 18(1), 22–31.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University