

การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง
สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต




นางสาวธัญปวีณ์ สีเฉลียว

ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A PROPOSED MODEL OF INSTRUCTIONAL DESIGN AND DEVELOPMENT BASED ON
ENGINEERING CREATIVE PROBLEM SOLVING PRINCIPLES TO DEVELOP CREATIVE
THINKING SKILLS OF UNDERGRADUATE ENGINEERING STUDENTS



Miss Thapanee Seechaliao

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Educational Communications and Technology
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

โดย

นางสาวฐานันท์ สีเฉลียว

สาขาวิชา

เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วันณสุโกประสิทธิ์

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วันณสุโกประสิทธิ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวีณา สุวรรณรัฐโชติ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณมน จีรังสุวรรณ)

ฐานนี้ สีเฉลียว : การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. (A PROPOSED MODEL OF INSTRUCTIONAL DESIGN AND DEVELOPMENT BASED ON ENGINEERING CREATIVE PROBLEM SOLVING PRINCIPLES TO DEVELOP CREATIVE THINKING SKILLS OF UNDERGRADUATE ENGINEERING STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.ดร.วิทยา วันณสุโกประสิทธิ์, 436 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาความคิดเห็น ได้แก่ อาจารย์ จำนวน 346 คน นิสิตนักศึกษา จำนวน 395 คนและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 คน กลุ่มตัวอย่างที่ทดลองออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เป็นอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 คน อาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 1 คน ทดลองสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน กับนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 ปีการศึกษา 1/2553 จำนวน 58 คน ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที

ผลการวิจัย พบว่า

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ คือ 1) เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นเนื้อหาวิชาการสังเคราะห์และการออกแบบ 2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 11 ข้อ 3) กลยุทธ์การเรียนการสอนที่ออกแบบตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ 4) บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ตามกลยุทธ์ 5) กิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. การใช้กรณีตัวอย่าง 2. การใช้คำถาม 3. การคิดประดิษฐ์ 4. การเขียนแผนผังทางปัญญา 5. การระดมสมองและเครื่องมือเว็บสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ 1. ห้องสนทนา 2. ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ 3. ข้อความสำเร็จรูปทันที 4. ประชุมทางไกลบนเว็บ 5. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ 6. กระดานข่าว 7. บล็อก 8. ประกาศเฉพาะกลุ่ม 9. วิกี 10. เฟสบุ๊ค 6) ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประมาณ 6-8 สัปดาห์หรือ 10-15 คาบการเรียนใน 1 ภาคการศึกษา 7) สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บ และทรัพยากรการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ ได้แก่ 1. เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง 2. สไลด์ประกอบการบรรยาย 3. ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ 4. แบบฝึกหัด เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่และฝึกปฏิบัติ 8) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ จิตภาพและสังคมภาพ 9) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษา 2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ สำหรับผู้ประเมิน และ 6 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อทักษะการคิดสร้างสรรค์ 2) การออกแบบเพื่อแสดงแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ 3) การผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ 4) การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน 5) การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ 6) การควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน

2. กลุ่มตัวอย่างที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์หลังเรียนโดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต ฐานนี้ สีเฉลียว
 สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก [ลายมือ]
 ปีการศึกษา 2553 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม [ลายมือ]

4984771027 : MAJOR EDUCATIONAL COMMUNICATIONS AND TECHNOLOGY

KEYWORDS : INSTRUCTIONAL DESIGN AND DEVELOPMENT / ENGINEERING CREATIVE PROBLEM SOLVING / CREATIVE THINKING SKILLS

THAPANEE SEECHALIAO : A PROPOSED MODEL OF INSTRUCTIONAL DESIGN AND DEVELOPMENT BASED ON ENGINEERING CREATIVE PROBLEM SOLVING PRINCIPLES TO DEVELOP CREATIVE THINKING SKILLS OF UNDERGRADUATE ENGINEERING STUDENTS. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF.ONJAREE NA TAKUATOONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASST.PROF.WITAYA WANNASUPHOPRASIT, Ph.D., 436 pp.

The purposes of this research study were to propose an instructional design and development model based on engineering creative problem solving principles to develop creative thinking skill of undergraduate engineering students. The samples whose opinions were studied consisted of 346 instructors, 395 students and 27 experts. The samples who designed instruction according to the instructional design and development model consisted of four engineering instructors. After that, one engineering instructor implemented the instructional model with 58 engineering students from the Mechanical System Design I course at the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University. The students studied the course for four weeks or sixteen periods. Data were collected and analyzed by using arithmetic mean, standard deviation and t-test dependent.

The research findings were as follows:

1. The instructional design and development model consisted of nine components: 1) Engineering contents focused on engineering synthesis and design; 2) 11 behavioral learning objectives to develop creative thinking skill; 3) Instructional strategies based on engineering creative problem solving principles to develop creative thinking skill; 4) Engineering instructor and student roles based on designed strategies; 5) Activities and tools for developing creative thinking skill, comprising: 1. Case study, 2. Questioning (5W1H), 3. Inventive thinking, 4. Mind mapping, 5. Brain storming and web tools for conducting activities on web, comprising: 1. Chat room, 2. Video conferencing, 3. Instant messaging, 4. Web conferencing, 5. E-mail, 6. Web boards, 7. Blog, 8. Group announcements, 9. Wiki, and 10. Facebook; 6) Time duration for developing creative thinking skill (approximately 6-8 weeks or 10-15 periods in one semester); 7) Classroom media and web media and learning resource from a reliable data source consisting of 1. Document, book and textbook supporting self learning, 2. Slides with description, 3. Pictures and videos focused on engineering creative problem solving presentation or creative product design, 4. Practices focused on question and answer concerning problem situation and practice; 8) Learning environment: physical environment, psychological environment and sociological environment; and 9) Tools for evaluating creative thinking skill consisting of a creative thinking test for students and a creative product evaluation for evaluators. The instructional design and development model comprised six steps: 1) Analyze the components effecting the development of creative thinking skill; 2) Design for conducting instruction for developing creative thinking skill; 3) Produce and develop media and tools; 4) Conduct instruction based on instructional model; 5) Evaluate creative thinking skill; and 6) Control instructional conduct based on instructional model.

2. The samples who studied engineering course that was designed by the instructional design and development model had post-test scores for creative thinking skill significantly higher than their pre-test scores in the creative thinking skill at .05 significance level. The samples also had post-test scores for creative product in fairly good level.

Department : Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Field of Study : Educational Communications and Technology

Academic Year : 2010

Student's Signature Thapanee

Advisor's Signature Ojan Natakafong

Co-Advisor's Signature Ju

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างสูงจากรองศาสตราจารย์ ดร. อรรถจริย์ ณ ตะกั่วทุ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้จุดประกาย ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วัฒนสุโกประสิทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ให้แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตา ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาของการศึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตวีร์ คล้ายสังข์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราวีณา สุวรรณณัฐโชติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณมน จีรังสุวรรณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นคณะกรรมการสอบ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะสำหรับการแก้ไขและปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้โอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสาขาต่างศาสตร์ และให้ความเมตตาามาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์จากสถาบันการศึกษาของรัฐ 10 แห่งทั่วประเทศ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 ภาคการศึกษาต้นปีการศึกษา 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการให้ความร่วมมือในการวิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนและน้องสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและสาขาวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน สำหรับความปรารถนาดี กำลังใจ ความห่วงใยและความช่วยเหลือทุกด้าน

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำหรับทุนพัฒนาอาจารย์ตามโครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อการผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ประจำปี 2549

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อวีระวัฒน์และคุณแม่ชูจิตร์ สีเฉลียว สำหรับการอบรม สั่งสอนที่ดีและเป็นแบบอย่างของความมุ่งมั่นและอดทนจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณครอบครัวสีเฉลียวที่ให้ความรัก ความอบอุ่นและกำลังใจมาโดยตลอด

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่	
1	
บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา	1
คำถามในการวิจัย	9
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	10
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
สมมติฐานในการวิจัย	17
ขอบเขตของการวิจัย	17
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	21
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	24
2	
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design and Development Model)	25
1. ความหมายของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	26
2. องค์ประกอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	29
3. หลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	30
4. ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	36
5. ประเภทของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	38
6. ขั้นตอนการสร้างและการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอน	48
7. ความสำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	53
8. การประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	55
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอน	60

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking skill)	62
1. ความหมายของทักษะการคิดสร้างสรรค์	62
2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	65
3. กระบวนการคิดสร้างสรรค์	67
4. ประเภทของความคิดสร้างสรรค์	72
5. องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต	75
6. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	87
7. แนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์	90
8. แนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	92
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์	100
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Creative Problem Solving)	108
1. ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์	108
2. กระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์	110
3. ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์	117
4. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	118
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์	121
3 วิธีดำเนินการวิจัย	124
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	124
ตอนที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขา วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	124
ตอนที่ 2 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและ พัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต	139
ตอนที่ 3 สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตาม หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับ ปริญญาบัณฑิต	147

<p>ตอนที่ 4</p>	<p>ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>149</p>
<p>ตอนที่ 5</p>	<p>นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต.....</p>	<p>169</p>
<p>4</p>	<p>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</p>	<p>173</p>
<p>ตอนที่ 1</p>	<p>ผลการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต</p>	<p>173</p>
<p>ตอนที่ 2</p>	<p>ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>183</p>
<p>ตอนที่ 3</p>	<p>ผลการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>189</p>
<p>ตอนที่ 4</p>	<p>ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>195</p>
<p>ตอนที่ 5</p>	<p>ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>215</p>
<p>5</p>	<p>การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต</p>	<p>217</p>

บทที่	ญ หน้า
ตอนที่ 1 รายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตาม หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญา บัณฑิต	217
ตอนที่ 2 วิธีการและเงื่อนไขการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับ ปริญญาบัณฑิต	303
6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	305
วิธีดำเนินการวิจัย	305
สรุปผลการวิจัย	309
อภิปรายผลการวิจัย	323
ข้อเสนอแนะ	362
รายการอ้างอิง	366
ภาคผนวก	379
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ	380
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	385
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	436

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	96
2	กรอบแนวคิดการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	98
3	การสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์	128
4	การสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	132
5	จำนวนกลุ่มตัวอย่างและอัตราการตอบกลับ จำแนกตามเขตพื้นที่	136
6	จำนวนกลุ่มตัวอย่างและอัตราการตอบกลับ จำแนกตามเขตพื้นที่	138
7	การศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	158
8	การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	165
9	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลองโดยรวมของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	204
10	ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์แยกเป็นรายด้านก่อนและหลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	204
11	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม	206
12	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจของนิสิตจำแนกตามการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	207
13	จำนวนและร้อยละของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	210
14	ความถี่ของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับสิ่งที่ประทับใจในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้	210
15	ความถี่ของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้	212
16	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงานสร้างสรรค์หลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต	214

17	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงานสร้างสรรค์แยกเป็นราย ด้านหลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต	214
----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2	แสดงห่วงโซ่วงจรที่มีข้อมูลย้อนกลับเพื่อการประเมินทุกขั้นตอน	31
3	แสดงการนำเอา Cybernetic มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน	31
4	แสดงทฤษฎีเชิงสังเคราะห์ของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน	31
5	แสดงโครงสร้างพื้นฐานด้านทฤษฎีของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน	35
6	แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับห้องเรียน	39
7	แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับผลิตภัณฑ์	40
8	แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนในเชิงระบบ	41
9	แสดงประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน	47
10	แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแหวนอ่อน	48
11	แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแหวนตั้ง	49
12	แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแหวนตั้งผสมแหวนอ่อน	49
13	แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบวงกลมและวงรี	49
14	แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์	49
15	แสดงรูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอน	56
16	แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ	192
17	แสดงองค์ประกอบของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ .	193
18	แสดงขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ	194
19	แสดงการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ	195
20	แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	220
21	แสดงขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ	236
22	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	237
23	แสดงขั้นตอนการออกแบบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	269
24	แสดงขั้นตอนการผลิตและพัฒนาของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	272
25	แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ	296

ภาพที่		ท หน้า
26	แสดงขั้นตอนการประเมินผลของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	297
27	แสดงขั้นตอนการควบคุมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ	302



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

สถาบันอุดมศึกษาของรัฐทำหน้าที่หลักในการผลิตบัณฑิตวิศวกรให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550- 2554) โดยเน้นการพัฒนาคุณภาพให้ทัดเทียมกับประเทศที่เจริญแล้วในกลุ่มประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกา จึงจำเป็นต้องพัฒนาโครงสร้างการศึกษาระดับปริญญาตรีและหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตขึ้นอย่างต่อเนื่องในหลายสาขาวิชา รวมทั้งต้องให้ก้าวทันต่อวิทยาการด้านวิศวกรรม (ชวเชศ ชาญสง่าเวช, 2548; นกสิทธิ์ คุ้มพัฒนาชัย, 2551; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549) เช่น สาขาวิศวกรรมยานยนต์ มุ่งผลิตบัณฑิตวิศวกรทางด้านยานยนต์ที่มีความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อช่วยในกระบวนการออกแบบ การผลิตชิ้นส่วนและการประกอบยานยนต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการผลิตรถยนต์ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554) ทั้งนี้ รัฐบาลได้กำหนดให้อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลัก ซึ่งมีแนวทางในการพัฒนาให้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาค สาขาวิชาวิศวกรรมอากาศยาน มุ่งผลิตบัณฑิตวิศวกรทางด้านอากาศยานและการบิน ซึ่งถือว่าเป็นวิศวกรสาขาหนึ่งที่มีความจำเป็นมากในการที่จะรองรับการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมการบิน ทั้งวิศวกรด้านความปลอดภัยของอากาศยาน วิศวกรด้านเครื่องมือสื่อสารและอุปกรณ์ประกอบการบิน วิศวกรด้านการซ่อมบำรุงที่ทำงานให้กับสายการบินโดยตรงและวิศวกรด้านต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรมนี้ ทั้งนี้ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายที่ชัดเจนที่จะมุ่งพัฒนาให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในด้านการบินในภูมิภาคแถบนี้ โดยได้เปิดให้บริการสนามบินนานาชาติแห่งใหม่ “สนามบินสุวรรณภูมิ” ซึ่งจะทำให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการบินในภูมิภาคนี้ พร้อมกับการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมการบินเพิ่มขึ้นไปอีก สาขาวิศวกรรมการผลิตเพื่อผลิตวิศวกรภาคการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นวิศวกรอีกสาขาหนึ่งที่มีความจำเป็นมากที่จะเป็นกำลังสำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในภาคการผลิตทางด้านอุตสาหกรรมให้กับประเทศ เพื่อยกระดับมาตรฐานสินค้าที่ผลิตในประเทศให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นและสามารถแข่งขันกับนานาชาติได้ เป็นต้น (กิตติศักดิ์ ดียา, 2549) และมุ่งผลิตบัณฑิตวิศวกรที่มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ทั้งในด้านทักษะความชำนาญ (Skills) ด้านความรู้ (knowledge) ด้านอุปนิสัย (habits) และตอบสนองความต้องการของวงการธุรกิจอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ บัณฑิตวิศวกรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทันทีที่สำเร็จการศึกษา (สุภรณ์ สระตันต์, 2540; ชวเชศ ชาญสง่าเวช, 2548)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ผ่านมาไม่สามารถผลิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ได้เท่าที่ควร ดังที่นกสิทธิ์ คุ้มพัฒนาชัย (2551) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพบัณฑิตวิศวกรอยู่ในระดับต่ำมาก และจากการศึกษาเอกสารและ

งานวิจัย พบว่า ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและควรปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน เช่น ทักษะด้านภาษาต่างประเทศโดยเฉพาะภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่น การเรียนรู้สิ่งใหม่ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม การคิดเชิงวิเคราะห์ ความเป็นผู้นำ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคนิคในการทำงาน เป็นต้น (บุญส่ง นิลแก้ว, 2542; วรรษยา ขาวจันทร์, 2547; ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548; มณฑลีสี ศาสนนันทน์, 2550; นกสิทธิ์ คุ้มณาชัย, 2551; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อีกทั้ง ผลการประเมินความพึงพอใจวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ของผู้ใช้บัณฑิตวิศวกรในตลาดแรงงานหรือวงการธุรกิจอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ.2548 พบว่า ผู้ใช้บัณฑิตวิศวกรต้องการบัณฑิตวิศวกรที่มีทักษะความชำนาญเป็นประเด็นสำคัญ ไม่ใช่มีความรู้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholder) มีความพึงพอใจวิศวกรด้านทักษะความชำนาญ อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น (ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548)

นอกจากนี้ ธานินทร์ ณะเอม ที่ปรึกษาด้านนโยบายและแผนงาน สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้กล่าวไว้ว่า กำลังคนระดับวิศวกรหรือระดับปริญญาตรีขึ้นไปของทุกกลุ่มอุตสาหกรรมมักจะพบปัญหาด้านทักษะ (Common skills) คล้ายคลึงกัน และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า ทักษะที่มีปัญหามากที่สุดสำหรับกลุ่มวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสื่อสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้ด้านการบริหารจัดการ การประยุกต์ใช้ตัวเลข ทักษะการคำนวณขั้นพื้นฐานและคุณลักษณะสำคัญบางประการ ได้แก่ ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงกลยุทธ์ การแก้ปัญหา เฉพาะหน้า การคิดเชิงสร้างสรรค์ นวัตกรรม การวางแผน การเรียนรู้ การสอนงาน การนำเสนอ การประยุกต์ใช้ความรู้ การทำงานเป็นทีม เป็นต้น (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2548; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) รวมทั้งคุณภาพของบัณฑิตวิศวกรไม่ตรงตามความต้องการของผู้ประกอบการ และขาดความเชื่อมโยงกับภาคธุรกิจอุตสาหกรรมต่างๆ (นกสิทธิ์ คุ้มณาชัย, 2551) เช่น กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ วิศวกรไทยไม่มีความชำนาญเฉพาะทาง และไม่มีความรู้และทักษะในการรองรับงานด้านการออกแบบ วิจัยและพัฒนาหรือผลิตชิ้นส่วนที่ซับซ้อนได้ จึงจำเป็นต้องควบคุมและดำเนินงานโดยผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ อีกทั้งบัณฑิตวิศวกรที่จบใหม่ทั้งจากคณะวิศวกรรมศาสตร์และวิทยาลัยเทคนิค ส่วนใหญ่ขาดประสบการณ์ตรงต่องานที่ต้องปฏิบัติในอุตสาหกรรมค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับบัณฑิตวิศวกรที่จบใหม่ในประเทศอื่นๆ ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ในระยะแรก ต้องมีการอบรมและฝึกฝนก่อนการทำงานเสมอ ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนให้แก่ผู้ประกอบการ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2546; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549) นอกจากนี้ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของประเทศและโครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ ดังจะเห็นได้จากจำนวนบุคลากรวิจัย ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ สิทธิบัตร รวมทั้งการลงทุนของรัฐในกิจการวิจัยและพัฒนา (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2550) และนกสิทธิ์ คุ้มณาชัย (2551) ได้วิเคราะห์บริบทพื้นฐานเศรษฐกิจจุลภาคของการสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศโดยใช้ Diamond Model ของ Prof. Michael Porter จาก Harvard University พบว่า กำลังคนทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมยังขาดทักษะแรงงานและศักยภาพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ซึ่งปัญหาดังกล่าวมีผลกระทบอย่างมากต่อการขยายตัวอย่างรวดเร็วทางด้านอุตสาหกรรมของประเทศ

การแก้ปัญหาดังกล่าว ต้องแก้ก่อนบัณฑิตออกไปประกอบวิชาชีพ จึงเป็นปัญหาที่สถาบันการศึกษาต้องเร่งดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งการศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างสรรคโดยนำหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในการวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน (สมชาย ปฐมศิริ, 2547; Farid et al., 1993; Holtzapple and Reece, 2003; Haik, 2003; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005) และในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตมีกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์แนวคิดผลิตภัณฑ์ (Concept generation) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจุดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (สมบัติ ทิทธิทรัพย์, 2535; ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Stouffer, et al., 2004; Lawson, 2006; Howard et al., 2008) ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการศึกษิตตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและวิชาชีพวิศวกรรม (สมชาย ปฐมศิริ, 2547; รัชยา ขาวจันทร์, 2547; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Stouffer, et al., 2004) และจำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ ดังจะเห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมนี เป็นต้น ซึ่งจัดว่าเป็นประเทศผู้นำของโลกและได้รับการยอมรับความสามารถในการสร้างสรรค์ โดยดึงเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประเทศชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อันเป็นลักษณะเด่นและแสดงความสามารถที่เหนือกว่าประเทศอื่น ทั้งนี้ เพราะประเทศดังกล่าวมีประชาชนที่มีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิด กล้าใช้จินตนาการ จนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ เป็นประโยชน์ เอื้ออำนวยความสะดวกและเหมาะสมกับสภาพการณ์ ตัวอย่างผลงานสร้างสรรค์ ได้แก่ เครื่องบิน เครื่องบินไอพ่น ยานอวกาศ พลังงานแสงเลเซอร์ ตลอดจนงานความคิดเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิดและวิธีการต่างๆ ทั้งในวงการแพทย์ ธุรกิจ การศึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก็นำมาใช้ในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าได้เป็นอย่างดี (อารี พันธมณี, 2547)

ความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว จึงเป็นทักษะที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน ซึ่งความคิดสร้างสรรค์เกิดจากการผสมผสาน “ความสามารถในการคิด” และ “ความสามารถในการสร้างสรรค์” ของแต่ละบุคคล โดยแต่ละบุคคลอาจจะมีความสามารถทั้งสองอย่าง หรือมีเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ความสามารถในการคิดเป็นผลผลิตจากกระบวนการทำงานของสมองมนุษย์ที่คิดอยู่เกือบตลอดเวลา ลักษณะการคิดแบ่งเป็นการคิดแบบไม่มีจุดมุ่งหมาย (undirected cognition) เป็นการคิดแบบอิสระปะติดปะต่อกันโดยปราศจากการจัดระเบียบ เปลี่ยนไปตามความสนใจหรือเหตุการณ์ที่ผ่านเข้ามา ขณะนั้น และไม่มีการตั้งวัตถุประสงค์ ส่วนการคิดแบบมีจุดมุ่งหมาย (directed cognition) เป็นการคิด

แบบมีทิศทาง มีการจัดระบบระเบียบและวัตถุประสงค์เฉพาะ โดยอาศัยกระบวนการทำงานของสมอง อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การรับรู้ การตีความ ความจำ สมมติฐานจนถึงการสรุปผล สำหรับ ความสามารถในการสร้างสรรค์ หมายถึง การสร้างหรือการกระทำให้เกิดขึ้นทั้งกระบวนการ วิธีการ รวมไปถึงลักษณะทางผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงาน (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546)

การจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สามารถดำเนินการได้หลากหลายแนวทาง เช่น การใช้รูปแบบการสอนเน้นกระบวนการคิด ใช้เทคนิค วิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการคิด จัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการคิดเข้าไปใน เนื้อหาวิชาต่าง ๆ จัดการเรียนการสอนที่ยึดทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาเป็นแนวทางหรือ ประยุกต์ สู่การสอนคิดตลอดจนการพัฒนารายวิชา หลักสูตรหรือโปรแกรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการคิดของผู้เรียน เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004) แต่จากการศึกษา พบว่า การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นิยมใช้รูปแบบการเรียน การสอน (Instructional Model) ซึ่งมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นระบบ ระเบียบชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพัฒนาทักษะการคิดที่มุ่งเน้นไว้อย่างเฉพาะ และได้รับการ พิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับแล้วว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว ทำให้ มหาวิทยาลัยต่างประเทศหลายแห่งปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพบัณฑิตวิศวกรให้มีคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ตามที่คาดหวังและ ต้องการในอนาคต เช่น Rensselaer Polytechnic Institute ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบ การเรียนการสอนจากการสอนแบบเน้นบรรยายในห้องเรียนขนาดใหญ่มาเป็นการสอนแบบเน้น ปฏิบัติ (Learning by doing) ในห้องปฏิบัติการ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ อุกรณ์ต่างๆ ได้อย่างอิสระ และมหาวิทยาลัยได้ปรับปรุงหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง (Rensselaer School of Engineering, 2005) University of Michigan, Ann Arbor ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ เปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนจากการสอนแบบเน้นบรรยายและสัมมนาเป็นกลุ่มใหญ่ ประมาณ 70 - 80 คน มาเป็นการสัมมนาเป็นกลุ่มเล็ก ไม่เกิน 30 คน ทำให้ผู้เรียนและผู้สอนมี โอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น โดยมุ่งเน้นการสอนแบบเชิงรุกและการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน หรือที่เรียกว่า Active and Cooperative Learning เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยยังได้จัดตั้งหน่วยงานที่มีชื่อว่า Center for Research on Learning and Teaching (CRLT) ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบด้านการพัฒนาหลักสูตร การออกแบบรายวิชา การจัดการเรียน การสอน การพัฒนางานวิจัยและการพัฒนาโครงการทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อยู่ระดับแนวหน้าเสมอ ทั้งนี้ ผลงานของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ได้รับรางวัลเป็นจำนวนมาก (University of Michigan, College of Engineering, 2005) และ University of Colorado at Boulder ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ เปิดรายวิชาโครงการสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนทราบแนวคิดของ ศาสตร์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ลักษณะของการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และสามารถ เชื่อมโยงศาสตร์ทางวิศวกรรมศาสตร์กับสิ่งที่ตนเองสนใจได้ โดยจัดการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติ

จริง เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และสามารถทำงานเป็นทีมได้ นอกจากนี้ ยังมีการจัดนิทรรศการแสดงผลงานของผู้เรียนร่วมกับรายวิชาอื่นๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน และเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง (University of Colorado at Boulder, Integrated Teaching and Learning Laboratory, 2005)

สำหรับประเทศไทยนั้น สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการปรับเปลี่ยนหลักสูตร รูปแบบ เทคนิค วิธีการเรียนการสอนแบบต่างๆ แล้ว เช่น ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนจากเน้นการบรรยายมาเน้นผู้เรียนมากขึ้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและลงมือปฏิบัติงานมากขึ้น เช่น การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเน้นการอภิปรายกลุ่มย่อย การมอบหมายงานที่หลากหลายและการใช้กรณีศึกษาเพื่อพัฒนาการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด การทำโครงการแบบบูรณาการโดยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ได้ เป็นต้น เพื่อพัฒนาบัณฑิตวิศวกรให้สามารถแข่งขันในภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม (ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548) อีกทั้ง นักสิทธิคุ้มครองวิชาชีพ (2551) ได้กล่าวว่า ควรสนับสนุนให้อาจารย์มีประสบการณ์ในภาคอุตสาหกรรมและพัฒนาด้านวิชาการให้ทันสมัยอยู่เสมอ ตลอดจนพัฒนาอาจารย์ในด้านการสอนรูปแบบใหม่ให้เหมาะสม ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียนและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและภาคอุตสาหกรรม

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าจะมีการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยใช้รูปแบบและเทคนิคต่างๆ ที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถผลิตและพัฒนาวิศวกรที่มีคุณภาพเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าวได้อย่างเพียงพอและมีคุณภาพ เนื่องจากการเร่งผลิตบัณฑิตวิศวกรจำนวนมากเพื่อสอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมของประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550 - 2554) จึงส่งผลให้คุณภาพการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์โดยรวมลดลง (สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2546; กมล ธรรมบุตร, 2549) และลักษณะการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์เน้นผู้สอนเป็นสำคัญ โดยใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลักและมีจำนวนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ เนื่องจากลักษณะของเนื้อหาวิชามีรายละเอียดทางทฤษฎีมากและอาจารย์ผู้สอนต้องการสอนเนื้อหาความรู้ให้ผู้เรียนอย่างเต็มที่ (ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548; กมล ธรรมบุตร, 2549) แต่เนื้อหาสาระที่สอนไม่ตรงกับการใช้งานหรือการปฏิบัติงานจริง ไม่ทันสมัยตามความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยี ทำให้สถานประกอบการต่างๆ ต้องฝึกอบรมพนักงานเพิ่มเติมเป็นระยะเวลา 3 เดือนถึง 1 ปี จึงจะสามารถทำงานได้ตามต้องการ (วิรัชยา ขาวจันทร์, 2547; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) หรือจัดฝึกอบรมทักษะความรู้ที่เป็นความต้องการโดยเชิญวิทยากรฝึกอบรมจากบริษัทที่เป็น Best Practice ในแต่ละด้าน เพื่อพัฒนาบุคลากรร่วมกันและเป็นการส่งเสริมให้บริษัทต่างๆ เห็นความสำคัญของการพัฒนาบุคลากรของตนอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2548) ฉะนั้น การเรียนการสอนดังกล่าวจึงไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะความชำนาญต่างๆ ตามความต้องการของตลาดแรงงานหรือวงการธุรกิจอุตสาหกรรม เช่น ทักษะความชำนาญการใช้ภาษาอังกฤษ ทักษะในการแก้ปัญหาทางาน ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะในการคิด

วิเคราะห์วิจารณ์และคิดอย่างเป็นระบบ ทักษะในการทำงานเป็นทีม เป็นต้น (ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548; กมล ธรรมบุตร, 2549) รวมทั้งไม่เอื้อต่อการพัฒนาคนให้มีลักษณะ “มองกว้าง คิดไกล ใฝ่รู้” ไม่สามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับบริบทและสภาพแวดล้อมทางสังคม (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2548)

นอกจากนี้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2549) ยังพบว่า ผู้สอนขาดประสบการณ์การ เรียนรู้และการฝึกงานในสถานประกอบการ และทศนา แคมมณี (2540) และฤทัยรัตน์ ธรเสนา (2549) พบว่า ผู้สอนขาดความรู้ความเข้าใจในการสอนทักษะการคิด ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมและยัง ไม่มีรูปแบบหรือแนวทางในการสอนที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน และอรพรรณ พรสีมา (2546) พบว่า ผู้สอนขาดความรู้และประสบการณ์ตรงในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน ดังนั้น จึงควรพัฒนา อาจารย์ด้านความเป็นครูและการสอน ตลอดจนพัฒนาอาจารย์รุ่นใหม่ให้มีคุณภาพสูงในสาขาที่มีความสำคัญ ดังที่ นกสิทธิ์ คุวัฒนาชัย (2551) ได้เสนอกลยุทธ์ในการพัฒนาเทคนิคการเรียนการสอนให้เหมาะสมและก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของผู้เรียน และสภาพสังคม ตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและภาคอุตสาหกรรม โดยส่งเสริมให้มีการค้นคว้า วิจัยและทดลองใช้เทคนิคการเรียน การสอนแบบใหม่ๆ เพื่อให้เกิดนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม สนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ทางด้านนวัตกรรมการสอนระหว่างสถาบันอุดมศึกษา เพื่อให้เกิดการแพร่กระจายความรู้ ทางด้านเทคนิคการสอน สนับสนุนให้อาจารย์มีประสบการณ์การเรียนรู้ในภาคอุตสาหกรรมหรือ ภาคสังคม โดยถือเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ภาคปฏิบัติในเชิงลึก ควร พัฒนาด้านความรู้และเทคนิคการสอนใหม่ๆ ให้ทันสมัยตลอดเวลา โดยเน้นกระบวนการสอนที่ทำให้ เกิดการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น การสอนแบบโครงการ (Project-based) การสอนเน้น กิจกรรม (Activity-based) และการสอนเน้นปัญหา (Problem-based) โดยมีการเชื่อมโยงหลักสูตร กับภาคการผลิตและธุรกิจด้วย

การจัดการเรียนการสอนสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการนำหลักการการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มา ประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของ ผู้เรียน (มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Ghosh, 1993; Kellar, et al., 2000; Striegel and Rover, 2002; Vandebona and Attard, 2002; Stouffer, et al., 2004; Hassan, et al., 2004; Zvonov and Kulagin, 2006; Salleh, 2007) ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี (Marzano, 1988; เกียรติศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545) โดยจัดการเรียน การสอนเน้นปัญหาเป็นหลัก (นกสิทธิ์ คุวัฒนาชัย, 2551) ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่ มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ใน การวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน กระบวนการหรือระบบงานจริงใน อุตสาหกรรม (สมบัติ ทิทธิทรัพย์, 2535; สุภรณ์ สระตันต์, 2540; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Moore, 2000) โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้า ด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทาง

ความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer, et al., 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005; Moshe, 1975; Smith, 1991; Arvid et al., 2002; Howell, 2002; Volland, 1999; Holtzaple and Reece, 2003; Morell and Beauchamp, 1995; Masi, 2003) ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้ (มณฑล ศาสนนันท์, 2550) ทั้งนี้ อาจารย์ผู้สอนควรจะมีการค้นคว้า วิจัยและทดลองเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการสอน วิธีการเรียนแบบใหม่ๆ สื่อการเรียนการสอนที่ทันสมัย รวมทั้งการประเมินผล การเรียน เพื่อให้เกิดนวัตกรรมทางการศึกษาที่เหมาะสมเพื่อรองรับสนับสนุนการปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอนของคณาจารย์ในแต่ละสาขาวิชา ตลอดจนควรมีการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design and Development: IDD) อย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน (สุภรณ์ สระตันต์, 2540; วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; อรพรรณ พรลีมา, 2546; ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548; ณมน จีรังสุวรรณ, 2549; นักสิทธิ์ คุ้มณาชัย, 2551) โดยเริ่มจากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและปัญหาการออกแบบและพัฒนา การนำไปใช้ การควบคุม ติดตามและประเมินผลการดำเนินงานทุกขั้นตอนเพื่อปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอนอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง ด้วยวิธีการดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นในเวลาเท่าเดิมหรือใช้เวลาน้อยกว่าเดิมและช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพ อีกทั้งยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าอีกด้วย (อรพรรณ พรลีมา, 2546; Tracey and Richey, 2007)

การแก้ปัญหาดังกล่าว ต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ โดยใช้หลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design and Development: IDD) ซึ่งเป็นแบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ได้แก่ เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน อย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) 2. การออกแบบ (Design) 3. การผลิตและพัฒนา (Production and Development) 4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง (Testing and Verification) 5. การประเมินผล (Evaluation Instructions) 6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (Monitoring) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้และการสอน และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามี

ประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่างมีประสิทธิภาพ และจากการศึกษารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งไทยและต่างประเทศแล้ว พบว่าส่วนใหญ่เป็นรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบทั่วไปในห้องเรียน (Traditional Generic Instructional Design and Development Model) (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; ทิศนา แคมมณี, 2550; Glasser, 1962; Gentry, 1994; Klausmeier and Ripple, 1971; IPISD, 1975; Gagne' and Briggs, 1979; Gerlach and Ely, 1980; Brown et al., 1985; Knirk and Gustafson, 1986; Leshin et al., 1992; Seels and Glasgow, 1998; Dick et al., 2001; The Kemp Model, 2001)

นอกจากนี้ ยังพบว่า มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ (Web Instructional Design Model) ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยีบนเว็บมาใช้ในการเรียนการสอนและได้รับความนิยมในวงการศึกษาเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีความหมายในมิติที่ไม่มีข้อจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่ต่างกันของผู้เรียน ผู้สอนสามารถนำเสนอบทเรียนทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เพียงบางส่วนเท่านั้นก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ เพิ่มเติมได้ง่ายจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้การศึกษาไม่ถูกจำกัดเฉพาะหนังสือหรือเอกสารที่ผู้สอนเตรียมการสอนให้เท่านั้น รวมทั้งโปรแกรมการเรียนจะมีความยืดหยุ่นมากกว่าบทเรียนอื่นๆ ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้สอนได้สะดวก โดยใช้เครื่องมือสนับสนุนหรือบริการต่างๆ ที่มีอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งในลักษณะไม่ประสานเวลา (Asynchronous) และประสานเวลา (Synchronous) ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาบทเรียน จึงได้รับการแก้ไขที่ทันเวลา ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง ผู้สอนสามารถจัดการศึกษาได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) การเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) หรือระบบการเรียนการสอนอื่นๆ ที่ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดสังคมการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ๆ ที่เปลี่ยนไปจากเดิม เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ๆ รวมทั้งการแก้ปัญหาและทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ การเรียนการสอนบนเว็บยังสร้างความรู้สึกลึกซึ้งและสร้างความสนใจกับผู้เรียนได้สูง ซึ่งเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปด้วยความสนุกสนานและท้าทาย (Khan, 1997; ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2542; กิดานันท์ มลิทอง, 2543; ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2544; มนต์ชัย เทียนทอง, 2549) และทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการทางการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุนี้ จึงมีการนำเทคโนโลยีเว็บมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบทั่วไปบนเว็บ (Web Generic Instructional Design Model) ที่มีกระบวนการออกแบบอย่างเป็นระบบ (บุญเรือง เนียมหอม, 2540; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542; รุจโรจน์ แก้วอุไร, 2542; University of South Australia, 1991; Wyllys, 1999; Lee and Owens, 2000; Piskurich, 2000; Benbunan-Fich et al., 2005; Davidson-Shivers and Rasmussen, 2006; Koontz, et al., 2006)

สำหรับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นั้น พบว่า มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบเฉพาะ (Specific Instructional Design and Development Model) เช่น John Keller's ARCS: Model of Motivational Design (Keller, 1987) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อสร้างแรงจูงใจและ Multiple intelligence Design Model (Tracey and Richey, 2007) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อพัฒนาหุปัญญาหรือความฉลาดความสามารถที่หลากหลาย แต่จากการศึกษางานวิจัยที่มีจุดประสงค์เฉพาะเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ที่พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพร่วานิษฐ์, 2543; ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; Stouffer, et al., 2004) แต่ยังไม่พบว่า มีผู้สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design Model) ที่พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงเห็นได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นั้น ยังไม่มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับผู้สอนนำไปใช้ออกแบบและพัฒนารายวิชาของตนเองด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เพื่อพัฒนาคุณภาพบัณฑิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์และรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นมากในอนาคต

คำถามในการวิจัย

1. อาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไรบ้าง
2. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตอย่างไรบ้าง
3. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีองค์ประกอบและขั้นตอนอะไรบ้าง
4. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์สามารถนำรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตไปสร้างรูปแบบการเรียนการสอนของตนเองได้หรือไม่

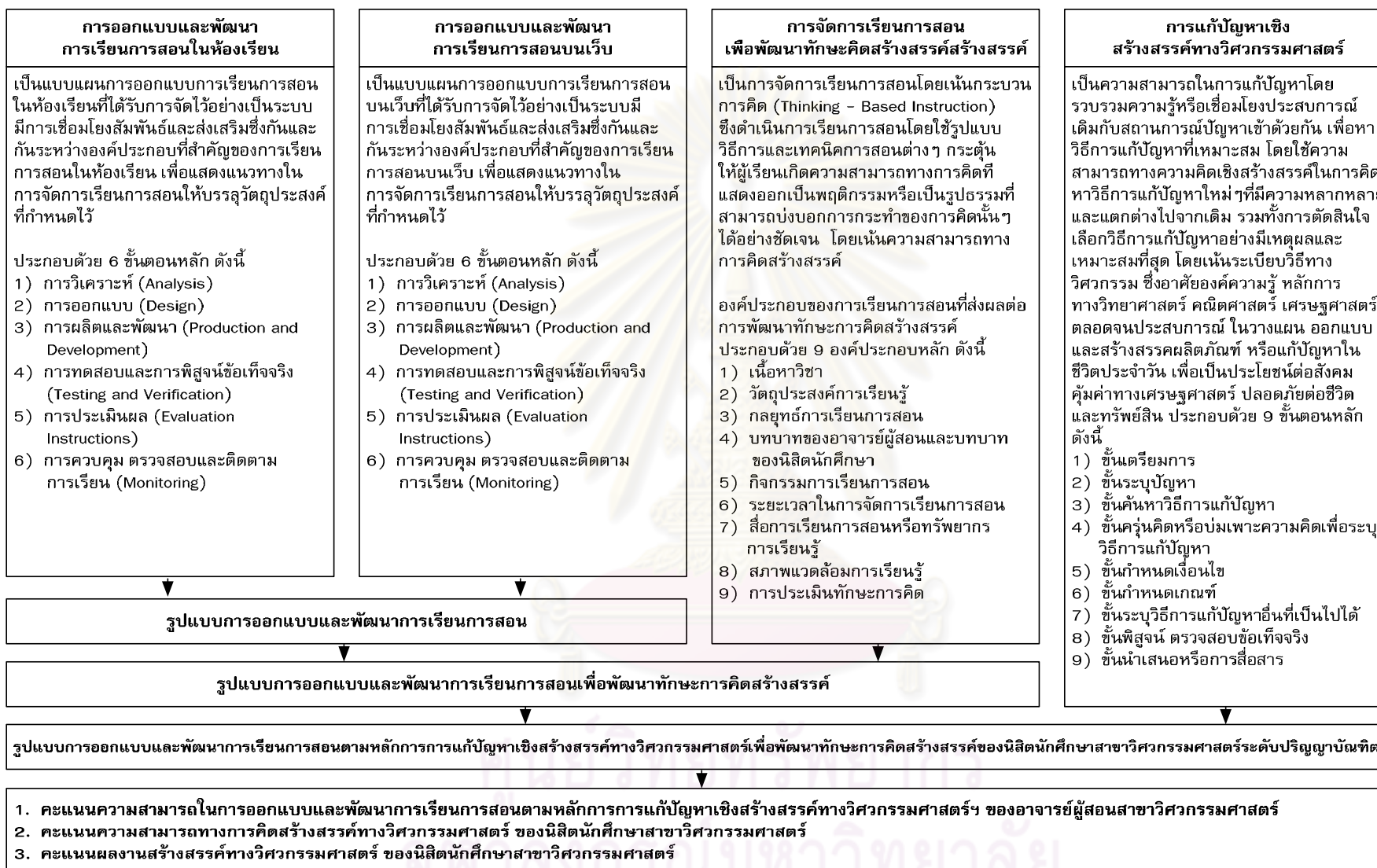
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
3. เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
4. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
5. เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยเพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

คำอธิบายกรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่องรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ แนวคิดการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน แนวคิดการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ แนวคิดการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดและแนวความคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดของกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน

การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง 5. การประเมินผล 6. การควบคุมตรวจสอบและติดตามการเรียน (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; ทิศนา แคมมณี, 2550; Glasser, 1962; Gentry, 1994; Klausmeier and Ripple, 1971; IPISD, 1975; Gagne' and Briggs, 1979; Gerlach and Ely, 1980; Brown et al., 1985; Knirk and Gustafson, 1986; Leshin et al., 1992; Seels and Glasgow, 1998; Dick et al., 2001; The Kemp Model, 2001) และสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้อุ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเว็บมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียนโดยไม่มีขอบเขตจำกัดด้านระยะทางและเวลาที่ต่างกัน ผู้สอนสามารถนำเสนอบทเรียนทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงบางส่วนเท่านั้นก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ ฉะนั้น นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศ จึงนำเทคโนโลยีบนเว็บมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนกันมากขึ้น

2. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ

การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา

4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (บุญเรือง เนียมหอม, 2540; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542; รุจโรจน์ แก้วอุไร, 2542; University of South Australia, 1991; Wyllys, 1999; Lee and Owens, 2000; Piskurich, 2000; Benbunan-Fich et al., 2005; Davidson-Shivers and Rasmussen, 2006; Koontz, et al., 2006) และสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้เว็บไซต์เทคโนโลยีเป็นหลักและได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ

จากการศึกษา พบว่า รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ (Web Instructional Design Model) ส่วนใหญ่เป็นรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บแบบทั่วไป ที่มีกระบวนการออกแบบอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนหลักสำคัญๆ เช่นเดียวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบทั่วไปในห้องเรียน แต่มีความแตกต่างกันที่รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บแบบทั่วไป มีการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียนโดยไม่มีขอบเขตจำกัดด้านระยะทางและเวลาที่ต่างกัน เช่น การนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการผลิตหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการนำเสนอให้มีการเชื่อมโยงถึงกัน (Link) ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์และเสียง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเครื่องมือเว็บ (Web-based Instructional Tools) ได้โดยตรง เช่น กระดานข่าว (Web board) ห้องสนทนา (Chat room) และการประชุมบนเว็บ (Web Conferencing) เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาสาระ เลือกทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจทั้งในรูปแบบของบทเรียนเว็บและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของตนเองซึ่งเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี และสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

นอกจากรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบทั่วไปทั้งในห้องเรียนและบนเว็บดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว จากการศึกษายังพบว่า มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบเฉพาะ เช่น John Keller's ARCS: Model of Motivational Design (Keller, 1987) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อสร้างแรงจูงใจ และ Multiple intelligence Design Model (Tracey and Richey, 2007) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อพัฒนาหุปัญญาหรือความฉลาด ความสามารถที่หลากหลาย เป็นต้น

การศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างสรรคโดยนำหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน (สมชาย ปฐมศิริ, 2547; Farid et al., 1993; Holtzapple and Reece, 2003; Haik, 2003; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005) โดยมีสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ทำหน้าที่ในการผลิตบัณฑิตวิศวกรให้มีคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ตามที่คาดหวังและต้องการในอนาคต ทั้งในด้านทักษะความชำนาญ ด้านความรู้ ด้านอุปนิสัย และตอบสนองความต้องการของวงการธุรกิจอุตสาหกรรมได้เป็นอย่างดี กล่าวคือ บัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพทันทีที่สำเร็จการศึกษา (สุภรณ์ สระตันดี, 2540; ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ผ่านมา ไม่สามารถผลิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ได้เท่าที่ควร ดังที่นักสิทธิ์ คุวัฒนาชัย (2551) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพบัณฑิตวิศวกรอยู่ในระดับต่ำมาก และจากการศึกษา พบว่า ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นและควรปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน มีดังนี้ ทักษะด้านภาษาต่างประเทศโดยเฉพาะภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่น การเรียนรู้สิ่งใหม่ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม การคิดเชิงวิเคราะห์ ความเป็นผู้นำ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคนิคในการทำงาน เป็นต้น (บุญส่ง นิลแก้ว, 2542; รัชชา ขาวจันทร์, 2547; ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; นักสิทธิ์ คุวัฒนาชัย, 2551; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อีกทั้ง การประเมินความพึงพอใจวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ของผู้ใช้บัณฑิตวิศวกรในตลาดแรงงานหรือวงการธุรกิจอุตสาหกรรม พบว่า ผู้ใช้บัณฑิตวิศวกรต้องการบัณฑิตวิศวกรที่มีทักษะความชำนาญเป็นประเด็นสำคัญ ไม่ใช่มีเพียงความรู้อย่างเดียวเท่านั้น และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย มีความพึงพอใจวิศวกรด้านทักษะความชำนาญ อยู่ในระดับปานกลางเท่านั้น (ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2548)

นอกจากนี้ ธาณินทร์ ฝะเอม ที่ปรึกษาด้านนโยบายและแผนงาน สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้กล่าวไว้ว่า กำลังคนระดับวิศวกรหรือระดับปริญญาตรีขึ้นไปของทุกกลุ่มอุตสาหกรรมมักจะพบปัญหาด้านทักษะคล้ายคลึงกัน และจากการศึกษา พบว่า ทักษะที่มีปัญหามากที่สุดสำหรับกลุ่มวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสื่อสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ความรู้ด้านการบริหารจัดการ การประยุกต์ใช้ตัวเลข ทักษะการคำนวณขั้นพื้นฐานและคุณลักษณะสำคัญบางประการ ได้แก่ ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงกลยุทธ์ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า การคิดเชิงสร้างสรรค์ นวัตกรรม การวางแผน การเรียนรู้ การสอนงาน การนำเสนอ การประยุกต์ใช้ความรู้ การทำงานเป็นทีม เป็นต้น (กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, 2548; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2549; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ อย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าว

3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instructional) ซึ่งดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน (ฤทัยรัตน์ ธรเสนา, 2546; ทิศนา แชมมณี, 2550) โดยมีหลักการ ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน
2. ผู้สอนมีการใช้รูปแบบ วิธีการหรือเทคนิคการสอนต่างๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด

ความคิดขยายจากความคิดเดิมในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง คือ

- 2.1 ความคิดมีความหลากหลายมากขึ้น
- 2.2 ความคิดมีความละเอียดขึ้น

- 2.3 ความคิดมีความรอบคอบขึ้น
- 2.4 ความคิดมีความกว้างขวางขึ้น
- 2.5 ความคิดมีความลึกซึ้งขึ้น เล็งเห็นการณ์ไกลมากขึ้น
- 2.6 ความคิดมีเหตุผล ความถูกต้อง น่าเชื่อถือมากขึ้น

3. ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการคิดต่างๆ ตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

องค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ทั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนที่มีผลต่อการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ (ฤทัยรัตน์ ธรเสนา, 2546; กิดานันท์ มลิทอง, 2548; ทิศนา ขัมมณี, 2550; Richey, 1986; Dick et al., 2001) 1. เนื้อหาวิชา 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 9. การประเมินทักษะการคิด

ในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์แนวคิดผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจุดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (สมบัติ ทิพทรัพย์, 2535; ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546; มณฑลีสานนันทน์, 2550; Stouffer, et al., 2004; Lawson, 2006) ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและวิชาชีพวิศวกรรม (สมชาย ปฐมศิริ, 2547; วรัชยา ขาวจันทร์, 2547; มณฑลีสานนันทน์, 2550; Stouffer, et al., 2004) และยังเป็นทักษะที่ได้รับการพัฒนาน้อยมาก (มณฑลีสานนันทน์, 2550) ฉะนั้น จึงควรออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บอย่างเป็นระบบเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะความคิดดังกล่าว

การพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นเรื่องสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาทุกระดับเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตขึ้นมาอย่างมีคุณภาพในทุกๆ ด้าน ทั้งทางด้านสติปัญญา คุณธรรมและการเป็นพลเมืองดีของประเทศ (Fisher, 1992; Ruggiero, 1988; ทิศนา ขัมมณี, 2540; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; สมศักดิ์ ลินธูระเวชญ์, 2542) และมีแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิด เช่น การใช้รูปแบบการสอนเน้นกระบวนการคิด การใช้เทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการคิด การพัฒนารายวิชา หลักสูตร หรือโปรแกรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการคิดของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการคิดเข้าไปในเนื้อหาวิชาต่างๆ ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนที่ยึดทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาเป็นแนวทางหรือประยุกต์สู่การสอนคิด เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004)

จากแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดโดยการจัดการเรียนการสอนที่ยึดทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิด มาเป็นแนวทางหรือประยุกต์สู่การสอนคิดตั้งที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำหลักการหรือแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็นแนวทางหรือประยุกต์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดตั้งกล่าว

4. แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการแก้ปัญหา โดยรวบรวม ความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่ เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหา วิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการ แก้ปัญหาโดยรวบรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหา วิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจ เลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธี ทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือ กระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบ แบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละ บุคคลได้

ขั้นตอนหลักของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Creative Problem Solving Process) ประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ดังนี้ (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer, et al., 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005; Moshe, 1975; Smith, 1991; Arvid et al., 2002; Howell, 2002; Voland, 1999; Holtzaple and Reece, 2003; Morell and Beauchamp, 1995; Masi, 2003) 1. ขั้นเตรียมการ 2. ขั้นระบุปัญหา 3. ขั้นค้นหา วิธีการแก้ปัญหา 4. ขั้นครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดเพื่อระบุวิธีการแก้ปัญหา 5. ขั้นกำหนดเงื่อนไข 6. ขั้นกำหนดเกณฑ์ 7. ขั้นระบุวิธีการแก้ปัญหาอื่นที่เป็นไปได้ 8. ขั้นพิสูจน์ ตรวจสอบข้อเท็จจริง 9. ขั้นนำเสนอหรือการสื่อสาร

จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์กรอบแนวคิดทั้ง 4 ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ผู้วิจัย ได้ทราบแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบเฉพาะที่เน้นการพัฒนาทักษะ ความคิดเชิงสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการนำหลักการหรือ แนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็น แนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดตั้งกล่าว (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004) เพื่อช่วยให้ผู้เรียน

บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามที่คาดหวังและต้องการในอนาคต

สมมติฐานในการวิจัย

จากการศึกษารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่มีจุดประสงค์เฉพาะเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ไม่พบว่ามียุทธศาสตร์การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าว แต่พบว่ามีกรสร้างรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ที่พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษา (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพรวานิษฐ์, 2543; ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ, 2550; อินทิรา พรหมพันธุ์, 2550; Stouffer, et al., 2004; Chen et al., 2005) และผลการทดสอบสมมติฐานในการวิจัย พบว่า ผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าว มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ประกอบด้วย

1.1.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3,366 คน ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ จำนวน 20 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550)

1.1.2 นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 44,052 คน ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ จำนวน 20 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550)

1.2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบ และพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อ พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

1.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ

1.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

1.2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์

1.3 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต แบ่งเป็น 2 ระยะ ประกอบด้วย

1.3.1 ระยะที่ 1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

1.3.1.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.2 ระยะที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ที่อาจารย์สาขา วิศวกรรมศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในระยะที่ 1 กับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

1.3.2.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.2.2 นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ประชากรที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1.4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ประกอบด้วย

2.1.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 346 คน

2.1.2 นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการเรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 395 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 คน ดังนี้

2.2.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 7 คน

2.2.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ จำนวน 7 คน

2.2.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 8 คน

2.2.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 คน

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต แบ่งเป็น 2 ระยะ ประกอบด้วย

2.3.1 ระยะที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

2.3.1.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน

2.3.2 ระยะที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ที่อาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ออกแบบและพัฒนาด้วยตนเองในระยะที่ 1 กับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย

2.3.2.1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน

2.3.2.2 นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ห้องเรียน

2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

2.4.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน

2.4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน

3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ

3.1.1 รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

3.2.1 คะแนนความสามารถในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์

3.2.2 คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

3.2.3 คะแนนผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

4. องค์ประกอบและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม

5. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ คือ 1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 9. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เท่านั้น และ 6 ขั้นตอนหลัก คือ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอน โดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

2. การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

3. การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้เว็บเทคโนโลยีเป็นหลัก เช่น การนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการผลิตหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการนำเสนอให้มีการเชื่อมโยงถึงกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเครื่องมือเว็บได้โดยตรง เช่น เว็บบอร์ด ห้องสนทนาและการประชุมทางไกลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาสาระ เลือกทำกิจกรรมเพื่อการทบทวนความรู้ความเข้าใจทั้งในรูปแบบของบทเรียนเว็บและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของตนเอง ซึ่งเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี และสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

4. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของ

การเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ได้แก่ เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ออกฤทธิ์ การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ออกฤทธิ์ สภาพแวดล้อม การเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการเรียนรู้และการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

5. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

6. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความไวต่อปัญหาและความสามารถทางการคิดในการแก้ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่างๆ อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ โดยใช้ทักษะการออกแบบและแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจนตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ 1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้ และนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

7. ทักษะการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความสามารถทางการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมการประเมิน ดังนี้ 1. สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด 2. สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามมิติที่กำหนดให้

8. การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน รวบรวมข้อมูลความรู้เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

9. การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการแก้ปัญหาโดยรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

10. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) ซึ่งเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยเน้นความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์

11. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ในการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐและมีประสบการณ์ในการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ

12. นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ผู้ที่ลงทะเบียนเรียนและกำลังศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิตตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ และมีประสบการณ์ในการเรียนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ

13. สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ หมายถึง สถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วยมหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ

14. คะแนนความสามารถในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ของอาจารย์ผู้สอนวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินโดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

15. คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งอ้างอิงรูปแบบของแบบทดสอบมาตรฐานและงานวิจัยสำหรับใช้วัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

16. คะแนนผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง คะแนนที่ได้จากการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมินที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งอ้างอิงรูปแบบของแบบประเมินผลงานมาตรฐานและงานวิจัยสำหรับใช้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ที่มีผู้สร้างไว้แล้ว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต คือ มีรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เพื่อพัฒนาคุณภาพบัณฑิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ โดยเน้นด้านการพัฒนาทักษะการคิดให้สอดคล้องกับเป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาไทย คือ การมุ่งมั่นผลิตบัณฑิตที่มีความสามารถทางการคิดและเป็นการส่งเสริมและสนับสนุนให้นิสิตนักศึกษาสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ (พ.ศ.2547-2549)

2. ประโยชน์สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ คือ มีแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ กระบวนการหรือขั้นตอนที่ชัดเจนในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนแนวทางในการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ให้อาจารย์ผู้สอนสามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ประโยชน์สำหรับสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ คือ มีรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ให้สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สามารถผลิตบัณฑิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ได้อย่างมีคุณภาพ เพื่อรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นมากในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐาน ความรู้สำหรับการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design and Development Model)

การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเกิดจากการบูรณาการหลักการและทฤษฎีของศาสตร์ แขนงต่างๆ เข้าด้วยกัน ทั้งสังคมศาสตร์ การบริหารจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ การออกแบบ และพัฒนาระบบการสอนจึงเป็นไปตามพัฒนาการของศาสตร์แขนงต่างๆ จุดเริ่มต้นที่ค่อนข้างชัดเจน เริ่มจากวงการทหารของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ระบบในการบริหารจัดการ โครงการสำคัญๆ ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 และประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายของโครงการเป็นอย่างดี ภายหลังสงครามโลกจึงมีผู้นำวิธีการดังกล่าวมาใช้อย่างแพร่หลาย ประมาณต้นและกลาง ทศวรรษที่ 1960 นักการศึกษาได้นำวิธีการวิเคราะห์ระบบมาใช้ในการบริหารหลักสูตรและการสอน เช่น โครงการคณิตศาสตร์และฟิสิกส์แผนใหม่ ในช่วงปลายทศวรรษเดียวกันนี้ นักวิจัยของ มหาวิทยาลัยและกองทัพสหรัฐอเมริกาได้ร่วมมือกันพัฒนาระบบการสอน ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของ การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนในปัจจุบัน (วีระ ไทยพานิช, 2544; อรพรรณ พรสีมา, 2546)

ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนในประเทศไทยเริ่มขึ้นในช่วง กลางของ พ.ศ.2510-2520 โดยผู้สำเร็จการศึกษาจากต่างประเทศได้นำแนวคิดดังกล่าวมาเผยแพร่ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยเฉพาะในสถาบันผลิตครู แต่ส่วนใหญ่เป็นการติดตามความก้าวหน้าทาง วิทยาการของโลกตะวันตกมากกว่าที่จะเน้นการนำไปใช้จริง มีการกล่าวถึงวิธีการระบบในวิชาที่ เกี่ยวข้องกับหลักสูตรการสอน สื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบ การสอนได้ถูกกำหนดให้เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรมหาบัณฑิตและดุษฎีบัณฑิตสาขาเทคโนโลยี การศึกษาและสัตตศาสตร์ศึกษา (อรพรรณ พรสีมา, 2546)

1. ความหมายของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

AECT (1977) ได้ให้คำจำกัดความของการพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Development) ไว้ว่า เป็นการใช่วิธีเชิงระบบในการวิเคราะห์ (Analyzing) การออกแบบ (Designing) การพัฒนา (Developing) การนำไปใช้ (Implementing) และการประเมินผล (Evaluating) ซึ่งในทุกองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการ ในการพัฒนาการเรียนการสอนครอบคลุมการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน (Instructional Media Production) และการออกแบบการสอนด้วย (Instructional design) อาจกล่าวได้ว่า การออกแบบการสอนเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการพัฒนาการเรียนการสอนเท่านั้น ทั้งนี้ กระบวนการพัฒนาการเรียนการสอนหรือการสร้างรูปแบบการเรียนการสอนใดๆ ก็ตาม จะต้องอาศัยการทำงานอย่างเป็นระบบ (system approach) การออกแบบอย่างเป็นระบบ (instructional systems design: ISD) ฉะนั้น การพัฒนาการเรียนการสอนและการออกแบบการเรียนการสอน จึงต้องนำทุกองค์ประกอบของการเรียนการสอนมาใช้ร่วมกันอย่างเป็นระบบ

สมหวัง คุรุรัตน์ (2540) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบระบบการสอน (Instructional System Design) เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอน ผู้เรียน และผู้ที่เกี่ยวข้องในระบบการเรียนการสอน นำการออกแบบระบบการสอนไปจัดระบบและใช้ระบบการสอนได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของระบบการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

อรพรรณ พรสีมา (2546) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนากระบวนการสอน (Instructional System Design and Development) เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาประเภทวิธีการระบบ ที่นำเอาวิธีการระบบมาใช้ในการแก้ปัญหาการเรียนการสอนและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียนการสอน

ณมน จีรังสุวรรณ (2549) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการระบบ (Systematic Process) ในการแปลงหรือประยุกต์หลักการหรือทฤษฎีทางการเรียนการสอนเป็นแผน (Plan) เพื่อจัดทำวัสดุการเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนต่างๆ (Instructional Materials and Activities) โดยมีการวางแผนตามหลักการต่างๆ ที่ประสบผลสำเร็จมาในอดีต หลักการทางการเรียนการสอนและกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving) เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจเกี่ยวกับงานออกแบบการเรียนการสอน

มนต์ชัย เทียนทอง (2549) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบระบบการเรียนการสอนหรือการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional System Design: ISD หรือ Instructional Design: ID) หมายถึง การจัดระบบการเรียนการสอนอย่างมีระบบ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งรวบรวมองค์ประกอบและปัจจัยต่างๆ เพื่อนำไปสู่กระบวนการตัดสินใจออกแบบระบบ แล้วจึงทำการทดลองและปรับปรุงแก้ไขจนใช้ได้ผล เป็นการนำไปสู่ความสำเร็จของการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ กระบวนการออกแบบระบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยหลักพื้นฐาน 4 ส่วน ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ เป็นส่วนที่กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ผู้เรียน โดยพิจารณาคุณสมบัติของผู้เรียน เพื่อการออกแบบระบบการสอนให้เหมาะสม
3. วิธีการและกิจกรรม กำหนดวิธีการและกำหนดกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ
4. การวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

Sara (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการนำวิธีเชิงระบบมาใช้ในการวางแผนการเรียนการสอนโดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้และการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน และนิยามคำว่าออกแบบการเรียนการสอนในประเด็นต่างๆ ดังนี้

Instructional Design as a Process หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามหลักการและทฤษฎีการเรียนการสอนเพื่อจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการวิเคราะห์หาความต้องการจำเป็นในการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ การพัฒนาระบบการถ่ายโอนความรู้ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งการวัดและประเมินผล เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว

Instructional Design as a Discipline หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนเป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยและทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ เกี่ยวกับกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนกระบวนการพัฒนาและการนำกลยุทธ์ไปประยุกต์ใช้

Instructional Design as a Science หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนเป็นวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกันในการออกแบบพัฒนา ทดลองใช้ ประเมินผลและบำรุงรักษา ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดไว้

Instructional Design as a Reality หมายถึง การออกแบบการเรียนการสอนสามารถเริ่มต้นได้ในทุกขั้นตอนของการออกแบบ และผู้ออกแบบสามารถตรวจสอบทุกขั้นตอนของการออกแบบย้อนหลังได้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการบันทึกอย่างเป็นระบบ

วารินทร์ รัชมีพรหม (2542) ได้นิยามไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นทั้งกระบวนการอย่างเป็นระบบ ซึ่งทำให้โครงการการสอนมีประสิทธิภาพ เพราะมีการวิเคราะห์ผู้เรียน เนื้อหาความรู้ และสภาพแวดล้อม ทำให้เลือกกลยุทธ์การสอน สื่อการสอน ได้เหมาะสมกับความต้องการในการเรียนรู้ ซึ่งกลยุทธ์การสอนอาจเป็นได้ตั้งแต่การเรียนการสอนแบบบรรยายไปจนถึงการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล และการเรียนรู้ผ่านวีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์ ส่วนในนิยามที่การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนที่เป็นองค์ความรู้ก็คือการมีความหลากหลายและยืดหยุ่นในระบบมีการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการประเมินมาประยุกต์กับสภาพการณ์การเรียนรู้ และยังมีการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและคุ้มค่า

Ritchy (1986) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นการนำหลักการที่ได้จากงานวิจัยของนักวิจัยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับงานการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน แต่เป็นงานวิจัยที่นำมาเป็นพื้นฐานความรู้ของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นที่กระบวนการของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนว่าจะมีขั้นตอนอะไรบ้าง

Reigeluth (1983) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาความรู้เรื่องมโนทัศน์ (Concepts) และหลักการ (Principles) ซึ่งมโนทัศน์เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่หลักการหรือกฎเป็นสิ่งที่มียู่ตามธรรมชาติ และมโนทัศน์เป็นแนวคิดที่ไม่กำหนดตายตัว แต่อาจแบ่งเป็นระดับชั้นในแนวทางต่างๆ กันได้ ส่วนหลักการนั้นเป็นเรื่องของการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมสองกิจกรรมหรือระหว่างความเปลี่ยนแปลงสองอย่าง และเสนอเป็นกรอบทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการสอน (Theory of Instructional) ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ วิธีการสอน (Method) สภาพการณ์หรือเงื่อนไขของการสอน (Condition) และผลผลิตของการสอน (Outcomes) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการสอน ประกอบด้วยลำดับขั้นของกลยุทธ์ทั้งระดับใหญ่และระดับเล็ก กลยุทธ์การถ่ายทอดการสอนและกลยุทธ์การจัดการ
2. สภาพการณ์หรือเงื่อนไขของการสอน ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของเนื้อหาสาระ ลักษณะของอุปสรรคและลักษณะของผู้เรียน
3. ผลผลิตของการสอน ประกอบด้วยประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดจากการสอน

Gagne' et al. (1992) ให้ความหมายของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนแยกกัน กล่าวคือ การออกแบบระบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการอย่างมีระบบในการวางแผนระบบการเรียนการสอน ส่วนการพัฒนาการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่นำเอาแผนนั้นไปดำเนินการและถือได้ว่าหน้าที่ทั้งสองประการนี้เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีการศึกษา (Instructional Technology)

Kearsley (1984) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนต้องมีลักษณะ 3 ประการ ดังนี้ ประการแรก ต้องมีการวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมการเรียน ประการที่สอง ต้องมีการประเมินทุกขั้นตอน ประการสุดท้าย ต้องมีการระบุกลยุทธ์หรือการฝึกอบรม ระบุสื่อที่ใช้ และขั้นตอนของการสอนหรือการฝึกอบรม สรุปว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนต้องเน้นที่ปรัชญาของพฤติกรรมหรือการปฏิบัติได้ของผู้เรียนเป็นพื้นฐาน (Performance Oriented Philosophy)

จะเห็นได้ว่ามีผู้ใช้ชื่อภาษาไทยอย่างหลากหลาย เช่น การออกแบบการเรียนการสอน การพัฒนาการเรียนการสอน การออกแบบระบบการเรียนการสอน การออกแบบระบบการสอน การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนและอื่นๆ ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน และมีผู้ใช้ชื่อภาษาอังกฤษที่หลากหลายเช่นกัน เช่น Instructional Design: ID, Instructional Development: ID, Instructional System Design: ISD, Instructional System Design and Development ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า Instructional Design and Development: IDD เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมการออกแบบการเรียนการสอนซึ่งเป็นกระบวนการในการวางแผนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบและการพัฒนาการเรียนการสอนซึ่งเป็นกระบวนการที่นำเอาแผนนั้นไปดำเนินการ

จากความหมายของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปความหมายของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ว่า การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน และสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอน โดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

2. องค์ประกอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

วารินทร์ รัชมีพรหม (2542) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนจะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนต่างๆ และแสดงความต่อเนื่องของขั้นตอน โดยมีขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน หรือที่เรียกว่า Generic Model ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การทดลองใช้และการประเมินผล ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ จะอยู่ในกรอบและมีลูกศรเชื่อมโยงต่อเนื่องแสดงความสัมพันธ์ ในแต่ละขั้นตอนจะกำหนดไว้ตามลำดับขั้นที่แน่นอน แต่รูปแบบบางรูปแบบอาจยืดหยุ่นได้

AECT (1977) ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาการเรียนการสอน ควรประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน (analysis of the setting and learner needs)
2. การออกแบบบทเรียนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้เรียน (design of a set of specifications for an effective, efficient, and relevant learner environment)
3. การพัฒนาผู้เรียนและจัดการสื่อการเรียนการสอน (development of all learner and management materials)
4. การนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ (implementation of the result instruction)
5. การประเมินผลก่อนและหลังการเรียนการสอน (formative and summative evaluations)

Ritchy (1986) ได้นำผลของการทบทวนและวิเคราะห์รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน โดยเฉพาะรูปแบบประเภท Systems-Oriented Models จำนวน 40 รูปแบบของ Andrewa and Goodson (Andrewa and Goodson, 1980 cited in Ritchy, 1986) มาเป็นพื้นฐานในการจัดองค์ประกอบหลักที่สำคัญ 6 องค์ประกอบ โดยใช้ชื่อว่า “A Definition of the Six Core Elements” ซึ่งประกอบด้วย

1. การระบุความต้องการของผู้เรียน (Determine learner needs)
2. การระบุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine goals and objectives)
3. การสร้างกระบวนการประเมินผล (Construct assessment procedures)
4. การออกแบบหรือเลือกวิธีการถ่ายทอดความรู้ (Design or select delivery approaches)
5. การทดลองระบบการเรียนการสอน (Try out instructional system)
6. การนำระบบไปใช้และบำรุง (Install and maintain system)

จากองค์ประกอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปองค์ประกอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่สำคัญได้ 11 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน
2. การระบุความต้องการของผู้เรียน
3. การระบุเป้าหมายและวัตถุประสงค์
4. การออกแบบบทเรียนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของผู้เรียน
5. การออกแบบหรือเลือกวิธีการถ่ายทอดความรู้
6. การพัฒนาผู้เรียนและจัดการสื่อการเรียนการสอน
7. การทดลองระบบการเรียนการสอน
8. การนำระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้
9. การนำระบบไปใช้และบำรุง
10. การสร้างกระบวนการประเมินผล
11. การประเมินผลก่อนและหลังการเรียนการสอน

3. หลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

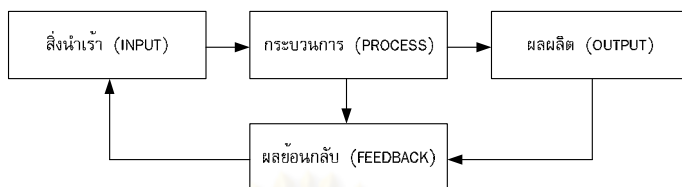
นักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอหลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

วารินทร์ รัชมีพรหม (2542) ได้เสนอหลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้ 3 ประการ ดังนี้

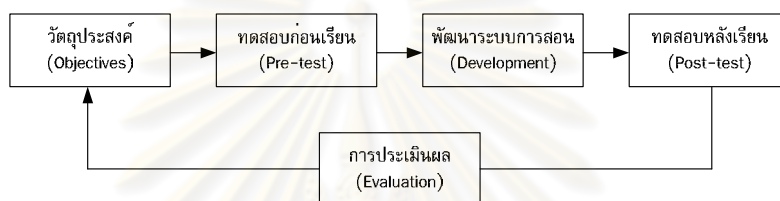
1. การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนจะบอกวิธีการที่จัดทำให้เป็นรูปแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1.1 ปรับปรุงการเรียนการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหาและมีข้อมูลย้อนกลับอย่างเป็นระบบ
- 1.2 ปรับปรุงการจัดการด้านการออกแบบและพัฒนาโดยใช้การตรวจตราควบคุมอย่างเป็นระบบ
- 1.3 ปรับปรุงกระบวนการประเมินผลโดยประเมินการออกแบบ ส่วนประกอบและลำดับขั้นตอนต่างๆ รวมทั้งข้อมูลย้อนกลับและทำการปรับปรุงให้เป็นไปตามการออกแบบอย่างเป็นระบบ
- 1.4 สร้างหรือทดสอบทฤษฎีการสอนและทฤษฎีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนนั้น

2. การออกแบบอย่างเป็นระบบจะเป็นห่วงโซ่วงจร (Loop) ที่มีข้อมูลย้อนกลับเพื่อการประเมินทุกขั้นตอน (Cybernetic) ซึ่งเป็นพื้นฐานทั่วไปของระบบ ดังนี้

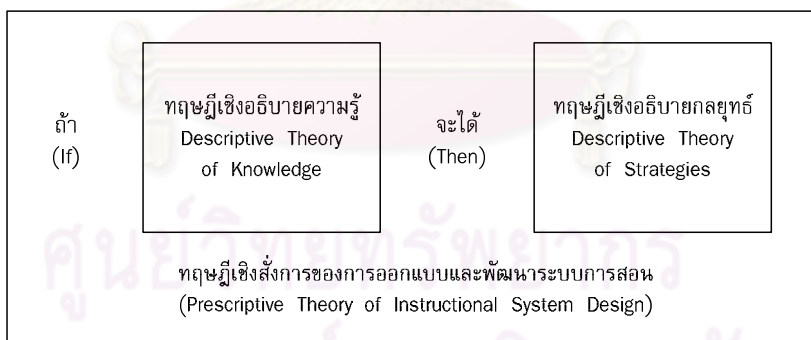


แผนภูมิที่ 2 แสดงห่วงโซ่วงจรที่มีข้อมูลย้อนกลับเพื่อการประเมินทุกขั้นตอน



แผนภูมิที่ 3 แสดงการนำเอา Cybernetic มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน

3. มีลักษณะเป็นการวางแนวทางหรือสั่งการไว้ก่อน (Prescriptive Procedure) ซึ่งการสั่งการเป็นการวางแนวทางหรือชี้แนวทางให้ดำเนินการโดยเชื่อมโยงความรู้กับทฤษฎีของกลยุทธ์เข้าด้วยกัน การนำมาเชื่อมโยงกันเรียกว่าเป็นทฤษฎีเชิงสั่งการ (Prescriptive Theory) ดังนี้



แผนภูมิที่ 4 แสดงทฤษฎีเชิงสั่งการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน

ทฤษฎีเชิงสั่งการ (Prescriptive) เป็นการบอกว่าถ้านำเอาทฤษฎีของความรู้อันใดมาใช้ควรใช้ทฤษฎีของกลยุทธ์การสอนอะไร เช่น Gagne (1985) ได้นำเสนอทฤษฎีการสอนที่เรียกว่ารูปแบบเชิงสั่งการของการสอน (Prescriptive Model of Instruction) โดยมุ่งไปที่ผลการเรียนรู้ (Learning Outcomes) ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีเชิงอธิบายความรู้ (Descriptive Theory of Knowledge) 5 ประการ คือ ทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ทักษะทางการเคลื่อนไหว (Motor Skill) สารสนเทศทางภาษา (Verbal Information) กลยุทธ์ของปัญญาหรือความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Strategies) และทัศนคติ (Attitude) โดยกาเยได้เสนอกลยุทธ์การสอนให้สอดคล้องกันดังนี้ ได้รับความสนใจ (Gaining Attention)

ให้วัตถุประสงค์และเสริมแรงใจ (Informing the Learner of the Objective and Activating Motivation) ให้นำระลึกถึงเนื้อหาเดิม (Stimulating Recall of Prior Knowledge) เสนอสิ่งเร้าใหม่ (Presenting the Stimulus Material) ให้แนวทางการเรียน (Providing Learning Guidance) แสดงพฤติกรรม (Eliciting Performance) ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback) ประเมินพฤติกรรม (Assessing Performance) และให้ขยายความคงทนของความรู้และถ่ายทอด (Enhancing Retention and Transfer) สมหวัง ครูรัตน์ (2540) และสุทธิพงศ์ หกสุวรรณ (2545) ได้เสนอหลักการเพื่อการออกแบบการเรียนการสอนไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. หลักการเรียนรู้

การออกแบบการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามธรรมชาติของมนุษย์ ประเด็นแรกที่ต้องพิจารณา คือ ความรู้ลักษณะใดที่ต้องการออกแบบการเรียนการสอน และการเรียนรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนจึงต้องจัดกระบวนการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง

หลักการเรียนรู้บางหลักการถือว่า “การเรียน-การสอน ” เป็นการเรียนรู้ (Learning Event) ที่ถือว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สำคัญมีอยู่ 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน โดยปัจจัยภายนอกเกี่ยวข้องกับความต้องการ การเข้าและการเสริมแรง ปัจจัยภายในเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ทักษะทางปัญญาและยุทธศาสตร์การเรียนรู้

การให้ความสำคัญกับหลักการเรียนรู้เท่ากับการให้ความสำคัญกับปัจจัยต่างๆ และปรับสภาพปัจจัยต่างๆ ให้มีอิทธิพลเชิงประสิทธิผลต่อกรณีการเรียนรู้นั่นเอง

2. เหตุผลในการออกแบบการเรียนการสอน

การเรียนการสอนที่เป็นระบบย่อยสร้างส่วนประกอบเป็นขั้นตอน จนเป็นแผนปฏิบัติงานที่เป็นระบบที่ดี เหตุผลในการกำหนดขอบข่ายของระบบ (System Framework) สำหรับการสอน คือ

2.1 ความต้องการของการเรียนที่ต้องออกแบบ (Needs) เป้าประสงค์ (Goals) ของการเรียน และทรัพยากรที่พึงใช้ (Resources) ข้อจำกัด (Constraints)

2.2 เป้าประสงค์ของหลักสูตรที่ต้องกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.3 วัตถุประสงค์ของวิชาหลังเรียนรู้แล้ว

2.4 ระดับภูมิปัญญาของผู้เรียน

2.5 เงื่อนไขและความต่อเนื่องของการเรียนรู้

2.6 การออกแบบการสอนต่อเนื่องจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ปรากฏขึ้นแล้ว

2.7 ความเหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล

2.8 เพื่อสร้างเกณฑ์ชุดของเกณฑ์ที่พึงประสงค์และประเมินความสำเร็จชุดของเกณฑ์

2.9 เพื่อใช้เทคนิคอื่นๆ ก่อให้เกิดผลสำเร็จของระบบการสอนเพิ่มขึ้น

การออกแบบการเรียนการสอนจึงเป็นการให้ความสำคัญกับเป้าหมาย เป้าประสงค์ของการสอน การวิเคราะห์ภารกิจการสอน การกำหนดเป้าหมายการสอนและการวางแผนการสอนเป็นกระบวนการ โดยคาดหวังผลการสอนที่มีประสิทธิภาพ

3. ระดับของการออกแบบการเรียนการสอน

การออกแบบการเรียนการสอนมี 4 ระดับ ดังนี้

3.1 ระดับระบบการเรียนการสอน (System Level)

- 3.1.1 การวิเคราะห์ความต้องการ เป้าประสงค์และการจัดลำดับความสำคัญ
- 3.1.2 การวิเคราะห์ทรัพยากร ข้อจำกัดและทางเลือกในการแก้ปัญหาของระบบ
- 3.1.3 การกำหนดกรอบและการจัดลำดับก่อนหลังของหลักสูตรและวิชา
- 3.2 ระดับวิชา (Course Level)
 - 3.2.1 การกำหนดวิชาและลำดับเนื้อหาวิชา
 - 3.2.2 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของวิชา
- 3.3 ระดับบทเรียน (Lesson Level)
 - 3.3.1 การนิยามวัตถุประสงค์
 - 3.3.2 การเตรียมแผนการสอนหรือหน่วยการสอน
 - 3.3.3 การพัฒนา สื่อวัสดุอุปกรณ์และสื่อต่างๆ
 - 3.3.4 วิธีการวัดและประเมินผล
- 3.4 ระดับระบบย่อย (Subject Level)
 - 3.4.1 การเตรียมครูประจำการ
 - 3.4.2 การวัดผลและรวบยอด
 - 3.4.3 แบบทดสอบ
 - 3.4.4 การวัดผลแบบสะสม
 - 3.4.5 การกำหนดสภาพที่พึงประสงค์เพื่อการเผยแพร่

Semprevivo (1976) ได้สรุปทฤษฎีพื้นฐานของระบบโดยเน้นคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ระบบจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
2. ระบบจะต้องมีเป้าหมาย
3. ระบบจะต้องมีกฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับเป็นแนวทางการดำเนินงานและ
4. ระบบจะต้องมีการประเมินปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ ยังได้อธิบายแนวทางในการศึกษา วิเคราะห์และพัฒนาระบบ ดังนี้

1. องค์ประกอบต่างๆ ของระบบมีความสัมพันธ์กัน พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน ไม่มีองค์ประกอบใดมีความเป็นอิสระจากองค์ประกอบของระบบ ดังนั้น ในการศึกษาวิเคราะห์ระบบ จะต้องศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ให้ครอบคลุม
2. ระบบประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ การศึกษาระบบจึงไม่ควรศึกษาเฉพาะส่วนประกอบที่สำคัญของระบบเท่านั้น แต่ควรศึกษาองค์ประกอบของระบบทั้งหมดอย่างครอบคลุม แม้บางครั้งต้องการเน้นเฉพาะองค์ประกอบย่อยก็ตาม
3. การดำเนินการของระบบมีเป้าหมายร่วมกัน องค์ประกอบต่างๆ มีปฏิสัมพันธ์กันและมุ่งไปสู่เป้าหมายเดียวกัน
4. ระบบทุกระบบมีปัจจัยนำเข้าและผลลัพธ์ ซึ่งปัจจัยนำเข้าของระบบหนึ่งอาจเป็นผลที่ได้รับจากระบบอื่นๆ ดังนั้น ระบบทุกระบบจึงไม่มีอิสระในตัวเอง จำเป็นต้องอาศัยระบบอื่นๆ ด้วย
5. ระบบทุกระบบจะเปลี่ยนสภาพของปัจจัยนำเข้าไปสู่ผลลัพธ์ที่ต้องการ ดังนั้น ลักษณะของผลลัพธ์ที่ได้มักจะแตกต่างจากสภาพเดิมของปัจจัยนำเข้า

6. ระบบใหญ่ประกอบด้วยระบบย่อยหลายระบบ ซึ่งแต่ละระบบย่อยจะมีลักษณะภายในแบบเฉพาะหรือมีสถานภาพแบบปิด โดยแต่ละหน่วยของระบบจะดำเนินการตามหน้าที่เฉพาะของระบบย่อย

7. ระบบจะมีการควบคุมองค์ประกอบที่มีปฏิสัมพันธ์กัน เพื่อให้การดำเนินงานของระบบบรรลุเป้าหมาย เช่น มีการวางแผน มีผลย้อนกลับและมีการควบคุมการมีปฏิสัมพันธ์ เป็นต้น

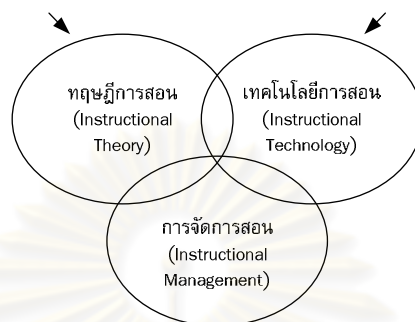
8. ระบบทุกระบบส่วนใหญ่จะประกอบด้วยระบบย่อย ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างระบบใหญ่กับระบบย่อยตามลำดับชั้น

9. วิธีการของระบบเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายของระบบมีหลากหลายวิธีการ ฉะนั้น ในแต่ละระบบจึงมีความสามารถในการบรรลุเป้าหมายอย่างเท่าเทียมกัน

Johnson K.A. (Johnson K.A., 1989; อ้างถึงในวารินทร์ รัชสีพรหม, 2542) และอรพรรณพรลีมา (2546) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนเป็นศาสตร์ที่มีโครงสร้างขั้นตอน และหลักการซึ่งเกิดจากการหลอมรวมทฤษฎีด้านสังคมศาสตร์ การจัดการและสารสนเทศเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดระบบที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนจึงเป็นศาสตร์แขนงหนึ่ง นักออกแบบสามารถบูรณาการหลักการต่างๆ เข้าด้วยกันได้อย่างอิสระ สามารถเลือกใช้องค์ความรู้ แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย อย่างไรก็ตาม นักออกแบบมักจะเลือกหลักการหรือทฤษฎีของศาสตร์สาขาใดสาขาหนึ่งมาใช้เท่านั้น เช่น นักออกแบบที่ยึดกลุ่มพฤติกรรมนิยม มักจะออกแบบการสอนโดยใช้หลักการของกลุ่มพฤติกรรมนิยมและเน้นที่ผลผลิตที่สังเกตได้ หรือการเรียนรู้ที่เกิดจากการกำหนดเงื่อนไขเท่านั้น นักออกแบบที่ยึดศาสตร์ด้านสารสนเทศ มักจะเลือกใช้สื่อเป็นปัจจัยหลักในการแก้ปัญหาทุกเรื่อง และนักออกแบบที่ยึดศาสตร์ด้านการจัดการ มักจะใช้กระบวนการบริหารจัดการอย่างเข้มงวด จึงเกิดปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน ฉะนั้น นักออกแบบจึงควรคำนึงถึงทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนทั้งสามแขนงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว ตามรายละเอียดในแผนภูมิที่ 5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ทฤษฎีทางด้านสังคมศาสตร์ (Social Science)
- จิตวิทยาพฤติกรรม (Behavioral Psychology)
- จิตวิทยาพัฒนาการ (Developmental Psychology)
- จิตวิทยาสังคม (Social Psychology)
- จิตวิทยาด้านปัญหาหรือความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Psychology) | 2. ทฤษฎีทางด้านสารสนเทศศาสตร์ (Information Science)
- การสื่อสาร (Communications)
- โสตทัศนูปกรณ์ (A-V Media)
- การจัดการสารสนเทศ (Information Management)
- วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Science) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



3. ทฤษฎีทางด้านศาสตร์การจัดการ (Management Science)
- การวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis)
 - การพัฒนาองค์กร (Organizational Development)
 - การวิจัยปฏิบัติการ (Operations Research)
 - การจัดการโครงการ (Project Management)

แผนภูมิที่ 5 แสดงโครงสร้างพื้นฐานด้านทฤษฎีของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน

จากแผนภูมิที่ 5 แสดงโครงสร้างพื้นฐานด้านทฤษฎีของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน 3 ด้าน ดังนี้ (Johnson K.A., 1989; อ้างถึงในวารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; อรพรรณ พรสีมา, 2546)

1. ทฤษฎีทางด้านสังคมศาสตร์ (Social Science) ได้แก่ จิตวิทยาพฤติกรรม (behavioral Psychology) จิตวิทยาพัฒนาการ (Developmental Psychology) จิตวิทยาสังคม (Social Psychology) จิตวิทยาด้านปัญหาหรือความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Psychology) ทฤษฎีทางด้านนี้จะช่วยให้นักออกแบบทราบว่ามนุษย์เรียนรู้ได้อย่างไร ถ้าจะทำให้มนุษย์เรียนจะต้องใช้เทคนิคการสอนอย่างไรให้เหมาะสมกับมนุษย์แต่ละวัย แต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทฤษฎีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในขณะนี้ คือ ทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism Theory)

2. ทฤษฎีทางด้านสารสนเทศศาสตร์ (Information Science) ได้แก่ การสื่อสาร (Communications) โสตทัศนูปกรณ์ (A-V Media) การจัดการสารสนเทศ (Information Management) วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (Computer Science) ทฤษฎีทางด้านนี้จะช่วยให้นักออกแบบทราบว่ามนุษย์รับรู้และแปลความข่าวสารข้อมูลอย่างไร การใช้สื่อประเภทใดจึงจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอย่างต่อเนื่อง และเข้าใจสิ่งที่รับรู้ได้อย่างถูกต้อง ช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาในการเรียนรู้และช่วยให้นักออกแบบพัฒนาสื่อและเทคโนโลยีการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนรู้และผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

3. ทฤษฎีทางด้านศาสตร์การจัดการ (Management Science) ได้แก่ การวิเคราะห์ระบบ (Systems Analysis) การพัฒนาองค์กร (Organizational Development) การวิจัยปฏิบัติการ (Operations Research) การจัดการโครงการ (Project Management) ทฤษฎีทางด้านนี้จะช่วยให้นักออกแบบทราบว่า จะบริหารจัดการเรียนการสอนอย่างไร จึงจะทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสอดคล้องสัมพันธ์กัน และจะปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้นได้อย่างไร

เมื่อนำทฤษฎีพื้นฐานทั้งสามแขนงมาประกอบในการพัฒนาทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน ซึ่งได้แก่ 1. ทฤษฎีการสอน (Instructional Theory) 2. เทคโนโลยีการสอน (Instructional Technology) และ 3. การจัดการสอน (Instructional Management) และประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนอย่างเป็นระบบ ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (อรพรรณ พรสีมา, 2546)

จากหลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่สำคัญได้ 6 หลักการ ดังนี้

1. การออกแบบจะต้องมีเป้าหมายที่ชัดเจน
2. การออกแบบและพัฒนาระบบการสอนจะบอกวิธีการที่จัดทำให้เป็นรูปแบบ
3. การออกแบบจะต้องมีกฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับเป็นแนวทางการดำเนินงาน
4. การออกแบบอย่างเป็นระบบจะมีห่วงโซ่วงจรเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อการประเมินทุกขั้นตอน
5. การออกแบบมีลักษณะเป็นการวางแนวทางหรือสั่งการไว้ก่อน
6. ควรออกแบบตามหลักการเรียนรู้
7. ควรคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม
8. ควรคำนึงถึงเหตุผลในการออกแบบการเรียนการสอน
9. ควรคำนึงถึงระดับของการออกแบบการเรียนการสอน
10. ควรคำนึงถึงพื้นฐานด้านทฤษฎีของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน ซึ่งได้แก่ 1. ทฤษฎีการสอน 2. เทคโนโลยีการสอน และ 3. การจัดการสอน

4. ขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

วารินทร์ รัตมีพรหม (2542) ได้อธิบายว่ากระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนอย่างเป็นระบบนั้น ได้มีผู้ออกแบบหลากหลายจึงมีรูปแบบต่างๆ ที่มีขั้นตอนไม่เท่ากัน แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ในขอบเขตของขั้นตอนหลักทั้งสิ้น กระบวนการที่เป็นขั้นตอนต่างๆ นั้น เกิดจากการที่มีการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนจะต้องเป็นของระยะต่างๆ ซึ่งแต่ละระยะหรือแต่ละขั้นตอนจะมีผลลัพธ์และมีการส่งทอดต่อไปยังขั้นตอนต่อไป ดังนั้น ตอนสุดท้ายของทุกขั้นตอนจึงมีการประเมินผลเกิดขึ้นเรียกว่าการประเมินผลเพื่อการปรับปรุงเพื่อนำผลไปปรับปรุงขั้นตอนต่อไปด้วย

รูปแบบของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนที่หลากหลายและมีขั้นตอนต่างๆ กันไปก็จะรวมอยู่ในขั้นตอนหลักได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) เกี่ยวกับปัญหา ความต้องการ กิจกรรม ผู้เรียนและแหล่งทรัพยากรการเรียน
2. การออกแบบ (Design) ด้านวัตถุประสงค์ เนื้อหาและสื่อการเรียนการสอน

3. การพัฒนา (Development or Production) ด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ และแบบประเมินต่างๆ
4. การนำไปทดลองใช้ (Implementation) โดยการดำเนินการและบริหารการเรียนการสอน
5. การประเมินผลหรือการควบคุม (Evaluation or Control) โดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert review) รายบุคคล (One to one) กลุ่มเล็ก (Small group) หรือภาคสนาม (Field test or operational tryout) โดยมีสิ่งสำคัญคือการนำข้อมูลย้อนกลับไปปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น

ขั้นตอนหลักทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ Seels (1990) ให้ชื่อว่า Generic ID Model โดยกล่าวว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นกระบวนการค้นหาสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบเป็นกระบวนการเขียนรายละเอียดว่าจะเรียนรู้อย่างไร ขั้นตอนการพัฒนาเป็นกระบวนการเรียน การผลิตวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการเรียนรู้ ขั้นตอนการนำไปใช้เป็นขั้นตอนการนำเอาโครงการที่จัดทำมาแล้วไปใช้ในบริบทของสภาพที่เป็นจริง ส่วนขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นตอนการประเมินผลเป็นกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับความเหมาะสม ความพอเพียงในการสอนหรือการนำโครงการที่จัดทำมาแล้วไปใช้

ผลที่ได้รับจากการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ซึ่งสามารถนำเสนอตามแนวทางการนำเสนอรูปแบบการสอน (Model of teaching) ของ Joyce and Weil (1996) โดยสรุปองค์ประกอบของการนำเสนอ ไว้ว่า การนำเสนอ ควรประกอบด้วยทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดสนับสนุน วิธีการตรวจสอบของการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นที่มาของรูปแบบการสอน ได้แก่ ทฤษฎีและหลักการที่ใช้รองรับรูปแบบการสอน แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญและเป้าหมายของรูปแบบการสอน
2. องค์ประกอบของรูปแบบการสอน ได้แก่
 - 2.1 โครงสร้างของรูปแบบการสอน (Syntax) เกี่ยวกับจำนวนขั้นตอน รายละเอียดของขั้นตอนและลำดับขั้นตอนของกิจกรรมที่ใช้สอน
 - 2.2 ระบบทางสังคม (Social System) เป็นลักษณะของปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ได้แก่ บทบาทผู้สอนและบทบาทผู้เรียน
 - 2.3 หลักการตอบสนอง (Principles of reaction) เกี่ยวกับการแสดงออกของผู้สอนและผู้เรียน รวมทั้งการตอบสนองในสิ่งที่ผู้เรียนได้กระทำ
 - 2.4 ระบบสนับสนุน (Support system) เกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นในการใช้รูปแบบแต่ละรูปแบบ หรือเงื่อนไขต่างๆ ที่เอื้อต่อการใช้รูปแบบการสอน
3. การนำรูปแบบการสอนไปใช้ (Application) เป็นคำแนะนำและข้อสังเกตต่างๆ ที่จะช่วยให้การสอนตามรูปแบบมีประสิทธิภาพ เช่น ประเภทของเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมกับการสอน ระดับชั้นและอายุผู้เรียน สถานที่หรือสภาพแวดล้อมที่จัดให้เอื้อต่อการใช้รูปแบบการสอน
4. ผลทางตรงและทางอ้อม (Instructional and nurturant effects) เป็นผลที่เกิดขึ้นภายหลังการเรียนการสอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเลือกรูปแบบไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและตรงกับเป้าหมายที่ต้องการมากขึ้น

นอกจากนี้ ผู้ออกแบบการเรียนการสอน ยังได้พัฒนาสมรรถนะของนักออกแบบการเรียนการสอนด้วย ดังที่ The International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI) ได้แบ่งสมรรถนะของนักออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Competencies) ออกเป็น 4 กลุ่ม ครอบคลุม 122 สมรรถนะ โดยแบ่งกลุ่มตามแนวคิดและความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของภาระงานของนักออกแบบการเรียนการสอน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สมรรถนะพื้นฐานและความเชี่ยวชาญของนักออกแบบการเรียนการสอน (Professional Foundations) กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการวางแผนและวิเคราะห์ (Planning and Analysis) กลุ่มที่ 3 สมรรถนะการออกแบบและการพัฒนา (Design and development) กลุ่มที่ 4 สมรรถนะการดำเนินการและการจัดการ (Implementation and management) ซึ่งในแต่ละกลุ่ม ประกอบด้วย ทักษะเฉพาะและความรู้ที่สำคัญสำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนทุกคน (ขั้นพื้นฐาน) และทักษะเฉพาะและความรู้ขั้นสูงสำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนระดับสูง (ขั้นสูง) (Richey et al., 2001)

จากขั้นตอนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปขั้นตอนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนได้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการในการวางแผนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ส่วนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นกระบวนการที่นำเอาแผนนั้นไปดำเนินการ ทั้งนี้ การออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนจะต้องยึดหลักการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย โดยรูปแบบของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบทั่วไป หรือที่เรียกกันว่า Generic IDD Model นั้น ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การพัฒนา 4. การนำไปทดลองใช้ 5. การประเมินผลหรือการควบคุม และผลที่ได้รับจากการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ซึ่งสามารถนำเสนอตามแนวทางการนำเสนอรูปแบบการสอนของ Joyce and Weil (1996) นอกจากนี้ ผู้ออกแบบการเรียนการสอน ยังได้พัฒนาสมรรถนะของนักออกแบบการเรียนการสอนโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 สมรรถนะพื้นฐานและความเชี่ยวชาญของนักออกแบบการเรียนการสอน กลุ่มที่ 2 สมรรถนะการวางแผนและวิเคราะห์ กลุ่มที่ 3 สมรรถนะการออกแบบและการพัฒนา กลุ่มที่ 4 สมรรถนะการดำเนินการและการจัดการ

5. ประเภทของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้นำเสนอและจำแนกรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

ณมน จีรังสุวรรณ (2549) ได้แบ่งประเภทของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Model) ตามหลักเกณฑ์การนำรูปแบบไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้สำหรับห้องเรียน (Classroom Orientation) ผู้สอนนำไปใช้ในการออกแบบรายวิชาต่างๆ ที่ใช้ในห้องเรียน โดยผู้สอนออกแบบเองหรือออกแบบร่วมกับนักออกแบบ รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนในกลุ่มนี้ ได้แก่ รูปแบบการออกแบบการ

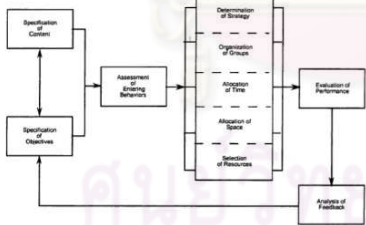
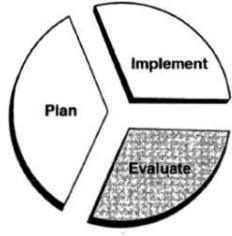

เรียนการสอนของเคมพ์ (Kemp) รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของเกอแล็คและอีไล (Gerlach and Ely) และรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ASSURE ของไฮนิช (Heinich) เป็นต้น

2. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับผลิตภัณฑ์ (Product Orientation) มุ่งเน้นการผลิตสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของแวน แพตเทน (Van Patten) และรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของเบอร์กแมนและมัวร์ (Bergman and Moore)

3. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนในเชิงระบบ (Systems Orientation) มุ่งเน้นการออกแบบในเชิงระบบ สามารถใช้กับการออกแบบตั้งแต่รายวิชาจนถึงการออกแบบหลักสูตร ได้แก่ รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของสมิทและเรแกน (Smith and Ragan) รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของดิคค์และแคร์รี่ (Dick and Carey) และรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของแบรนสัน (Branson) เป็นต้น

Gustafson and Branch (2002) ได้ทำการศึกษาและจำแนกรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับห้องเรียน (Classroom-Oriented Models) นำเสนอรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนด้านบทบาทของผู้สอนตามความต้องการของผู้เรียน ตั้งแต่การเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาถึงระดับมหาวิทยาลัย รวมถึงการอบรมในหน่วยงานต่างๆ เพื่อศึกษารูปแบบห้องเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียน นักวิชาการที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่

Gerlach and Ely Model (1980)	The Heinich, Molenda, Russel and Smaildino Model (1999)
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>ASSURE is an acronym for</p> <ul style="list-style-type: none"> Analyze learners State objectives Select media and materials Utilize media and materials Require learner participation Evaluate and revise </div>
The Newby, Stepich, Leman and Russell Model (2000)	The Morrison, Ross and Kemp Model (2001)
	

แผนภูมิที่ 6 แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับห้องเรียน

2. รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับผลิตภัณฑ์ (Product-Oriented Models) นำเสนอรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนในด้านการผลิตผลงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในวงการศึกษาได้ ซึ่งในรูปแบบการพัฒนาการเรียนการสอนนี้เน้นที่การทดลองใช้เพื่อให้งานนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากที่สุด โดยคำนึงถึงปัจจัยหลัก ดังนี้


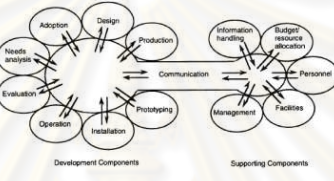
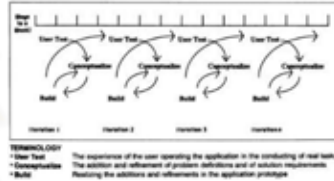
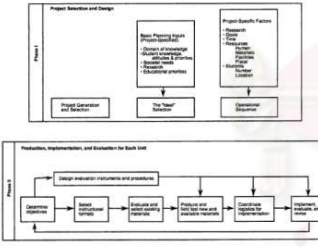
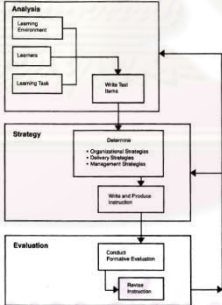
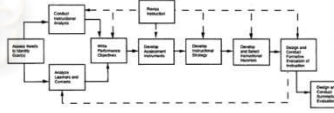
- 2.1 ผลงานนั้นเป็นที่ต้องการหรือมีความจำเป็น
- 2.2 มีความจำเป็นต้องผลิตมากกว่าการสะสมหรือประยุกต์ผลงานเดิมมาใช้
- 2.3 มีการทดลองใช้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผลงานก่อนนำไปใช้จริง
- 2.4 ผลงานนั้นต้องมีประโยชน์แก่ผู้เรียนมากกว่าผู้สอน

นักวิชาการที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่

The Bergman and Moore Model (1990)	The de Hoog, de Jong and de Vries Model (1994)
The Nieveen Model (1997)	The Seels and Glasgow Model (1998)

แผนภูมิที่ 7 แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับผลิตภัณฑ์

3. รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนในเชิงระบบ (Systems-Oriented Models) นำเสนอรูปแบบการพัฒนาโครงสร้างโดยรวมของบทเรียนหรือหลักสูตร โดยใช้ทรัพยากรและความรู้ด้านการพัฒนาขั้นสูง ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาตามเป้าหมายเฉพาะกิจที่ตั้งขึ้น เช่น รูปแบบการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน เป็นต้น นักวิชาการที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่

The Interservice Procedures for Instructional Systems Development (IPISD) Model (1975)	The Gentry Model (1994)	The Dorsey, Goodrum and Schwen Model (1997)
		 <p>TERMINOLOGY * User Test: The experience of the user operating the application in the conducting of real tasks * Design/Build: The addition and refinement of program solutions and of solution requirements * Build: Repeating the additions and refinements in the application prototype</p>
The Diamond Model (1989)	The Smith and Ragen Model (1999)	The Dick, Carey and Carey Model (2001)
		

แผนภูมิที่ 8 แสดงรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนในเชิงระบบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งไทยและต่างประเทศ สามารถแบ่งประเภทตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน
2. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียน

รูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียน หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนในห้องเรียน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนเป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

จากการสังเคราะห์รูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนทั้งไทยและต่างประเทศ พบว่า ขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนในห้องเรียน มีดังนี้

1. การวิเคราะห์
2. การออกแบบ
3. การผลิตและพัฒนา
4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง
5. การประเมินผล
6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; ทิศนา ชนมณี, 2550; Glasser, 1962; Gentry, 1994; Klausmeier and Ripple, 1971; IPISD, 1975; Gagne' and Briggs, 1979; Gerlach and Ely, 1980; Brown et al., 1985; Knirk and Gustafson, 1986; Leshin et al., 1992; Seels and Glasgow, 1998; Dick et al., 2001; The Kemp Model, 2001)

2. รูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ

รูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บอย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้เว็บเทคโนโลยีเป็นหลัก มีการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียนโดยไม่มีขอบเขตจำกัดด้านระยะทางและเวลาที่ต่างกัน เช่น การนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการผลิตหรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในการนำเสนอให้มีการเชื่อมโยงถึงกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์และเสียง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านเครื่องมือเว็บได้โดยตรง เช่น กระดานข่าว ห้องสนทนา และการประชุมบนเว็บ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาสาระ เลือกทำกิจกรรมเพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจทั้งในรูปของบทเรียนเว็บและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของตนเอง ซึ่งเป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ และผู้สอนสามารถนำเสนอบทเรียนทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงบางส่วนเท่านั้น ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ ฉะนั้น นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศ จึงนิยมนำเทคโนโลยีบนเว็บมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกันมากขึ้น

จากการสังเคราะห์รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งไทยและต่างประเทศ พบว่า ขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ มีดังนี้

1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง
5. การประเมินผล 6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (บุญเรือง เนียมหอม, 2540; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2542; รุจโรจน์ แก้วอุไร, 2542; University of South Australia, 1991; University of Texas at Austin, 1999; Lee and Owens, 2000; Piskurich, 2000; Benbunan-Fich et al., 2005; Davidson-Shivers and Rasmussen, 2006; Koontz, et al., 2006)

จะเห็นได้ว่า รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งสองประเภทดังกล่าวข้างต้น มีองค์ประกอบและขั้นตอนหลักเหมือนกัน แตกต่างกันที่รูปแบบการจัดการเรียนการสอนว่าจะเน้นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือบนเว็บโดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์ เป็นขั้นตอนแรกของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ต้องส่งไปยังขั้นตอนอื่นๆ ฉะนั้น การดำเนินการในขั้นตอนนี้จึงค่อนข้างละเอียดและใช้เวลานาน โดยครอบคลุมองค์ประกอบของการเรียนการสอน ได้แก่ ปัญหาการเรียนการสอน เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบการเรียนการสอนสามารถทำได้ 2 วิธีการ ดังนี้

1.1 วิเคราะห์จากเอกสารหลักฐานทางการศึกษา

1.1.1 เอกสารหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

1.1.2 เอกสารรายงานทางราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการประเมินคุณภาพนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถิติเกี่ยวกับการเรียนการสอน เป็นต้น

1.2 วิเคราะห์จากเอกสารวิชาการและรายงานวิจัย

1.2.1 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว

1.2.2 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของการเรียนการสอน ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ เช่น เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด

2. การออกแบบ เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายตามที่กำหนดไว้ โดยวางแผนและออกแบบการเรียนการสอนตามข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 โดยเน้นการดำเนินการออกแบบและวางแผนการสอนตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และนำผลการออกแบบที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 12 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 2.1 เลือกเนื้อหาวิชา
- 2.2 กำหนดเนื้อหาวิชา
- 2.3 กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 2.4 เลือกกลยุทธ์การเรียนการสอน
- 2.5 กำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอน
- 2.6 กำหนดบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียน
- 2.7 กำหนดและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน
- 2.8 กำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน
- 2.9 เลือกสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้
- 2.10 กำหนดสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้
- 2.11 กำหนดการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้
- 2.12 กำหนดการประเมินทักษะการคิด

ทั้งนี้ ในการออกแบบควรคำนึงถึงหลักการและทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนด้วย เช่น

1. หลักการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Creative Problem Solving Principles) (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer, et al., 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005; Moshe, 1975; Smith, 1991; Arvid et al., 2002; Howell, 2002; Volland, 1999; Holtzapple and Reece, 2003; Morell and Beauchamp, 1995; Masi, 2003)

2. ทฤษฎีการศึกษาผู้ใหญ่ (Adult Theory)

3. ทฤษฎีแรงจูงใจ (Motivation Theory)

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus)

3. การผลิตและพัฒนา เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้รับจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการผลิตและพัฒนา และนำผลการผลิตและพัฒนาที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 3.1 ออกแบบสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้
- 3.2 ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้
- 3.3 คัดเลือกและจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้
- 3.4 สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เช่น แบบทดสอบและแบบประเมินผลงาน เป็นต้น

3.5 จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เช่น แบบทดสอบและแบบประเมินผลงาน เป็นต้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 การผลิตและพัฒนา ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เช่น แบบทดสอบและแบบประเมินผลงาน เป็นต้น

4. การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus) ที่พัฒนาขึ้นจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามวิธีการที่กำหนดไว้ โดยเน้นการตรวจสอบ ประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

4.1 ทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา โดยอาจารย์ผู้สอนทดลองออกแบบและวางแผนการสอน

4.2 ทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.3 ทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ในสถานการณ์จริงแบบย่อหรือสถานการณ์จำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

5. การประเมินผล เป็นการประเมินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจากการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงในขั้นตอนที่ 4 มาดำเนินการประเมินผล โดยเน้นการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนและประเมินผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการประเมินที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

5.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินผล

5.1.1 เพื่อประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามที่ออกแบบหรือวางแผนไว้หรือไม่

5.1.2 เพื่อประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

5.2 กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน

5.2.1 กำหนดเกณฑ์การประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา โดยเน้นการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามที่ออกแบบหรือวางแผนไว้

5.2.2 กำหนดเกณฑ์การประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา โดยเน้นผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5.3 ประเมินผล

5.3.1 เทียบกับเกณฑ์การประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาตามที่กำหนดไว้

5.3.2 เทียบกับเกณฑ์การประเมินผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาตามที่กำหนดไว้

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล ได้แก่ ผลการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนและผลการประเมินผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

6. การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน เป็นการควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการควบคุม ตรวจสอบกระบวนการจัดการเรียนการสอน และติดตามผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียนที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

6.1 ควบคุม ตรวจสอบ โดยควบคุม ตรวจสอบกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามที่ออกแบบหรือวางแผนไว้หรือไม่

6.2 ติดตามการเรียน โดยติดตามผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าผู้เรียนมีผลการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 6 การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน ได้แก่ ผลการควบคุม ตรวจสอบกระบวนการจัดการเรียนการสอน และผลการติดตามการเรียนหรือผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ควรวิเคราะห์ผลที่ได้จากขั้นตอนทั้งหมด ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การผลิตและพัฒนา การทดสอบและการพิสูจน์ข้อเท็จจริง การประเมินผล การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

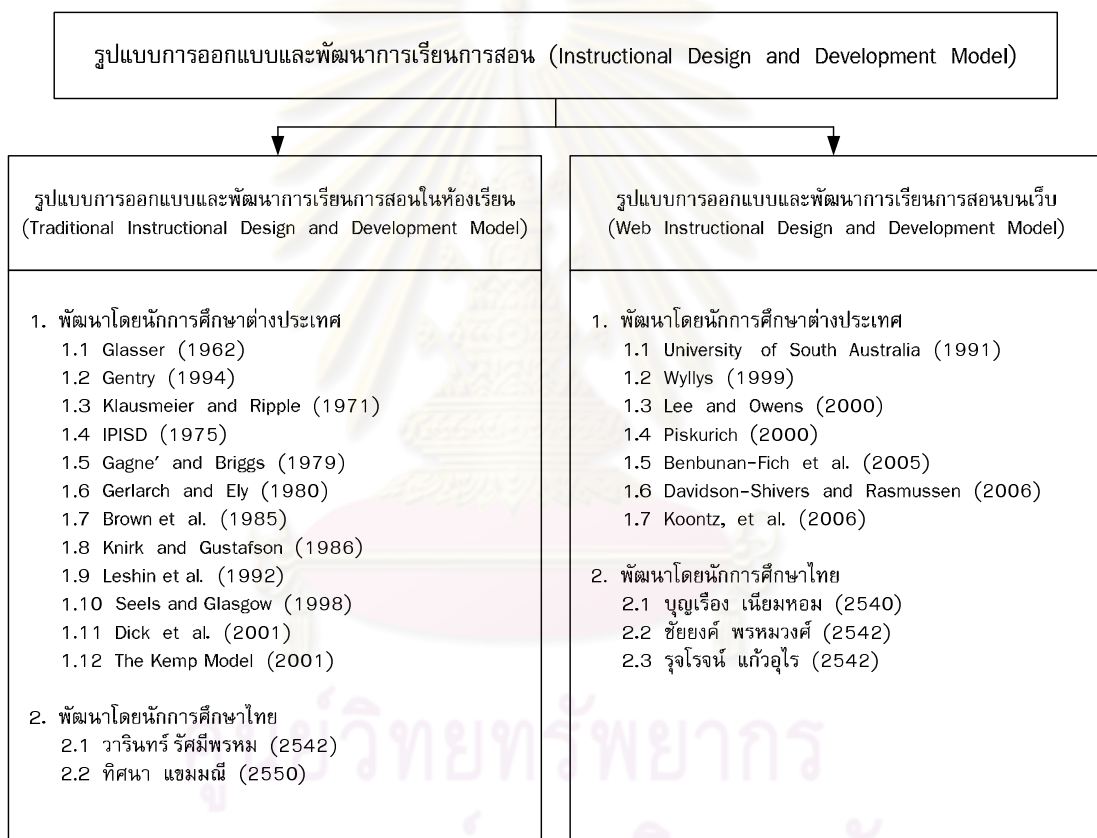
ทั้งนี้ การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามประเภทใดนั้น ขึ้นอยู่กับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนว่าจะเน้นการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือบนเว็บ

ประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Design and Development Model) แบ่งตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน (Traditional Instructional Design and Development Model)

2. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ (Web Instructional Design and Development Model)

โดยมีรายละเอียดตามแผนภูมิที่ 9



แผนภูมิที่ 9 แสดงประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

จากประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักเกณฑ์การนำรูปแบบไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ 3 ประเภท ดังนี้ 1. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อใช้สำหรับห้องเรียน 2. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับผลิตภัณฑ์ 3. กลุ่มการออกแบบการเรียนการสอนในเชิงระบบ และประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนได้ 2 ประเภท ดังนี้ 1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน 2. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บ

6. ขั้นตอนการสร้างและการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

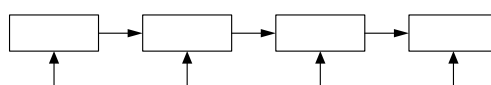
นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายขั้นตอนการสร้างและการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

วารินทร์ รัชสีพรหม (2542) ได้อธิบายไว้ว่า การสร้างรูปแบบของการออกแบบและพัฒนากระบวนการสอนเป็นการกำหนดแนวทางที่จะดำเนินการให้เป็นไปได้ครบสมบูรณ์ รูปแบบอาจเป็นรูปแบบกราฟิกหรือลายลักษณ์อักษร รูปแบบต่างๆ ก็จะมีกระบวนการและขั้นตอนที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะรูปแบบจะมีลักษณะใด จุดมุ่งหมายสำคัญของรูปแบบก็คือ การนำเสนอแนวทางที่จะเป็นจริงได้และรูปแบบนั้นอาจเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีหรือให้แนวทางขององค์ประกอบย่อยต่อมโนทัศน์และกระบวนการได้ แต่โดยทั่วไปรูปแบบของการออกแบบและพัฒนากระบวนการสอนมักจะมีรูปแบบเป็นกราฟิกควบคู่กับคำอธิบาย

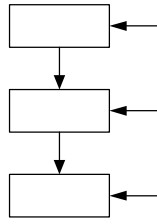
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2542) ได้กล่าวว่า แบบจำลองระบบทางการศึกษาเป็นระบบเทียบเคียงทางการศึกษา ซึ่งมีส่วนประกอบ องค์ประกอบและทิศทางการเปลี่ยนแปลงเหมือนกัน และมีความสำคัญต่อการสื่อความหมาย การแสวงหากระบวนการ การกำกับกระบวนการ การควบคุมติดตามและพัฒนาระบบ การสร้างแบบจำลองระบบทางการศึกษาเป็นกระบวนการซ้ำทวนและเป็น การสร้างจากส่วนใหญ่สู่ส่วนย่อย หรือจากส่วนย่อยแล้วเชื่อมโยงสู่ระบบใหญ่ รูปแบบแต่ละประเภทนี้มีขั้นตอนและรายละเอียดการสร้างแตกต่างกันไป โดยมีแนวคิดพื้นฐานว่าแบบจำลองระบบทางการศึกษาเป็นระบบเทียบเคียงกับระบบการศึกษา ซึ่งเทียบและแทนส่วนประกอบ องค์ประกอบและทิศทางการเปลี่ยนแปลงแต่ละอย่างได้ มีความสำคัญต่อการสื่อความหมาย การแสวงหากระบวนการ การควบคุมติดตามและการพัฒนาระบบ แบบจำลองระบบทางการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบจำลองระบบแบบไอคอนิก (Iconic Model) ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพเหมือนและหุ่นจำลอง
2. แบบจำลองระบบแบบอนาล็อก (Analogue Model) ได้แก่ อนาล็อก ภาษา แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่และกราฟ
3. แบบจำลองระบบแบบสัญลักษณ์ (Symbolic Model) ได้แก่ สมการและสูตรต่างๆ

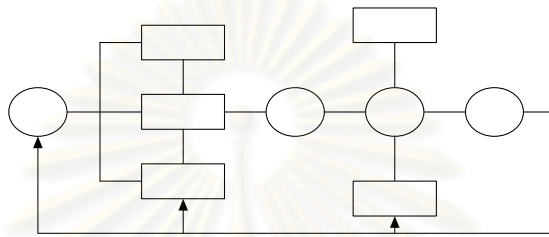
Davis, et al. (1974) ได้กล่าวว่า แบบจำลองระบบการสอนเป็นแผนภูมิลำดับกรอบที่แสดงส่วนประกอบ โครงสร้าง ขั้นตอน วิธี ทิศทาง เงื่อนไขของความสัมพันธ์และการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงของระบบ โดยใช้ภาพสัญลักษณ์ สิ่งแทนที่กำหนดขึ้นมาแทนส่วนประกอบและองค์ประกอบจริงของระบบการสอน แบบจำลองระบบการสอนจึงเป็นระบบที่เทียบเสมือนและแทนส่วนประกอบ องค์ประกอบ และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทุกอย่างได้ การสร้างแบบจำลองระบบการสอนเป็นวิธีการที่นำเสนอระบบที่สะดวกต่อการนำไปใช้ แบบจำลองระบบการสอนที่นิยมเขียนมี 5 แบบ ดังนี้



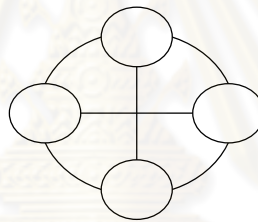
แผนภูมิที่ 10 แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแหวนอน



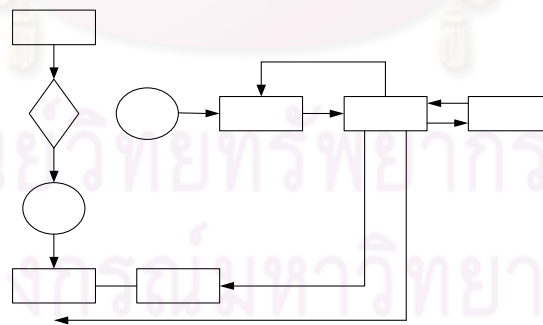
แผนภูมิที่ 11 แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแนวตั้ง



แผนภูมิที่ 12 แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบแนวตั้งผสมแนวนอน



แผนภูมิที่ 13 แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบวงกลมและวงรี



แผนภูมิที่ 14 แสดงแบบจำลองระบบการสอนแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์

Semprevivo (1976) ได้อธิบายว่า วิธีการเชิงระบบเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ระบบ ซึ่งประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การกำหนดปัญหา 2. การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 3. การวิเคราะห์ทางเลือก 4. การกำหนดความเป็นไปได้ 5. การพัฒนาเค้าโครงหรือโครงร่างของระบบ 6. การพัฒนาระบบนำร่อง 7. การออกแบบระบบ 8. การพัฒนาโครงการ 9. การนำระบบไปใช้ 10. การติดตามประเมินผลระบบ

Tracey and Richey (2007) ได้ศึกษาการสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ตามหลักการทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติของพหุปัญญา ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของพหุปัญญาและทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 2 เป็นการสร้างองค์ประกอบและต้นแบบของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 3 เป็นการทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวน 3 รอบ ผลการวิจัยได้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการปรับปรุงและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ

Tracey (2007) ได้นำรูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอน เพื่อรับรองรูปแบบฯ โดยทดลองกับนักออกแบบการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ จำนวน 4 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทดลองใช้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนของดิคค์และแคร์รี่ (Dick and Carey) และกลุ่มที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนของดิคค์และแคร์รี่ (Dick and Carey) เท่านั้น ผลการวิจัยพบว่า ควรจะใช้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญา ร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนและมีความพึงพอใจแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบพหุปัญญาอยู่ในระดับสูง ซึ่งมีความชัดเจนและใช้งานง่าย รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาประกอบด้วยบทเรียนที่ได้รับจากการวิจัย ขั้นตอนและการประยุกต์ใช้กระบวนการรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสำหรับนักออกแบบและผู้ใช้โปรแกรม นักออกแบบการเรียนการสอนสามารถออกแบบการเรียนการสอนได้ในระยะเวลาสั้นและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถด้านพหุปัญญาและขั้นตอนการพัฒนาทฤษฎีการสอน และ Tracey (2007) ได้นำรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้กับผู้เรียน จำนวน 102 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 51 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทดลองใช้รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบกลุ่มที่ 2 หลังจากนั้นประเมินหลังการเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถด้านพหุปัญญา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 มีคะแนนความสามารถด้านพหุปัญญาสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ 2

Richey (2005) ได้ศึกษาการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Validating instructional design and development models) และอธิบายวิธีการรับรอง 5 วิธีการ ได้แก่ 1. การทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert review) 2. การรับรองโดยใช้เอกสารที่เกี่ยวข้อง (Usability documentation) 3. การรับรองโดยใช้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง (Component investigation) 4. การประเมินภาคสนาม (Field evaluation) 5. การทดลองที่ได้รับการควบคุม (Controlled testing)

Weston et al. (1995) ได้นำเสนอรูปแบบสำหรับความเข้าใจในการประเมินระหว่างการทำเนิการในการออกแบบการเรียนการสอน (A model for understanding formative evaluation in instructional design) โดยใช้ชื่อว่า “The Weston, McAlpine and Bordonaro model” ซึ่งได้รับการรับรองรูปแบบด้วยการทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ทบทวนรูปแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ จำนวน 11 รูปแบบและประเมินระดับการสนับสนุนของรูปแบบด้วย (The model’s level of support)

Reigeluth, et al. (1999) ได้นำเสนอวิธีวิจัยสำหรับการสร้างและพัฒนาทฤษฎีการออกแบบ (Formative research: A methodology for creating and improving design theories) โดยเสนอการใช้วิธีวิจัยระหว่างการทำเนิการ ซึ่งเป็นประเภทของวิจัยและพัฒนา วิธีการนี้ได้รับการสร้างกรณีศึกษาเพื่อช่วยในการสร้างรูปแบบด้วย โดยการนำกรณีศึกษาที่สร้างไว้ไปใช้ในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการทำเนิการ ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบตามผลการวิจัยที่ได้รับและรับรองรูปแบบ นอกจากนี้ ยังได้นำเสนอทฤษฎีการออกแบบหรือรูปแบบการออกแบบและอธิบายการสร้างรูปแบบด้วย Jones and Richey (2000) ได้ศึกษาวิธีวิจัยการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็วในเชิงปฏิบัติ (Rapid prototyping methodology in action: A developmental study) เช่น ผลสรุปการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขการสร้างต้นแบบของรูปแบบการเรียนการสอนแบบรวดเร็ว ซึ่งอธิบายภาระงานของนักออกแบบ (Designer tasks) ในระหว่างการสร้างต้นแบบอย่างรวดเร็วโดยใช้เทคนิคและวิธีการต่างๆ ตลอดจนการคำนึงถึงลักษณะของลูกค้าด้วย

Dick (1997) ได้เสนอรูปแบบสำหรับการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ (A model for the systematic design of instructional) และอธิบายว่า Dick and Carey model เป็นกระบวนการที่สามารถประยุกต์ใช้กับงานวิจัยได้อย่างหลากหลาย และควรคำนึงถึงระยะเวลาในการผลิตสื่อการเรียนการสอนเป็นสำคัญ มีการรับรองโมเดลโดยการใช้ซ้ำมากกว่าการวิจัยเชิงประจักษ์

Seel (1997) ได้แนะนำและอธิบายภาพรวมเกี่ยวกับรูปแบบการเรียน การสอน (Model of instructional design: Introduction and overview) ไว้ว่า แม้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะไม่ได้รับการรับรองจากทฤษฎีพื้นฐาน แต่ควรจะมีรูปแบบสำหรับการรับรองรูปแบบการเรียนการสอนที่ครอบคลุมและเหมาะสม

Davis, et al. (1974) ได้อธิบายวิธีการทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอน (Systems testing) ไว้ว่า เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อหาข้อขัดข้อง และประเด็นปัญหาในด้านต่างๆ เพื่อการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาาระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอนจะต้องทดสอบในสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริงแบบย่อ ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความแน่ใจในการนำระบบไปใช้จริงว่าจะไม่มีปัญหา มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพียงพอที่จะนำไปใช้จริงได้

การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอนอาจทำได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะอธิบายวิธีดำเนินการอย่างง่าย 3 วิธี คือ การทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ การทดสอบโดยการทดลองออกแบบและวางแผนการสอนและการทดสอบในสถานการณ์จริงแบบย่อหรือสถานการณ์จำลอง

1. การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้
 - 1.1 กำหนดเกณฑ์คัดเลือกผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านคุณวุฒิ ประสบการณ์และการยอมรับของวงการ เป็นต้น
 - 1.2 องค์ประกอบของผู้ทรงคุณวุฒิ ควรประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการบริหารและการจัดการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีและสื่อการสอน เป็นต้น
 - 1.3 กำหนดเครื่องมือสำหรับทดสอบ อาจเป็นแบบสอบถามหรือประเมินให้คำน้ำหนักรูปแบบแสดงความคิดเห็น เป็นต้น
 - 1.4 นำเสนอระบบการสอนพร้อมด้วยเครื่องมือทดสอบ
 - 1.5 ดำเนินการวิเคราะห์ผลและปรับปรุงระบบการสอนตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
2. การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอนโดยการทดลองออกแบบและวางแผนการสอน

การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอนโดยการทดลองออกแบบและวางแผนการสอนตามกระบวนการของระบบการสอน เป็นการทดสอบที่เน้นทดสอบองค์ประกอบด้านปัจจัยนำเข้าและกระบวนการของระบบ ดำเนินการเป็นคณะบุคคล โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและผู้เกี่ยวข้องที่จะนำระบบการสอนไปใช้โดยตรง ร่วมกันทดลองออกแบบการสอนและวางแผนการสอนตามขั้นตอนและกระบวนการของระบบการสอน เพื่อทดสอบว่าสามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น และได้ผลเป็นที่น่าพอใจมากน้อยเพียงใด ในขณะที่ดำเนินการจะต้องรวบรวมข้อมูล ข้อขัดข้องและประเด็นปัญหาต่างๆ ไว้โดยละเอียด เพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขระบบการสอนจนเป็นที่พอใจของคณะผู้ทดสอบต่อไป การออกแบบและวางแผนการสอน อาจทำทุกรายวิชา ทุกเรื่อง หรือบางวิชา บางเรื่องเท่านั้นก็ได้ ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นและความพอใจของคณะผู้ดำเนินการ
3. การทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอน โดยการทดลองในสถานการณ์จริงแบบย่อหรือสถานการณ์จำลอง

ดำเนินการโดยทดลองออกแบบและวางแผนการสอนตามขั้นตอนและกระบวนการของระบบการสอนที่จะทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้รายวิชาและเนื้อหาตามหลักสูตรจริง แต่ลุ่มมาทำเพียง 2 หรือ 3 เรื่อง ใช้เวลาสอนจริงประมาณ 2-4 คาบการสอน และสอนกลุ่มเป้าหมายจริง ประมาณ 20-30 คน หรือ 1 ห้องเรียน ดำเนินการสอนจนครบกระบวนการ และทดสอบประสิทธิภาพการสอน (E_1/E_2) ว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์หรือไม่ ทดสอบความก้าวหน้าทางการเรียนว่ามีความแตกต่างกันระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนหรือไม่ สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนว่ามีความคิดเห็นอย่างไรต่อการสอน เป็นต้น ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบนี้ก็เป็นข้อมูลย้อนกลับไปสู่องค์ประกอบต่างๆ ของระบบการสอน ซึ่งสามารถจะปรับปรุงแก้ไขระบบการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

จะเห็นได้ว่ามีผู้ใช้ชื่อภาษาไทยอย่างหลากหลาย เช่น แบบจำลอง รูปแบบและอื่นๆ ซึ่งมาจากรากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Model ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะใช้คำว่า รูปแบบ (Model) ในการศึกษาครั้งนี้

จากขั้นตอนการสร้างและการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปขั้นตอนการสร้างและการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ดังนี้ การสร้างรูปแบบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเป็นการกำหนดแนวทางที่จะดำเนินการให้เป็นไปได้ครบสมบูรณ์ รูปแบบอาจเป็นรูปแบบกราฟิกหรือลายลักษณ์อักษร รูปแบบต่างๆ จะมีกระบวนการและขั้นตอนที่แตกต่างกันไป ไม่ว่าจะรูปแบบจะมีลักษณะใด จุดมุ่งหมายสำคัญของรูปแบบคือการนำเสนอแนวทางที่จะเป็นจริงได้และรูปแบบนั้นอาจเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีหรือให้แนวทางและองค์ประกอบย่อยและกระบวนการได้ แต่โดยทั่วไปรูปแบบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมักจะมีรูปแบบเป็นกราฟิกควบคู่กับคำอธิบาย ประเภทของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1. แบบจำลองระบบแบบไอโคนิค ได้แก่ ภาพถ่าย ภาพเหมือนและหุ่นจำลอง 2. แบบจำลองระบบแบบอนาล็อก ได้แก่ อนาล็อก ภาษา แผนภูมิ แผนภาพ แผนที่และกราฟ 3. แบบจำลองระบบแบบสัญลักษณ์ ได้แก่ สมการและสูตรต่างๆ รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนสามารถเขียนได้ 5 แบบ ดังนี้ แบบที่ 1 แบบแหวนอน แบบที่ 2 แบบแนวตั้ง แบบที่ 3 แบบแนวตั้งผสมแหวนอน แบบที่ 4 แบบวงกลมและวงรี แบบที่ 5 แบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ และการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมี 5 วิธี ดังนี้ 1. การทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ 2. การรับรองโดยใช้เอกสารที่เกี่ยวข้อง 3. การรับรองโดยใช้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง 4. การประเมินภาคสนาม 5. การทดลองที่ได้รับการควบคุม และการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอาจทำได้หลายวิธี แต่ในที่นี้จะอธิบายวิธีดำเนินการอย่างง่าย 3 วิธี คือ 1. การทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 2. การทดสอบโดยการทดลองออกแบบและวางแผนการสอน 3. การทดสอบในสถานการณ์จริงแบบย่อหรือสถานการณ์จำลอง

7. ความสำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายความสำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2542) ได้อธิบายความสำคัญของแบบจำลองระบบทางการศึกษาไว้ว่าระบบทางการศึกษาเป็นระบบเปิดมีความไม่แน่นอนคือมีความยืดหยุ่นสูง เปลี่ยนแปลงตามสิ่งแวดล้อมและปัจจัยนำเข้า ส่วนประกอบและองค์ประกอบของระบบทางการศึกษาตลอดทั้งทิศทางการเปลี่ยนแปลงมีความซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจและไม่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์และกระบวนการโดยตลอดได้ แบบจำลองระบบทางการศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการจัดระบบทางการศึกษา ดังนี้

1. ความสำคัญต่อการสื่อความหมาย แบบจำลองระบบสร้างขึ้นเพื่อจำลองระบบโครงสร้างและความสัมพันธ์ของระบบในลักษณะที่ย่นย่อและตัดส่วนรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออกทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของระบบที่ใหญ่ๆ และสลับซับซ้อนได้ แบบจำลองระบบจึงใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อความหมายและอธิบายระบบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้เข้าใจทั้งระบบส่วนรวมและระบบส่วนย่อยที่ต้องรับผิดชอบ เป็นเครื่องมือในการประชาสัมพันธ์เผยแพร่และปฐมนิเทศระบบได้เป็นอย่างดี

2. ความสำคัญต่อการแสวงหากระบวนการในการปฏิบัติ ได้แก่ การนำแบบจำลองระบบที่ได้สร้างเทียบเหมือนระบบจริงนี้ไปทดสอบกับสถานการณ์เหมือนจริง เพื่อทดลองหาแนวทางปฏิบัติหรือเพื่อศึกษาข้อบกพร่องและหาแนวทางแก้ไขโดยไม่ต้องเสี่ยงต่อการผิดพลาดและล้มเหลวได้

3. ความสำคัญต่อการกำกับกระบวนการ โดยเฉพาะระบบทางการศึกษาที่มีลักษณะระบบเปิดไม่แน่นอน และถ้าเป็นระบบขนาดใหญ่ที่ขอบเขตและผู้เกี่ยวข้องจำนวนมาก การบริหารการกำกับและการดำเนินการจะเป็นไปได้ยากหรือเกิดความเสี่ยงต่อความล้มเหลวได้มาก การใช้รูปแบบระบบช่วยลดปัญหานี้ได้มาก

4. ความสำคัญต่อการควบคุมและติดตามในลักษณะเดียวกับการกำกับและอำนาจการควบคุมและติดตามระบบจะต้องมีแบบจำลองระบบเป็นคู่มือในการทำงาน โดยเฉพาะวิธีของผลย้อนกลับที่จะติดตามว่าส่วนใดผิดปกติ เกิดความล่าช้าที่ใดหรือเกิดปัญหาตรงจุดใดของระบบ เป็นต้น

5. ความสำคัญต่อการพัฒนาระบบใดๆ เมื่อสร้างขึ้นมาแล้ว ต้องมีการดำเนินไปเหมือนกับสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ ทุกระบบจะมีวงจรชีวิตของมัน การวิเคราะห์ระบบ การปรับปรุงและพัฒนาระบบต้องดำเนินการหรือเกิดขึ้นตามช่วงจังหวะในวงจรชีวิตของระบบนั้นๆ รูปแบบระบบของทุกระบบมีบทบาทเป็นแผนผังและดัชนีชี้หน้าผู้เกี่ยวข้องในการที่จะดำเนินการพัฒนาระบบให้เจริญรุดหน้าไปเรื่อยๆ ไม่หยุดอยู่กับที่หรือเสื่อมถอยไปตามกาลเวลา การพัฒนาระบบนั้นอาจเป็นการปรับปรุงแก้ไขหรือการสร้างสรรค์เพิ่มเติมขึ้นใหม่ทั้งระบบหรือเป็นบางส่วนของระบบก็ถือได้ว่าเป็นพัฒนาการของระบบ

Davis, et al. (1974) ได้อธิบายความสำคัญของแบบจำลองระบบการสอนไว้ ดังนี้

1. การสื่อความหมาย เพราะแบบจำลองมีความลึกลับ ตัดรายละเอียดออกเป็นสัญลักษณ์ ทำให้มองเห็นภาพรวมของระบบได้
2. ใช้เป็นคู่มือในการเลือกและกำหนดกระบวนการสอน เพราะในแบบจำลองระบบแสดงลักษณะความสัมพันธ์ของระบบย่อยหรือระหว่างขั้นตอนให้เห็นได้ชัดเจน จึงสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจได้ว่า กระบวนการอย่างไรจึงจะเหมาะสม
3. เป็นเครื่องมือกำกับการดำเนินการ
4. มีความสำคัญต่อการติดตามประเมินและพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับสถานการณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

จากความสำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปความสำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ว่า รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการสื่อความหมาย การแสวงหากระบวนการในการปฏิบัติใช้เป็นคู่มือในการเลือกและกำหนดกระบวนการสอน เป็นเครื่องมือกำกับการดำเนินการ การติดตามประเมินและพัฒนาระบบให้เหมาะสมกับสถานการณ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

8. การประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายการประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Davis, et al. (1974) ได้อธิบายการประเมินระบบการสอนว่าเป็นกระบวนการที่ดำเนินการหลังจากที่ได้นำระบบการสอนมาใช้จริงจนครบวงจรของระบบแล้ว ซึ่งแตกต่างจากการทดสอบประสิทธิภาพระบบในสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริงแบบย่อ เพราะการทดสอบนั้นเน้นการทดสอบเพื่อรับรองว่าสามารถนำระบบการสอนมาใช้จริงได้เท่านั้น ดังนั้น การประเมินระบบการสอนจึงมีวัตถุประสงค์ 3 ด้าน คือ ประเมินผลลัพธ์ ประเมินกระบวนการและประเมินความยืดหยุ่นตัวของระบบ

1. การประเมินผลลัพธ์ของระบบการสอน

เป็นการประเมินเพื่อเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นหลังจากใช้ระบบจนครบวงจรแล้ว เพื่อประเมินประสิทธิภาพว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบที่กำหนดไว้หรือไม่

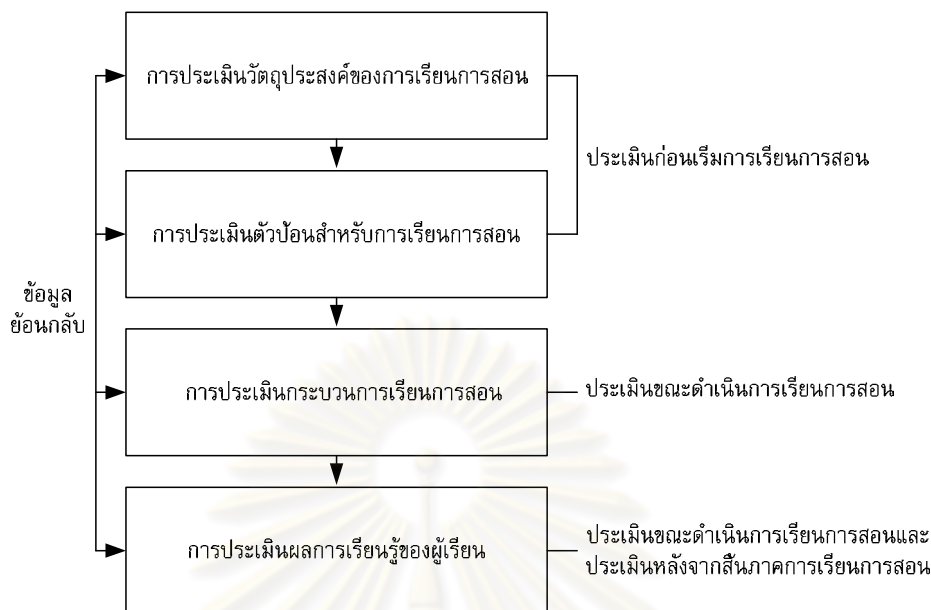
2. การประเมินกระบวนการ

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ของระบบว่ามีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเกณฑ์ในการออกแบบระบบหรือไม่ สอดคล้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด การประเมินกระบวนการนี้จะได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการของระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. การประเมินความยืดหยุ่นตัวของระบบ

ระบบการสอนเหมือนระบบต่างๆ ทั่วไป คือ มีลักษณะเป็นองค์รวม (Entity) คล้ายกับสิ่งที่มีชีวิต ถ้ามีความยืดหยุ่น มีความคล่องตัว สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดีก็สามารถเกิดขึ้น เจริญเติบโต สืบและขยายพันธุ์อยู่ได้ การประเมินความยืดหยุ่นของระบบการสอนจึงเป็นการประเมินเพื่อดูว่า ตัวระบบการสอนเอง ซึ่งหมายถึง ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลลัพธ์หรือผลผลิต ผลพลอยได้และผลกระทบว่ามีความสอดคล้องและยืดหยุ่นตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและบริบทต่างๆ ได้ตามเกณฑ์ในการออกแบบระบบหรือไม่

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2542) ได้อธิบายว่าการประเมินระบบการเรียนการสอนโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อปรับปรุงระบบการเรียนการสอน จึงจำเป็นต้องประเมินทั้งระบบการเรียนการสอน โดยมีรูปแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินระบบการเรียนการสอนที่เรียกว่ารูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอน ดังนี้



แผนภูมิที่ 15 แสดงรูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอน

จากแผนภูมิที่ 15 แสดงรูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย การประเมิน 4 ประเภท คือ 1. การประเมินวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน 2. การประเมินตัวบ่งชี้สำหรับการเรียนการสอน 3. การประเมินกระบวนการเรียนการสอน 4. การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีคุณลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. รูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนประกอบด้วย การประเมิน 4 ประเภท คือ 1. การประเมินความเหมาะสมของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน 2. การประเมินความเพียงพอและการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนต่างๆ 3. การประเมินความสามารถในการทำให้วัตถุประสงค์บรรลุหรือความสอดคล้องระหว่างกระบวนการเรียนการสอนกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตลอดจนจุดเด่นและจุดด้อยของกระบวนการเรียนการสอน 4. การประเมินผลผลิตของการสอนหรือการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อตอบคำถามว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่พึงประสงค์ในวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพียงใด

2. รูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนนี้มีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) กล่าวคือ มีการประเมินควบคู่ไปกับการเรียนการสอน โดยมีการประเมินก่อนการเรียนการสอน การประเมินขณะการเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่และการประเมินหลังจากการเรียนการสอนได้สิ้นสุดแล้ว

3. รูปแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนนี้มุ่งสนองตอบวัตถุประสงค์ของการประเมินระบบการสอนทั้งในด้านการประเมินความก้าวหน้าของการนำระบบการเรียนการสอนไปปฏิบัติเพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนทันที (Formative evaluation) กับด้านการประเมินเพื่อสรุปผลของการเรียนการสอน (Summative evaluation)

4. รูปแบบแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนนี้มีลักษณะต่อเนื่อง กล่าวคือ หลังจากการประเมินวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนและปรับปรุงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนให้เหมาะสมแล้ว จึงเริ่มการประเมินตัวบ่งชี้สำหรับการเรียนการสอนว่ามีอะไรบ้าง จากผลการประเมินวัตถุประสงค์และตัวบ่งชี้จะเป็นตัวกำหนดกระบวนการเรียนการสอนที่เหมาะสม ชะนะนำกระบวนการเรียนการสอนไปปฏิบัติจัดให้มีการประเมินกระบวนการเรียนการสอนและปรับปรุงจุดด้อยของกระบวนการเรียนการสอน เสริมจุดเด่นของกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดขั้นสุดท้ายซึ่งทำการประเมินผลของการเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของผู้เรียนที่มุ่งตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน ซึ่งเป็นการประเมินขณะการเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่กับการประเมินเพื่อป้องกันระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ซึ่งนิยมประเมินผลการเรียนรัฐหลังจากผู้เรียนได้เรียนมาแล้วครึ่งภาคเรียนกับประเมินผลการเรียนรัฐหลังจากสิ้นภาคเรียนตลอดจนการติดตามผลการใช้ความรู้ของผู้เรียนในการเรียนวิชาต่างๆ และในการปฏิบัติงาน

5. รูปแบบแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดพื้นฐานจากความคิดเชิงระบบและการจัดการเพื่อการตัดสินใจในการเรียนการสอน

6. รูปแบบแบบจำลองการประเมินระบบการเรียนการสอนนี้ มีความยืดหยุ่นสามารถปรับใช้ทั้งในระดับผู้สอนเป็นรายบุคคลและทั้งระดับสถาบัน

วารินทร์ รัชมีพรหม (2542) ได้เสนอแนวทางการประเมินการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินทั้งกระบวนการและผลของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยจะดำเนินการในขั้นตอนของกระบวนการตอนใดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการตัดสินใจ ซึ่งมีกิจกรรมการประเมิน 6 ระดับที่เกิดขึ้นในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ดังนี้

1. การประเมินเอกสารของโครงการการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

เอกสารของโครงการการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนเป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของโครงการ เช่น กิจกรรมของโครงการ ค่าใช้จ่ายและทีมงาน การจัดทำเอกสารของโครงการเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน ด้วยเหตุผลที่ว่า เอกสารเป็นแหล่งทรัพยากรข้อมูลที่น่ามาใช้เพื่อดำเนินการและเพื่อตัดสินใจ ดังนั้น จึงต้องจัดทำเอกสารแจกจ่ายผู้เกี่ยวข้องและเป็นพื้นฐานสำหรับการประเมินในระดับอื่นๆ ด้วย ในเอกสารของโครงการจะมีการระบุกระบวนการของการดำเนินการ ระเบียบและสมมุติฐานของแบบฟอร์มและฐานข้อมูลต่างๆ ประโยชน์ที่เห็นได้ชัดเจนอีกประการหนึ่ง คือ การกำหนดระยะเวลาในการทำงานของทีมงานด้วย ทำให้การทำงานเป็นไปตามขั้นตอนและเสร็จสมบูรณ์ได้ตามระยะเวลาที่เหมาะสม

2. การประเมินผลสัมฤทธิ์ของจุดมุ่งหมายของโครงการการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอน

คุณค่าของจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้จะต้องมีการประเมินว่ามีความสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงหรือไม่ โครงการของการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนจะมีการประเมินความต้องการและวิเคราะห์บริบทแต่อาจเป็นการประเมินที่ไม่ได้เริ่มต้นจากพื้นฐานด้านนโยบายของรัฐหรือของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาอาจทำขึ้นจากการได้รับเงินงบประมาณอุดหนุนมากกว่าจากการประเมินความต้องการของสังคมหรือองค์กรธุรกิจ และอุตสาหกรรมอาจจะพัฒนาโครงการฝึกอบรมขึ้นโดยต้องการให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของรัฐ

หรือต้องการให้แข่งขันกับคู่แข่งได้ในส่วนที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ เช่น วีดิทัศน์ ปฏิสัมพันธ์หรือในสถาบันทางการแพทย์จัดการออกแบบและพัฒนาระบบการฝึกอบรมโปรแกรมการศึกษาต่อเนื่องทางการแพทย์ ในด้านการใช้เทคโนโลยีล่าสุด เช่น CAT Scanners ไม่ว่าจะมีความต้องการในด้านนี้ อยู่หรือไม่

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงประการหนึ่ง คือ การตัดสินใจจะดำเนินการอะไรบ้างในกระบวนการออกแบบ และพัฒนาระบบการสอน ควรต้องให้มีความสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของโครงการในการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนนั้น เพราะมีโครงการจำนวนมากที่ทำการผลิตสื่อการสอนที่ทันสมัยมีราคาแพง โดยไม่เกี่ยวข้องกับจุดมุ่งหมายของโครงการเลย

ในการประเมินคุณค่าของจุดมุ่งหมาย อาจจัดทำได้ตั้งแต่การใช้ที่มีผู้เชี่ยวชาญที่จัดตั้งขึ้นอย่างเป็นทางการไปจนถึงการประเมินเป็นช่วงระยะเวลาอย่างไม่เป็นทางการโดยกลุ่มที่มุ่งงานออกแบบและพัฒนา ในการประเมินจุดมุ่งหมายอาจทำให้พบว่าจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ต้องทำการปรับปรุงใหม่เพื่อให้ระบบการสอนเป็นไปอย่างมีผลสัมฤทธิ์ที่ดี

3. การประเมินเพื่อการปรับปรุงระบบ

การประเมินเพื่อการปรับปรุงระบบเป็นการรวบรวมความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ข้อวิเคราะห์วิจารณ์ จากผู้ร่วมงานในโครงการ จากผู้เรียนและจากผู้ที่ให้การสนับสนุนเงินทุน เพื่อนำมาใช้ในการทบทวนและปรับปรุงโครงการ การประเมินนี้จะต้องดำเนินการตลอดกระบวนการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน โดยประเมินทั้งกระบวนการทุกขั้นตอนและประเมินผลผลิตด้วย โดยเฉพาะผลผลิตที่เป็นต้นแบบ (Prototype) เพื่อปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

วิธีการที่นำมาใช้ในการประเมินอาจมีทั้งแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลในทุกแง่ ทุกมุมและทุกลำดับขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนา ข้อมูลที่ได้มีหลากหลาย เช่น ขอบข่าย ความถูกต้องของเนื้อหา คุณภาพของปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอน ลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ต่างๆ ในการเรียนการสอน สภาพแวดล้อม ทรัพยากรที่อำนวยความสะดวกตลอดจนวัสดุในการเรียนการสอนและที่สำคัญคือการประเมินเพื่อปรับปรุงควรมีจุดเน้นที่สำคัญในระหว่างการทดสอบต้นแบบในการนำไปทดสอบภาคสนามเท่าๆ กันในช่วงการพัฒนาระบบ และการผลิตวัสดุการสอนด้วย

4. การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นในทันทีทันใดระหว่างการเรียนการสอน

การประเมินแบบนี้เป็นการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระหว่างการเรียนการสอน ทั้งนี้เนื่องจากจุดมุ่งหมายของโครงการการเรียนการสอนและการฝึกอบรม จะมีทั้งในระยะสั้นและระยะยาว จุดมุ่งหมายในระยะสั้นจะดำเนินการในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอน แต่จุดมุ่งหมายระยะยาวจะกระทำได้เมื่อสิ้นสุดโครงการ เช่น จุดมุ่งหมายระยะสั้นของการสอนด้านการแพทย์แบบสถานการณ์จำลองโดยคอมพิวเตอร์ อาจเป็นจุดมุ่งหมายในการสอนกลยุทธ์ในการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจให้แก่นักเรียนแพทย์ แต่จุดมุ่งหมายระยะยาวของโครงการระบบการเรียนการสอนอาจต้องรวมเอาการคุ้มทุนในการใช้ห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ที่ใช้ในการเรียนการสอนในด้านการปฏิบัติของนักเรียนแพทย์เข้าไปด้วย

อาจกล่าวได้ว่า การประเมินในด้านเนื้อหาที่นำไปใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ถือได้ว่าเป็นการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลระหว่างการเรียนการสอน และการประเมินนี้จะนำไปสู่การมีทักษะ ความรู้ ทักษะ (แรงจูงใจ) ของผู้เรียนด้วย

5. การประเมินผลกระทบ

ในการประเมินผลกระทบของโครงการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน สามารถดำเนินการประเมินระยะยาวได้โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ การตรวจสอบและการบันทึก เช่น การสัมภาษณ์หรือตั้งคำถามเกี่ยวกับการถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมไปสู่บริบทของการปฏิบัติ เช่น การประเมินผลกระทบของโครงการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนสำหรับบุคลากรในกองทัพสหรัฐอเมริกาเพื่อพัฒนาทักษะด้านภาษาทั้งการอ่านและการเขียน และทำการประเมินผลกระทบโดยสัมภาษณ์ผู้ตรวจการและนิเทศน์ว่าผู้ที่ผ่านการเรียนการสอนมาแล้วนั้น สามารถใช้คู่มือด้านเทคนิคในงานที่ปฏิบัติอยู่ได้ดีในระดับใด

ในการประเมินผลกระทบนั้นจะนำไปสู่การพัฒนาโครงการอื่นๆ ให้เกิดขึ้นด้วย เช่น การประเมินการปฏิบัติการ (Performance) ในสถานที่ทำงานของผู้ผ่านการเรียนหรือการฝึกอบรมมาแล้วด้วย

6. การประเมินการคุ้มค่า

การประเมินการคุ้มค่ามักจะนำมาใช้ในบริบทของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อเป็นการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการลงทุนว่าคุ้มค่าหรือไม่ โดยทั่วไปมักจะมีการประเมินเปรียบเทียบโครงการทั้งด้านกระบวนการและผลผลิตระหว่างสองโครงการขึ้นไป เพื่อเปรียบเทียบกันว่าโครงการใดจะให้ผลคุ้มค่ากว่ากัน เช่น การเปรียบเทียบโครงการการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนที่ใช้วีดิทัศน์ปฏิสัมพันธ์กับโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โครงการใดจะให้ผลคุ้มค่ามากกว่ากัน การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบนี้จะต้องประเมินทั้งในด้านประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ประเมินผลกระทบ ประเมินค่าใช้จ่ายและอื่นๆ อย่างหลากหลาย จึงจะสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้

ระดับดังกล่าวทั้ง 6 ระดับนี้ อาจไม่จำเป็นต้องประเมินไปตามลำดับหรือประเมินทุกระดับ แต่ที่เสนอแนะนี้เปรียบเสมือนเมนูที่ผู้ประเมินจะประเมินระดับใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความสนใจและต้องการจะแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหรือตอบปัญหาในบริบทของโครงการการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนนั้นๆ

สุทธิพงษ์ หกสุวรรณ (2545) ได้แบ่งการประเมินระบบการเรียนการสอนออกเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. การประเมินระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินระบบหรือแบบจำลองที่สร้างขึ้น หลังจากที่ทำนกออกแบบระบบได้พิจารณาออกแบบระบบแล้ว เพื่อการตรวจสอบการออกแบบระบบดังกล่าว ควรให้ผู้เชี่ยวชาญในการออกแบบระบบนั้นได้ตรวจสอบเพื่อแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาองค์ประกอบแต่ละส่วนของระบบว่าครบถ้วนหรือไม่ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและขอบเขตของระบบนั้นๆ ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ ซึ่งอาจจะทำการประเมินในรูปแบบการตอบแบบประเมิน เมื่อพิจารณาประเมินระบบ

2. การประเมินระบบโดยการทดลองใช้ระบบ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การทดลองเพื่อหาข้อบกพร่อง ในการประเมินวิธีนี้ ปกติจะเป็นการทดลองใช้ระบบเพื่อหาข้อบกพร่อง (Try-Out) ก่อนที่จะนำออกไปใช้จริง โดยกลุ่มทดลองอาจเป็นกลุ่มเล็กเพื่อง่ายต่อการควบคุมตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง

2.2 การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ ในการประเมินวิธีนี้เป็นกระบวนการ หลังจากได้ปรับปรุงระบบหลังพบจุดบกพร่องในข้อที่ 2.1 แล้ว เพื่อเป็นการแสดงว่าระบบที่สร้างขึ้นสามารถใช้ได้กับสถานการณ์จริง จึงต้องมีการทดลองกับสถานการณ์ที่กว้างมากขึ้นโดยกำหนดระยะเวลาในการใช้ระบบ เช่น การทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนแบบใหม่ทั้งประเทศ เป็นต้น หลังจากนั้นจะทำการศึกษาผลของระบบนั้นๆ ว่าส่งผลอย่างไร อย่างไรก็ดี การประเมินระบบด้วยวิธีนี้ จำเป็นต้องใช้เวลาและความอดทน โดยผู้ประเมิน อาจประกอบไปด้วยหลายฝ่าย เช่น ผู้ใช้ระบบ ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

จากการประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปการประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ว่า วัตถุประสงค์ของการประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมี 3 ด้าน คือ 1. ประเมินผลลัพธ์ 2. ประเมินกระบวนการ 3. ประเมินความยั่งยืนตัวของระบบ และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการประเมินออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมี 6 ระดับ ดังนี้ 1. การประเมินเอกสารของโครงการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 2. การประเมินผลสัมฤทธิ์ของจุดมุ่งหมายของโครงการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 3. การประเมินเพื่อการปรับปรุงระบบซึ่งเป็นการรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ 4. การประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่เกิดขึ้นในทันทีทันใดระหว่างการเรียนการสอน 5. การประเมินผลกระทบ 6. การประเมินการคุ้มทุน และแนวทางในการประเมินรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมี 2 แนวทาง ดังนี้ 1. การประเมินระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ 2. การประเมินระบบโดยการทดลองใช้ระบบ

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

Tracey and Richey (2007) ได้ศึกษาการสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนตามหลักการทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติของพหุปัญญา ซึ่งการศึกษาวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของพหุปัญญาและทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 2 เป็นการสร้างองค์ประกอบและต้นแบบของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 3 เป็นการทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวน 3 รอบ ผลการวิจัยได้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการปรับปรุงและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ

Tracey (2007) ได้ศึกษาวิจัยการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนตามหลักการทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติของพหุปัญญา โดยนำรูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนเพื่อรับรองรูปแบบ โดยทดลองกับนักออกแบบการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติ จำนวน 4 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทดลองใช้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนของดิคค์และ แครี่ (Dick and Carey) และกลุ่มที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอนของดิคค์และแครี่ (Dick and Carey) เท่านั้น ผลการวิจัย พบว่า ควรจะใช้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญา ร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอน และมีความพึงพอใจแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบอยู่ในระดับสูง ซึ่งมีความชัดเจนและใช้งานง่าย รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาประกอบด้วย บทเรียนที่ได้รับจากการวิจัย ขั้นตอนและการประยุกต์ใช้กระบวนการรับรองรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักออกแบบและผู้ใช้โปรแกรม นักออกแบบการเรียนการสอนสามารถออกแบบการเรียนการสอนได้ในระยะเวลาสั้นและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถด้านพหุปัญญาและขั้นตอนการพัฒนากลวิธีการสอน จากนั้นนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบการเรียนการสอน ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 102 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 51 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ทดลองใช้รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ทดลองใช้รูปแบบที่ได้รับการพัฒนาโดยนักออกแบบกลุ่มที่ 2 หลังจากนั้นประเมินหลังการเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถด้านพหุปัญญา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่มที่ 1 มีคะแนนความสามารถด้านพหุปัญญาสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ 2 และวัดทัศนคติของผู้เรียน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนได้ว่า การสร้างรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาพหุปัญญา แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของพหุปัญญาและทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบ ระยะที่ 2 เป็นการสร้างองค์ประกอบและต้นแบบของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 3 เป็นการทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ และรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนตามหลักการทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติของพหุปัญญา โดยนำรูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ผ่านมา ไม่สามารถผลิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์ได้เท่าที่ควร (นภสิทธิ์ คุวัฒนาชัย, 2551) โดยเฉพาะทักษะการคิด และในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตมีกิจกรรมหนึ่งที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์แนวคิดผลิตภัณฑ์ (Concept generation) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่จำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจุดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง (สมบัติ ทิทธิทรัพย์,

2535; ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์, 2546; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Stouffer, et al., 2004; Lawson, 2006; Howard et al., 2008) ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและวิชาชีพวิศวกรรม (สมชาย ปฐมศิริ, 2547; วรรษยา ขาวจันทร์, 2547; มณฑล ศาสนนันท์, 2550; Stouffer, et al., 2004) ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าว

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking skill)

ความคิดสร้างสรรค์นับเป็นความสามารถที่สำคัญ ซึ่งมีคุณภาพมากกว่าความสามารถด้านอื่นๆ และเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมความเจริญก้าวหน้าของประเทศชาติ ดังจะเห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เยอรมนี เป็นต้น ซึ่งจัดว่าเป็นประเทศผู้นำของโลก และได้รับการยอมรับความสามารถในการสร้างสรรค์ โดยตั้งเอาศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของประเทศชาติออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ อันเป็นลักษณะเด่นและแสดงความสามารถที่เหนือกว่าประเทศอื่น ทั้งนี้ เพราะประเทศดังกล่าวมีประชาชนที่มีความคิดสร้างสรรค์ กล้าคิด กล้าใช้จินตนาการ จนสามารถสร้างสรรค์ผลงานที่แปลกใหม่ เป็นประโยชน์ เอื้ออำนวยความสะดวกและเหมาะสมกับสภาพการณ์ ตัวอย่างผลงานสร้างสรรค์ ได้แก่ เครื่องบิน เครื่องบินไอพ่น ยานอวกาศ พลังงานแสงเลเซอร์ ตลอดจนงานความคิดเกี่ยวกับทฤษฎี แนวคิดและวิธีการต่างๆ ทั้งในวงการแพทย์ ธุรกิจ การศึกษา ซึ่งสิ่งเหล่านี้ก็นำมาใช้ในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าได้เป็นอย่างดี (อารี พันธุ์มณี, 2547)

1. ความหมายของทักษะการคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะการคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ว่า เป็นกระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นการขยายขอบเขตความคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ สู่ความคิดใหม่ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน เพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดให้กับปัญหาที่เกิดขึ้น

วนิช สุภารัตน์ (2547) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นความคิดที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากจินตนาการโดยมีลักษณะที่แตกต่างไปจากความคิดของบุคคลอื่น ความคิดสร้างสรรค์อาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิม คือ ความรู้ ข้อมูลข่าวสาร การศึกษาเหตุผล และการใช้ปัญญาในการจัดสร้างรูปแบบของความคิดในรูปแบบใหม่ อาจแสดงออกมาเป็นรูปธรรมอย่างประจักษ์ชัดหรือมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งจะเป็นพื้นฐานให้มีความคิดเชื่อมโยงจนเกิดความประจักษ์ชัดและก่อให้เกิด

การค้นพบสิ่งใหม่ๆ ทำให้เกิดเป็นผลงานทางศิลปะและวิทยาการสาขาต่างๆ รวมทั้งผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นประโยชน์ต่อสังคม ประเทศชาติและมนุษยชาติ

ลักขณา สรีวัฒน์ (2549) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดละเอียดลออและคิดริเริ่ม ผสมผสานกันจนเกิดเป็นการคิดได้หลายทิศทางหรือแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ๆ หรือเป็นการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ ที่มีไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

สุวิทย์ มูลคำ (2549) ได้ให้ความหมายของการคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า เป็นกระบวนการทางปัญญาที่สามารถขยายขอบเขตความคิดที่มีอยู่เดิมสู่ความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดเดิม และเป็นความคิดที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

Osborn (1957) ได้ให้ความหมายของความคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) ไว้ว่า เป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) หมายถึง เป็นจินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาที่ยากที่มนุษย์ประสบอยู่มิใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่าน เลื่อนลอย ความคิดจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการนำไปสู่ผลผลิตที่แปลกใหม่และเป็นประโยชน์ แต่ความคิดจินตนาการเพียงอย่างเดียวคงไม่สามารถทำให้เกิดผลผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นความคิดจินตนาการควบคู่ไปกับความอุตสาหพยายาม จึงจะทำให้งานสร้างสรรค์สำเร็จได้ ดังที่ ทอมัส เอดิสัน ได้กล่าวว่า งานสร้างสรรค์นั้นเป็นงานที่เกิดจากหยาดเหงื่อถึง 90 เปอร์เซ็นต์ แต่เป็นแรงดลใจเพียงแค่ 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

Torrance (1965) ได้ให้ความหมายของความคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) ไว้ว่า เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไปและรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐานขึ้น จากนั้นรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นต่อไป จึงเป็นการรายงานผลที่ได้รับจากการทดสอบสมมติฐานเพื่อเป็นแนวคิดและแนวทางใหม่ต่อไป อาจกล่าวได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และทอร์แรนซ์เรียกกระบวนการลักษณะนี้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ หรือ “The Creative Problem Solving Process” นั้นเอง

Guilford (1970) ได้ให้ความหมายของความคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) ไว้ว่า เป็นผลของความสามารถทางสติปัญญาจากการคิดอย่างหลากหลายที่เรียกว่า การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) ทั้งนี้ประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือ ความคล่องในการคิด (Fluency) การยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความสามารถในการแต่งเติมหรือความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และให้คำอธิบายใหม่ที่เป็นความคิดตามหลักเหตุและผล เพื่อหาความคิดที่ดีและเหมาะสมเพียงคำตอบเดียว โดยพิจารณาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ 3 ด้าน คือ เนื้อหา วิธีการคิดและผลการคิดในรูปแบบของทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งวิธีการคิดที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีนี้ คือ การคิดแบบอเนกนัย ซึ่งเป็นการคิดที่เน้นความสามารถในการคิดได้หลายๆ ทาง จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้เพื่อค้นหาสิ่งที่ดีที่สุดและเชื่อว่าความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่พรสวรรค์พิเศษที่บุคคลมี แต่เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในบุคคลมากหรือน้อยและแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์ในระดับต่างๆ กัน โดยพิจารณาถึงลักษณะความสามารถที่จำเป็นต่อความคิดสร้างสรรค์ คือ

1. ความสามารถในการยอมรับปัญหา
2. ความสามารถในการสร้างความคิด
3. ความสามารถในการจัดระบบความคิด
4. ความสามารถในการประเมินความคิด

DeBono (1976) ได้ให้ความหมายของความคิดเชิงสร้างสรรค์ (creative thinking) ไว้ว่าเป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) เพื่อสร้างแนวคิดใหม่ที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้หลายๆ แนวคิด และนำแนวคิดเหล่านี้ไปพัฒนาต่อเพื่อให้สามารถใช้แก้ปัญหาที่ต้องการได้

Lefrancois (1988) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะที่เป็นไปได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่ประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการ คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม
2. ความคิดสร้างสรรค์เป็นรูปแบบหนึ่งของการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วในรูปแบบใหม่เพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างและเกิดประโยชน์ในบางด้าน ยิ่งรูปแบบที่จัดขึ้นใหม่มีมากก็ยิ่งทำให้กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นมากตามไปด้วย
3. ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดที่มีผลออกมาเป็นสิ่งที่แปลก เป็นที่ยอมรับว่ามีเหตุผล มีประโยชน์หรือมีความน่าเชื่อถือ จากกลุ่มบุคคลที่มีความรู้ มีความสำคัญและเป็นที่ยอมรับกันในช่วงของเวลา

จะเห็นได้ว่ามีผู้ใช้ชื่อภาษาไทยอย่างหลากหลาย เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดนอกกรอบและอื่นๆ อีกทั้ง ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะทางปัญญาระดับสูง และในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นการพัฒนาทักษะทางการคิด (Thinking skill) หรือทักษะทางปัญญา (Intellectual Skill) ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงใช้คำว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และมีผู้ใช้ชื่อภาษาอังกฤษที่หลากหลายเช่นกัน เช่น Creative thinking, Creative skill, Lateral thinking, Creative thinking skill ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า Creative thinking skill ในการศึกษาครั้งนี้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปความหมายของทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking skill) หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ และมีคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์

2. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน ซึ่งประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ ผู้เรียนที่แสดงออกมาซึ่งความคิดสร้างสรรค์จะต้องเป็นการสร้างแนวคิดใหม่ แสวงหาและพิจารณาทางเลือกที่หลากหลาย

อารี พันธมณี (2547) ได้กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้ที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่นๆ ด้วย มิใช่เพียงแต่ความคิดริเริ่มเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นขึ้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่นๆ ประกอบด้วย และจากทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่า ลักษณะการคิดอเนกนัย หรือการคิดแบบกระจาย ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม
2. ความคิดคล่องแคล่ว
3. ความคิดยืดหยุ่น
4. ความคิดละเอียดลออ

ทั้งนี้ อารี พันธมณี (2547) ได้ให้รายละเอียดแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ความคิดริเริ่ม อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น ความคิดริเริ่ม จึงเป็นลักษณะการคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างจากความคิดเดิมและอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ คิดเฟื่อง และคิดฝันจากจินตนาการหรือที่เรียกว่าเป็นความคิดจินตนาการประยุกต์ กล่าวคือ ไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้างสรรค์และหาทางทำให้เกิดผลงานจึงเป็นสิ่งคู่กัน ตัวอย่างเช่น เคยมีผู้กล่าวว่าคนที่คิดอยากจะทำบินนั้นประหลาดและไม่มีทางเป็นไปได้ แต่ต่อมาพี่น้องตระกูลไรต์ก็สามารถประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จ เป็นต้น

2. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ จากการวิจัย พบว่า บุคคลที่มีความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออกสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์

2.4 ความคิดคล่องแคล่วทางการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐมาให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดให้ อาจเป็น 5 นาทีหรือ 10 นาที ซึ่งความคิดคล่องแคล่วทางการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ

ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงจำเป็นต้องคิดออกมาให้ได้มากๆ หลากๆ อย่างและแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับกันว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ในการพิจารณา เช่น ประโยชน์ที่ใช้เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น นอกจากนี้ ความคิดคล่องแคล่วยังช่วยให้มีข้อมูลจำนวนมากในการเลือกสรรและมีทางเลือกอื่นที่อาจเป็นไปได้อีกด้วย จึงนับได้ว่าความคิดคล่องแคล่วเป็นความสามารถเบื้องต้นที่จะนำไปสู่ความคิดที่มีคุณภาพหรือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบความคิด โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้ได้หลายประเภทอย่างอิสระ เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดประโยชน์ของก้อนหินได้อย่างหลากหลายประเภท ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงประเภทเดียวหรือสองประเภทเท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหามาก คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้หลากหลายไม่ซ้ำกันในเวลาที่กำหนด ฉะนั้นความคิดยืดหยุ่นจะเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแปลกแตกต่างกันออกไป หลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

จะเห็นได้ว่า ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น เป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ตลอดจนสามารถเตรียมทางเลือกไว้หลายทาง ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพให้ดีขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความประณีตในการสร้างผลงานหรือผลิตผลสร้างสรรค์

Coon (1986) ได้จำแนกความคิดแบบอเนกนัยหรือความคิดสร้างสรรค์ ออกเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว เป็นความคิดต่างๆ ที่มีลักษณะของการแก้ปัญหาที่ได้คำตอบไม่ซ้ำกัน โดยพิจารณาจากปริมาณหรือจำนวนของคำตอบหรือข้อคิดเห็น
2. ความคิดยืดหยุ่น มีลักษณะเด่น คือ มีการกระจายออกหลายทิศทาง เปรียบเสมือนการกระจายแสงสว่างของเทียนหรือหลอดไฟฟ้า แสงที่ส่องออกไปจะกระจายไปโดยรอบวัตถุซึ่งเป็นต้นกำเนิด
3. ความคิดริเริ่ม เป็นลักษณะของความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาทั่วไป หรืออาจจะเป็นความคิดแบบพื้นๆ แต่ไม่เหมือนใคร และเป็นความคิดที่สร้างประโยชน์ทั้งต่อตนเองและต่อสังคม ความคิดริเริ่มอาจจะต้องอาศัยความคิดจินตนาการเป็นฐานแล้วทำให้จินตนาการกลายเป็นความจริง
4. ความคิดละเอียดลออ เป็นความคิดประณีตพิถีพิถัน เป็นความคิดในลักษณะของการตกแต่งรายละเอียด เพื่อให้ได้ผลผลิตทางด้านความคิดสร้างสรรค์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดลออมีความหมายรวมถึงการสังเกตเห็นในสิ่งที่บุคคลอื่นมองไม่เห็นด้วย หรืออีกความหมายหนึ่ง หมายถึงการมองเห็นองค์ประกอบย่อยๆ ขององค์ประกอบรวมที่มีความสัมพันธ์กันโดยตลอด

จากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ความคิดคล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิดละเอียดลออ

3. กระบวนการคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทั่วไปไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Wallas (1949) ได้อธิบายกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์โดยทั่วไป (Creative Process) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 1.1 ขั้นระบุปัญหา รวมทั้งความจำเป็นและความต้องการ
 - 1.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในแนวทางที่เป็นไปได้
 - 1.3 ขั้นพัฒนาเกณฑ์การประเมินเพื่อช่วยตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดย

คำนึงถึงคุณภาพเป็นสำคัญ

2. ขั้นครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิด

หลังจากการเตรียมการในขั้นตอนที่ 1 แล้ว จะใช้เวลาประมาณหลายวันหรือหลายสัปดาห์ ในการครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดเพื่อเลือกและระบุแนวทางการแก้ปัญหา

3. ชั้นกระจ่างทางความคิด

ความคิดอาจจะกระจ่างขึ้นได้ในทันทีหลังจากการใช้เวลาครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดในระยะเวลาหนึ่ง หรืออาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการทำภารกิจอย่างอื่น

4. ชั้นพิสูจน์ข้อเท็จจริง

เป็นชั้นของการพิสูจน์ข้อเท็จจริงหรือทดสอบสมมติฐานว่าแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือกไว้นั้นจะสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่

Guilford (1970) ได้อธิบายกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์โดยทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นเตรียมการ ซึ่งต้องเตรียมการ 4 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ด้านทักษะต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มา
- 1.2 ด้านข้อมูลพื้นฐาน
- 1.3 ด้านทรัพยากร
- 1.4 ด้านความไวต่อปัญหาและการระบุปัญหา

2. ชั้นรวบรวมความคิด

2.1 รวบรวมความคิดเน้นเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและแยกส่วนที่ไม่เกี่ยวข้อง กับปัญหาออกไป

2.2 รวบรวมชั้นที่ผิดพลาดตั้งแต่เริ่มต้น

3. ชั้นครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิด

3.1 ครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดโดยเริ่มจากปัญหา ประเภทของปัญหา ลักษณะของ ปัญหา รวมทั้งข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมสำหรับการแก้ปัญหา

3.2 ระบุแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ในระดับที่ชัดเจน

4. ชั้นกระจ่างทางความคิด

4.1 แนวทางการแก้ปัญหาหรือแผนการดำเนินการขั้นต่อไปอาจจะกระจ่างขึ้นได้ในทันที

5. ชั้นพิสูจน์ข้อเท็จจริงและอธิบายรายละเอียด

5.1 ทดสอบการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกไว้

5.2 ประเมินผลการทดสอบ

5.3 พัฒนาแนวทางการแก้ปัญหา

5.4 นำไปปฏิบัติ

5.5 นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

Lawson (2006) ได้อธิบายกระบวนการออกแบบหรือกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์โดยทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นทำความเข้าใจเบื้องต้น เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาและวิเคราะห์ องค์ประกอบต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2. ชั้นเตรียมการ เป็นการเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการออกแบบ และหาแนวทางการแก้ปัญหา

3. ขั้นครุ่นคิดหรือบ่มเพาะความคิด เป็นการพิจารณาไตร่ตรองการออกแบบและแนวทางการแก้ปัญหา
4. ขั้นกระจำทางความคิด แนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายอาจจะกระจำขึ้นได้ในทันที
5. ขั้นพิสูจน์ข้อเท็จจริง เป็นการพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาจากผลงานวิจัยที่ผ่านมา ผลการสรุปความคิดเห็น การพัฒนาแนวคิด เพื่ออธิบายรายละเอียดของการออกแบบหรือระบุวัสดุเฉพาะที่ใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ ยังมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Stouffer, et al. (2004) ได้อธิบายกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Creative Process) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการคิดหรือความต้องการจำเป็น
 - 1.1 วัตถุประสงค์ปัญหา
 - 1.2 ระบุปัญหา
 - 1.3 ปรับให้เข้ากับความคิดหรือความต้องการจำเป็น
2. ขั้นหาแนวคิดคิดหรือความต้องการจำเป็น
 - 2.1 ทดสอบ
 - 2.2 เตรียมการ
 - 2.3 ครุ่นคิดหรือบ่มเพาะแนวคิด
 - 2.4 วิเคราะห์
 - 2.5 เขียนหรือสร้างแนวคิด
3. ขั้นเชื่อมโยงความคิดใหม่กับแนวทางแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน
 - 3.1 แก้ไขปรับปรุงแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหา
 - 3.2 กระจำทางความคิดในทันที
 - 3.3 สังเคราะห์
4. ขั้นรับรองกระบวนการคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหา ด้านแนวคิด ทฤษฎี กระบวนการหรือผลิตผลทางความคิด
 - 4.1 สื่อสาร
 - 4.2 พิสูจน์ข้อเท็จจริง
 - 4.3 ประเมินผล

Beyerlein et al. (2004) ได้อธิบายกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 - 1.1 รวบรวมข้อมูล
 - 1.2 วิเคราะห์

2. ชั้นระบุปัญหา
 - 2.1 ระบุปัญหา
 - 2.2 สังเคราะห์
3. ชั้นรวบรวมความคิด
 - 3.1 รวบรวมข้อมูล
 - 3.2 สร้างสรรค์แนวคิด
4. ชั้นประเมินผลและตัดสินใจ
 - 4.1 จัดระบบข้อมูล
 - 4.2 สร้างรูปแบบ
5. ชั้นนำไปใช้
 - 5.1 แสดงองค์ความรู้
 - 5.2 อ้างอิงเหตุผล
6. ชั้นปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ
 - 6.1 รับรองข้อมูล
 - 6.2 รับรองผล
7. ทีมพลวัต ประกอบด้วย
 - 7.1 การเคารพในความคิดเห็นของคนอื่น
 - 7.2 การแสดงบทบาทตามที่ได้รับมอบหมาย
 - 7.3 การมอบหมายภาระงาน
 - 7.4 การลงความเห็นอย่างเป็นเอกฉันท์
 - 7.5 การบันทึกข้อมูลการทำกิจกรรม

Seyyed (2005) ได้อธิบายกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา
 - 1.1 ระบุและกำหนดความต้องการจำเป็น
 - 1.2 พัฒนาสภาพปัญหา
 - 1.3 กำหนดเกณฑ์ในการแก้ปัญหา
2. ชั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรง
 - 2.1 ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ
3. ชั้นเขียนแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - 3.1 สังเคราะห์
4. ชั้นวิเคราะห์และเลือกแนวทางการแก้ปัญหา
 - 4.1 วิเคราะห์การออกแบบแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์แต่ละวิธีการออกแบบแก้ปัญหา

ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1

4.2 ตัดสินใจ

4.2.1 ประเมินวัตถุประสงค์ของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือความต้องการ

4.2.2 ตัดสินและเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

5. ขั้นตอนทดสอบและนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้

5.1 ต้นแบบ

5.2 ลงมือร่วมกันของวิศวกร

5.3 จัดทำเอกสารประกอบการแก้ปัญหา

5.3.1 เขียนและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

5.3.2 รายงานการออกแบบและรายงานทางเทคนิค

5.4 จดสิทธิบัตร

5.5 ทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง

จากกระบวนการออกแบบทั่วไป กระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์โดยทั่วไป กระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ จะเห็นได้ว่ากระบวนการดังกล่าวข้างต้นใกล้เคียงกันมากซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Howard et al. (2008) พบว่า ส่วนใหญ่ในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์นั้น เน้นศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งมีกระบวนการที่ใกล้เคียงกับกระบวนการสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก ดังนั้น จึงสรุปกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สำคัญ 4 กระบวนการหลัก ดังนี้ (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer, et al., 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005)

1. ขั้นเตรียมการ

1.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. ขั้นครุ่นคิดหรือบ่มเพาะความคิด

2.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา

2.2 เขียนวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

2.3 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้

2.4 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

2.5 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

3. ขั้นตอนทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง

3.1 สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

3.2 ประเมินผลขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา

3.3 ปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

3.4 นำไปใช้

4. ขั้นสื่อสาร

4.1 เขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหา

4. ประเภทของความคิดสร้างสรรค์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของความคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2544) ได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทความเปลี่ยนแปลง (Innovation) คือ แนวคิดที่เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น เช่น ทฤษฎีใหม่ การประดิษฐ์ใหม่ เป็นต้น เป็นการคิดโดยภาพรวมมากกว่าแยกเป็นส่วนย่อย บางครั้งเรียกว่า “นวัตกรรม” ที่เป็นการนำเอาสิ่งประดิษฐ์ใหม่มาใช้ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น การใช้ e-learning การใช้นาโนเทคโนโลยี เป็นต้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis) คือ การผสมผสานแนวคิดจากแหล่งต่างๆ เข้าด้วยกัน แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่อันมีคุณค่า เช่น การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการจราจร การใช้หลักจิตคณิตและหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานเป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งกลายเป็นศาสตร์อีกสาขาหนึ่ง

3. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทต่อเนื่อง (Extension) เป็นการผสมผสานกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ประเภทเปลี่ยนแปลงกับความคิดสร้างสรรค์ประเภทสังเคราะห์ คือ เป็นโครงสร้างหรือกรอบที่ได้กำหนดไว้กว้างๆ แต่ความต่อเนื่องเป็นรายละเอียดที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น เช่น การสร้างรถยนต์ รุ่นยนต์ คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ซึ่งจะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจากต้นแบบเดิม

4. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการลอกเลียน (Duplication) เป็นลักษณะการจำลองหรือลอกเลียนแบบจากความสำเร็จอื่นๆ โดยอาจจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แปลกไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ยังคงแบบเดิมอยู่ เช่น เครื่องแต่งกาย บทเพลง ภาพยนตร์ การ์ตูน เครื่องประดับ เป็นต้น

นิรัช สุตสังข์ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการสร้างสรรค์เป็นการดัดแปลงหรือประยุกต์เอาหลักการหรือวิธีการอย่างหนึ่งไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อสร้างให้เกิดเป็นผลลัพธ์นานาชาติ หากพิจารณาตามคุณภาพของผลงานที่ปรากฏ สามารถจำแนกตามระดับของการสร้างสรรค์ได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การค้นพบสิ่งใหม่ (Discovery) ได้แก่ ผลงานซึ่งเป็นสิ่งใหม่ที่ไม่มีใครค้นพบมาก่อน ใงานออกแบบปัจจุบันจะพบงานประเภทนี้ได้ยาก เนื่องจากผลงานออกแบบต่างๆ ล้วนมีรากฐานการพัฒนามาจากงานเดิมที่มีปัญหาข้อบกพร่อง เมื่อทำการปรับปรุงแก้ไขจึงมักยังคงความเกี่ยวข้องหลงเหลืออยู่การค้นพบสิ่งใหม่มักเกิดขึ้นในวงการวิทยาศาสตร์ เช่น การค้นพบธาตุหรือสารชนิดใหม่ การค้นพบทฤษฎีหรือหลักการใหม่ เป็นต้น

2. การริเริ่มใหม่ (Innovation) เป็นผลงานที่เกิดขึ้นจากการนำหลักการหรือการค้นพบทางวิทยาศาสตร์มารีเริ่มใช้ในการสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าในการแก้ปัญหา การสร้างผลงานออกแบบ ในประเภทนี้ยังคงเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากในการประยุกต์หลักการนั้น ผู้ประยุกต์จำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจในเรื่องนั้นเป็นอย่างดีก่อน เช่น เครื่องจักรกลไอน้ำเป็นการ

นำเอาหลักการเกี่ยวกับการขยายตัวของน้ำ เมื่อเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอทำให้เกิดแรงดันมหาศาลมาใช้งาน เครื่องจักรไอน้ำทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้กลายเป็นพลังงานกลเกิดการเคลื่อนที่ขึ้นหรือการหมุนของคันโยกและการประดิษฐ์เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

3. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นผลงานที่เกิดจากการรวบรวมผลงานต่างๆ ที่มีอยู่เดิมมาสังเคราะห์ สร้างให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ในงานออกแบบมีผลงานประเภทนี้เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก จากการมองเห็นช่องว่างในตลาดของผลิตภัณฑ์บางประเภทที่บางกลุ่มเป้าหมายมีความต้องการ จึงเป็นจุดเริ่มต้นให้นักออกแบบคิดสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ใช้สอยตามความต้องการ เช่น โทรศัพท์ชนิดเห็นภาพ เครื่องฉายสไลด์หลายชนิดรวมกัน และอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวที่มีหน้าที่ใช้สอยหลายอย่างเข้าด้วยกัน เป็นต้น

4. การดัดแปลง (Mutation) เป็นผลงานที่มีอยู่ทั่วไป ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในด้านรูปแบบ ขนาดหรือคุณสมบัติบางประการให้มีความแตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่เดิมในท้องตลาด ปัจจุบันมีสินค้าใหม่ประเภทนี้อยู่มากมายอันเป็นผลมาจากการแข่งขันทางการค้า ทำให้ผู้ผลิตต้องเร่งผลิตสินค้าประเภทเดิม แต่สามารถดึงดูดความสนใจได้ดีกว่า เช่น เตารีดพับสำหรับเดินทางวิทยุและของใช้นานาชนิดที่มีขนาดเท่านามบัตรและร่องเท้าสเก็ตที่มีล้อ (Roller blade) เป็นต้น

Pahl and Beitz (1984) ได้กล่าวไว้ว่า นักวิจัยสาขาการออกแบบสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จำนวนมากได้ให้คำจำกัดความและแบ่งประเภทตามระดับของผลงานการออกแบบสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การออกแบบประเภทริเริ่ม (Original design) เป็นทฤษฎีการแก้ปัญหาในระดับริเริ่มสำหรับระบบที่ใกล้เคียงกันหรือสำหรับระบบงานใหม่
2. การออกแบบประเภทปรับเปลี่ยน (Adaptive design) เป็นการปรับเปลี่ยนทฤษฎีการแก้ปัญหาที่เป็นที่รู้จักแล้วไปสู่ทฤษฎีใหม่หรือผลงานใหม่
3. การออกแบบประเภทเปลี่ยนไปจากเดิม (Variant design) เป็นการใช้ทฤษฎีการแก้ปัญหาเดิม แต่ปรับเปลี่ยนฟังก์ชันต่างๆ ของระบบ

Ottosson (2001) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีความสัมพันธ์กับการยอมรับสิ่งประดิษฐ์หรือความสามารถในการจดสิทธิบัตรการออกแบบ ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับ ดังนี้

1. ความใหม่ (A new) ในวันที่จะจดสิทธิบัตรคุ้มครองต้องแน่ใจว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นไม่เคยผลิตที่ไหนมาก่อนในโลก
2. การประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรม (Be capable of industrial application) อุตสาหกรรมประเภทต่างๆ สามารถนำสิ่งประดิษฐ์นั้นไปประยุกต์ใช้ได้ กล่าวคือ สิ่งประดิษฐ์นั้นจะต้องเป็นรูปแบบที่สามารถนำไปต่อยอดได้ หรือเป็นลักษณะของเครื่องมือ ผลิตภัณฑ์ เช่น วัสดุใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในกระบวนการทางการผลิตในอุตสาหกรรมหรือแนวคิดทฤษฎีทางด้านการปฏิบัติ เป็นต้น
3. กระบวนการสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Involve an inventive step) ในการสร้างสิ่งประดิษฐ์จะต้องอธิบายกระบวนการในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ด้วย หากต้องมีการเปรียบเทียบกับสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นที่รู้จักแล้ว

Altshuller cited in Glenn Mazur (1996) ได้รวบรวมบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรจำนวน 200,000 ฉบับ และคัดเลือกเฉพาะบทความที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาสิ่งประดิษฐ์และปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 40,000 ฉบับ ผลการศึกษา พบว่า มีปัญหาจำนวนมากที่มีลักษณะใกล้เคียงกันและแก้ปัญหาโดยใช้ทฤษฎีสิ่งประดิษฐ์ขั้นพื้นฐาน (Fundamental inventive principles) เพียงแค่ 1 ใน 40 ทฤษฎีเท่านั้น หากมีองค์ความรู้เกี่ยวกับสิ่งประดิษฐ์ที่ผ่านมาจะทำให้ค้นพบสิ่งประดิษฐ์ขึ้นล่าสุดอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ อัลท์ซูลเลอร์ได้แบ่งระดับของการประดิษฐ์ (Levels of Inventiveness) เป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. ระดับการประดิษฐ์หรือการแก้ปัญหาที่ชัดเจน (Apparent solution) เป็นการแก้ปัญหาการออกแบบที่เป็นปัญหาทั่วไปในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิธีการที่รู้จักกันดีในสาขาวิชาชีพนั้นๆ จากบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรมีประมาณ 32%
2. ระดับการพัฒนาเล็กน้อย (Minor improvements) โดยใช้ทฤษฎีที่เป็นที่รู้จักในวงการอุตสาหกรรมของตนเองและมีการประนีประนอมกันได้ จากบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรมีประมาณ 45%
3. ระดับการพัฒนามาก (Major improvements) โดยใช้ทฤษฎีที่เป็นที่รู้จักนอกวงการอุตสาหกรรมของตนเองและมีการอภิปรายโต้เถียงเสมอ จากบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรมีประมาณ 18%
4. ระดับแนวคิดใหม่ (New concept) โดยใช้ทฤษฎีใหม่ในการสร้างฟังก์ชันของระบบส่วนใหญ่จะเป็นการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์มากกว่าเทคโนโลยี จากบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรมีประมาณ 4%
5. ระดับการค้นพบ (Discovery) เป็นการค้นพบทางด้านวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ไม่เคยมีมาก่อน จากบทความคัดย่อการจดสิทธิบัตรมีประมาณ 1%

นอกจากนี้ Altshuller ได้กล่าวไว้ว่า วิศวกรควรเริ่มต้นการประดิษฐ์หรือการแก้ปัญหาในระดับที่ต่ำสุดก่อนเพื่อให้วิศวกรมีความรู้และประสบการณ์ในเรียนรู้ระดับที่สูงขึ้น วิศวกรส่วนใหญ่ มักจะเรียนรู้จากการนำเสนอวิธีแก้ปัญหาของบริษัท วงการอุตสาหกรรมเดียวกันหรือวงการอุตสาหกรรมอื่น

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์แต่ละประเภทไม่สามารถอยู่ได้โดยเฉพาะตัวตามลำพัง แต่จะบูรณาการและผสมผสานกันอยู่เสมอ กล่าวคือ เมื่อมีการคิดกระทำการหนึ่งสิ่งใดขึ้น ต้องมีการพิจารณาสังเคราะห์โดยดำเนินการตามความคิดนั้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างกันออกไปหรือเพื่อให้เกิดการเลียนแบบที่ดีกว่าเดิม อีกทั้ง การออกแบบวิศวกรรมศาสตร์นั้น มีความสัมพันธ์กับการยอมรับสิ่งประดิษฐ์หรือความสามารถในการจดสิทธิบัตรการออกแบบ จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงเกณฑ์การยอมรับดังกล่าวข้างต้นด้วย

จากประเภทของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปประเภทของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 6 ประเภท ได้แก่ 1. นวัตกรรม 2. การสังเคราะห์ 3. ความต่อเนื่อง 4. การลอกเลียน 5. การค้นพบสิ่งใหม่ 6. การดัดแปลง และในการออกแบบวิศวกรรมศาสตร์ ควรคำนึงถึงการยอมรับสิ่งประดิษฐ์หรือความสามารถในการจดสิทธิบัตรการออกแบบ ได้แก่ ความใหม่ การประยุกต์ใช้ในด้านอุตสาหกรรมและกระบวนการสร้างสิ่งประดิษฐ์

5. องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต

องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ (ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา; Malakul, 1974; กระทรวงศึกษาธิการ, 2534; สมศักดิ์ ภูวิภาตาวรรณ, 2537; อีรัชย์ เนตรถนอมศักดิ์, 2538; จรีธร แหวนทอง, 2539; วีรพล แสงปัญญา, 2540; ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540; วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; ประภาวัลย์ แพรวานิษฐ์, 2543; ทิศนา แชมมณี, 2550; นิรัช สุดสังข์, 2544; ชนาธิป พรกุล, 2544; ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; ทิพวัลย์ ปัญจะวัต, 2548; สมศักดิ์ ภูวิภาตาวรรณ, 2544; สุวิทย์ มูลคำ, 2547; Rogers, 1954; Anderson, 1959; Torrance, 1962; Torrance, 1963; Chickering and Reisser, 1993 อ้างถึงใน กรกช อັตตวิริยะนุภาพ, 2540; Bell and Fifield, 1996; Sternberg, 1997; Cole et al., 1999; Cropley, 2000; Howard et al., 2008)

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ในแต่ละองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของ นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ในการกำหนดเนื้อหาวิชาและออกแบบลำดับขั้นตอนของเนื้อหาวิชาเพื่อสนับสนุนและ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีหลักการสำคัญ ดังนี้ (วารินทร์ รัชมีพรหม, 2542; ประภาวัลย์ แพรวานิษฐ์, 2543; ชนาธิป พรกุล, 2544)

1. ในการออกแบบลำดับขั้นตอนของเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ควรดำเนินการตามขั้นตอนการเรียนรู้โดยเริ่มจากการแยกแยะหรือจำแนก (Discriminations) การให้คำนิยามที่ระบุและเป็นรูปธรรมได้ (Concrete and Defined Concepts) ให้กฎเกณฑ์ (Rules) และไปจนถึงขั้นการแก้ปัญหา (Problem-Solving) ตามที่กาเย่นำ การดำเนินการออกแบบดังกล่าว อาจทำให้รูปของแผนผัง (Flowchart) หรือเรียงลำดับหัวข้อเนื้อหาวิชา (Outline) หรือทำเป็นตารางเปรียบเทียบ (Comparative Column) ก็ได้

เมื่อได้เนื้อหาวิชาแล้ว อาจจะต้องกำหนดเป็นบทเรียน (Lesson) โดยแยกเนื้อหาวิชานั้นออกมาเป็นบทเรียนย่อยๆ การดำเนินการดังกล่าวต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และลักษณะของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนที่เป็นเด็กเล็ก บทเรียนควรให้เป็นบทเรียนย่อยๆ ที่ใช้เวลาสั้นๆ การจัดทำบทเรียนย่อยที่เป็นเรื่องทักษะ อาจทำเป็นแผนภูมิหรือแผนโครงสร้างของทักษะให้เรียงลำดับไปตั้งแต่ทักษะขั้นต่ำไปจนถึงขั้นสลับซับซ้อนขึ้น

2. ควรบูรณาการทักษะการคิดในลักษณะสอดแทรก (Infusion) เข้าไปในเนื้อหาวิชาตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและเนื้อหาที่ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าได้ตามความสนใจ โดยถือเสมือนว่าทักษะการคิดเป็นกระบวนการเรียนรู้กระบวนการหนึ่ง โดยมีขั้นตอนการวางแผนการสอนทักษะการคิดแบบบูรณาการ ดังนี้

- 2.1 ศึกษาความหมาย ขั้นตอนการสอนและตัวบ่งชี้ของทักษะการคิดแต่ละทักษะให้เข้าใจ
- 2.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน
- 2.3 เลือกทักษะการคิดที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหา
- 2.4 จัดลำดับเนื้อหาใหม่ โดยพิจารณาความยากง่ายในการเรียนรู้ควบคู่กับประเภทของทักษะการคิด และเขียนชื่อทักษะการคิด ความหมาย ขั้นตอนการสอน
- 2.5 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้ชื่อทักษะการคิดเป็นพฤติกรรมที่คาดหวังจะให้เกิดกับผู้เรียน
- 2.6 วางแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 2.7 เลือกสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิด
- 2.8 ระบุวิธีวัดผลการคิดแต่ละทักษะ

นอกจากนี้ ยังสามารถใช้เทคนิคการคิด เทคนิคต่างๆ ของเดอบีโนในชั่วโมงเรียนปกติ และใช้คำถามในแบบฝึกเป็นสิ่งที่สำคัญที่สามารถกระตุ้นให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดและคิดในปริมาณที่มาก สามารถคิดออกไปจากกรอบของความคิดเดิมและทราบแนวคิดเดิมที่เป็นอุปสรรคต่อความคิดใหม่ และเกิดการคิดได้เป็นจำนวนความคิดที่มีปริมาณมากหรือคิดได้หลายแง่หลายมุม แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น และใช้เทคนิคทางจิตวิทยามาใช้ฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด โดยใช้คำถามเป็นตัวเร้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดตามรูปแบบการคิดโดยใช้วิธีบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชา จะก่อให้เกิดผลต่อการเรียนรู้ ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชาและในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ แล้วใช้เนื้อหาวิชามาเป็นคำถามหรือเป็นสิ่งที่เร้าสร้างเป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดตามแนวคิด เมื่อผู้เรียนมีความคิดนอกกรอบก็จะมีความคิดสร้างสรรค์ และเมื่อมีทักษะในการสร้างสรรค์รวมเข้ากับทักษะด้านอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างหรือผลิตผลงานจากความคิดประกอบกันได้ออกมาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540)

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

วัตถุประสงค์การเรียนรู้เป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้

1.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

1.7 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

1.8 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

1.9 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

1.10 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์การเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีหลักการสำคัญ ดังนี้ (ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; ประภาวัลย์ แพร่วานิชย์, 2543; สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

1. การสอน การจัดหลักสูตรและการบูรณาการกับวิชาการต่างๆ สามารถใช้ได้กับทุกวิชา โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ไม่มีความรู้คำตอบที่ดีที่สุดหรือคำตอบที่ตายแล้ว คำตอบที่คลุมเครือหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่ายๆ โดยผู้สอนมีบทบาทในการสนับสนุนและช่วยเหลือผู้เรียน (สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

2. การจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน ควรแบ่งสัดส่วนในรูปแบบของการสอนบนเว็บ 40% และอาจารย์เป็นผู้สอนเอง 60% ซึ่งในการอธิบายแนะนำขั้นตอน กระบวนการเรียนบนเว็บไซต์รายวิชา เครื่องมือที่ใช้ทำแบบฝึกหัด การให้เรียนรู้เนื้อหาของรายวิชา การทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม และการทำกิจกรรมการเรียนการสอนทำยบพั้นนั้นควรทำเป็น

คำอธิบายในเว็บไซต์รายวิชา แล้วให้ผู้เรียนศึกษาเองจากเว็บไซต์ และควรให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ อธิบายด้วยตัวเอง (ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548)

3. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนนั้น ผู้เรียนจะต้องสามารถ เรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยผู้สอนต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้อยู่ โดยใช้คอมพิวเตอร์และ อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อในการเรียน ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะไม่เคยทำการสอนบนเว็บ วิธีที่เป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนิสิตนักศึกษาในการเรียนการสอนบนเว็บนั้น โดยให้ผู้เรียนเข้าไปยังเว็บไซต์ที่มีการเรียน การสอนบนเว็บ ซึ่งเครื่องมือที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนบนเว็บจะต้องมีเครื่องมือสื่อสาร แบบฝึกหัด ให้นิสิตนักศึกษาทำและใช้งานง่าย เข้าใจ ไม่ซับซ้อน (ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548)

นอกจากนี้ Williams (Williams อ้างถึงในอารี พันธุ์มณี, 2547) ได้สรุปวิธีการสอนและ การจัดการกิจกรรมการสอนของผู้สอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ 18 ลักษณะ ดังนี้

1. การสอน (Paradox) หมายถึง การสอนเกี่ยวกับความคิดเห็นในลักษณะความคิดเห็น ซึ่งขัดแย้งในตัวของมันเอง ความเห็นหรือความเชื่อที่ฝังใจมานาน ซึ่งความคิดเห็น ข้อความหรือ ข้อสังเกตต่าง ๆ อาจเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพการณ์ แม้ว่าเราจะหาข้อยุติได้ยาก แต่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับ เหตุผลที่ประกอบสนับสนุนหรือคัดค้านข้อคิดเห็นนั้น ๆ เป็นการฝึกฝนให้คิดในสิ่งที่แตกต่างไปจาก รูปแบบเดิมที่เคยมี ดังนั้น ในการสอนครูจึงควรกำหนดหรือให้นักเรียนรวบรวมและเลือกข้อคิดเห็น แล้วให้นักเรียนอภิปราย ได้ว่าที่หรือแสดงความคิดเห็นในกลุ่มย่อยก็ได้

2. การพิจารณาลักษณะ (Attribute) หมายถึง การสอนให้นักเรียนคิดพิจารณาถึงลักษณะ ต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ ทั้งมนุษย์ สัตว์ สิ่งของ ในลักษณะที่แปลกแตกต่างไปกว่าที่เคยคิด รวมทั้งลักษณะ ที่คาดไม่ถึงด้วย เช่น ให้คิดหาส่วนใดส่วนหนึ่งที่เห็นว่าแปลกประหลาดไม่เหมือนอย่างอื่นของดินสอ ยางลบ หนังสือ เป็นต้น

3. การเปรียบเทียบอุปมาอุปมัย (Analogies) หมายถึง การเปรียบเทียบสิ่งของหรือ สถานการณ์ที่เหมือนกัน คล้ายคลึงกัน แตกต่างหรือตรงกันข้าม อาจอยู่ในรูปคำเปรียบเทียบ คำพังเพย สุภาษิต ก็ได้ เช่น ลองคิดว่าข้อบกพร่องที่มีลักษณะเหมือนกันอย่างไร เป็นต้น

4. การบอกสิ่งที่คลาดเคลื่อนไปจากความจริง (Discrepancies) หมายถึง การแสดงความ คิดเห็น ระบุข้อขัดแย้งสิ่งทีคลาดเคลื่อนจากความจริง ขาดตกบกพร่องหรือสิ่งที่ยังไม่สมบูรณ์ เช่น สมมติ ว่านักเรียนเป็นแมงที่เจ้าของลิ้มให้อาหาร ลองคิดว่าแมงมีวิธีหาอาหารอย่างไรบ้าง

5. การใช้คำถามช่วยและการกระตุ้นให้ตอบ (Ask Provocative Question) หมายถึง การ ตั้งคำถามแบบปลายเปิดและเป็นคำถามที่ช่วย เร้าความรู้สึกนึกคิดให้ชวนคิดค้นคว้าให้ได้ความหมาย ที่ลึกซึ้งสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คำตอบจากคำถามลักษณะเช่นนี้ไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบ เดียว แต่มีหลาย ๆ คำตอบ โอกาสที่นักเรียนจะตอบได้ถูกมีมาก เป็นคำตอบที่มักลงท้ายว่า วิธีการ ใดบ้าง มีประโยชน์อย่างไรบ้าง ท่านรู้สึกอย่างไรบ้าง เป็นต้น

6. การเปลี่ยนแปลง (Example of Change) หมายถึง การฝึกให้คิดถึงการเปลี่ยนแปลง ดัดแปลง การปรับปรุงสิ่งต่าง ๆ ที่คงสภาพมาเป็นเวลานานให้เป็นไปในรูปแบบอื่นและเปิดโอกาสให้ เปลี่ยนแปลงด้วยวิธีต่าง ๆ อย่างอิสระ เช่น ถ้าแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในประเทศไทยแทนที่จะเป็นประเทศ ญี่ปุ่น ชีวิตของประชาชนคนไทยจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

7. การเปลี่ยนแปลงความเชื่อ (Example of Habit) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนเป็นคนที่มีความยืดหยุ่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลง คลายความยึดมั่นต่างๆ เพื่อปรับตนเข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ เช่น ถ้าโลกนี้ไม่มีโทรทัศน์คนจะเป็นอย่างไรบ้าง เป็นต้น

8. การสร้างสิ่งใหม่จากโครงสร้างเดิม (An Organized Random Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักสร้างสิ่งใหม่ กฎเกณฑ์ใหม่ ความคิดใหม่ โดยอาศัยโครงสร้างเดิม หรือกฎเกณฑ์เดิมที่เคยมีแต่พยายามคิดพลิกแพลงให้ต่างไปจากเดิม เช่น ให้นักเรียนฟังเรื่องที่ค้างแล้วต่อห้องตอนท้ายให้จบ

9. ทักษะการค้นคว้าข้อมูล (The Skill of Search) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักการสำรวจเพื่อหาข้อมูล เช่น ลองคิดว่าทำไมไม่จึงลอยได้ในน้ำแต่เหล็กจมน้ำ

10. มานะที่จะค้นหาคำตอบจากคำถามที่กำกวมไม่ชัดเจน (Tolerance for Ambiguity) เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความอดทนและพยายามที่จะค้นหาคำตอบต่อปัญหาที่กำกวมหรือเป็นสองนัย ลึกลับหรือท้าทายความนึกคิดต่างๆ เช่น ลองต่อเติมภาพจากส่วนที่กำหนดให้สมบูรณ์ ฯลฯ

11. ส่งเสริมการคิดเชิงญาณ (Intuitive Expression) เป็นการฝึกให้รู้จักการแสดงความรู้สึกความคิดที่เกิดจากมีสิ่งมาเร้าอวัยวะรับสัมผัส การคิดทางอารมณ์หรือการคิดจากกลางสังขรณ์ เช่น สมมติเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตแล้วให้บอกความรู้สึก

12. การปรับตัวเพื่อพัฒนาตน (Adjustment for Development) หมายถึง การฝึกให้นักเรียนรู้จักพิจารณาดูความพลาดพลั้งล้มเหลวซึ่งเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ตาม แล้วหาประโยชน์จากความผิดพลาด ข้อบกพร่องของตนเองหรือผู้อื่น ใช้ความผิดพลาดเป็นบทเรียนนำไปสู่ความสำเร็จ

13. ลักษณะบุคคลและกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Person and Creative Process) หมายถึง การให้ศึกษาประวัติบุคคลสำคัญทั้งในแง่ลักษณะพฤติกรรมและกระบวนการคิดตลอดจนประสบการณ์ของเขาด้วย เช่น การเปรียบเทียบประวัติบุคคลสำคัญ 2 คน หลังจากการอ่านหรือฟังประวัติแล้ว ให้เปรียบเทียบลักษณะนิสัยของคนทั้งสองว่าเหมือนกันและต่างกันอย่างไรและอะไรเป็นจุดสำคัญในชีวิตของเขา

14. การประเมินสถานการณ์ (Evaluate Situation) หมายถึง การฝึกให้หาคำตอบ โดยคำนึงถึงผลที่เกิดขึ้นและความหมายเกี่ยวเนื่องกัน ด้วยการตั้งคำถามว่าถ้าเกิดสิ่งนี้แล้วจะเกิดผลอย่างไร

15. พัฒนาทักษะการอ่านอย่างสร้างสรรค์ (A Creative Reading Skill) หมายถึง การฝึกให้รู้จักคิด แสดงความคิดเห็น แสดงความรู้สึกนึกคิดต่อเรื่องที่อ่าน

16. พัฒนาทักษะการฟังอย่างสร้างสรรค์ (A Creative Listening Skill) หมายถึง การฝึกให้เกิดความรู้สึกนึกคิดในขณะที่ฟังหลังจากฟังบทความ เรื่องราว ดนตรี เพื่อเป็นการศึกษาข้อมูลความรู้ ซึ่งโยงไปหาสิ่งอื่นๆ ต่อไป เช่น การให้นักเรียนฟังดนตรี แล้วคิดทำต้นรำขึ้น เป็นต้น

17. พัฒนาทักษะการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (A Creative Writing Skill) หมายถึง การฝึกให้แสดงความคิด ความรู้สึกและจินตนาการด้านการเขียนบรรยายหรือพรรณนาให้เห็นภาพ ชัดเจน เช่น กำหนดคำถามให้แล้วให้นักเรียนแต่งเรื่องจากคำถามนี้

18. ทักษะการมองเห็นภาพในมิติต่างๆ (Visualization Skill) หมายถึง การฝึกให้แสดงความรู้สึกนึกคิดจากภาพในแง่มุมมองใหม่ๆ ไม่ซ้ำของเดิม เช่น ลองวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น สามเหลี่ยม วงกลม สี่เหลี่ยม เป็นต้น

จากการศึกษา ยังพบว่า ผู้สอนสามารถใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้อีกด้วย เช่น (ทิพวัลย์ ปัญจะวัต, 2548; ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; วีรพล แสงปัญญา, 2547; ทิศนา แคมมณี, 2550; Sternberg, 1997; Torrance, 1962; Bell and Fifield, 1996)

1. รูปแบบการเรียนการสอนเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ปัญหา การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบอื่นๆ (ทิพวัลย์ ปัญจะวัต, 2548)

2. รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548)

3. รูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโน (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540)

4. รูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543)

5. รูปแบบกระบวนการคิดสร้างสรรค์

6. รูปแบบการสอนคิดของ Sternberg (1997)

7. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคต (Torrance's Future Problem Solving Instructional Model) ตามแนวคิดของ Torrance (1962)

8. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง (Storyline Model) (Bell and Fifield, 1996)

9. รูปแบบการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือโมเดลซิปปา (CIPPA) โดย ทิศนา แคมมณี (2543)

4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทสำคัญของอาจารย์ผู้สอนในการสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต มีดังนี้ (Torrance, 1963; กระทรวงศึกษาธิการ, 2534; จรีธร แหวนทอง, 2539; ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

1. อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

2. อาจารย์ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

3. อาจารย์ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศให้เอื้อต่อการสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เช่น สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ โดยการเตรียมทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ ตลอดจนสภาพแวดล้อม

ทางสังคม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

4. อาจารย์ผู้สอนควรวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้การสอนล่วงหน้า โดยให้มีกิจกรรมที่แปลกใหม่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น กระจายใคร่รู้ มีใจเปิดกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น พยายามคิดแก้ปัญหา เชื่อมั่นในตนเองและพึ่งความรู้สึกนึกคิดหรือการตัดสินใจของผู้เรียนเอง

5. อาจารย์ผู้สอนควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและเกิดประสบการณ์ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองด้วย

6. อาจารย์ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอนมากที่สุด

7. อาจารย์ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความคิดและตั้งคำถามที่แปลก ๆ โดยตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลก ๆ ของผู้เรียนด้วยใจเป็นกลาง ตลอดจนตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้ผู้เรียนหาคำตอบจากแหล่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง

8. อาจารย์ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องเมื่อผู้เรียนใช้จินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

9. อาจารย์ผู้สอนควรยอมรับคุณค่าและความสามารถของผู้เรียนอย่างไม่มีเงื่อนไข

10. อาจารย์ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ศึกษา ค้นคว้า ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

11. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน

12. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่เป็นที่ยอมรับกันแล้ว ควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมบ้าง

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต มีดังนี้

1. เพศ เพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกันทางความคิดสร้างสรรค์ (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538)

2. อายุ ผู้เรียนที่มีอายุมากกว่าหรืออยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าผู้เรียนที่มีอายุน้อยกว่าหรืออยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538)

3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นแรงขับที่ทำให้นิสิตนักศึกษาเกิดพลังแห่งการสร้างสรรค์ ซึ่งผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมีลักษณะเป็นผู้ชอบริเริ่มกระทำการต่าง ๆ ด้วยความคิดของตนเอง สอดคล้องกับลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538; ทิพวัลย์ ปัญจะวัต, 2548)

4. บุคลิกภาพ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้บุคคลเกิดความคิดสร้างสรรค์ จึงควรมีการส่งเสริมด้านบุคลิกภาพของบุคคลให้มีลักษณะ ดังนี้ มีระเบียบวินัย ชอบช่วยเหลือผู้อื่น มีความเชื่อมั่นในวิสัยทัศน์และวิจรรณญาณของตน เป็นนักคิด นักวิเคราะห์ นักสร้างนวัตกรรม มีแนวคิดแปลกใหม่เป็นของตนเอง มักจะร่วมระดมสมอง แสดงความคิดเห็นที่หลากหลาย เป็นผู้นำการอภิปรายเป็นส่วนใหญ่ มีความศรัทธาในตนเอง มักมองเห็นคุณค่าของตนเอง ไม่มีแนวโน้มที่จะถอยหนี ไม่วิตกกังวล มีทักษะ

ทางสังคม มักจะถูกเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย มีความสัมพันธ์ที่ดีในครอบครัว โรงเรียนและชุมชน มักจะทำกิจกรรมและงานอดิเรกที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ ชอบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อยากรู้ อยากรู เห็น เปิดรับประสบการณ์ ต้องการสิ่งแปลกใหม่ ชอบสำรวจ กล้าเสี่ยง ไวต่อความรู้สึก มีอารมณ์ต่อสิ่งต่างๆ มีอารมณ์ขัน ชอบสนุกและเล่นแบบเต็มที่ มีความยืดหยุ่น ความเป็นธรรมชาติในการแสดงออก ชอบใช้จินตนาการ มีความคิดอิสระและมั่นใจในตัวเอง (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538; ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; ทิพวัลย์ ปัญจะวัต, 2548; วีรพล แสงปัญญา, 2540; ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา; Malakul, 1974)

5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีดังนี้ (ยงยุทธ ณ นคร, 2532; สมพงษ์ สิงหะพล, 2533; กรกนก รูปประสม, 2536; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2537; ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538; ปวีณา สุจริตธนาภิรักษ์, 2548; ประยุทธ์ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; สุวิทย์ มูลคำ, 2547; Jamieson, 1982; Efros, 1985; Kleiner, 1991; Leonard, 1990; Meador, 1992; Hartl, 1992; Mengping, 1998; Casakin and Goldschmidt, 1999 อ้างถึงใน นิรัช สุตสังข์, 2544; Cole et al., 1999)

1. กิจกรรมกลุ่ม กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้ชุดการสอนและการใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง
2. กิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) โดยจัดการเรียนสอนเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมาจากประสบการณ์เดิมผนวกกับความรู้ใหม่
3. กิจกรรมการสอนตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบของเดอโบโน (de Bono)
4. การระดมสมอง (Brainstorming)
5. การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study) โดยเริ่มจากกรณีที่ง่าย มีประเด็นการอภิปรายไม่มากนัก ไปสู่กรณีที่มีความซับซ้อนและลุ่มลึก
6. การใช้คำถาม (5W1H : Who What Where When Why และ How)
7. การเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)
8. กิจกรรมซินเน็คติกส์หรือเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบ (Synectics)
9. เทคนิคการคิดแบบหมวก 6 ใบ (Six thinking hats)
10. เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)
11. เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced Relationships Morphological Analysis)
12. เทคนิคการรวบรวมปัญหาและหนทางแก้ไขโดยใช้สมุดบันทึกและแผ่นป้ายนิเทศ
13. กระบวนการการแก้ปัญหา: ความคิดสร้างสรรค์ทุติยภูมิ (A Problem-Solving Process: Secondary Creativity)
14. เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking)

ทั้งนี้ ในการจัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนนั้น ควรคัดเลือกผู้เรียนในรายกลุ่มย่อย โดยกระจายผู้เรียนในแต่ละกลุ่มให้มีผู้เรียนเก่งและอ่อนปนกัน ขนาดของกลุ่มไม่ควรมากกว่า 5 คน เพื่อให้ผู้เรียนร่วมมือกันแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และอาจารย์ผู้สอนสามารถดูแลได้อย่างทั่วถึง (ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์, 2543)

6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควรใช้ระยะเวลาประมาณ 6-15 สัปดาห์หรือ 13-30 คาบเรียน (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538; ประยุทธ์ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์, 2543; นิรัช สุดสังข์, 2544)

7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีดังนี้ (ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์, 2543; ปวีณา สุจริตธนารักษ์, 2548; Denise, 1996; Frank, 1997; John, 1997; Rina, 1997; Brow, 1998; David, 1999 อ้างถึงใน นิรัช สุดสังข์, 2544)

1. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และบทเรียนมัลติมีเดีย
2. บทเรียนเว็บและกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์
3. เว็บเทคโนโลยีหรืออินเทอร์เน็ต (Internet) ซึ่งใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารและใช้ในการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) ห้องสนทนา (Chat room) กระดานข่าว (Webboard) และเครื่องมือสืบค้น (Search engine) เป็นต้น
4. หนังสือ ตำราและเอกสารต่างๆ ที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง อุปกรณ์ในการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping)
5. อุปกรณ์หรือสื่อการสอน เช่น การนำเสนอภาพนิ่ง แผนผังทางปัญญา สไลด์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน แบบฝึกหัด กรณีตัวอย่าง บทบาทสมมติ บัตรคำ แผนผังทางปัญญา ชุดการสอน เป็นต้น

8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถเรียนรู้ได้และเป็นผลมาจากประสบการณ์หรือเป็นผลมาจากการตอบสนองเงื่อนไขรอบตัว ฉะนั้น บุคคลที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันจึงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่เท่ากัน (ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์, 2538; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2544; ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา; Malakul, 1974; Chickering and Reisser, 1993 อ้างถึงใน กรกช อัดตวิริยะนุภาพ, 2540; Cole et al., 1999) ในการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น จึงควรคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ (physical environment) (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2544)

หมายถึง สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่ส่งผลต่อผู้เรียนทางกาย ประกอบด้วย สถานที่เรียน ขนาดของห้อง อุปกรณ์และสื่อการเรียนการสอนต่างๆ ซึ่งมีการจัดสภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตามเนื้อหาของแต่ละวิชา โดยในการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2544) ควรจัดโต๊ะ เก้าอี้หลายๆ รูปแบบและสามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อไม่ให้เกิดความจำเจ และเพื่อปรับเปลี่ยนสภาพให้เหมาะสมกับสถานการณ์และกิจกรรมการเรียนการสอน และควรเว้นช่องทางเดินให้อาจารย์สามารถเดินได้รอบเพื่อการสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นิสิตนักศึกษาได้สะดวก ควรจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนอย่างเพียงพอที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่จะใช้ในการทำงานกลุ่มและรายบุคคล (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, 2544)

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ (psychological environment) (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; Cole et al., 1999)

หมายถึง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบ กล่าวคือ เป็นสิ่งที่มากระทบความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่เป็นกายภาพหรือเกิดจากบุคคล โดยการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจัดสภาพแวดล้อมหรือบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย อิสระและเป็นกันเอง ยินหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้กระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ ตลอดจนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัยและกล้าที่จะแสดงออก นอกจากนี้ การจัดบรรยากาศให้มีความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกันโดยไม่มีการแข่งขัน ทำให้ผู้เรียนคิดแบบยืดหยุ่น อันเป็นองค์ประกอบสำคัญด้านหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ได้ดีกว่าบรรยากาศการเรียนแบบแข่งขันอีกด้วย (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; สุวิทย์ มูลคำ, 2547; Rogers, 1954; Cole et al., 1999)

3. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ (Sociological environment) (ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543)

หมายถึง สภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อผู้เรียนอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การประพฤติปฏิบัติต่อกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติหรือเป็นไปตามระเบียบกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์ (อัจฉรา สุชารมณี, อรพินทร์ ชูชมและทัศนากิติ, 2538; อีรัชย์ เนตรถนอมศักดิ์, 2538) เป็นต้น โดยในการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น ควรจัดสภาพแวดล้อมหรือกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง (ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา; Malakul, 1974; Chickering and Reisser, 1993 อ้างถึงใน กรกช อັตตวิริยะนุภาพ, 2540)

9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียนในระดับปริญญาบัณฑิต มักจะประเมินในมิติ ดังนี้ (Anderson, 1959; Cole et al., 1999; Cropley, 2000; Howard et al., 2008)

1. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Characteristic of the creative person) เช่น ชอบผจญภัย มีความมุ่งมั่น กล้าแสดงความคิดเห็น เปิดกว้างสำหรับประสบการณ์ใหม่ๆ เป็นต้น ในการประเมินลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับปริญญาบัณฑิต มักจะใช้เครื่องมือในการวัด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบการสร้างสรรคของบุคคล (วีรพล แสงปัญญา, 2547)

2. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยที่ผ่านมามักจะให้ความสนใจผลงานหรือผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่ค่อยมองข้ามกระบวนการในการคิดประดิษฐ์ผลงานเหล่านั้นออกมา ในการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับปริญญาบัณฑิต มักจะใช้เครื่องมือในการวัด ดังนี้

2.1 นิยมใช้วัดมากที่สุด ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking: TTCT) รองลงมา ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินโซต้า และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของเจเลนและเออร์แบนด์ (วีรพล แสงปัญญา, 2547)

2.2 แบบวัดทักษะการคิดนอกกรอบโดยยึดกรอบแนวคิดของเดอโบโน (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540)

2.3 แบบวัดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540)

2.4 แบบวัดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (วีรพล แสงปัญญา, 2547)

2.5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยยึดกรอบแนวคิดของทอร์แรนซ์ โดยใช้ชื่อว่า Torrance Test of Creative Thinking (TTCT) แบบ Figural test Booklet A (ทิพวัลย์ ปัญจมะวัต, 2548; ปวีณา สุจริตธนาภิรักษ์, 2548)

2.6 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยยึดกรอบแนวคิดของทอร์แรนซ์ โดยใช้ชื่อว่า Torrance Test of Creative Thinking (TTCT) แบบ Figural test Booklet B (นิรัช สุดสังข์, 2544)

2.7 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นเองตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ (ประภาวัลย์ แพรวาณิชย์, 2543)

2.8 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญา (Structure of intellect (SI) model of intelligence) เหมาะสำหรับใช้กับกลุ่มที่เป็นเด็กเกรด 4-6 (Meeker, 1985 cited in Cropley, 2000)

2.9 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach and Kogan (Wallach and Kogan, 1965 cited in Cropley, 2000)

2.10 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mednick (Mednick, 1962 cited in Cropley, 2000) โดยใช้ชื่อว่า The Remote Associates Test (RAT)

2.11 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Sternberg (1997)

2.12 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Urban and Jellen Cat (Urban and Jellen Cat, 1996 cited in Cropley, 2000) โดยใช้ชื่อว่า Test of Creative Thinking Divergent Production (TCT-DP)

2.13 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mumford (Mumford, 1997 cited in Cropley, 2000) โดยใช้ชื่อว่า The Category Combination Test โดยมีจุดเน้นไปที่การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

2.14 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Doolittle (Doolittle, 1990 cited in Cropley, 2000) โดยใช้ชื่อว่า Creative Reasoning Test (CRT)

3. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative production) เป็นผลมาจากกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้น กระบวนการและผลผลิตจึงมีความสำคัญประกอบกันในการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับปริญญาบัณฑิต มักจะใช้เครื่องมือในการวัด ดังนี้

3.1 แบบวัดผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์หรือจากโครงการงานวิทยาศาสตร์ (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540)

3.2 แบบประเมินผลงานการออกแบบ (นิรัช สุดสังข์, 2544)

3.3 แบบวัดผลผลิตของการสร้างสรรค์ (Creative product) (วีรพล แสงปัญญา, 2547)

3.4 แบบวัดผลสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Talor (Talor, 1975 cited in Cropley, 2000)

3.5 แบบทดสอบสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Besemar and O'Quin (1999)

3.6 แบบประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Hennessey (Hennessey, 1994 cited in Cropley, 2000)

จากองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปองค์ประกอบของการเรียนการสอนได้ว่า องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาศาขาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

6. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์

เนื่องจากการพัฒนาทักษะการคิดเป็นสิ่งสำคัญดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น นักการศึกษาจากประเทศต่างๆ จึงได้มีการประชุมที่ The Wingspread Conference Center in Racine, Wisconsin State. ในปี ค.ศ.1984 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าว พบว่า แนวทางที่นักการศึกษาใช้ในการดำเนินการวิจัยและทดลองเพื่อพัฒนาทักษะการคิดนั้น สามารถสรุปได้ 3 แนวทาง ดังนี้ (ลักษณะ สรีวิวัฒน์, 2549)

1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) เป็นการสอนที่เน้นด้านเนื้อหาวิชาการ โดยมีการปรับเปลี่ยนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) เป็นการสอนที่เน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิด โดยเฉพาะเป็นการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง ลักษณะของงานที่นำมาใช้สอนจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการที่เรียนในโรงเรียน แนวทางการสอนจะแตกต่างกันออกไปตามทฤษฎีและความเชื่อพื้นฐานของแต่ละคนที่นำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เป็นการสอนที่เน้นการใช้ทักษะการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจกระบวนการคิดของตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะการคิดที่เรียกว่า Metacognition คือ รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไรและยังไม่รู้อะไร ตลอดจนจนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน (ฤทัยรัตน์ ธรเสนา, 2546; ทิศนา แคมมณี, 2550) โดยผู้เรียนสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

องค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. เนื้อหาวิชา 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียน 9. การประเมินทักษะการคิด (ฤทัยรัตน์ ธรเสนา, 2546; กิดานันท์ มลิทอง, 2548; ทิศนา แคมมณี, 2550; Richey, 1986; Dick et al., 2001) และใช้หลักของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดของทศนา แคมมณี (2550) ดังนี้

1. ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน

2. ผู้สอนมีการใช้รูปแบบ วิธีการหรือเทคนิคการสอนต่างๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายจากความคิดเดิมในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง คือ

- 2.1 ความคิดมีความหลากหลายมากขึ้น
- 2.2 ความคิดมีความละเอียดขึ้น
- 2.3 ความคิดมีความรอบคอบขึ้น
- 2.4 ความคิดมีความกว้างขวางขึ้น

2.5 ความคิดมีความลึกซึ้งขึ้น เล็งเห็นการณีกาลมากขึ้น

2.6 ความคิดมีเหตุผล ความถูกต้อง น่าเชื่อถือมากขึ้น

3. ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการคิดต่างๆ ตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน

แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นั้น สามารถดำเนินการได้หลากหลายแนวทาง เช่น การใช้รูปแบบการสอนเน้นกระบวนการคิด ใช้เทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการคิด จัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการคิดเข้าไปในเนื้อหาวิชาต่างๆ จัดการเรียนการสอนที่ยืดหยุ่น หลักการหรือแนวคิดมาเป็นแนวทางหรือประยุกต์สู่การสอน คิดตลอดจนการพัฒนารายวิชา หลักสูตรหรือโปรแกรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการคิดของผู้เรียน เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004) แต่จากการศึกษา พบว่า การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์นิยมใช้รูปแบบการเรียนการสอนซึ่งมีกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนที่เป็นระบบระเบียบชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์ของการพัฒนาทักษะการคิดที่มุ่งเน้นไว้อย่างเฉพาะ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับแล้วว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ

รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 20 ขั้นตอน ดังนี้ (วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2537; ประยุทธ์ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพรวานิชย์, 2543; ประยูร บุญใช้, 2544; วรณัฐ เนตรพิศาลวนิช, 2544; นิรัช สุดสังข์, 2544; สรวงสุตา ปานสกุล, 2545; ทิพวัลย์ พูลสาริกิจ, 2546; ปวีณา สุจริตอนารักษ์, 2548; ทิศนา ชนมณี, 2550; Sternberg, 1997; Joyce and Weil, 1996; Torrance, 1962)

ชั้นนำ

1. อาจารย์ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และบรรยากาศในการเรียนให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ระดับการศึกษา ลักษณะเนื้อหาวิชาและวิธีการสอน

2. อาจารย์ผู้สอนสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน

3. อาจารย์ผู้สอนแนะนำทรัพยากรการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้ ตลอดจนให้คำปรึกษาทุกขั้นตอนการเรียนการสอน

ชั้นสอน

4. อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาวิชา แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนที่ส่งเสริมกระบวนการคิดและการประเมินผล

5. อาจารย์ผู้สอนนำเสนอบทเรียน สถานการณ์จำลอง กรณีศึกษาหรือประเด็นสำคัญของบทเรียนด้วยวิธีการสอนต่างๆ เพื่อสร้างความสนใจ

6. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และสรุปความคิด เช่น การใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิด เช่น คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและจินตนาการจากข้อมูล ข้อเท็จจริงและประสบการณ์ของตน ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้อง ความสามารถของตนได้ทันที

7. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตนได้

8. อาจารย์ผู้สอนอธิบายความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับมโนทัศน์ที่ไว้ล่วงหน้า (Advance Organizer)

9. ผู้เรียนศึกษา วิเคราะห์ทำความเข้าใจข้อมูลหรือความรู้ใหม่และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม โดยใช้กระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม เป็นต้น เพื่อระบุประเด็นปัญหา

10. ผู้เรียนสรุปประเด็นสำคัญ เปรียบเทียบ ประเมินค่า จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาจากการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ของกลุ่ม เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับประเด็นต่างๆ โดยใช้เทคนิคที่ส่งเสริมกระบวนการคิดหลาย ๆ วิธี

11. ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้และหลักการต่างๆ จากแหล่งความรู้ที่หลากหลายและตรวจสอบข้อมูลกับแหล่งอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์หาขั้นตอนวิธีการคิดแก้ปัญหา กลยุทธ์การคิดร่วมกันจนหาคำตอบหรือแนวทางที่ดีที่สุดสำหรับประเด็นต่างๆ

12. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์

13. ผู้เรียนเลือกขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหา กลยุทธ์การคิดที่ดีที่สุดและตัดสินใจโดยประเมินค่าตามเกณฑ์ที่ถูกต้อง ติงาม เหมาะสม วิเคราะห์ผลดี ผลเสียที่จะเกิดขึ้นจากทางเลือกต่างๆ ตลอดจนใช้หลักการ ประสบการณ์มาใช้ในการเลือกขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

14. ผู้เรียนประยุกต์ขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้

15. ผู้เรียนประยุกต์ขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหาตามที่ได้เรียนรู้มากับสถานการณ์ใหม่

16. ผู้เรียนสร้างสถานการณ์ใหม่ตามความสนใจของผู้เรียนและประยุกต์ใช้ขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหาที่ได้เรียนรู้กับสถานการณ์ใหม่นั้น

ขั้นสรุป

17. อาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปบทเรียน สรุปขั้นตอน วิธีการคิดแก้ปัญหา อุปสรรคของการคิด เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงวิธีการคิดในครั้งต่อไป

18. ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือผลงาน โดยใช้วิธีการนำเสนอที่เหมาะสมและนำเสนออย่างเป็นระบบ น่าเชื่อถือ

19. อาจารย์ผู้สอนประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) คือ ประเมินจากการสังเกต การบันทึกและการรวบรวมข้อมูลจากผลงานและการแสดงออกของผู้เรียนทุกขั้นตอน การประเมินจะไม่เน้นเฉพาะทักษะพื้นฐานเท่านั้น แต่จะรวมถึงทักษะการคิด การทำงาน การร่วมมือและการแก้ปัญหาด้วย

20. อาจารย์ผู้สอนประเมินผลการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิด

จากการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ มี 3 แนวทาง ดังนี้ 1. การสอนเพื่อให้เกิด (Teaching for Thinking) 2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) 3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) ซึ่งในแต่ละแนวทางการควรประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนและขั้นตอนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดที่ชัดเจน

7. แนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์

การประเมินผลมักจะเกิดควบคู่กับกระบวนการเรียนการสอนเสมอ เพื่อให้ผู้สอนทราบพัฒนาการ ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือทราบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนแต่ละขั้นตอน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับ ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540) ซึ่ง การประเมินความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป มีรูปแบบและแนวทางที่สำคัญ 3 แนวทาง ดังนี้ (Anderson, 1959; Cole et al., 1999; Cropley, 2000)

1. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น เปิดกว้างสำหรับประสบการณ์ใหม่ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความมุ่งมั่น มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ มีความยืดหยุ่นทั้งความคิดและการกระทำ และมีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจและไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก เป็นต้น
2. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความไวต่อปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป
3. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีการประเมินตั้งแต่ระดับต่ำ เริ่มตั้งแต่ระดับความพึงพอใจ ความคิดและการกระทำ การฝึกทักษะและคิดได้เองจนถึงการค้นพบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ

การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ นิยมใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (Creative test) ที่มุ่งวัดกระบวนการทางพุทธิปัญญาเฉพาะด้าน เช่น การคิดหลากหลายทิศทาง การสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยง การสร้างและรวบรวมประเภทของสิ่งเร้าต่างๆ หรือการสร้างแนวคิดออกมาอย่างหลากหลาย นอกจากนี้ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ยังสามารถวัดในส่วนที่ไม่ใช่พุทธิปัญญา เช่น แรงจูงใจหรือแรงกระตุ้นที่แสดงออก ความต้องการสร้างสิ่งใหม่ ความกล้าเสี่ยง เป็นต้น และยัง สามารถวัดบุคลิกลักษณะที่มีคุณค่าด้านอื่นๆ เช่น ความยืดหยุ่น ความอดทนหรือมีเจตคติทางบวกในความคิดเห็นที่แตกต่างได้อีกด้วย

อย่างไรก็ตาม นักจิตวิทยาเชื่อว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ควรวัดศักยภาพที่สร้างสรรค์ (Creative potential) มากกว่าการวัดโดยใช้แบบทดสอบเพียงอย่างเดียว และควรใช้แบบวัดหลายๆ แบบ เนื่องจากความสำเร็จในการสร้างสรรค์ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่สามารถวัดได้ด้วยแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ เช่น ทักษะด้านเทคนิค ความรู้ในสาขานั้นๆ สุขภาพจิตหรือโอกาส เป็นต้น

วีรพล แสงปัญญา (2547) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แบบทดสอบที่นิยมใช้มากที่สุดในงานวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงปี พ.ศ. 2545 คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ คิดเป็นร้อยละ 38.8 ของงานวิจัยทั้งหมด และที่น่าสนใจ คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของไทยที่นิยมใช้มากที่สุด คือ แบบทดสอบของทัศนีย์ พงกษาชวธาร์ (2517) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้เหมาะกับคนไทย คิดเป็นร้อยละ 14.8 ของงานวิจัยทั้งหมด อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า แม้จะมีความพยายามสร้างแบบทดสอบความคิด

สร้างสรรค์ให้เหมาะสมกับคนไทย แบบทดสอบที่สร้างขึ้นยังยึดแนวคิดเดิมในการสร้าง และที่น่าสนใจอีกประการหนึ่ง คือ การวัดความคิดสร้างสรรค์จากผลงานมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 5.5 ของงานวิจัยทั้งหมด

ในการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์สำหรับกลุ่มตัวอย่างระดับอุดมศึกษาพบว่า เครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัด ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ รองลงมา ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมิเนโซต้า และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของเจเลนและอาร์เบน (วีรพล แสงปัญญา, 2547)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้มากที่สุดในงานวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงปี พ.ศ. 2551 คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ และผู้วิจัยส่วนใหญ่มักจะพัฒนาแบบทดสอบใช้เองเพื่อความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

นอกจากนี้ ชุมพร ยงกิตติกุล (2535) ได้เสนอกรอบในการประเมินที่ใช้ในการตัดสินความคิดสร้างสรรค์ โดยมีกรอบอ้างอิง 3 ประการ ได้แก่

1. กรอบส่วนบุคคล (Personal reference) หมายถึง ตนเองจะทราบดีว่า สิ่งที่ตนเองกระทำนั้นใหม่หรือไม่ และสิ่งนั้นมีคุณค่ากับตนเองหรือไม่ ถ้าเป็นสิ่งใหม่และมีคุณค่าก็เป็นสิ่งที่สร้างสรรค์สำหรับตน อาจไม่รวมถึงคนอื่น ๆ ฉะนั้นในกรอบอ้างอิงนี้ทุกคนจึงอาจได้ทำในสิ่งที่สร้างสรรค์
2. กรอบอ้างอิงของกลุ่มเพื่อน (Peer group reference) หมายถึง พฤติกรรมสร้างสรรค์เมื่อพิจารณาในแง่นี้ต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเกณฑ์ของกลุ่ม คือ พฤติกรรมต้องเป็นสิ่งใหม่และมีคุณค่าสำหรับกลุ่มนั้น ถ้าสิ่งที่เราทำมีลักษณะเฉพาะที่มีค่ากับกลุ่มเรียกได้ว่าเราสร้างสรรค์ในกลุ่มนั้น
3. กรอบอ้างอิงของสังคม (Society Frame of reference) การตัดสินและตรวจสอบว่า พฤติกรรมสร้างสรรค์เกิดขึ้นหรือไม่ ยึดถือกรอบอ้างอิงในสังคมเป็นการทดสอบที่เข้มงวดที่สุด สมมติว่าเราสร้างเครื่องจักรไอน้ำ สิ่งนี้อาจเป็นสิ่งที่สร้างสรรค์ในกรอบที่ 1 และ 2 แต่เมื่อใช้กรอบที่ 3 ตัดสินอาจไม่ใช่สิ่งที่สร้างสรรค์ ฉะนั้น ในกรอบนี้จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาชีพเฉพาะ และจากสังคมโดยส่วนรวมเป็นกรอบในการตัดสิน บางครั้งพบว่า การตัดสินของผู้ชำนาญการกับสาธารณชนแตกต่างกัน ปัญหาจึงมีต่อมาว่าจะใช้เกณฑ์ของใครในการประเมิน คำถามนี้ยังไม่สามารถตอบได้ทันทีที่ต้องอาศัยเวลาเป็นเครื่องตัดสิน เช่น งานศิลปะ ดนตรีคลาสสิก ในยุคที่ปรากฏผลงานนี้ สาธารณชนไม่ตื่นตื่นหรืองานการค้นคว้าของมาตามแมรี คูรี เกี่ยวกับธาตุกัมมันตภาพรังสี มีอิทธิพลต่อการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ มากมายในระยะต่อมา ซึ่งในสมัยที่เธอยังมีชีวิตอยู่สาธารณชนไม่สนใจงานนี้

จากแนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปแนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ว่า การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีรูปแบบและแนวทางที่สำคัญ 3 แนวทาง ดังนี้ 1. ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ 2. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ 3. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินที่ใช้ในการตัดสินความคิดสร้างสรรค์ โดยมีกรอบอ้างอิง 3 ประการ ดังนี้ 1. กรอบส่วนบุคคล (Personal reference) 2. กรอบอ้างอิงของกลุ่มเพื่อน (Peer group reference) 3. กรอบอ้างอิงของสังคม (Society Frame of reference)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของ Howard et al. (2008) พบว่า ส่วนใหญ่ในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น เน้นศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการที่ใกล้เคียงกับกระบวนการสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก และเน้นศึกษาผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีผลงานที่ใกล้เคียงกับผลงานสร้างสรรค์เช่นกัน และ Howard et al. (2008) ได้นำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์และองค์ประกอบต่างๆ ในรูปแบบของการอธิบาย โดยมีการเชื่อมโยงกระบวนการออกแบบอย่างสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการและประเภทของผลงานการออกแบบเชิงสร้างสรรค์อีกด้วย ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2 แนวทาง ดังนี้

1. ประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์
2. ประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์

8. แนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มี 2 แนวทาง ดังนี้

1. การประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
2. การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1. การประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความไวต่อปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป ซึ่งในการประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ นิยมใช้แบบวัดมาตรฐาน ดังที่ Cropley (2000) ได้รวบรวมและศึกษาแบบวัดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักจิตวิทยาได้พัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบันแบบทดสอบที่ได้รับความนิยมมีหลายฉบับ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach and Kogan แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mednick แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Sternberg แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Urban and Jellen Cat แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mumford และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Doolittle โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford

แบบทดสอบนี้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญา (Structure of intellect (SI) model of intelligence) เหมาะสำหรับใช้กับกลุ่มที่เป็นเด็กเกรด 4-6 แบบทดสอบประกอบด้วยแบบทดสอบย่อย 10 ฉบับ เริ่มจากด้านภาษา (Semantic) จนถึงรูปภาพ (Visual and figural) ตามเนื้อหาของทฤษฎี SI แบบทดสอบมุ่งวัดผลผลิตนอกเหนือ (Divergent production) ของหน่วย (Unit) กลุ่ม (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การเปลี่ยนรูป (Transformation) และการประยุกต์ (Implication) ตัวอย่างของแบบวัด เช่น การตั้งชื่อเรื่อง (Name for stories) เป็นต้น การให้คะแนนจะให้คะแนนจำนวนของการสร้างแนวคิดใหม่ มิใช่ความคิดริเริ่มหรือความมีประสิทธิภาพ

แบบทดสอบมีค่าความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .42-.97 และมีความสัมพันธ์กับการวัดโดยการประเมินของผู้สอน (Teacher Rating) .70 และ .85 แต่มีความสัมพันธ์กับแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ (TTCT) ค่อนข้างต่ำเพียง .06-.35 เท่านั้น นอกจากนี้ แบบทดสอบที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี SI ที่รู้จักกันแพร่หลาย คือ The Structure of the Intellect Learning Ability Test: Evaluation Leadership and Creative Thinking (SOI: ELCT) ของ Meeker (Meeker, 1985 cited in Cropley, 2000) วัดจากกิจกรรมทางปัญญา 8 ด้าน เกี่ยวกับการสร้างสรรค์ตามทฤษฎี SI แบบวัดดังกล่าวมีความตรงเชิงโครงสร้างสูงมาก

1.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

แบบทดสอบดังกล่าวตีพิมพ์ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1966 ถึงฉบับล่าสุดปี ค.ศ.1999 แบบทดสอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นภาษา (Verbal section) และส่วนที่เป็นรูปภาพ (Nonverbal or figural section) ทั้งสองส่วนมี 2 ฉบับ คือ ฉบับ A และฉบับ B ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบของทอร์แรนซ์มี 4 ชุด กิจกรรมในแบบทดสอบมีกิจกรรมทางภาษา 6 กิจกรรม คือ การตั้งคำถาม การเดาสาเหตุ การเดาผล การเพิ่มผลผลิต การใช้ที่ไม่ธรรมดา คำถามไม่ธรรมดาและสมมุติว่า ส่วนกิจกรรมทางรูปภาพมี 3 กิจกรรม คือ การสร้างภาพ การต่อเติมภาพและการต่อเติมเส้นและวงกลม กิจกรรมทางภาษาวัดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม ส่วนกิจกรรมที่ไม่ใช้ภาษาวัดองค์ประกอบทางสมอง 5 ด้าน คือ ความคล่องในการคิด ความคิดริเริ่ม ความละเอียดลออ ความเป็นนามธรรมและความคงทนในการคิด นอกจากนี้แบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ สามารถให้คะแนนทิศทางการสร้างสรรค์อีก 13 ด้าน เช่น ความชัดเจนของการเล่าเรื่อง การสังเคราะห์ภาพที่ไม่สมบูรณ์และจินตนาการ เป็นต้น แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงระหว่างผู้ทดสอบสูงถึง .97 และจากการศึกษาของ Treffinger พบว่า มีความเที่ยงตรงอยู่ระหว่าง .60 และ .70 นอกจากนี้ Plucker (Plucker, 1999 cited in Cropley, 2000) ได้ใช้สถิติขั้นสูงวิเคราะห์ข้อมูลของทอร์แรนซ์ใหม่ โดยศึกษาระยะยาวพบว่า องค์ประกอบคะแนนทางภาษาสามารถอธิบายความแปรปรวนของความสำเร็จในการสร้างสรรค์ในระยะต่อมาได้ 50 เปอร์เซ็นต์

1.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach and Kogan

แบบทดสอบดังกล่าวประกอบด้วยแบบทดสอบย่อยทางภาษา 3 ฉบับ ได้แก่ กรณีตัวอย่าง การเลือกใช้และความคล้ายคลึง และอีก 2 ฉบับเป็นแบบทดสอบย่อยที่มีลักษณะเป็นภาพที่กำกวม (Ambiguous figure) โดยให้ความหมายของรูปแบบและความหมายของเส้น แบบทดสอบที่นิยมใช้ในกลุ่มนักวิจัยส่วนใหญ่ คือ แบบทดสอบย่อยชุดการเลือกใช้ (Alternative uses) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้ทดสอบคิดหาวิธีใช้ประโยชน์ จากสิ่งของที่กำหนดให้โดยใช้วิธีการที่แตกต่างออกไปจากปกติ ความคิดริเริ่ม การให้คะแนนตามความคิดริเริ่ม จะนับจำนวนของการตอบและความเฉพาะตัวของคำตอบโดยเปรียบเทียบกับกลุ่ม (Uniqueness) ในปัจจุบัน ผู้ทดสอบมักจะวัดด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความมีประโยชน์ด้วย (Wallach and Kogan, 1965 cited in Cropley, 2000) แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงของการทดสอบด้านความคิดริเริ่ม .92 ด้านความมีประโยชน์ .83 และความเที่ยงทั้งฉบับ .86 (Vosburg, 1998 cited in Cropley, 2000)

1.4 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mednick

แบบทดสอบนี้ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 1962 โดยใช้ชื่อว่า The Remote Associates Test (RAT) ของ Mednick (Mednick, 1962 cited in Cropley, 2000) ซึ่งปัจจุบันไม่ได้รับการตีพิมพ์แล้ว แบบทดสอบดังกล่าวมีพื้นฐานความคิดว่า บุคคลบางคนมีความสามารถดีกว่าบุคคลอื่นในการมองเห็นความเชื่อมโยงกันของสิ่งเร้า ซึ่งเชื่อว่าบุคคลที่มีความสามารถดังกล่าวจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าบุคคลอื่น แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลา 40 นาที ในแต่ละข้อจะประกอบด้วยคำที่ไม่สัมพันธ์กัน เช่น ดวงจันทร์ เนย หย้า เป็นต้น ผู้สอบจะต้องพยายามหาความเกี่ยวข้องของทั้งสามคำที่กำหนดให้ แบบทดสอบฉบับนี้มีความสัมพันธ์กับความเที่ยงภายใน .91 และ .92

1.5 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Sternberg

ความก้าวหน้าที่สำคัญในการวัดความคิดสร้างสรรค์มาจากการยอมรับในความจริงที่ว่า การสร้างสรรค์ผลงานในชีวิตจริง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความคิดออกนอกเพียงอย่างเดียว แต่มาจากความคิดเอกนัยด้วย (Rickard, 1994; Brophy, 1998 cited in Cropley, 2000) ตัวอย่างแบบทดสอบสติปัญญาของ Sternberg (1997) ได้มุ่งวัดความสามารถทางสติปัญญาหลายๆ ด้าน เช่น ความสามารถในการวิเคราะห์ (Analytical ability) ความสามารถในการปฏิบัติ (Practical ability) และความสามารถในการสังเคราะห์ (Synthetic ability) หรือความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Sternberg มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย (Multiple choice) และเป็นแบบอัตนัย (Essay) ผู้ทดสอบจะต้องสร้างสิ่งใหม่ขึ้น Sternberg เชื่อว่าวิธีการดังกล่าวมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

1.6 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Urban and Jellen Cat

แบบทดสอบดังกล่าวมีชื่อว่า Test of Creative Thinking Divergent Production (TCT-DP) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาเกสโตลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ คะแนนที่ได้จากการทดสอบเรียกว่า ผลผลิตทางจินตนาการ (Image production) แบบทดสอบประกอบด้วย การทำลายกรอบองค์ประกอบใหม่ อารมณ์ขันและอารมณ์ความรู้สึก แบบทดสอบมี 2 ฉบับ ฉบับ A และฉบับ B ผู้ทดสอบจะได้รับกระดาษที่มีภาพที่ไม่สมบูรณ์ ผู้ทดสอบมีหน้าที่วาดภาพเหล่านั้นให้สวยงามตามต้องการ จากการศึกษาในหลายประเทศ พบว่า มีความเที่ยงตรงระหว่างผู้ทดสอบ (Inter-rater reliability) สูงกว่า .90 และมีความตรงแบบสอบซ้ำจาก .70-.75 มีความสัมพันธ์กับการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้สอบ .82 และมีความสัมพันธ์กับเกณฑ์ความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตจริง (Urban and Jellen Cat, 1996 cited in Cropley, 2000)

1.7 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mumford

ในปี ค.ศ.1997 Mumford (Mumford, 1997 cited in Cropley, 2000) ได้พัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยเน้นการแก้ปัญหา โดยใช้ชื่อว่า The Category Combination Test แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยคำ 4 คำ ตัวอย่างเช่น ชุดที่ 1 โตะ แก้ว ี่ เตเกียง เตียงนอน ชุดที่ 2 กล้วย สัปประรด ส้ม ลูกท้อ ชุดที่ 3 สมุดโทรศัพท์ ใบทะเบียนสมรส หมายถึงแผนผังที่ ผู้ทดสอบจะต้องจัดกลุ่มคำเพื่อสร้างสิ่งใหม่ หรือสร้างชุดของคำที่พิเศษ และเขียนคำอธิบายไว้ข้างล่าง 1 ประโยคและสร้างกลุ่มคำใหม่ให้มากที่สุด แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงระหว่างผู้ทดสอบ .84 และ .81 ใน 2 ด้าน คือ ด้านคุณภาพและด้านความคิดริเริ่ม

1.8 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Doolittle

นอกจากแบบทดสอบของมัมฟอร์ดที่เป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แล้ว ยังมีแบบทดสอบ The Creative Reasoning Test (CRT) ของ Doolittle (Doolittle, 1990 cited in Cropley, 2000) แบบทดสอบดังกล่าวมี 2 ระดับ คือ ระดับ A สำหรับนักเรียนเกรด 3-6 และระดับ B สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา แต่ละระดับมี 2 ฉบับ แต่ละฉบับมี 20 ข้อ รูปแบบใหม่ของแบบทดสอบนี้ คือ ปัญหาที่ถูกรบกวนและถูกนำเสนอในรูปแบบของปริศนา แต่ละข้อประกอบด้วยปริศนา 4 ประโยค ผู้ทดสอบต้องหาคำตอบให้ได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร ตัวอย่างเช่น “ฉันเติบโตในสวน” “ฉันยืนอยู่ที่สูงและเขียว” “สำหรับนกฉันคือบ้าน” “เมื่อลมพัดมาฉันเอียงลง” เป็นต้น แบบทดสอบฉบับนี้หาค่าความเที่ยงตรงด้วยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบได้ค่าความเที่ยงตรง .63-.99 สำหรับฉบับ A และ .90 สำหรับฉบับ B และมีค่าความเที่ยงตรง .70 กับแบบทดสอบ RAT

จากการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า การประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการประเมินความไวต่อปัญหาและสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป ซึ่งในการประเมินกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ นิยมใช้แบบวัดมาตรฐาน เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Wallach and Kogan แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mednick แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Sternberg แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Urban and Jellen Cat แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Mumford และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Doolittle เป็นต้น

เนื่องจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้นและนิยมใช้กันอยู่ทั่วไปไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เช่น จุดเน้นที่ต้องการทดสอบ ขอบเขตความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ที่มุ่งทดสอบหรือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้แบบทดสอบ เป็นต้น ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เพื่อใช้ในการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ขึ้นมาใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้ชื่อว่า แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวและนำมาพิจารณา กำหนดกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้ (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer and others, 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005)

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	
กระบวนการหลัก	กระบวนการย่อย
1. ขั้นเตรียมการ	1.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ขั้นครุ่นคิดหรือบ่มเพาะความคิด	2.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา 2.2 เขียนวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 2.3 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 2.4 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2.5 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
3. ขั้นทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง	3.1 สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 3.2 ประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา 3.3 ปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 3.4 นำไปใช้
4. ขั้นสื่อสาร	4.1 เขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนี้

1. ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. ความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา
3. ความสามารถในการเขียนวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
4. ความสามารถในการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
5. ความสามารถในการประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
7. ความสามารถในการสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
8. ความสามารถในการประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
9. ความสามารถในการปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
10. ความสามารถในการนำไปใช้
11. ความสามารถในการเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหา

2. การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีการประเมินตั้งแต่ระดับต่ำ เริ่มตั้งแต่ระดับความพึงพอใจ ความคิดและการกระทำ การฝึกทักษะและคิดได้เองจนถึงการค้นพบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ ซึ่งในการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์นิยมใช้แบบประเมินมาตรฐาน ดังที่ Cropley (2000) ได้รวบรวมและศึกษาแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักจิตวิทยาได้พัฒนาแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบันแบบประเมินที่ได้รับความนิยมมีหลายฉบับ เช่น แบบวัดผลสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Talor (Talor, 1975 cited in Cropley, 2000) แบบทดสอบสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Besemar and O'Quin (Besemar and O'Quin, 1999 cited in Cropley, 2000) และแบบประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Hennessey (Hennessey, 1994 cited in Cropley, 2000) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 แบบวัดผลสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Talor

แบบวัดผลสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ในช่วงแรก พัฒนาขึ้นโดยเทเลอร์ (Talor, 1975 cited in Cropley, 2000) ซึ่งได้พัฒนา Creative Product Inventory ขึ้น แบบวัดดังกล่าววัดการกำเนิดความคิด การเปลี่ยนรูป ความริเริ่ม การเข้าประเด็น ความซับซ้อนและความกระชับ

2.2 แบบทดสอบสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Besemar and O'Quin

Besemar and O'Quin (Besemar and O'Quin, 1987 cited in Cropley, 2000) ได้พัฒนา The Creative Product Semantic Scale ขึ้น ซึ่งวัดใน 3 มิติ คือ 1. ความใหม่ ได้แก่ ผลผลิตนั้นมีความคิดริเริ่ม ความน่าประหลาดใจ และการเพาะความคิด 2. การแก้ปัญหา ได้แก่ ผลผลิตนั้นมีคุณค่า มีเหตุผล มีประโยชน์และเป็นที่น่าสนใจ 3. ความละเอียดลออและสังเคราะห์ ได้แก่ ผลผลิตนั้นสง่างาม ซับซ้อน ฝีมือดี ผู้ประเมินจะดำเนินการประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบนี้ และภาษาที่ใช้เป็นมาตราประมาณค่า เช่น น่าประหลาดใจ-ไม่น่าประหลาดใจ มีเหตุผล-ไม่มีเหตุผล เป็นต้น ในการตีพิมพ์ครั้งล่าสุดในปี 1999 พบว่า มี 43 ข้อ (Besemar and O'Quin, 1999 cited in Cropley, 2000) แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงทั้ง 3 มิติ อยู่ระหว่าง .69-.87 และทั้งฉบับ .80

2.3 แบบประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Hennessey

Hennessey (Hennessey, 1994 cited in Cropley, 2000) ได้พัฒนาวิธีการประเมินในการประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ โดยพิจารณาความสอดคล้องของผู้ประเมิน (method of consensual assessment) ซึ่งมีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน .93 มีความเที่ยงตรงภายในของแบบประเมินอยู่ระหว่าง .73-.93 ในการประเมินผลผลิตที่สร้างสรรค์จะพิจารณาความมีประสิทธิภาพ ความมีประโยชน์ ความซับซ้อน ความสามารถเข้าใจได้

Howard et al. (2008) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ กระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ จิตวิทยาการรับรู้และสังเคราะห์ลักษณะของผลงานการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และผลงานการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ไว้ด้วยกัน ตามหลักของจิตวิทยาการรับรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบในการประเมินลักษณะของผลงานที่สำคัญ คือ ความริเริ่มและความเหมาะสม

จากการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุป การประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า การประเมินผลผลิตของความคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการประเมินคุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีการประเมินตั้งแต่ ระดับต่ำ เริ่มตั้งแต่ระดับความพึงพอใจ ความคิดและการกระทำ การฝึกทักษะและคิดได้เองจนถึงการ ค้นพบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ ซึ่งในการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ นิยมใช้แบบประเมินมาตรฐาน เช่น แบบวัดผลสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Talor (Talor, 1975 cited in Cropley, 2000) แบบทดสอบสำหรับประเมินผลผลิตของการสร้างสรรค์ของ Besemar and O'Quin (Besemar and O'Quin, 1999 cited in Cropley, 2000) และแบบประเมินผล ผลิตของการสร้างสรรค์ของ Hennessey (Hennessey, 1994 cited in Cropley, 2000) เป็นต้น

เนื่องจากแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้นและนิยมใช้กันอยู่ทั่วไปไม่สอดคล้อง กับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เช่น จุดเน้นที่ต้องการประเมิน ขอบเขตการประเมินผลงานสร้างสรรค์ ที่มุ่งประเมินหรือกลุ่มผู้ประเมินที่ใช้แบบประเมิน เป็นต้น ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบประเมินผลงาน สร้างสรรค์เพื่อใช้ในการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ขึ้นมาใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้ชื่อว่า แบบประเมินผลงาน สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน

จากการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และมาตรวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ (The Creative Product Semantic Scale) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวและนำมาพิจารณา กำหนดกรอบแนวคิด ในการสร้างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 มิติและ 11 มโนทัศน์ ดังนี้ (O'Quin and Besemer, 1989; Gallimore, 2004; Howard et al., 2008)

ตารางที่ 2 กรอบแนวคิดการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

มาตรวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์		
มิตินวภาพ	มิติการแก้ปัญหา	มิติการต่อเติมเสริมแต่ง และการสังเคราะห์
<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม - มโนทัศน์ด้านความ น่าประหลาดใจ - มโนทัศน์ด้านการเพาะ ความคิด 	<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า - มโนทัศน์ด้านความ สมเหตุสมผล - มโนทัศน์ด้านการใช้ ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านการจัด ส่วนประกอบ - มโนทัศน์ด้านความประณีต สวยงาม - มโนทัศน์ด้านความซับซ้อน - มโนทัศน์ด้านการเป็นที่ เข้าใจ - มโนทัศน์ด้านความมีฝีมือ และความซ้ำซ้อน

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ครอบคลุม การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน 3 มิติ และ 11 มโนทัศน์ ดังนี้

1. มิติคุณภาพ (Novelty) พิจารณาจากกระบวนการใหม่ วิธีการใหม่ วัสดุใหม่หรือมโนทัศน์ใหม่ รวมทั้งการมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานของตนเองและผู้อื่นที่เป็นงานในลักษณะเดียวกันในอนาคต ซึ่งประกอบด้วย 3 มโนทัศน์ ดังนี้

1.1 ความคิดริเริ่ม (original) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่ไม่เหมือนกับผลงานสร้างสรรค์ทั่วไป หรือไม่ซ้ำกับผลงานสร้างสรรค์ของผู้อื่นที่มีอายุ ประสบการณ์หรือได้รับการฝึกใกล้เคียงกัน

1.2 ความน่าประหลาดใจ (Surprising) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความประหลาดใจ ไม่คาดหวังว่าจะพบเห็นงานในลักษณะนี้

1.3 การเพาะความคิด (Germinal) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างสรรค์ผลงานของตนเองและผู้อื่นที่เป็นงานในลักษณะเดียวกันในอนาคต

2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution) พิจารณาจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ปัญหาของผลงานสร้างสรรค์นั้น ซึ่งประกอบด้วย 3 มโนทัศน์ ดังนี้

2.1 การมีคุณค่า (Valuable) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าต่อผู้พบเห็นหรือผู้ใช้ ตามเกณฑ์ของความต้องการด้านกายภาพ ด้านจิตวิทยาและด้านการดำรงชีวิต

2.2 ความสมเหตุสมผล (Logical) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่สร้างด้วยวิธีการที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประโยชน์ (Useful) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทางปฏิบัติ

3. มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต น่าดู บ่งบอกความฝีมือและความชำนาญและสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน ซึ่งประกอบด้วย 5 มโนทัศน์ ดังนี้

3.1 การจัดส่วนประกอบ (Organic) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่มีการจัดส่วนประกอบเป็นรูปเป็นร่างที่สมบูรณ์แบบและมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน

3.2 ความประณีตสวยงาม (elegant) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่มีความกลมกลืน ประณีตและดึงดูดใจต่อผู้พบเห็น

3.3 ความซับซ้อน (Complex) ผลงานสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายอย่างและมีการตกแต่งน่าสนใจ

3.4 การเป็นที่เข้าใจ (Understandable) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่ผู้พบเห็นหรือผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

3.5 ความมีฝีมือและความชำนาญ (Well crafted) เป็นผลงานสร้างสรรค์ที่ถูกสร้างด้วยความพิถีพิถัน ตั้งใจทำเป็นอย่างดี

จากแนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปแนวทางการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีการประเมิน 2 แนวทาง ดังนี้ 1. ประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. ประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ขึ้นมาใช้เอง เพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต 2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (Malakul, 1974) ได้ศึกษาบุคลิกลักษณะของนิสิตซึ่งมีผลงานสร้างสรรค์แตกต่างกันจากการประเมินของอาจารย์ คณะการออกแบบของนิสิตและกิจกรรมที่นิสิตทำในเวลาว่าง กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผลการศึกษาพบว่า นิสิตสาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่มีผลงานสร้างสรรค์ระดับสูงมีกลุ่มบุคลิกลักษณะเด่นใน 4 กลุ่มลักษณะ คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ การประเมินตนเองสูงทางด้านความคิดสร้างสรรค์ มีประวัติการทำกิจกรรมและงานอดิเรกที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น การเปิดรับประสบการณ์ ความต้องการสิ่งแปลกใหม่ ชอบสำรวจ ความกล้าเสี่ยง กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ความไวต่อความรู้สึก มีอารมณ์ต่อสิ่งต่างๆ มีอารมณ์ขัน ชอบสนุกและเล่นแบบเด็กๆ กลุ่มที่ 4 ได้แก่ ความยืดหยุ่น ความเป็นธรรมชาติในการแสดงออก ชอบใช้จินตนาการ มีความคิดอิสระ มั่นใจในตัวเอง

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (Malakul, 1974) ได้ศึกษาบทบาทสำคัญในการส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อม ครอบครัว ครู สังคม เป็นบทบาทสำคัญในการส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์

อัจฉรา สุขารมณ, อรพินทร์ ชูชมและทัศนาก ทองภักดี (2538) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดู ความคิดสร้างสรรค์และพฤติกรรมกล้าแสดงออก พบว่า การอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์ (2538) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ.2514-2536 จำนวน 156 เล่ม ด้วยวิธีการสังเคราะห์เชิงปริมาณและการสังเคราะห์เชิงคุณลักษณะ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ทั้งหมด พบว่า จำนวนงานวิจัยที่มีการพิมพ์เผยแพร่มากที่สุดในปี พ.ศ.2534 คิดเป็นร้อยละ 11.54 ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงทดลองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.82 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มากที่สุด คือ กลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 53.85 และแหล่งที่อยู่ของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้มากที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร คิดเป็นร้อยละ 37.82

2. ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ พบว่า การสอนโดยใช้กลุ่มกิจกรรม กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การใช้ชุดการสอนและการใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง ทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนตามปกติและสูงกว่าวิธีที่กำหนดขึ้น และพบว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย นอกจากนี้ยังพบว่า เพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกันทางความคิดสร้างสรรค์

3. ผลการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงคุณลักษณะ ดังนี้

3.1 ด้านพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่มีอายุมากกว่าหรืออยู่ในระดับชั้นที่สูงกว่าจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีอายุน้อยกว่าหรืออยู่ในระดับชั้นที่ต่ำกว่า

3.2 ด้านสติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่า

3.3 ด้านการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีปัจจัยที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ สภาพการอยู่อาศัย ความถนัดทางการเรียนและความวิตกกังวล

3.4 ด้านแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ พบว่า แนวการสอนใหม่ๆ นวัตกรรมต่างๆ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับความคิดหลายทาง มีอิสระในการคิด จะทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนตามปกติ และพบว่าระยะเวลาที่งานวิจัยใช้ในการทดลองมากที่สุด คือ 4 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 37.50 จากจำนวนงานวิจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับแนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

3.5 ด้านกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า การใช้กิจกรรมที่ให้อิสระทางความคิดแก่นักเรียน ส่วนใหญ่ทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ร่วมกิจกรรม และพบว่า ระยะเวลาที่งานวิจัยใช้ในการทดลองมากที่สุด คือ 8 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 15.80 จากจำนวนงานวิจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

3.6 ด้านการวัดความคิดสร้างสรรค์ พบว่า มีการสร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ใน 3 สาขา ได้แก่ ศิลปะ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

วีรพล แสงปัญญา (2540) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพกับความคิดสร้างสรรค์ โดยศึกษากับวัยรุ่นตอนต้นและวัยรุ่นตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับบุคลิกภาพทั้ง 12 ด้าน โดยบุคลิกภาพที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ได้แก่ ความศรัทธาในตนเอง การมองเห็นคุณค่าของตนเอง แนวโน้มที่จะถอยหนี อាកารทางด้านประสาท มาตรฐานทางสังคม ทักษะทางสังคม ความสัมพันธ์ในครอบครัว ความสัมพันธ์ในโรงเรียนและความสัมพันธ์กับชุมชน ส่วนบุคลิกภาพด้านความรู้สึก ได้แก่ ความเป็นอิสระในตนเอง ความรู้สึกเป็นเจ้าของและแนวโน้มที่จะต่อต้านสังคมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประยูทธ สุวรรณศรี (2540) ได้ศึกษาผลการสอนตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาช่างอุตสาหกรรมระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกช่างกลโรงงาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 60 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนเนื้อหาวิชา

วิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบตามแนวคิดของเดอโบโน จำนวน 13 ครั้ง และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมตามปกติ วัดความคิดนอกกรอบและวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในระลอกก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง และวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในระลอกหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1. คะแนนการคิดนอกกรอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. คะแนนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. คะแนนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโครงการวิทยาศาสตร์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์ (2543) ได้พัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล โดยทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาพยาบาลชั้นปีที่ 2 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ปีการศึกษา 2543 จำนวน 46 คน ทำการสุ่มโดยวิธีจับคู่เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยคะแนนสะสมไม่แตกต่างกัน วิธีการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษารอบแนวคิดของรูปแบบการสอน ขั้นตอนที่ 2 สร้างรูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา ขั้นตอนที่ 3 ทดลองและศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอน ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงรูปแบบการสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติทดสอบที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล รูปแบบการสอนเน้นด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา โดยให้ผู้เรียนระดมสมองมีเป้าหมายให้มีความคิดที่อิสระและมีความคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาสร้างแผนผังทางปัญญา รวมทั้งได้นำการเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้อย่างมีความหมาย แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และความคิดสร้างสรรค์กับแผนผังทางปัญญาประกอบในกระบวนการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักศึกษาเกิดความสามารถเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ สำหรับเอกสารประกอบรูปแบบการสอน มี 3 ฉบับ ได้แก่ คู่มืออาจารย์ คู่มือนักศึกษาและแผนการสอนจำนวน 15 แผน นักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาลหลังการสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการสอนนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาลสูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษาพยาบาลกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาโภชนาวิทยาและสุขภาพไม่แตกต่างกัน

นริช สุตสังข์ (2544) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมชินเน็คติกลีในบทเรียนมัลติมีเดียที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ผลงานในวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี โดยใช้แผนการทดลองเป็นแบบ Pretest-Posttest Randomized Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1. กิจกรรมชินเน็คติกลีในบทเรียนมัลติมีเดีย 2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1968) แบบ Figural test Booklet B และ 3. แบบประเมินผลงานการออกแบบ กลุ่ม

ตัวอย่างคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 72 คน แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 18 คน ซึ่งเรียนด้วยกิจกรรมซินเน็คติกส์ในบทเรียนมัลติมีเดีย การอุปมาอุปไมย 4 วิธีการตามทฤษฎีของ Gordon (1961) คือ อุปมาอุปไมยตรง อุปมาอุปไมยเชิงสัญลักษณ์ อุปมา อุปไมยตามความรู้สึกของตน อุปมาอุปไมยเพื่อฝัน สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ Two-way ANOVA และ Pearson's correlation coefficient ผลการวิจัยพบว่า 1. คะแนนความคิดสร้างสรรค์และคะแนนการสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบของนักศึกษาโดยการจัดกิจกรรมซินเน็คติกส์ในบทเรียนมัลติมีเดียทั้ง 4 วิธีหลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. คะแนนความคิดสร้างสรรค์และคะแนนการสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบของนักศึกษาโดยการจัดกิจกรรมซินเน็คติกส์ในบทเรียนมัลติมีเดียทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกัน 3. คะแนนความคิดสร้างสรรค์และคะแนนการสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบของนักศึกษาโดยการจัดกิจกรรมซินเน็คติกส์ในบทเรียนมัลติมีเดียทั้ง 4 วิธี มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรรยา สมประสงค์ (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาวิธีคิดและความคิดสร้างสรรค์จากการศึกษาวิจัยของนักจิตวิทยา พบว่า สมมองซีกซ้ายของมนุษย์ทำหน้าที่คิดเชิงเหตุผล คิดแบบมีตรรกะและทำหน้าที่ประมวลผล ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่คิดสร้างสรรค์และจินตนาการ ระบบการศึกษาของไทยมุ่งสร้างเสริมให้เกิดทักษะความรู้และความชำนาญเฉพาะวิชา (Technical skill) เป็นการใช้สมองซีกซ้ายมากกว่าสมองซีกขวา ซึ่งมุ่งส่งเสริมทักษะด้านความคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น จึงมีผู้พยายามที่จะปรับการใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาให้สมดุลกัน ปัจจุบันมีนักคิดและนักการศึกษาหลายสำนักทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาเซลล์สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาให้ทำงานเต็มศักยภาพขึ้น เช่น วิธีคิดแบบ Concept Map และ Mind Map เป็นต้น ซึ่งใช้หลักการขับเคลื่อนความคิดด้วยวิธีขับเคลื่อนการใช้คำ โดยผ่านทักษะทางภาษาในอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งยังคงอยู่ภายใต้วิธีการใช้สมองคิดและแปลความ ผลการศึกษาวิจัยพบว่า นักคิดหลายสำนักพบตรงกันว่า การพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาโดยการพัฒนาวิธีคิดเพื่อให้เกิดแนวความคิดเชิงบวก ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการนั้นสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ และสามารถถ่ายทอดวิธีคิดนั้นให้ประจักษ์ชัดได้โดยผ่านบูรณาการด้านภาษา นอกจากนี้ การจัดสภาพแวดล้อมและการอบรมเลี้ยงดูของบิดามารดา การศึกษาอบรมจากโรงเรียนและประสบการณ์จากสังคม ล้วนมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมหรือบั่นทอนความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ การจัดการดังกล่าวถ้าดำเนินไปในวิถีทางของการพัฒนาอย่างถูกวิธี ย่อมก่อให้เกิดผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คิดเชิงบวกเพิ่มจำนวนขึ้นอีกมาก การพัฒนาจึงเป็นสิ่งที่สมควรกระทำอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อให้เกิดประโยชน์ทั้งแก่ตนเองและแก่สังคมโดยรวม

วีรพล แสงปัญญา (2547) ได้ศึกษารายกรณีเกี่ยวกับบุคลิกลักษณะ กระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานการสร้างสรรค์ของบุคคลผู้ที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ชาวไทยและมีผลงานโดดเด่นในสาขาวิทยาศาสตร์ ศิลปะและการศึกษา โดยใช้การศึกษารายกรณี (พหุกรณี-พหุวิธีการศึกษา) กรณีศึกษาประกอบด้วย ผู้สร้างสรรค์ที่มีผลงานโดดเด่น สาขาละ 3 ราย รวม 9 ราย การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก การวิเคราะห์เอกสาร แบบสอบถามลักษณะพิเศษส่วนบุคคล แบบประเมินบุคลิกภาพ The Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) และ The Maudsley Personality Inventory (MPI) แบบสอบถามการใช้เวลา แบบประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ แบบรายงานกระบวนการคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า

1. บุคลิกลักษณะ (ก) สภาพของสิ่งแวดล้อม ผู้สร้างสรรค์ในแต่ละสาขามีสภาพทางสังคม สภาพทางครอบครัว สภาพทางการศึกษาและสภาพทางอาชีพที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ผลงานตั้งแต่วัยเยาว์ (ข) ผู้สร้างสรรค์ในแต่ละสาขามักจะมีภาวะความเครียดและความกดดันอย่างใดอย่างหนึ่งในช่วงวัยเยาว์ (ค) ลักษณะส่วนบุคคล (ด้านอารมณ์และบุคลิกภาพ) ผู้สร้างสรรค์มีลักษณะพิเศษ บุคลิกภาพและลักษณะทางอารมณ์ที่เป็นตัวร่วมและมีลักษณะที่เอื้อต่อการสร้างสรรค์ผลงานแตกต่างกันไปในแต่ละสาขา 2. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขา เริ่มต้นจากการพบเห็นปัญหาหรือเกิดแรงบันดาลใจขึ้นก่อน จากนั้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทั้งสามสาขามักจะประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมการคิด การบ่มเพาะทางความคิดหรือการลงมือสร้างผลงาน การเกิดความกระจำหรือค้นพบความรู้ใหม่ การตรวจสอบและแก้ไขผลการคิด การนำไปสู่ปัญหาใหม่และการนำเสนอผลงาน แต่จะมีความแตกต่างกันอยู่บ้างในลักษณะของแต่ละขั้นตอน 3. ผลงานการสร้างสรรค์ทั้งสามสาขาสามารถประเมินได้ทั้งสามมิติ ได้แก่ มิติคุณภาพ มิติการแก้ปัญหาและมิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ และผลงานทั้งสามสาขานั้นมีมิติการแก้ปัญหาสูงมากเหมือนกันแต่มีความแตกต่างกันในมิติอื่นๆ ที่เหลือ

ปวีณา สุจริตนารักษ์ (2548) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อาจารย์สาขาวิชาสังคมศาสตร์ จำนวน 379 คน และนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ลงทะเบียนวิชาการทำโปรแกรมวิซวลเบสิกสำหรับการศึกษา ภาคต้นปีการศึกษา 2548 จำนวน 12 คน ผลการวิจัยพบว่า ควรใช้วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยให้โจทย์กระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น ควรใช้เทคนิคการวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการตั้งปัญหาที่กระตุ้นความคิดจากเดิมไปสู่การคิดใหม่ นิสิตกับอาจารย์ควรทำการสรุปผลการเรียนการสอนร่วมกันและควรสอนบนเว็บ ร้อยละ 40 สอนปกติ ร้อยละ 60 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยรูปแบบสำหรับผู้สอน 10 ชั้น คือ 1. ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ 2. อธิบายแนะนำขั้นตอน กระบวนการเรียนการสอนบนเว็บ 3. ศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ 4. อธิบายเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 5. แจกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 6. ดูแลให้คำปรึกษาและแนะนำเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 7. อธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนท้ายบท (ตามขั้นตอน 5 ชั้นของคอนสตรัคติวิสต์) 8. แจกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 9. ตรวจสอบประเมินผลงานผู้เรียน 10. สรุปผล และรูปแบบสำหรับผู้เรียน 9 ชั้น คือ 1. ศึกษาการเรียนการสอนบนเว็บ 2. ฟังการแนะนำขั้นตอนการเรียนบนเว็บ 3. ฟังการอธิบายกระบวนการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ 4. ฟังการอธิบายเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 5. ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน 6. ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีเพิ่มเติมจากเว็บ 7. ทำกิจกรรมการเรียนการสอนท้ายบท (ตามขั้นตอน 5 ชั้นของคอนสตรัคติวิสต์) 8. ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน 9. สรุปผล และผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นิสิตมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิพย์ ปัญจมะวัต (2548) ได้ศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์และปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2548 จำนวน 288 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานและแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า 1. นิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีระดับความคิดสร้างสรรค์ รวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีความละเอียดลอออยู่ในระดับสูง ความคิดคล่องอยู่ในระดับปานกลาง ความคิดริเริ่มและความคิดยืดหยุ่นอยู่ในระดับต่ำ 2. นิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อยู่ต่างประเทศศึกษามีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมความคิดคล่องตัว ความคิดริเริ่มและความคิดยืดหยุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คือ 1. สายวิทยาศาสตร์ชีวภาพมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมเฉลี่ยสูงกว่าสายมนุษยศาสตร์ สายสังคมศาสตร์และสายวิทยาศาสตร์กายภาพและเทคโนโลยี 2. สายวิทยาศาสตร์ชีวภาพมีคะแนนความคิดคล่องตัวเฉลี่ยสูงกว่าสายมนุษยศาสตร์ สายสังคมศาสตร์ และสายวิทยาศาสตร์กายภาพและเทคโนโลยี 3. สายวิทยาศาสตร์ชีวภาพมีคะแนนความคิดริเริ่มเฉลี่ยสูงกว่าสายมนุษยศาสตร์ และ 4. สายวิทยาศาสตร์ชีวภาพมีคะแนนความคิดยืดหยุ่นเฉลี่ยสูงกว่าสายมนุษยศาสตร์ สายสังคมศาสตร์ และสายวิทยาศาสตร์กายภาพและเทคโนโลยี 3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และบุคลิกภาพ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ (2550) ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิตด้วยกิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการผลิตผลงาน โดยทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน ทำการเลือกแบบเจาะจง วิธีการวิจัยแบ่งเป็นสี่ขั้นตอน ขั้นตอนแรกศึกษากรอบแนวคิดของหลักสูตรฝึกอบรม ขั้นตอนที่ 2 สร้างหลักสูตรฝึกอบรม ขั้นตอนที่ 3 ทดลองและวิเคราะห์ผลการใช้หลักสูตรฝึกอบรม และขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงหลักสูตรฝึกอบรม โดยผ่านการประเมินประสิทธิภาพจากการจัดประชุมกลุ่มย่อยผู้ทรงคุณวุฒิ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ได้ผลการวิจัยดังนี้ 1. หลักสูตรฝึกอบรมนักศึกษาด้วยกิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการผลิตผล 2. งาน ประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล โดยสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับคุณลักษณะของนักศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีทักษะในการผลิตผลงาน และแนวการจัดการศึกษาด้วยกิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการผลิตผลงาน รูปแบบ IBCPA Model ประกอบด้วย 1) ชั้นกระตุ้นจินตนาการ (Imagine) 2) ชั้นระดมสมอง (Brainstorming) สามารถแสดงเป็นภาพได้ดังนี้ 3) ชั้นสร้างสรรค์ผลงาน (Creating) 4) ชั้นนำเสนอผลงาน (Presenting) และ 5) ชั้นประเมินผล (Assessing) เป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการฝึกอบรม ซึ่งผลของการพัฒนาทำให้ได้เอกสารหลักสูตรฝึกอบรมซึ่งประกอบด้วย แผนการสอนจำนวน 16 แผน คู่มือผู้สอน คู่มือผู้เรียน และแบบประเมินต่างๆ 3. คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาหลังการฝึกอบรม สูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4. คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกอบรม สูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้รับการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 5. คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะการผลิตผลงานของนักศึกษาที่ได้รับการฝึกอบรม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 70

อินทรีรา พรหมพันธุ์ (2550) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบเบรนเบสต์ในวิชาการออกแบบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต โดยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนิสิตชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาศิลปศึกษา ภาควิชาศิลปะ ดนตรีและนาฏศิลป์ศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 39 คน วัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนและเปรียบเทียบความแตกต่างโดยใช้ t-test ผลการวิจัย 1.รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น หลักการของรูปแบบเน้นสนับสนุนสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด โดยกระบวนการเรียนรู้แบบเบรนเบสต์ กิจกรรมการแก้ปัญหาในงานออกแบบ และภาระงานที่ท้าทายสำหรับผู้เรียน วัดคุณสมบัติของรูปแบบมุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต กระบวนการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ 1) เตรียมความพร้อม 2) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้อื่น 3) เรียนรู้และเชื่อมโยง 4) กำหนดความคิดรวบยอดและประยุกต์ใช้ 5) ชัดเจนและปรับปรุงผลงาน 6) นำเสนอผลงาน 7) ประเมินผลงานและฉลองการเรียนรู้อื่น 2. ผลการทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่านักเรียนมีระดับความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิตได้

Chickering and Reisser (Chickering and Reisser, 1993 อ้างถึงใน กรกช อัดตวิริยะนุภาพ, 2540) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจัยที่จะส่งผลต่อการพัฒนานิสิตนักศึกษานั้น ได้แก่ สภาพความเป็นอยู่ สิ่งแวดล้อม กลุ่มเพื่อน ความสัมพันธ์กับอาจารย์และการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ในสถาบันการศึกษา

Cole et al (1999) ได้ศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสังเกตและสัมภาษณ์ข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะสำคัญในการสนับสนุนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน 2. การประเมินผล 3. การเปิดใจกว้างและมีอิสระทางความคิด 4. กิจกรรมการเรียนการสอน

Cropley (2000) ได้ศึกษาและรวบรวมแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบคำถามการวิจัยว่าแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เหมาะกับการประยุกต์ใช้หรือไม่ โดยเน้นศึกษาลักษณะของแบบวัด เนื้อหาในการวัดและการประยุกต์ใช้แบบวัด ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะของแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้มากในวงการศึกษาและวิจัย คือ แบบเขียนตอบ ซึ่งครอบคลุมมิติของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด และเนื้อหาในการวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบ่งประเภทของแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ 2. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ 3. บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ และนำเสนอค่าสถิติของแต่ละแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม

Howard (2008) ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ จิตวิทยาการรับรู้ กระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์และสังเคราะห์การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ตามหลักของจิตวิทยาการรับรู้ ซึ่งประกอบด้วย 8 กระบวนการ

ดังนี้ 1. การทำให้เป็นระบบหรือการสร้างสูตร 2. การสังเคราะห์ 3. การวิเคราะห์ 4. การประเมินผล 5. การจัดทำเอกสารประกอบ 6. การทำให้เป็นระบบหรือการสร้างสูตรอีกครั้ง รูปแบบที่ 1 (Reformulation type I) 7. การทำให้เป็นระบบหรือการสร้างสูตรอีกครั้ง รูปแบบที่ 2 (Reformulation type II) 8. การทำให้เป็นระบบหรือการสร้างสูตรอีกครั้ง รูปแบบที่ 3 (Reformulation type III) โดยเสนอแนะว่า กระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่นำเสนอนี้เป็นเพียงแค่กระบวนการทางทฤษฎีเท่านั้น หากวิศวกรเข้าใจและเชื่อมโยงกระบวนการทั้งหมดได้เป็นอย่างดี จะทำให้วิศวกรสามารถใช้เครื่องมือ ทฤษฎีและเทคนิคทางสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถพัฒนาความสามารถทางการสร้างสรรค์และพัฒนาผลงานทางสร้างสรรค์ให้มีคุณภาพต่อไปได้ นอกจากนี้ ยังได้สังเคราะห์ลักษณะของผลงานการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์และผลงานการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ตามหลักของจิตวิทยาการรับรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบในการประเมินลักษณะของผลงาน ดังนี้ ความริเริ่มและความเหมาะสม และมีการนำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และองค์ประกอบต่างๆ ในรูปแบบของการอธิบายโดยมีการเชื่อมโยงกระบวนการออกแบบอย่างสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการและประเภทของผลงานการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ประเภทต่างๆ อีกด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ว่า มีการศึกษาทักษะการคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน ดังนี้ 1. บุคลิกลักษณะของบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ 2. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ 3. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ และมีการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีคิดและความคิดสร้างสรรค์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ อุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ แนวการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่สนับสนุนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ กิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การวัดความคิดสร้างสรรค์และระดับความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ นิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ ได้แก่ วิจัยเชิงสำรวจวิจัยเชิงทดลองและวิจัยเชิงคุณภาพ แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ การคิดนอกกรอบ การจัดการกิจกรรมซินเน็คติคัล การใช้แผนผังทางปัญญา การใช้แฟมสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ การอุปมาอุปไมย 4 วิธีการตามทฤษฎีของ Gordon (1961) ลักษณะของแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้มากในวงการศึกษาและวิจัย ได้แก่ แบบเขียนตอบ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ แบบทดสอบมาตรฐาน เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1968) แบบ Figural test Booklet B แบบประเมินบุคลิกภาพ The Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) และ The Maudsley Personality Inventory (MPI) เป็นต้น แบบสอบถาม แบบประเมินตนเอง แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินผลงานการออกแบบ แบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์ แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึก แบบสอบถามลักษณะพิเศษส่วนบุคคล แบบสอบถามการใช้เวลาและแบบรายงานกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

นอกจากนี้ การพัฒนาทักษะการคิดยังมีอีกหลายแนวทาง เช่น การใช้รูปแบบการสอนเน้นกระบวนการคิด การใช้เทคนิควิธีสอนที่กระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการคิด การพัฒนารายวิชา หลักสูตร หรือโปรแกรมต่างๆ เพื่อส่งเสริมการคิดของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการคิดเข้าไปในเนื้อหาวิชาต่างๆ ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนที่ยึดทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดมาเป็นแนวทางหรือประยุกต์สู่การสอนคิด เป็นต้น (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะความคิดได้เป็นอย่างดี ดังจะเห็นได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยข้างต้น ฉะนั้น ผู้วิจัยจึงนำหลักการหรือแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็นแนวทางหรือประยุกต์เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Creative Problem Solving)

ในการแก้ปัญหาใดๆ นอกจากผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องมีความสามารถทางการคิดในการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ไขอุปสรรค สถานการณ์ปัญหาหรืออยู่ในสภาวะไม่สมดุลนั้นให้หมดไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้ว ยังต้องมีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่หลากหลาย เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างเหมาะสมและมีเหตุผล สามารถปรับใช้ในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ได้ อย่างหลากหลายและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี อีกทั้ง ในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตนั้น วิศวกรจะต้องใช้ความรู้ทางด้านเทคนิคควบคู่กับการแก้ปัญหา โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อคิดค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ รวมเรียกว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1. ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทั่วไปไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สมศักดิ์ ภูวิภาตาวรรณ (2537) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองในการรวบรวมและเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์ต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างมีจุดหมาย เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นทฤษฎี มีลักษณะเป็นทักษะและสามารถพัฒนาได้

สุวิทย์ มูลคำ (2549) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถทางสมองที่จะคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่างๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญที่ทำให้สภาวะความไม่สมดุลเกิดขึ้น โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายขจัดปัดเป่าประเด็นสำคัญเหล่านั้นให้กลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการในสภาวะที่บุคคลมีความลำบาก ด้วยวิธีการตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ตั้งสมมติฐาน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตรวจสอบว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่

Fogarty et al. (1990) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการหาทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับสถานการณ์หรือเหตุการณ์หนึ่งๆ ด้วยการเสนอความคิด แนวทางเพื่อการบรรลุผลตามที่ต้องการ

Brophy (1995) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหาเป็นการแสวงหาแนวทางที่จะช่วยให้บุคคลสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาสิ่งที่เกิดขึ้นได้

นอกจากนี้ ยังมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทาง **วิศวกรรมศาสตร์** ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สมบัติ ทิมทรัพย์ (2535) ได้กล่าวว่า ส่วนใหญ่ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์จะมีลักษณะซับซ้อนมาก ฉะนั้น ในการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ ความชำนาญและประสบการณ์ในการแยกส่วนสำคัญของปัญหาออกจากปัญหาที่ซับซ้อนให้ได้แล้วจึงใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางในการจัดปัญหานั้นให้หมดไป

Sheppard and Jenison (1996) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างเป็นระบบเพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์มักจะเป็นปัญหาทางด้านการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยคำนึงถึงเป้าหมาย ความพึงพอใจภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้และผลลัพธ์ของกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์

Seyyedi (2005) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นการใช้ทฤษฎีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่จะเป็นปัญหาปลายเปิดและมีแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งวิธีเสมอ

จากความหมายของการการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปความหมายของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Problem Solving) หมายถึง ความสามารถทางการคิดในการเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ไขอุปสรรค สถานการณ์ปัญหาหรืออยู่ในสภาวะไม่สมดุลนั้นให้หมดไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเน้นการนำหลักการเชิงเทคนิคและวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในการวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

2. กระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Moshe (1975) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป (Problem Solving Process) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบของปัญหาและการศึกษาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบนั้น
2. ขั้นครุ่นคิดหรือบ่มเพาะความคิด เป็นขั้นตอนที่อยู่ระหว่างการหาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
3. ขั้นตัดสินใจหรือก่อเกิดแนวทาง เป็นขั้นตอนที่คิดวิธีการแก้ปัญหาได้ในทันที
4. ขั้นพิสูจน์ข้อเท็จจริง เป็นขั้นตอนตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาจากขั้นที่ 3 ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือไม่

Smith (1991) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Problem Solving Process) ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพล่า (Polya's Problem-Solving Procedure) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนแก้ปัญหา
3. ขั้นปฏิบัติตามแผน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้มาปฏิบัติและตรวจสอบกระบวนการต่างๆ
4. ขั้นมองย้อนกลับ โดยเน้นที่วิธีการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ ยังมีนักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Arid et al. (1987) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Problem Solving Process) ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุความต้องการจำเป็น
 - 1.1 ระบุปัญหาหลัก
 - 1.2 ระบุปัญหารอง
2. ขั้นระบุปัญหา
 - 2.1 ระบุปัญหากว้างๆ ก่อน
 - 2.2 ระบุลักษณะและสาเหตุของปัญหา
 - 2.3 ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่ผิดพลาด

3. ขั้นค้นหา

3.1 ประเภทของข้อมูล โดยทั่วไปมักจะค้นหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาในส่วนที่สำคัญที่สุดก่อน

3.2 ทรัพยากรแหล่งข้อมูล เช่น ห้องสมุด เอกสารทางราชการ ผู้เชี่ยวชาญ องค์กรวารสารทางการค้า รายการสินค้าประมูลและบุคคล เป็นต้น

3.3 บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้ามา

4. ขั้นกำหนดเกณฑ์และเงื่อนไข

4.1 ออกแบบเกณฑ์

5. ขั้นระบุแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

5.1 ระบุธรรมชาติของสิ่งประดิษฐ์

5.2 สร้างบัญชีรายการ

6. ขั้นวิเคราะห์ ในขั้นนี้จะนำหลักคณิตศาสตร์และทฤษฎีทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วย รวมทั้งวิเคราะห์ผลงานของวิศวกร ซึ่งโครงการนี้ออกแบบส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากกฎของธรรมชาติ กฎของเศรษฐศาสตร์และสามัญสำนึก

6.1 ระบุปัญหา

6.2 ขยายปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามา

6.3 กำหนดแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

6.4 เลือกเกณฑ์สำหรับการเปรียบเทียบแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

6.5 เขียนแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

7. ขั้นตัดสินใจ

7.1 จัดระบบเพื่อการตัดสินใจ

7.1.1 ให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

7.1.2 ตัดสินใจ

7.2 ระบุเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีที่สุด

8. ขั้นระบุข้อมูลเฉพาะ

8.1 ระบุข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับรายละเอียดทั้งหมดของการแก้ปัญหา เช่น เอกสารประกอบหรือภาพกราฟิก เป็นต้น

9. ขั้นสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย เอกสารประกอบและการนำเสนอ โดยเน้นที่การโน้มน้าวผู้ฟังให้เกิดความเชื่อมั่นในแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

Avid et al. (2002) ได้พัฒนากระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุความต้องการจำเป็น

1.1 ระบุปัญหาหลัก

1.2 ระบุปัญหารอง

2. ขั้นระบุปัญหา

2.1 ระบุปัญหากว้างๆ ก่อน

- 2.2 ระบุลักษณะและสาเหตุของปัญหา
- 2.3 ระบุวิธีการแก้ปัญหาที่ผิดพลาด
3. ชั้นค้นหา
 - 3.1 ประเภทของข้อมูล โดยทั่วไปมักจะค้นหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาในส่วนที่สำคัญที่สุดก่อน
 - 3.2 ทรัพยากรแหล่งข้อมูล Arvid et al. (2002) ได้เพิ่มเติมทรัพยากรแหล่งข้อมูล เช่น แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด เอกสารทางราชการ องค์กรที่มีความเชี่ยวชาญ วารสารทางการค้า รายการสินค้าประมูล บุคคลหรือผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น
 - 3.3 บันทึกข้อมูลที่ค้นคว้ามานำมา
4. ชั้นกำหนดเงื่อนไข
 - 4.1 ลดวิธีการแก้ปัญหา โดยกำหนดเงื่อนไขในการจำกัดขอบเขตของการแก้ปัญหา
5. ชั้นกำหนดเกณฑ์
 - 5.1 ออกแบบเกณฑ์
6. ชั้นระบุแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - 6.1 ระบุธรรมชาติของสิ่งประดิษฐ์
 - 6.2 สร้างบัญชีรายการ โดยใช้วิธีการระดมสมอง
7. ชั้นวิเคราะห์ ในขั้นนี้จะนำหลักคณิตศาสตร์และทฤษฎีทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วย รวมทั้งวิเคราะห์ผลงานของวิศวกร ซึ่งโครงการงานการออกแบบส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจากกฎของธรรมชาติ กฎของเศรษฐศาสตร์และสามัญสำนึก
 - 7.1 ระบุปัญหา
 - 7.2 ขยายปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่ค้นคว้ามานำมา
 - 7.3 กำหนดแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 7.4 เลือกเกณฑ์สำหรับการเปรียบเทียบแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 7.5 เขียนแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
8. ชั้นตัดสินใจ
 - 8.1 จัดระบบเพื่อการตัดสินใจ
 - 8.1.1 ให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ
 - 8.1.2 ตัดสินใจ
 - 8.2 ระบุเกณฑ์ในการตัดสินใจ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจที่ดีที่สุด
9. ชั้นระบุข้อมูลเฉพาะ
 - 9.1 ระบุข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับรายละเอียดทั้งหมดของการแก้ปัญหา เช่น เอกสารประกอบหรือภาพกราฟิก เป็นต้น
10. ชั้นสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยเอกสารประกอบและการนำเสนอ โดยเน้นที่การโน้มน้าวผู้ฟังให้เกิดความเชื่อมั่นในแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

Howell (2002) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา
 - 1.1 ระบุความต้องการจำเป็น
 - 1.2 พัฒนาสภาพปัญหา
 - 1.3 กำหนดเกณฑ์เพื่อความสำเร็จ
 2. ชั้นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรง
 - 2.1 ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ
 - 2.2 บันทึกผลสรุป
 3. ชั้นเขียนแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - 3.1 ระบุความสำคัญของการทำงานเป็นกลุ่ม
 - 3.2 ระบุกลวิธีสำหรับการเขียนแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เช่น การระดมสมองเพื่อร่างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาอย่างคร่าวๆ เป็นต้น
 4. ชั้นวิเคราะห์และเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.1 วิเคราะห์ขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องกล
 - 4.3 วิเคราะห์ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์
 - 4.4 วิเคราะห์ตามหลักเศรษฐศาสตร์และการตลาด
 - 4.5 วิเคราะห์ความแข็งแรงของเครื่องจักร
 - 4.6 ระบุกระบวนการตัดสินใจ
 5. ชั้นทดสอบและนำแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้
 - 5.1 ต้นแบบ
 - 5.2 ลงมือร่วมกันของวิศวกร
 - 5.3 จัดทำเอกสารประกอบการแก้ปัญหา
 - 5.4 จดสิทธิบัตร
 - 5.5 ทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง
 - 5.6 เสนอรูปแบบการปฏิบัติที่ผิดพลาดและการวิเคราะห์ผลกระทบ
- Voland (1999) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้
1. ชั้นประเมินความต้องการจำเป็น
 - 1.1 ระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหา
 - 1.2 ระบุผู้ได้รับผลประโยชน์จากการแก้ปัญหา
 2. ชั้นระบุวิธีการแก้ปัญหายังเป็นระบบ
 - 2.1 ระบุปัญหาที่แท้จริง
 - 2.2 เขียนโครงสร้างของการค้นหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหาในแนวทางที่เป็นไปได้
 - 2.3 ประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาและความรู้ทางเทคนิคในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหายังถูกต้อง เหมาะสมและสมบูรณ์
 - 2.4 ระบุวิธีการออกแบบ เงื่อนไขและขอบข่ายของการแก้ปัญหา

- 2.5 ระบุทรัพยากรที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น ระยะเวลา งบประมาณ คณะทำงาน เป็นต้น
- 2.6 ระบุวัตถุประสงค์ของวิธีการแก้ปัญหา โดยคาดหวังให้ผลสรุปของวิธีการแก้ปัญหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
3. ชั้นสรุปความสำคัญและการสังเคราะห์
 - 3.1 สรุปปัญหาที่เกี่ยวข้อง ประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผ่านมา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหา
 - 3.2 ขยายแนวคิดสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้
 - 3.3 ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับที่สุด
 - 3.4 พิจารณาสภาพปัญหาอีกครั้งว่าควรปรับปรุงหรือไม่
 - 3.5 ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนรายละเอียดของการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยใช้เทคนิค วิธีการที่เหมาะสม
 - 3.6 รวมแนวคิดในแต่ละส่วนย่อยสำหรับการแก้ปัญหาทั้งกระบวนการ
 - 3.7 ขยายแนวคิดสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และเป็นไปไม่ได้อีกครั้ง
 - 3.8 พิจารณาสภาพปัญหาอีกครั้งว่าควรปรับปรุงหรือไม่
4. ชั้นวิเคราะห์
 - 4.1 เปรียบเทียบพื้นฐานของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา โดยประเมินตามวัตถุประสงค์และเกณฑ์ที่กำหนดไว้
 - 4.2 พิจารณาผลการเปรียบเทียบ โดยเน้นที่ข้อเด่น ข้อด้อย จุดแข็ง จุดอ่อนของแต่ละวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.3 พิจารณาการนำไปใช้ โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่จำเป็นในแต่ละวิธีการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้
 - 4.4 ตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ว่าถูกต้อง เป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่
 - 4.5 คัดเลือกเฉพาะวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้เท่านั้น
 - 4.6 หลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดโดยการกำจัดข้อด้อยหรือจุดอ่อนของการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.7 ควรคำนึงถึงหลักความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องกล
 - 4.8 สร้างต้นแบบสำหรับทดสอบและประเมินผลวิธีการแก้ปัญหา และเขียนเรียงวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.9 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
 - 4.10 แก้ไขปรับปรุงและเรียงวิธีการแก้ปัญหาย่างเหมาะสม
5. ชั้นนำไปใช้
 - 5.1 ดำเนินการตามต้นแบบเพื่อทดสอบและประเมินผลวิธีการแก้ปัญหา
 - 5.2 จัดทำคู่มือสำหรับผู้ใช้และสรุปผลที่ได้รับจากการดำเนินการตามต้นแบบเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไป

Holtzaple and Reece (2003) ได้อธิบายวิธีการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering design method) ซึ่งประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ประชุมทีมในการออกแบบ
3. ระบุเงื่อนไขและเกณฑ์เพื่อความสำเร็จ
4. ค้นหาข้อมูลสำหรับการแก้ปัญหา
5. วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหา
6. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
7. เขียนเอกสารประกอบวิธีการแก้ปัญหา
8. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาเพื่อการจัดการ
9. เขียนวิธีการแก้ปัญหา
10. พิสูจน์ข้อเท็จจริงและประเมินผลการแก้ปัญหา

Holtzaple and Reece (2003) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพล่า ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหาให้ถ่องแท้
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนแก้ปัญหา
3. ขั้นปฏิบัติตามแผน เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหามาปฏิบัติตามที่วางแผนไว้มาปฏิบัติและตรวจสอบกระบวนการต่างๆ
4. ขั้นมองย้อนกลับ โดยเน้นที่วิธีการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ Poly (Poly cited in Holtzaple and Reece, 2003) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า แม้ว่ากระบวนการดังกล่าวข้างต้นเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบทั่วไป แต่กระบวนการนี้มีความเหมาะสมและสามารถแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

Morell and Beauchamp (1995) และ Masi (2003) ได้อธิบายวิธีการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการแก้ปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหา
 - 1.2 ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ
 - 1.3 ประเมินข้อมูลสารสนเทศ
 - 1.4 สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ
 - 1.5 ระบุวัตถุประสงค์
 - 1.6 เรียนรู้จากประสบการณ์
 - 1.7 พัฒนาการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - 1.8 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย
 - 1.9 นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

- 1.10 จัดการโครงการ
 - 1.11 เป็นผู้ที่เรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ความคิดเชิงสร้างสรรค์
 - 2.1 เป็นผู้ที่มีความคิดเชิงสร้างสรรค์
 - 2.2 เป็นผู้ที่มีความคิดคล่องแคล่ว
 - 2.3 เป็นผู้ที่มีความคิดริเริ่ม
 - 2.4 เป็นผู้ที่มีความคิดละเอียดลออ
 - 2.5 เป็นผู้ที่มีความคิดยืดหยุ่น

จากการอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สำคัญ 9 กระบวนการหลัก ดังนี้ (Moshe, 1975; Smith, 1991; Arvid et al., 1987; Arvid et al., 2002; Howell, 2002; Voland, 1999; Holtzaple and Reece, 2003; Morell and Beauchamp, 1995; Masi, 2003)

1. ขั้นเตรียมการ
 - 1.1 วิเคราะห์ปัญหา
 - 1.2 เข้าใจปัญหา
2. ขั้นระบุปัญหา
 - 2.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา
3. ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญหา
 - 3.1 ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ
 - 3.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหา
 - 3.3 เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนในการแก้ปัญหา
 - 3.4 สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ
 - 3.5 บันทึกข้อมูลสารสนเทศ
4. ขั้นครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดเพื่อระบุวิธีการแก้ปัญหา
 - 4.1 ระบุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา
 - 4.2 เขียนวิธีการแก้ปัญหา
5. ขั้นกำหนดเงื่อนไข
 - 5.1 กำหนดเงื่อนไขในการแก้ปัญหา
6. ขั้นกำหนดเกณฑ์
 - 6.1 กำหนดเกณฑ์ในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์การเรียนรู้
7. ขั้นระบุวิธีการแก้ปัญหาอื่นที่เป็นไปได้
 - 7.1 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
 - 7.2 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
 - 7.3 เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
8. ขั้นพิสูจน์ ตรวจสอบข้อเท็จจริง

- 8.1 ตรวจสอบขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
- 8.2 ทดสอบและดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
- 8.3 ตรวจสอบข้อเท็จจริงและประเมินผลขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
9. ชี้แนะหรือการสื่อสาร
 - 9.1 เขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
 - 9.2 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

3. ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบาย**ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป**ไว้หลากหลายมาก ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Guilford (1967) กล่าวว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นผลของความคิดที่คล้ายกัน โดยความคิดสร้างสรรค์จะแทรกอยู่ในทุกช่วงของการคิด แต่การแก้ปัญหามักจะอยู่ช่วงสุดท้ายของการคิด ซึ่งเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหา

Anderson (1959) ได้ให้ความเห็นว่า การแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่เกิดต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากบุคคลเมื่อประสบปัญหาจะต้องใช้ความคิดและจินตนาการในการหาแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อแก้ปัญหาได้ก็จะรวบรวมแนวคิดไว้เป็นประสบการณ์ และในการแก้ปัญหาครั้งต่อไปจะเลือกแนวคิดที่ดีที่สุดจากประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา ถ้ายังไม่สามารถแก้ไขได้ จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการเสนอแนวคิดใหม่

Gagne (1985) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นรูปแบบหนึ่งของการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผสมผสานความคิดจากความรู้ในด้านต่างๆ กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นการแก้ปัญหาระดับสูง

Lumsdaine and Lumsdaine (1995) อธิบายความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานที่ทำให้มนุษย์สามารถคิดแก้ปัญหาได้ต่างจากเครื่องคิดเลขหรือคอมพิวเตอร์ โดยช่วยปรับกระบวนการหรือวิธีแก้ปัญหาแต่ละครั้งให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ มีความยืดหยุ่น มีเหตุผล มีความเฉพาะเจาะจงกับแต่ละสภาพปัญหา ทำให้การแก้ปัญหาไม่เป็นสูตรสำเร็จตายตัวหรือสำเร็จรูป ซึ่งมีชื่อว่า “การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์”

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบาย**ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์**ไว้หลากหลายมาก ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

สมบัติ ทิฆมทรัพย์ (2535) ได้กล่าวว่า ส่วนใหญ่ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์จะมีลักษณะซับซ้อนมาก ฉะนั้น ในการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมศาสตร์จึงจำเป็นต้องใช้ความรู้ ความชำนาญและประสบการณ์ในการแยกส่วนสำคัญของปัญหาออกจากปัญหาที่ซับซ้อนให้ได้ แล้วจึงใช้หลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ปัญหานั้น ทั้งนี้ จะต้องใช้จินตนาการและการสร้างสรรค์ระดับสูงเช่นเดียวกับการสร้างสรรค์งานศิลปะสำคัญอื่นๆ เช่น การแต่งเพลง การเขียนนิยาย เป็นต้น แต่แตกต่างกันที่หลักการและลักษณะงานในวิชาชีพ

มณฑลีสาศสนนันทน์ (2550) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์กระตุ้นให้เกิดความเปลี่ยนแปลง ซึ่งก่อให้เกิดความก้าวหน้า ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นคุณสมบัติที่มีค่าและจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับวิศวกร เพราะวิศวกรเป็นวิชาชีพที่ใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างความก้าวหน้าให้กับผลิตภัณฑ์หรือ บริการ และในการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตมีกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การ สร้างสรรค์แนวคิดผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ วิศวกรจะต้องใช้ความรู้ ทางด้านเทคนิคควบคู่กับการแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อคิดค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือ คำตอบที่ต้องการ เทคนิคในการคิดสร้างสรรค์สามารถแบ่งออกได้เป็นสองแนวทาง คือ แนวทางเชิง สัจยศาสตร์และแนวทางเชิงตรรกะ แนวทางเชิงสัจยศาสตร์เป็นเทคนิคที่เน้นการส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์จากภายในตัวบุคคลหรือจากกลุ่ม ตัวอย่างเช่น การมองหาข้อดีของไอเดียต่างๆ การ เปลี่ยนเป้าหมายเชิงลบให้เป็นเชิงบวก การรวมไอเดีย การระดมสมอง การใช้แผนภาพ เทคนิค 6-3-5 เป็นต้น ส่วนแนวทางเชิงตรรกะเป็นเทคนิคการค้นหาคำตอบที่มีขั้นตอนและเป็นระบบ เช่น เทคนิค TRIZ เป็นต้น

จากความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว ข้างต้น จึงสรุปความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า การ แก้ปัญหาใดๆ นอกจากผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องมีความสามารถทางการคิดในการเชื่อมโยงความรู้และ ประสบการณ์เพื่อหาแนวทางหรือวิธีการแก้ไขอุปสรรค สถานการณ์ปัญหาหรืออยู่ในสภาวะไม่สมดุล นั้นให้หมดไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้ว ยังต้องมีความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่หลากหลาย เพื่อใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธี แก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างเหมาะสมและมีเหตุผล สามารถปรับใช้ในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ได้อย่าง หลากหลายและสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี อีกทั้ง ในการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตนั้น วิศวกรจะต้องใช้ความรู้ทางด้านเทคนิคควบคู่กับการแก้ปัญหาโดยใช้ ความคิดสร้างสรรค์เพื่อคิดค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ รวมเรียกว่า การแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

4. กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทั่วไปไว้อย่าง หลากหลาย ซึ่งสามารถประมวลได้ ดังนี้

Osborn (1957) ได้อธิบายกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทั่วไป (Creative Problem Solving: CPS) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นค้นพบความวุ่นวายหรือปัญหา

1.1 ระบุขอบข่ายของปัญหา โดยระบุแนวคิดที่เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในทัศนะ ต่างๆ และระบุสถานการณ์ที่เป็นปัญหามากที่สุด 3 ลำดับ แล้วเลือกมา 1 ปัญหาเพื่อหาวิธีการ แก้ปัญหาต่อไป ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม คล้อยตาม พิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและสมเหตุสมผล และประเมินผล

2. ขั้นค้นพบความจริง

2.1 สังเกตการณ์อย่างละเอียด เช่น การบันทึกเทปวีดิทัศน์ขณะรวบรวมข้อมูล สารสนเทศเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ควบรวบรวมและสรุปข้อมูลทั้งข้อเท็จจริงและประสบการณ์ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ วิเคราะห์และประเมินผล

3. ขั้นค้นพบปัญหา

3.1 พิจารณาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่หลากหลายโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ ซึ่งประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ สังเคราะห์

4. ขั้นค้นพบแนวคิด

4.1 ค้นหาแนวคิดที่หลากหลาย เช่น การดำเนินการ วิธีการ เครื่องมือ โดยเลือกแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ คิดคล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น วิเคราะห์ คัดริเริ่มและคล้อยตามโดยพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและสมเหตุสมผล

5. ขั้นค้นพบแนวทางการแก้ปัญหา

5.1 ค้นหาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาแบบใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม โดยค้นหาจากทักษะต่างๆ เกณฑ์ที่กำหนดไว้และการประเมินผล แล้วเลือกแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นพัฒนาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ สังเคราะห์ พิจารณาความละเอียด และประเมินผล

6. ขั้นยอมรับผลจากการค้นพบ

6.1 พัฒนาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาและแผนการดำเนินการสำหรับการนำไปใช้จริง โดยเน้นแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่น่าสนใจกว่าเดิม เป็นที่ยอมรับกว่าเดิม มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ได้รับประโยชน์กว่าเดิม ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ สังเคราะห์ ประเมินผล คัดริเริ่มและคิดยืดหยุ่น

Basadur (1995) ได้อธิบายกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์หรือกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (The Simplex Creative Process or The Simplex Creative Problem Solving) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างทางเลือก เป็นการสร้างทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาในแนวทางที่เป็นไปได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1.1 ค้นพบปัญหา

1.2 ค้นพบความจริง

2. ขั้นสร้างมโนทัศน์หรือแนวคิด เป็นการสร้างแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อทำความเข้าใจและระบุปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.1 ระบุปัญหา

2.2 ค้นพบแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหา

3. ขั้นทำให้สมบูรณ์หรือมีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ประเมินและเลือกวิธีการแก้ปัญหา

3.2 ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นนำไปใช้ เป็นการสร้างทางเลือกที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาในทางปฏิบัติ รวมทั้งสรุปผลการยอมรับจากการนำไปใช้ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 4.1 สรุปผลการยอมรับจากการนำไปใช้
- 4.2 ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือวิธีการแก้ปัญหา

ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงทักษะที่จำเป็นในการดำเนินการตามกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์หรือกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ ความคิดนอกเนกนัย (Divergence) ความคิดเอกนัย (Convergence) และความละเอียดรอบคอบ ความสมเหตุสมผลในการพิจารณากระบวนการต่าง ๆ และในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์หรือกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มักจะมีการอภิปรายก่อนการดำเนินการเสมอ

จากการอธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และกระบวนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สำคัญ 7 กระบวนการหลัก ดังนี้ (Wallas, 1949; Guilford, 1970; Lawson, 2006; Stouffer, et al., 2004; Beyerlein et al., 2004; Seyyed, 2005; Moshe, 1975; Smith, 1991; Arvid et al., 2002; Howell, 2002; Voland, 1999; Holtzapple and Reece, 2003; Morell and Beauchamp, 1995; Masi, 2003)

1. ขั้นเตรียมการ ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์ปัญหา
 - 1.2 เข้าใจปัญหา
2. ขั้นระบุปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 2.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหา
3. ขั้นค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 3.1 ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ
 - 3.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหา
 - 3.3 สังเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศ
 - 3.4 บันทึกข้อมูลสารสนเทศ
4. ขั้นครุ่นคิดหรือปมเพาะความคิดเพื่อระบุวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 4.1 ระบุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหา
 - 4.2 กำหนดเงื่อนไขในการแก้ปัญหา
 - 4.3 กำหนดเกณฑ์ในการแก้ปัญหาจากประสบการณ์การเรียนรู้
 - 4.4 เชียนวิธีการแก้ปัญหายังเป็นระบบ
 - 4.5 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นไปได้
 - 4.6 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
 - 4.7 เลือกวิธีการแก้ปัญหาคือดีที่สุด

5. ชั้นกระจำงทางความคิด ซึ่งประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 5.1 คิดวิธีการแก้ปัญหาได้ในทันที
6. ขั้นตอนสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 6.1 ตรวจสอบขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 6.2 สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
 - 6.3 ทดสอบและดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา
 - 6.4 ตรวจสอบข้อเท็จจริงและประเมินผลขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ เช่น ต้นทุนและความปลอดภัย เป็นต้น
 - 6.5 ปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
 - 6.6 นำไปใช้
7. ชั้นนำเสนอหรือสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้
 - 7.1 เขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
 - 7.2 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

สรวงสุตา ปานสกุล (2545) ได้นำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นบุคลากรกรมประชาสัมพันธ์ ระดับ 7-8 ที่ปฏิบัติงานด้านการให้คำปรึกษา ด้านการประชาสัมพันธ์และเรื่องที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนกลางและภูมิภาค สัมครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 2 ลักษณะ คือ 1. รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันเพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ พร้อมคู่มือแนวทางปฏิบัติตามรูปแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนและสำหรับผู้อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ 2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินการเรียนรู้แบบร่วมมือบนอินเทอร์เน็ต วิธีการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 การสร้างรูปแบบการเรียนรู้ ตอนที่ 2 ตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้ ตอนที่ 3 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้ ตอนที่ 4 การศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า 1. การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ พบว่า การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์มี 5 ขั้นตอนตามลำดับ ได้แก่ 1.1 การค้นหาความจริง 1.2 การค้นหาปัญหา 1.3 การค้นหาความคิด 1.4 การค้นหาคำตอบ 1.5 การค้นหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับ 2. รูปแบบการเรียนรู้ มี 3 ส่วน คือ 2.1 องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ 2.2 วิธีการเรียนรู้ 2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นสภาพการเรียนรู้เป็นกลุ่มเล็กโดยอาศัยเทคนิคคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิดและกรณีศึกษา เพื่อให้นำเสนอสถานการณ์และสภาพปัญหาให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุดในสถานการณ์นั้น 3. ผลการทดลองใช้รูปแบบ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีทักษะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มตัวอย่างเรียนแบบร่วมมือบนเว็บไซต์พบครั้งแรกและสัปดาห์ที่ 5 ในระดับมากและมีความพึงพอใจในระดับมากในเรื่องกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เว็บไซต์การเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และการจัดรูปแบบการเรียนรู้ 3. รูปแบบ

การเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3.1 องค์ประกอบรูปแบบการเรียนรู้ 9 องค์ประกอบ ได้แก่ เป้าหมาย ชนิดการเรียนรู้ เนื้อหา บทบาทผู้เรียน บทบาทผู้อำนวยความสะดวก เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเครือข่าย วิธีปฏิสัมพันธ์ ปัจจัยสนับสนุนและการประเมินผลการเรียนรู้ 3.2 วิธีการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นเรียน ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ และขั้นตอนระบบปฏิบัติการสำหรับผู้เรียนและผู้อำนวยความสะดวก 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ กิจกรรมในห้องเรียน คือ การปฐมนิเทศ กิจกรรมการเรียนบนเว็บ 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 วัน เพื่อการเรียนรู้ สัปดาห์ละทักษะตามลำดับ ด้วยการคิดเดี่ยว คิดคู่ในกลุ่ม รวมกันคิด คิดคู่ต่างกลุ่ม รวมกันคิดและการปัจฉิมนิเทศเพื่อสรุปผลการเรียนรู้

ทิพวัลย์ พูลสารกิจ (2546) ได้นำเสนอรูปแบบการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา โดยทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 230 คน และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1. แบบสอบถามเพื่อใช้ศึกษาสภาพ ความต้องการและปัญหาเกี่ยวกับการฝึกอบรมในงานและการเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเทคโนโลยีการศึกษา เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ 2. แบบสอบถามเพื่อใช้ในการสอบถามผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษา เป็นแบบสอบถามในการวิจัยโดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย 3. แบบรับรองต้นแบบชิ้นงานวิจัย เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน เพื่อรับรองความเหมาะสมของต้นแบบชิ้นงานวิจัย วิธีการวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นเตรียมการ ขั้นสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ผลการวิจัยพบว่า 1. การฝึกอบรมในงานของนักเทคโนโลยีการศึกษา ได้แก่ การสอนงานแบบตัวต่อตัวจากเพื่อนร่วมงานที่มีประสบการณ์ในงานนั้นๆ และหัวหน้างานชี้แนะ ถ่ายทอดความรู้และจัดฝึกอบรมชี้แนะไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติจริง วิธีดำเนินการแก้ปัญหาของศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา คือ เปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา ปัญหาที่พบคือ นักเทคโนโลยีการศึกษาขาดความสามารถในการทำงานเฉพาะอย่าง ไม่ได้ได้รับความก้าวหน้าในการทำงานและต้องการให้ทุกฝ่ายมีส่วนร่วมในการประเมินผลการทำงาน 2. ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกับข้อความของรูปแบบการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จำนวน 170 ข้อ จากจำนวน 184 ข้อ 3. รูปแบบของการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ประกอบด้วย 3.1 องค์ประกอบของรูปแบบ 8 องค์ประกอบ 3.1.1 นโยบายสนับสนุนการฝึกอบรมในงาน 3.1.2 บรรยากาศและสภาพแวดล้อม 3.1.3 แหล่งวิทยากร 3.1.4 บทบาทหัวหน้างานหรือผู้สอนงาน 3.1.5 บทบาทนักเทคโนโลยีการศึกษา 3.1.6 กิจกรรมสนับสนุนการเรียนรู้ในงาน 3.1.7 แนวทางการประเมินผลการฝึกอบรมในงานและ 3.1.8 เงื่อนไขสำหรับการฝึกอบรมในงาน 3.2 ขั้นตอนการพัฒนา 11 ขั้นตอน 3.2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมสำหรับการฝึกอบรมในงาน 3.2.2 นำเข้าสู่การฝึกอบรมในงาน 3.2.3 ทำความเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นปัญหา 3.2.4 กำหนดสิ่งที่เป็นปัญหา 3.2.5 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา 3.2.6 กำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา 3.2.7 เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 3.2.8 วางแผนการทำงานเพื่อแก้ปัญหา 3.2.9 ดำเนินการแก้ปัญหา 3.2.10 ประเมินผลการแก้ปัญหาจากผลการปฏิบัติงาน 3.2.11 ประเมินผลการฝึกอบรมในงาน

ธัญวิช วิเชียรพันธ์ (2545) ได้ศึกษาสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลตามแนวคิดของเดวิด คอลบ์ (David Kolb) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่สุ่มจากสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ 9 แห่ง 2,062 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบวัดสไตล์การเรียนรู้ของเดวิด คอลบ์ 4 แบบ คือ แบบไดเวอร์เจอร์ (Diverger) แบบแอสซิมิลเลเตอร์ (Assimilator) แบบคอนเวอร์เจอร์ (Converger) และแบบแอดคคอมมอดเตเตอร์ (Accommodator) ซึ่งมีความตรงตามเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 7 คน ได้ดัชนีความสอดคล้อง 0.714 และความเที่ยงแบบทดสอบซ้ำ 0.908 ส่งแบบวัดให้นักศึกษาตอบโดยผู้วิจัยนำไปส่งและรับกลับเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละและหาความสัมพันธ์ระหว่างสไตล์การเรียนรู้กับเพศ สถาบัน ภาควิชาและชั้นปี ด้วยการทดสอบ ไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักศึกษามีสไตล์การเรียนรู้แบบคอนเวอร์เจอร์มากที่สุดร้อยละ 37.1 รองลงมาเป็นแบบไดเวอร์เจอร์ร้อยละ 23.6 แบบแอดคคอมมอดเตเตอร์ร้อยละ 20.9 และแบบแอสซิมิลเลเตอร์น้อยที่สุดร้อยละ 18.4

2. สไตล์การเรียนรู้กับเพศ สถาบัน ภาควิชาและชั้นปีของนักศึกษา มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.001

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ จึงควรเน้นการคิดเชิงนามธรรมและทดลองปฏิบัติ โดยคำนึงถึงเพศ สถาบัน ภาควิชาและชั้นปีที่เรียนด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น จึงสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า มีการศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ตและรูปแบบการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา และการออกแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ควรคำนึงถึงสไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรีด้วย โดยออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสไตล์การเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้ง 3 ตอนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบเฉพาะที่เน้นการพัฒนาทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการนำหลักการหรือแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดดังกล่าว (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ ศักดิ์, 2545; Marzano, 1988; Culvenor and Else, 1994; Stouffer, et al., 2004) เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามที่คาดหวังและต้องการในอนาคต

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เป็นการศึกษาเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 5 ขั้นตอนหลักตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ตอนที่ 2 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 3 สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 4 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 5 รวบรวมและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตาม หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของ นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

โดยมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญา บัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรม ศาสตร์บัณฑิต

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3,366 คนที่กำลังสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ จำนวน 20 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550)

2. นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 44,052 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ จำนวน 20 แห่ง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 346 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณ กรณิหาราประชากร แล้วดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งกลุ่มตามเขตพื้นที่ จำนวน 5 พื้นที่ (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550) แต่ละพื้นที่กำหนดสัดส่วนร้อยละ 50 จากประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และจากการจัดอันดับมหาวิทยาลัยไทยด้านวิศวกรรม โดยพิจารณาจัดอันดับจากคุณภาพของอาจารย์ อัตราส่วนของอาจารย์ต่อนิสิตนักศึกษา อัตราการมีงานทำของนิสิตนักศึกษา คุณภาพของนิสิตนักศึกษาและระบบการสอน จำนวน 10 แห่ง (ไทยเอ็นเจเนียร์ริง, 2549) ซึ่งประกอบด้วย

1.1.1 เขตภาคกลาง จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.2 เขตภาคเหนือ จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.1.3 เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและมหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.1.4 เขตภาคตะวันออก จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยบูรพา

- 1.1.5 เขตภาคใต้ จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 1.2 สุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้วิธีจับสลากอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ในแต่ละสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ประชากรมีสิทธิ์ได้รับเลือกเท่าๆ กัน
2. นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการเรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 395 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณ กรณีทราบประชากรแล้วดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) โดยมีรายละเอียด ดังนี้
- 2.1 เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งกลุ่มตามเขตพื้นที่ จำนวน 5 พื้นที่ (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2550) แต่ละพื้นที่กำหนดสัดส่วนร้อยละ 50 จากประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย มหาวิทยาลัยของรัฐและมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และจากการจัดอันดับมหาวิทยาลัยไทยด้านวิศวกรรม โดยพิจารณาจัดอันดับจากคุณวุฒิของอาจารย์ อัตราส่วนของอาจารย์ต่อนิสิตนักศึกษา อัตราการมีงานทำของนิสิตนักศึกษา คุณภาพของนิสิตนักศึกษาและระบบการสอน จำนวน 10 แห่ง (ไทยเอ็นเจเนียร์ริง, 2549) ซึ่งประกอบด้วย
- 2.1.1 เขตภาคกลาง จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 2.1.2 เขตภาคเหนือ จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 2.1.3 เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและมหาวิทยาลัยขอนแก่น
- 2.1.4 เขตภาคตะวันออก จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยบูรพา
- 2.1.5 เขตภาคใต้ จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 2.2 สุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้วิธีจับสลากนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในแต่ละสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ประชากรมีสิทธิ์ได้รับเลือกเท่าๆ กัน

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์
2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 13 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันและที่มาของปัญหาการเรียนการสอนจากรายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินคุณภาพบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์ การติดตามผลบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์และความพึงพอใจของนายจ้างที่มีต่อบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์ รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการกำลังคนของกลุ่มอุตสาหกรรม การพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของไทย ทิศทางและประมาณการความต้องการแรงงานฝีมืออุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย พ.ศ.2547-2552 คุณลักษณะของวิศวกรไทยที่เอื้อต่อการเป็นวิศวกรเอเปค รวมทั้งทักษะการคิดที่มีความจำเป็นต่อการศึกษาด้านหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เป็นต้น เพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอนรวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว ตลอดจนรูปแบบการเรียนรู้อันเหมาะสมเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดขอบข่ายของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ให้สอดคล้องกับความต้องการของนิสิตนักศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาโครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศไทยเพื่อเผชิญความท้าทายในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาโครงสร้างการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมในการแข่งขันทางอุตสาหกรรม ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เช่น เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด เป็นต้น และเน้นองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการศึกษาด้านหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ โดยเฉพาะรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะการคิด ตลอดจนปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะจากการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดกรอบแนวคิดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาและ กำหนดกรอบแนวคิด ซึ่งประกอบด้วย 4 แนวคิด ดังนี้

กรอบแนวคิดที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน

กรอบแนวคิดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บไซต์

กรอบแนวคิดที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กรอบแนวคิดที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด

ขั้นตอนที่ 6 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับ สภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขา วิศวกรรมศาสตร์

ประเด็นหลักของการวิจัย	ประเด็นย่อยของการวิจัย	หลักการ แนวคิด	ประเด็นคำถาม	จำนวนข้อคำถาม
ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม		สภาพปัจจุบัน	6 ข้อในตอนที่ 1
การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยทั่วไป	การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์	สภาพปัจจุบัน	2 ข้อในตอนที่ 2
การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	กรอบแนวคิดที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน	องค์ประกอบและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในห้องเรียน	สภาพปัจจุบัน	13 ข้อในตอนที่ 3
	กรอบแนวคิดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บไซต์	องค์ประกอบและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเว็บไซต์	ความคิดเห็น	3 ข้อในตอนที่ 3

ประเด็นหลัก ของการวิจัย	ประเด็นย่อย ของการวิจัย	หลักการ แนวคิด	ประเด็น คำถาม	จำนวนข้อ คำถาม
การสอนตาม แนวคิดการ แก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ ในรายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	กรอบแนวคิดที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับ การแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์	พฤติกรรมการสอน ตามขั้นตอนของการ แก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ใน รายวิชาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต	ความคิดเห็น	1 ข้อใน ตอนที่ 4
การสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ใน รายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	กรอบแนวคิดที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับการ จัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะ การคิด	พฤติกรรมการสอน ตามหลักการของการ จัดการเรียนการสอน โดยเน้นกระบวนการ คิด (Thinking-Based Instruction) โดยเน้น การจัดการเรียนการ สอนเพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์	สภาพปัจจุบัน	5 ข้อใน ตอนที่ 2
			ความคิดเห็น	13 ข้อใน ตอนที่ 5
รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ของนิสิตนักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์	รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ตาม หลักของ David kolb (1991)	ลักษณะของรูปแบบ การเรียนรู้ (Learning Style) ของนิสิต นักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์	ความคิดเห็น	1 ข้อใน ตอนที่ 5
ข้อเสนอแนะในการ เรียนการสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ใน รายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการใน การเรียนการสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ในรายวิชา ตามหลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิต	การเรียนการสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ในรายวิชา ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต	ความคิดเห็น	1 ข้อใน ตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 7 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่าง ๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 8 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 20 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 6 ข้อ

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 7 ข้อ

ตอนที่ 3 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 14 ข้อ

ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 1 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (Check list) และเติมข้อความ
2. แบบปลายเปิด (Open-ended)

ขั้นตอนที่ 9 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 10 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 11 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน

ขั้นตอนที่ 12 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น ในด้านความเที่ยง (reliability) โดยทดลองใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คน ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 4 คน อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 4 คน อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 4 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษา ส่วนที่ใช้ในการสื่อความหมายในแต่ละข้อคำถาม

ขั้นตอนที่ 13 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตามผลการทดลองใช้ในขั้นตอนที่ 12 และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิตที่พัฒนาขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 12 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้อของผู้เรียนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดขอบข่ายของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ให้สอดคล้องกับความต้องการของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เช่น เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด เป็นต้น และเน้นองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการศึกษิตตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 4 กำหนดกรอบแนวคิดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาและกำหนดกรอบแนวคิด ซึ่งประกอบด้วย 2 แนวคิด ดังนี้

กรอบแนวคิดที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

กรอบแนวคิดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด

ขั้นตอนที่ 5 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสร้างประเด็นคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ประเด็นหลักของการวิจัย	ประเด็นย่อยของการวิจัย	หลักการ แนวคิด	ประเด็นคำถาม	จำนวนข้อคำถาม
ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม		สภาพปัจจุบัน	4 ข้อในตอนที่ 1
การสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	กรอบแนวคิดที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	พฤติกรรมการเรียนตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สภาพปัจจุบัน	1 ข้อในตอนที่ 3
การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	กรอบแนวคิดที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด	พฤติกรรมการเรียนตามหลักการของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) โดยเน้นการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	สภาพปัจจุบัน	9 ข้อในตอนที่ 2
รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ของนิสิตนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์	รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ตามหลักของ David Kolb (1991)	ลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ของนิสิตนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์	ความคิดเห็น	1 ข้อในตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 6 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่างๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 7 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 9 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 9 ข้อ

ตอนที่ 3 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 1 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (Check list) และเติมข้อความ
2. แบบปลายเปิด (Open-ended)

ขั้นตอนที่ 8 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 9 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 10 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น ในด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน

ขั้นตอนที่ 11 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่สร้างขึ้น ในด้านความเที่ยง (reliability) โดยทดลองใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิตที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้แก่ นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 15 คน นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 15 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจภาษา จำนวนที่ใช้ในการสื่อความหมายในแต่ละข้อคำถาม

ขั้นตอนที่ 12 ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตามผลการทดลองใช้ในขั้นตอนที่ 11 และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ติดต่อสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ
3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับเลขาธิการคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 วิธีการ ดังนี้

3.1 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ และอำนวยความสะดวกในการตอบกลับโดยเตรียมซองที่ปิดผนึก แสตมป์และเจ้าหน้าที่ผู้วิจัย โดยกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับเลขาธิการคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อติดตามการตอบกลับหลังจากส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์แล้วทุกสัปดาห์ จนได้รับแบบสอบถามคืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับเลขาธิการคณะวิศวกรรมศาสตร์เพื่อส่งแบบสอบถามและรับคืนด้วยตนเอง

4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2552 ถึงวันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่กำลังสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 346 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณ กรณิทราบประชากร แล้วดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) และสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้วิธีจับสลากอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตรในแต่ละสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ประชากรมีสิทธิ์ได้รับเลือกเท่าๆ กัน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ จึงคำนึงถึงอัตราการตอบกลับของแบบสอบถาม จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาและจากการทดลองใช้แบบสอบถามความคิดเห็นกับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ในชั้นตอนที่ 12 ของวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พบว่า วิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์มีการตอบกลับของแบบสอบถามประมาณร้อยละ 70-80 ผู้วิจัยจึงเพิ่มจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไปร้อยละ 30 เพื่อป้องกันอัตราการตอบกลับของแบบสอบถามในระดับต่ำและแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ และเนื่องจากอาจารย์ผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ทราบกำหนดระยะเวลาการส่งแบบสอบถามคืนจนทำให้เกิดปัญหาการตอบกลับล่าช้า ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลภายใน 1 เดือน โดยระบุวันในการส่งแบบสอบถามกลับคืนไว้ในแบบสอบถามด้วย

เนื่องจากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ รอบที่ 1 (ข้อมูล ณ วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2552) มีอัตราการตอบกลับของแบบสอบถามในระดับต่ำ ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงกว่าระดับที่สามารถยอมรับได้ ฉะนั้น กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม รอบที่ 1 จึงไม่สามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ รอบที่ 2 (ข้อมูล ณ วันที่ 22 เมษายน พ.ศ.2552) จนได้ข้อมูลครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ (ข้อมูล ณ วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2552) เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ ดังตารางที่ 5

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและอัตราการตอบกลับ จำแนกตามเขตพื้นที่

สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ที่เปิดสอนหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	จำนวน ประชากร	จำนวน กลุ่ม ตัวอย่าง	จำนวน แบบสอบถาม รอบที่ 1 (เพิ่ม 30%)	จำนวน แบบสอบถาม ที่ตอบรับ รอบที่ 1 (%)	จำนวน แบบสอบถาม รอบที่ 2 (เพิ่ม 30%)	จำนวน แบบสอบถาม ที่ตอบรับ รอบที่ 2 (%)	จำนวน แบบสอบถาม ทั้งหมด (เพิ่ม 30%)	จำนวน แบบสอบถาม รวมทั้งหมด (%)
เขตภาคกลาง								
1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	421	56	73	26 (35.62)	73	21 (28.77)	146	47 (32.19)
2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	392	53	69	29 (42.03)	69	24 (34.78)	138	53 (38.41)
3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ	448	61	80	34 (42.50)	80	27 (33.75)	160	61 (38.13)
4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าธนบุรี	222	30	39	19 (48.72)	39	11 (28.21)	78	30 (38.46)
5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	416	56	73	32 (43.84)	73	24 (32.88)	146	56 (38.36)
เขตภาคเหนือ								
6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	211	29	38	11 (28.95)	38	18 (47.37)	76	29 (38.16)
เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ								
7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	113	15	20	8 (40.00)	20	7 (35.00)	40	15 (37.50)
8. มหาวิทยาลัยขอนแก่น	215	29	38	17 (44.74)	38	12 (31.58)	76	29 (38.16)
เขตภาคตะวันออก								
9. มหาวิทยาลัยบูรพา	71	10	13	6 (46.15)	13	4 (30.77)	26	10 (38.46)
ภาคใต้								
10. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	52	7	10	5 (50.00)	10	11 (110.00)	20	16 (80.00)
รวมทั้งหมด	2,561	346	453	187 (41.28)	453	159 (35.10)	906	346 (38.19)

2. นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษาที่เปิดสอนหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และมีประสบการณ์ในการเรียนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างน้อย 1 ปี จำนวน 395 คน ซึ่งกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณ กรณิทรูปประชากร แล้วดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) และสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยใช้วิธีจับสลาก นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในแต่ละสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ประชากรมีสิทธิ์ได้รับเลือกเท่าๆ กัน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง จึงมีอัตราการตอบกลับของแบบสอบถามในระดับสูง (ข้อมูล ณ วันที่ 31 มีนาคม พ.ศ.2552) ดังตารางที่ 6



ศูนย์วิทยพัชการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 จำนวนกลุ่มตัวอย่างและอัตราการตอบกลับ จำแนกตามเขตพื้นที่

สถาบันอุดมศึกษาของรัฐที่เปิดสอน หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	จำนวนประชากร	จำนวน กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนแบบสอบถาม (เพิ่ม 30%)	จำนวนแบบสอบถาม ที่ตอบรับ (%)	จำนวนแบบสอบถาม รวมทั้งหมด (%)
เขตภาคกลาง					
1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	2,928	34	45	34 (75.56)	34 (75.56)
2. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า คุณทหารลาดกระบัง	4,889	57	75	57 (76.00)	57 (76.00)
3. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ	3,228	37	49	37 (75.51)	37 (75.51)
4. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าธนบุรี	4,606	53	69	53 (76.81)	53 (76.81)
5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	5,216	60	78	60 (76.92)	60 (76.92)
เขตภาคเหนือ					
6. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	2,994	35	46	35 (76.09)	35 (76.09)
เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	4,215	49	64	49 (76.56)	49 (76.56)
8. มหาวิทยาลัยขอนแก่น	2,507	29	38	29 (76.32)	29 (76.32)
เขตภาคตะวันออก					
9. มหาวิทยาลัยบูรพา	1,246	14	19	14 (73.68)	14 (73.68)
ภาคใต้					
10. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2,371	27	36	27 (75.00)	27 (75.00)
รวมทั้งหมด	34,200	395	519	395 (76.11)	395 (76.11)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามความคิดเห็นที่ได้รับคืนและคัดเลือก เฉพาะแบบสอบถามที่มีความสมบูรณ์
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบสอบถาม ความคิดเห็น ดังนี้
 - 2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบตรวจสอบรายการและเติมข้อความ นำมาวิเคราะห์ โดยการแจกแจงความถี่ หาค่าร้อยละและนำเสนอในรูปแบบความเรียง
 - 2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์เนื้อหาและนำเสนอใน รูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

ตอนที่ 2 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและ พัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและ พัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 คน ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 7 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลูกโซ่ (Snowball Sampling) โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันกำหนดผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่ มีประสบการณ์ในด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ/หรือ

1.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ จำนวน 7 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลูกโซ่ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันกำหนดผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

2.1 เป็นผู้ที่ มีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ/หรือ

2.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 8 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลูกโซ่ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันกำหนดผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

3.1 เป็นผู้ที่ มีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ/หรือ

3.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลูกโซ่ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันกำหนดผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

4.1 เป็นผู้ที่ มีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี และ/หรือ

4.2 เป็นผู้ที่เขียนตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์และกำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลภายใน 1 เดือน โดยระบุวันในการส่งแบบสอบถามกลับคืนไว้ในแบบสอบถามด้วย เพื่อป้องกันปัญหาการส่งแบบสอบถามกลับคืนล่าช้า

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและ
พัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนา
ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ในการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนและเป็นข้อคำถามที่มีความถี่และร้อยละมากที่สุด 3 อันดับแรกมาสร้างประเด็นคำถามและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่างๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 10 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ 3 ระดับ คือ แน่ใจว่ามี ไม่แน่ใจว่ามี และแน่ใจว่าไม่มี โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน เป็น 3 ระดับ คือ แน่ใจว่ามีให้ 1 คะแนน ไม่แน่ใจว่ามีให้ 0 คะแนน และแน่ใจว่าไม่มีให้ -1 คะแนน ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. แบบเติมข้อความ

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บที่สร้างขึ้น ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ในการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นการจัดการเรียนการสอนบนเว็บและเป็นข้อคำถามที่มีความถี่และร้อยละมากที่สุด 3 อันดับแรกมาสร้างประเด็นคำถามและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่างๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 9 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 9 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ 3 ระดับ คือ แนใจว่ามี ไม่แนใจว่ามี และแนใจว่าไม่มี โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน เป็น 3 ระดับ คือ แนใจว่ามีให้ 1 คะแนน ไม่แนใจว่ามีให้ 0 คะแนน และแนใจว่าไม่มีให้ -1 คะแนน ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. แบบเติมข้อความ

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สร้างขึ้น ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ในการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และเป็นข้อคำถามที่มีความถี่และร้อยละมากที่สุด 3 อันดับแรกมาสร้างประเด็นคำถามและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่างๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 11 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 15 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ 3 ระดับ คือ แนใจว่ามี ไม่แนใจว่ามี และแนใจว่าไม่มี โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน เป็น 3 ระดับ คือ แนใจว่ามีให้ 1 คะแนน ไม่แนใจว่ามีให้ 0 คะแนน และแนใจว่าไม่มีให้ -1 คะแนน ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. แบบเติมข้อความ

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้น ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ในการวิจัยตอนที่ 1 เฉพาะประเด็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์และเป็นข้อคำถามที่มีความถี่และร้อยละมากที่สุด 3 อันดับแรกมาสร้างประเด็นคำถามและข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความเหมาะสมของประเด็นคำถามต่างๆ ตลอดจนลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็นและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 11 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 16 ข้อ รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบเลือกตอบ 3 ระดับ คือ แน่ใจว่ามี ไม่แน่ใจว่ามี และแน่ใจว่าไม่มี โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน เป็น 3 ระดับ คือ แน่ใจว่ามีให้ 1 คะแนน ไม่แน่ใจว่ามีให้ 0 คะแนน และแน่ใจว่าไม่มีให้ -1 คะแนน ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. แบบเติมข้อความ

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตรระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ติดต่อผู้เชี่ยวชาญ
3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์และอำนวยความสะดวกในการตอบกลับโดยเตรียมซองที่ปิดผนึกแอสมป์ และจำหน่ายซองถึงผู้วิจัย และกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้เชี่ยวชาญเพื่อติดตามการตอบกลับหลังจากส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์แล้วทุกสัปดาห์ จนได้รับแบบสอบถามคืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2552 ถึงวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2552 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 คน ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 7 คน
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ จำนวน 7 คน
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 8 คน
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์

จำนวน 5 คน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ จึงคำนึงถึงอัตราการตอบกลับของแบบสอบถาม เพื่อป้องกันอัตราการตอบกลับของแบบสอบถามในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงติดต่อผู้เชี่ยวชาญก่อนการส่งแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันการตอบรับและตอบแบบสอบถามดังกล่าว จึงจัดส่งแบบสอบถามตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ และเนื่องจากผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ไม่ทราบกำหนดระยะเวลาการส่งแบบสอบถามคืนจนทำให้เกิดปัญหาการตอบกลับล่าช้า ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลภายใน 1 เดือน โดยระบุวันในการส่งแบบสอบถามกลับคืนไว้ในแบบสอบถามด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยติดต่อเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 43 คน มีอัตราการตอบกลับของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 62.79

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามความคิดเห็นที่ได้รับคืน
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบสอบถาม

ดังนี้

2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบเลือกตอบ 3 ระดับ ตามหลักการของการวิจัย โดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง นำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบเติมข้อความ นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

ตอนที่ 3 สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียดการสร้าง(ร่าง)รูปแบบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตของผู้เชี่ยวชาญตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) ในการวิจัยตอนที่ 2 เฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน และประยุกต์ใช้หลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) 2. การออกแบบ (Design) 3. การพัฒนา (Development) 4. การนำไปใช้ (Implementation) 5. การประเมินผล (Evaluation) เพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ทักษะการคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ได้ปัจจัยหรือองค์ประกอบของการเรียนการสอนพื้นฐานที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และได้ดำเนินการวิจัยตามหลักการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต และศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ เพื่อให้ได้องค์ประกอบที่

สำคัญและส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เท่านั้น ขั้นตอนหลัก และขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 มาสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย 1. แนวคิดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 3. องค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 4. ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development) ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้รับจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการผลิตและพัฒนา ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้และเครื่องมือในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต 2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus) ที่พัฒนาขึ้นจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามวิธีการที่กำหนดไว้ โดยเน้นการตรวจสอบ ประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ นอกจากนี้ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ต้องดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ กับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 1 ห้องเรียน และใช้ระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา เพื่อทดสอบการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน และทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยเน้นผลของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน และผลของการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามประมวลการสอนรายวิชา เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาประมวลการสอนรายวิชา ให้เหมาะสมและมีคุณภาพยิ่งขึ้น โดยมีคำถามในการทดสอบ ดังนี้ 1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามประมวลการสอนรายวิชา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิหรือไม่ อย่างไร 2. นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ที่ได้รับการเรียนการสอนตามประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับการรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคะแนนการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์วิศวกรรมศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียน

แตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงที่ได้รับจากการพัฒนาในขั้นตอนที่ 3

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยประเมินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระดับหน่วยการเรียนรู้ (Unit) ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจากการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงในขั้นตอนที่ 4 โดยเน้นการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนและประเมินผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

ขั้นตอนที่ 3 สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยใช้หลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 88 หน้า ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
3. องค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน

การสอน

ขั้นตอนที่ 4 นำรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ตอนที่ 4 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 4 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กำลังสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 คน
2. นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. คู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์
2. ใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์
3. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. คู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. แนวทางการใช้คู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
2. นิยามของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
3. องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน
4. ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 3 นำคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 5 นำไปงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

2. ใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาด้านองค์ประกอบที่สำคัญและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. แนวทางการเขียนใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
2. ขั้นตอนการเขียนใบงานตามขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียน

การสอนฯ

ขั้นตอนที่ 3 นำไปงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 5 นำไปงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 ปรับปรุงแก้ไขใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ความเหมาะสมความสัมพันธ์สอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนฯ ตลอดจนลักษณะของแบบ
สัมมนา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสัมมนาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนฯ ซึ่งมีลักษณะ
เป็นแบบสัมมนาที่สอบถามแบบมีโครงสร้างและเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบสัมมนาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนอ
อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสัมมนาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนฯ ตาม
ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา
เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับ
ปริญญาบัณฑิต
2. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษา
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
3. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน
4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียน
การสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด
สร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษา
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
5. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียน
การสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิด
สร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอน

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับ
ปริญญาบัณฑิต อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ดำเนินการออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองใน
ระยะที่ 1

2. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษา
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5
ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบ และพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตของผู้เชี่ยวชาญ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) ในการวิจัยตอนที่ 2 เฉพาะประเด็นการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และเป็นข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านการนิยามคำศัพท์ องค์ประกอบที่สำคัญ ลักษณะของแบบทดสอบและการกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 2 หน้า ประกอบด้วย คำชี้แจง สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โจทย์คำถาม จำนวน 12 ข้อ รูปแบบของแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ และมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการรูบริคตามที่กำหนดให้ ประกอบด้วย องค์ประกอบหรือมิติ พฤติกรรมชี้วัด ระดับคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบ และพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตของผู้เชี่ยวชาญ ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) ในการวิจัยตอนที่ 2 เฉพาะประเด็นการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และเป็นข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มาสร้างข้อคำถามในแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านการนิยามคำศัพท์ องค์ประกอบที่สำคัญ ลักษณะของแบบประเมินผลงานและการกำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 3 สร้างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 9 หน้า ประกอบด้วย คำชี้แจง คำจำกัดความที่ใช้ในการประเมิน โดยมีแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินผลงานการสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์
จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้ จำนวน 35 ข้อ

ตอนที่ 3 ประเมินการออกแบบผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ
รูปแบบของแบบประเมินผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ มี 2 ลักษณะ ดังนี้
1. แบบเลือกตอบ 4 ระดับ คือ น้อย ปานกลาง มาก มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4 ระดับ คือ ระดับน้อยให้ 1 คะแนน ระดับปานกลางให้ 2 คะแนน ระดับมากให้ 3 คะแนน ระดับมากที่สุดให้ 4 คะแนน และมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการรูบริคตามที่กำหนดให้ ประกอบด้วย องค์ประกอบหรือมิติ พฤติกรรมชี้วัด ระดับคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน

2. แบบเลือกตอบตามมาตรวัดทัศนคติของออสกู๊ด (Osgood Scale) หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำ (Semantic Differential Scale) 7 ระดับ คือ น้อยที่สุด น้อย ค่อนข้างน้อย ปานกลาง ค่อนข้างมาก มาก มากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 7 ระดับ คือ ลักษณะผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ในมิติทัศนคติ อยู่ในระดับน้อยที่สุดให้ 1 คะแนน ระดับน้อยให้ 2 คะแนน ระดับค่อนข้างน้อยให้ 3 คะแนน ระดับปานกลางให้ 4 คะแนน ระดับค่อนข้างมากให้ 5 คะแนน ระดับมากให้ 6 คะแนน ระดับมากที่สุดให้ 7 คะแนน และมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการรูบริคตามที่กำหนดให้ ประกอบด้วย องค์ประกอบหรือมิติ พฤติกรรมชี้วัด ระดับคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 4 นำแบบประเมินผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 5 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินผลงานสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรคของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านองค์ประกอบที่สำคัญ ลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็น
ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น โดยนำองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ การเตรียมการก่อนการเรียนการสอน วัตถุประสงค์การจัดการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านผู้เรียน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ด้านวิธีการเรียนการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ ด้านการประเมินผล ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ความพึงพอใจโดยรวมในการเรียน

การสอนรายวิชา^{นี้} ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างการจัดการเรียนการสอนฯ มาสร้างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นฯ จำนวน 4 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (Check list) และเติมข้อความ
2. แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท
3. แบบปลายเปิด (Open-ended)

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบสอบถามความคิดเห็น^{ที่} สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

5. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอน โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นโดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านองค์ประกอบที่สำคัญ ลักษณะของแบบสอบถามความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบสอบถามความคิดเห็นฯ โดยนำองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนฯ ได้แก่ การเตรียมการก่อนการเรียนการสอน วัตถุประสงค์การจัดการเรียนการสอน ด้านเนื้อหา ด้านผู้สอน ด้านผู้เรียน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ด้านวิธีการเรียนการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านระยะเวลาที่ใช้ในการสอน ด้านสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ ด้านการประเมินผล ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ความพึงพอใจโดยรวมในการเรียนการสอน รายวิชา^{นี้} ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างการจัดการเรียนการสอนฯ มาสร้างข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นฯ จำนวน 1 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของอาจารย์ผู้สอน จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

รูปแบบของแบบสอบถามความคิดเห็นมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (Check list) และเติมข้อความ
2. แบบปลายเปิด (Open-ended)

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบสอบถามความคิดเห็น ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับอาจารย์ผู้สอน ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

โดยมีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ระดับหน่วยการเรียน (Unit) ตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบการดำเนินการตามขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยเน้นด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบ ขั้นตอนและผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต และเน้นด้านความสัมพันธ์สอดคล้องของขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระหว่างวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ.2553 โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ลำดับ ที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
1	อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 1	<p>การออกแบบการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์สำหรับ วิศวกรรมไฟฟ้า 2 (Mathematics for Electrical Engineering II: MATH EE II)</p> <p>ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา ปลาย / 2553</p> <p>บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการ สอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 ขั้นตอน</p> <p>การทดสอบทักษะความคิด สร้างสรรค์ แบบทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์ จำนวน 4 ทักษะ</p> <p>การประเมินผลงานสร้างสรรค์ ไม่มี</p>	<p>ครั้งที่ 1 วันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยอธิบายการออกแบบการเรียน การสอนโดยใช้คู่มือและใบงานการ ออกแบบการเรียนการสอน</p> <p>ครั้งที่ 2 วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำ เพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 3 วันที่ 29 เมษายน พ.ศ.2553 อาจารย์ส่งประมวลรายวิชาฯ หรือ รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขา วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระดับหน่วยการเรียน (Unit)</p>	คู่มือและใบงานการออกแบบการ เรียนการสอนฯ นี้ดี แต่ใช้เวลา ค่อนข้างมากในการเขียนเพื่อ ออกแบบการเรียนการสอน หาก จัดทำเป็น Web-based ในการ ออกแบบการเรียนการสอน น่าจะ เป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพ มากขึ้น

ลำดับ ที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
2	อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 2	<p>การออกแบบการเรียนการสอนวิชา เขียนแบบวิศวกรรมเบื้องต้น (Engineering Drawing Fundamentals)</p> <p>ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา ต้น / 2553</p> <p>บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 9 ขั้นตอน</p> <p>การทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 9 ทักษะ</p> <p>การประเมินผลงานสร้างสรรค์ แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 มิติ</p>	<p>ครั้งที่ 1 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553</p> <p>ผู้วิจัยอธิบายการออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนฯ</p> <p>ครั้งที่ 2 วันที่ 17 มีนาคม พ.ศ.2553</p> <p>ผู้วิจัยตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 3 วันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2553</p> <p>อาจารย์อธิบายการออกแบบการเรียนการสอนในรายวิชาของตนเองเพื่อให้เข้าใจตรงกันและซักถามข้อสงสัยผู้วิจัยตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม อาจารย์ส่งประมวลรายวิชาหรือรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระดับหน่วยการเรียน (Unit)</p>	<p>คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนที่ดี ทำให้อาจารย์ออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ คิดอย่างเป็นระบบ แต่ควรลดการซ้ำซ้อนในการเขียนขั้นตอนที่ B1 C1 D1 E1 F1 G1 H1 I1 เพราะจะทำให้อาจารย์เมื่อยลำในการเขียน และจะได้มีเวลาในการคิดออกแบบมากขึ้น ควรให้คำนิยามเครื่องมือเว็บกับสื่อการสอนให้ชัดเจน เพราะมีขอบข่ายใกล้เคียงกันมาก จนอาจจะทำให้อาจารย์เข้าใจคลาดเคลื่อนในการออกแบบการเรียนการสอนได้</p>

ลำดับ ที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
2			<p>(ต่อ)</p> <p>ครั้งที่ 4 วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยอธิบายการสร้างแบบทดสอบ ทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบ ประเมินผลงานสร้างสรรค์</p> <p>ครั้งที่ 5 วันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ติดตามผลการสร้างแบบทดสอบ ทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบ ประเมินผลงานสร้างสรรค์ และตอบข้อ สงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 6 วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 อาจารย์ส่งแบบทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์และแบบประเมินผลงาน สร้างสรรค์</p>	

ศูนย์วิจัยเพื่อสร้าง
คุณภาพมาตรฐานมหาวิทยาลัย

ลำดับ ที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
3	อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 3	<p>การออกแบบการเรียนการสอนวิชา วิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering)</p> <p>ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา ปลาย / 2553</p> <p>บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ขั้นตอน</p> <p>การทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์</p> <p>แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 ทักษะ</p> <p>การประเมินผลงานสร้างสรรค์ ไม่มี</p>	<p>ครั้งที่ 1 วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยอธิบายการออกแบบการเรียนการสอนโดยใช้คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอน</p> <p>ครั้งที่ 2 วันที่ 27 เมษายน พ.ศ.2553 ผู้วิจัยติดตามผลและตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 3 วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยติดตามผลและตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 4 วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 อาจารย์ส่งประมวลรายวิชา หรือรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตระดับหน่วยการเรียน (Unit)</p>	<p>คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอน ที่ดี ทำให้เห็นการเชื่อมโยงองค์ประกอบของการเรียนการสอนและมีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ แต่ใช้เวลาค่อนข้างมากในการเขียนเพื่อออกแบบการเรียนการสอน ควรตัดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อนออก</p>

ลำดับ ที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
4	อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 4	<p>การออกแบบการเรียนการสอนวิชา การออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I)</p> <p>ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา ต้น / 2553</p> <p>บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการ สอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 13 ขั้นตอน</p> <p>การทดสอบทักษะความคิด สร้างสรรค์ แบบทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์ จำนวน 10 ทักษะ</p> <p>การประเมินผลงานสร้างสรรค์ แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 มิติ</p>	<p>ครั้งที่ 1 วันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยอธิบายการออกแบบการเรียน การสอนโดยใช้คู่มือและใบงานการ ออกแบบการเรียนการสอนฯ</p> <p>ครั้งที่ 2 วันที่ 9 เมษายน พ.ศ.2553 ผู้วิจัยติดตามผลและตอบข้อสงสัย และให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 3 วันที่ 30 เมษายน พ.ศ.2553 ผู้วิจัยติดตามผลและตอบข้อสงสัย และให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 4 วันที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ.2553 อาจารย์ส่งประมวลรายวิชาฯ หรือ รูปแบบการเรียนการสอนตาม หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญา บัณฑิต ระดับหน่วยการเรียน (Unit)</p>	<p>คู่มือและใบงานการออกแบบการ เรียนการสอนฯ นี้ดี มีขั้นตอนการ ออกแบบการเรียนการสอนอย่าง เป็นระบบ และมีตัวอย่างประกอบ ทำให้เข้าใจแต่ละขั้นตอนอย่าง ชัดเจน แต่ใช้เวลาค่อนข้างมากใน การเขียนเพื่อออกแบบการเรียน การสอน ควรตัดขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน ออก</p>

ลำดับที่	ข้อมูลส่วนตัวของ กลุ่มทดลอง	รายละเอียด การออกแบบการเรียนการสอน	วันเวลาในการติดตาม ผลการออกแบบการเรียนการสอน	ข้อเสนอแนะ
4			<p>(ต่อ)</p> <p>และผู้วิจัยอธิบายการสร้างแบบทดสอบ ทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบ ประเมินผลงานสร้างสรรค์</p> <p>ครั้งที่ 5 วันที่ 7 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ผู้วิจัยตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำ เพิ่มเติม</p> <p>ครั้งที่ 6 วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 อาจารย์ส่งแบบทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์และแบบประเมินผลงาน สร้างสรรค์</p>	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระดับหน่วยการเรียน (Unit) ที่อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง จำนวน 4 รายวิชา เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระดับหน่วยการเรียน (Unit) ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยดำเนินการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ในระดับหน่วยการเรียน (Unit) ที่ได้ ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองในระยะที่ 1 กับนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ห้องเรียน และใช้ระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์ หรือประมาณ 16 คาบการเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เพื่อทดสอบการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ และทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยเน้นผลของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ และผลของการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่ม สอบก่อน-สอบหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) และผลของการประเมินผลงานสร้างสรรค์ หลังเรียน ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนฯ ในระดับหน่วยการเรียน (Unit) ให้เหมาะสมและมีคุณภาพยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ระหว่างวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2553 โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ชื่อรายวิชา	อาจารย์ผู้สอน	ภาคการศึกษา / ปีการศึกษา	จำนวน กลุ่มตัวอย่าง	เวลาเรียน	เครื่องมือที่ใช้ใน การประเมิน ทักษะการคิดสร้างสรรค์
1. การออกแบบระบบ ทางกล 1 (Mechanical System Design I)	อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 4	ต้น / 2553	58	4 สัปดาห์ 16 คาบการเรียน	แบบทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์ จำนวน 10 ทักษะ แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 มิติ

หมายเหตุ

1. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประเมินก่อนและหลังเรียน
2. การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ ประเมินหลังเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนที่ 2 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน ทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ และสอบถามความคิดเห็น เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขา วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ
3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการส่ง แบบสอบถามทางไปรษณีย์และอำนวยความสะดวกในการตอบกลับโดยเตรียมซองที่ปิดผนึกแถมไป และจำหน่ายของถึงผู้วิจัย และกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยติดต่อ ประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อติดตามการตอบกลับหลังจากส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์แล้วทุก สัปดาห์ จนได้รับแบบสอบถามคืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้
4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ.2553

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตาม หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของ นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ติดต่อคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง
4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2553

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 4 คน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยติดต่ออาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อชี้แจงการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนยืนยันการตอบรับและทดลองใช้รูปแบบดังกล่าว จึงจัดส่งคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ตอบรับ และติดตามผลการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ทุกสัปดาห์ เพื่อติดตามความก้าวหน้า ตอบข้อสงสัยและให้คำแนะนำเพิ่มเติม และเนื่องจากอาจารย์ผู้สอนส่วนใหญ่ไม่ทราบกำหนดระยะเวลาการส่งคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ กลับคืนจนทำให้เกิดปัญหาการทดลองใช้รูปแบบล่าช้า ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลและระบุวันในการส่งกลับคืนภายในวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ.2553

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยติดต่อเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 9 คน มีอัตราการตอบกลับของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้รับคืน

2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบสัมภาษณ์ดังนี้

2.1 แบบสัมภาษณ์แบบตรวจสอบรายการและเติมข้อความ นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละและนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.2 แบบสัมภาษณ์กึ่งสอบถามแบบมีโครงสร้างและเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

3. ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนการประเมินความสามารถในการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ หลังเรียนของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้รับการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน และนำผลการวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ตามหลักการประเมินแบบอิงเกณฑ์

4. ผู้วิจัยพิจารณาคัดเลือกรูปแบบการเรียนการสอน ในระดับหน่วยการเรียนรู้ ที่อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง (ฉบับใหม่) และผ่านเกณฑ์การประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 1 รูปแบบ เพื่อทดลองใช้กับกับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ต่อไป

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้รับคืนและคัดเลือกเฉพาะเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีความสมบูรณ์

2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบเขียนตอบ ในแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต นำมาวิเคราะห์โดยตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) ตามหลักการรูบริคตามที่กำหนดให้

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบมาตรวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ (The Creative Product Semantic Scale) 7 ระดับ ตามวิธีของออสกู๊ด (Osgood Scale) (Snider and Osgood, 1969) ในแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน นำมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำผลการวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ตามหลักการประเมินแบบอิงเกณฑ์

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท ในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต นำมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบตรวจสอบรายการ ในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอน นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบความเรียง

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบบปลายเปิด ในแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์

ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

3. ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์วิศวกรรมศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ในระดับหน่วยการเรียน ที่อาจารย์ผู้สอนที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองในระยะที่ 1 โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการทดสอบที (t-test dependent)

4. ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์หลังเรียนของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ในระดับหน่วยการเรียน ที่อาจารย์ผู้สอนที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองในระยะที่ 1 โดยการนำผลการวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ตามหลักการประเมินแบบอิงเกณฑ์

ตอนที่ 5 นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลูกโซ่ (Snowball Sampling) โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมกันกำหนด

ผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ไม่น้อยกว่า 5 ปี และ/หรือ

1.2 เป็นผู้ที่ยื่นตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน จากการแนะนำอ้างอิงเชิงลึกใช้ โดยผู้วิจัยและอาจารย์ที่ปรึกษาพร้อมกันกำหนดผู้เชี่ยวชาญคนแรก จากนั้นผู้เชี่ยวชาญแนะนำผู้เชี่ยวชาญคนต่อไป และมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ดังนี้

2.1 เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี และ/หรือ

2.2 เป็นผู้ที่ยื่นตำราเรียนหรืองานวิจัยเกี่ยวกับด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีผลงานเป็นที่ยอมรับในวงการศึกษา

เครื่องมือและวิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. แบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

1. แบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิที่สร้างขึ้น โดยดำเนินการสร้างเครื่องมือตามขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านองค์ประกอบที่สำคัญและลักษณะของแบบประเมินและรับรองและการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 2 หน้า โดยมีแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินและรับรอง จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 1 ข้อ

รูปแบบของแบบประเมินและรับรองรูปแบบมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. แบบตรวจสอบรายการ (Check list) 4 ระดับ คือ ต้องปรับปรุง พอใช้ ดี ดีมาก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 4 ระดับ คือ ระดับต้องปรับปรุงให้ 1 คะแนน ระดับพอใช้ให้ 2 คะแนน ระดับดีให้ 3 คะแนน ระดับดีมากให้ 4 คะแนน และเติมข้อความ

2. แบบปลายเปิด (Open-ended)

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 4 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและรับรองรูปแบบจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินและรับรองรูปแบบจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและรับรองรูปแบบ ติดต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

3. ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์และอำนวยความสะดวกในการตอบกลับโดยเตรียมซองที่ปิดผนึกแถมไป และจำหน่ายซองถึงผู้วิจัย และกำหนดระยะเวลาในการตอบกลับภายใน 1 เดือน ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อติดตามการตอบกลับหลังจากส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์แล้ว ทุกสัปดาห์ จนได้รับแบบสอบถามคืนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

4. เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2554 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย

1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน
2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ จึงคำนึงถึงอัตราการตอบกลับของแบบสอบถาม เพื่อป้องกันอัตราการตอบกลับของแบบสอบถามในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงติดต่อผู้เชี่ยวชาญก่อนการส่งแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันการตอบรับและตอบแบบสอบถามดังกล่าว จึงจัดส่งแบบสอบถามตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ และเนื่องจากผู้ทรงคุณวุฒิส่วนใหญ่ไม่ทราบกำหนดระยะเวลาการส่งแบบสอบถามคืนจนทำให้เกิดปัญหาการตอบกลับล่าช้า ผู้วิจัยจึงกำหนดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลภายใน 1 เดือน โดยระบุวันในการส่งแบบสอบถามกลับคืนไว้ในแบบสอบถามด้วย

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยติดต่อเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล จำนวน 11 คน มีอัตราการตอบกลับของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 54.55

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ได้รับคืน
2. ผู้วิจัยแยกหมวดหมู่ตามตัวแปรที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามประเภทของแบบประเมินและรับรอง ดังนี้
 - 2.1 แบบประเมินและรับรองแบบตรวจสอบรายการ นำมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละและนำเสนอในรูปแบบความเรียง
 - 2.2 แบบประเมินและรับรองแบบปลายเปิด นำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์เป็นประเด็นต่างๆ แล้วนำเสนอในรูปแบบพรรณนาวิเคราะห์

การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยแสดงเป็นแผนผัง ซึ่งประกอบด้วย แผนผังหลักและแผนผังย่อยของขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ คำอธิบายรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน

สำหรับการนำไปใช้ ผู้วิจัยได้นำเสนอคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยเน้นการใช้ภาษาสำนวนในการอธิบายขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ คือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์หรือผู้ออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางให้กลุ่มผู้ใช้อย่างน้อยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 3 ผลการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ตอนที่ 5 ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

แต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต โดยสอบถามความคิดเห็นของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 ถึงวันที่ 22 เมษายน พ.ศ.2552 ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

ผลการศึกษาคำความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีดังนี้

1. ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า อาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 70.23 มีอายุระหว่าง 30-35 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.97 มีวุฒิการศึกษาสูงสุดในระดับปริญญาเอกมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 73.99 สังกัดสาขาวิชา ไฟฟ้ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.20 สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 17.63 มีประสบการณ์ด้านการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไปมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.39 และมีประสบการณ์ด้านการสอนโดยใช้เครื่องมือบนเว็บในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ระหว่าง 1-3 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.32

2. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า

2.1 การจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป อาจารย์จัดการเรียนการสอนเน้นทั้งสองแบบ คือ เน้นทั้งภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.64 การจัดการเรียนการสอนตาม หลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.31

2.2 การแนะนำแหล่งวิทยาการและแหล่งข้อมูลให้กับผู้เรียน อาจารย์แนะนำแหล่งข้อมูล ทางอินเทอร์เน็ตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.59 รองลงมา คือ ห้องสมุดสถาบันการศึกษา คิดเป็น ร้อยละ 30.05 และอันดับที่สาม คือ ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 29.44

2.3 การนำเสนอบทเรียนในการสอนแต่ละคาบการเรียน อาจารย์ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง กับบทเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.11 รองลงมา คือ การถาม ตอบ คิดเป็นร้อยละ 21.34 และ อันดับที่สาม คือ การให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 20.10

2.4 การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียน อาจารย์ใช้เทคนิค การใช้คำถาม (5W1H) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.42 รองลงมา คือ เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) คิดเป็นร้อยละ 23.92 และอันดับที่สาม คือ เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) คิดเป็นร้อยละ 17.72

2.5 วิธีการสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษา อาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือ ผลงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.61 รองลงมา คือ ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมา คิดเป็นร้อยละ 30.51 และอันดับที่สาม คือ ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน คิดเป็นร้อยละ 21.73

2.6 วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ประเมินจาก ผลงานของผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.57 รองลงมา คือ ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 24.85 และอันดับที่สาม คือ ประเมินทักษะการคิดโดยใช้แบบทดสอบ ความสามารถในการคิด คิดเป็นร้อยละ 16.96

3. สภาพทั่วไปของวิธีการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า

3.1 การศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน อาจารย์ใช้วิธีการศึกษาข้อมูล พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียนการสอนโดยสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ ผู้เรียน เป็นต้น มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.07 รองลงมา คือ การเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น

ระหว่างการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 36.11 และอันดับที่สาม คือ การจัดลำดับความสำคัญของ ปัญหาการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 34.17

3.2 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน อาจารย์ใช้การสังเกตลักษณะของ ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.40 สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.29 และศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนโดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 73.04

3.3 การวิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต อาจารย์ศึกษา รายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.80 รองลงมา คือ ศึกษาคำอธิบายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คิดเป็นร้อยละ 21.19 และอันดับที่สาม คือ เลือกเนื้อหาที่จะสอน คิดเป็นร้อยละ 20.20

3.3.1 วิธีการแบ่งเนื้อหาที่จะสอน อาจารย์แบ่งตามหัวข้อมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.18

3.3.2 วิธีการกำหนดระยะเวลาในการสอน อาจารย์กำหนดจำนวนคาบการเรียนในการสอนแต่ละหัวข้อมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 73.16

3.4 การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจารย์กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับได้ว่า พฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.99

3.4.1 วิธีการเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจารย์เขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 71.97

3.5 การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน อาจารย์ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่างมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.06 รองลงมา คือ การใช้คำถาม (5W1H) คิดเป็นร้อยละ 18.59 และอันดับที่สาม คือ กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) คิดเป็นร้อยละ 15.35 และศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง (Brain storming) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.83

3.5.1 วิธีการกำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอน อาจารย์เขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61.78

3.6 การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ อาจารย์ใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.10 รองลงมา คือ ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) คิดเป็นร้อยละ 28.57 และอันดับที่สาม คือ ประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ (Video conferencing) คิดเป็นร้อยละ 22.22 ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.02 รองลงมา คือ กระดานข่าว (Web boards) คิดเป็นร้อยละ 22.22 และอันดับที่สาม คือ ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) คิดเป็นร้อยละ 16.24 ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.32 รองลงมา คือ สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน

(Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 21.81 และอันดับที่สาม คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books) คิดเป็นร้อยละ 18.56 และใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.04 รองลงมา คือ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) คิดเป็นร้อยละ 30.85 และอันดับที่สาม คือ ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library) คิดเป็นร้อยละ 28.94

3.7 การกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ อาจารย์ศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.40 และศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้บนเว็บ ได้แก่ การเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.41

3.7.1 การกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ อาจารย์กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87.82

3.7.2 การเขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ อาจารย์เขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.78

3.8 การกำหนดสื่อการเรียนการสอน อาจารย์ศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.06 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 22.41 และอันดับที่สาม คือ แบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 20.53 และศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.05 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 29.30 และอันดับที่สาม คือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 20.12

3.8.1 วิธีการกำหนดสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน อาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.21

3.8.2 วิธีการกำหนดสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ อาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 51.40

3.9 การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ อาจารย์ศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.04 รองลงมา คือ แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงาน คิดเป็นร้อยละ 20.91 และอันดับที่สาม คือ แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 13.38 และศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บ ได้แก่ แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) เป็นต้น มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.17 รองลงมา คือ แบบแสดงความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานอภิปราย (Discussion boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) การประชุมทางไกลด้วยเสียง (Audio conferencing) การประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) การประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 26.38 และอันดับที่สาม คือ แบบประเมินพฤติกรรมผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Webboards) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 14.96

3.9.1 กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน อาจารย์ใช้วิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.51

3.9.2 กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บ อาจารย์ใช้วิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.67

3.10 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง อาจารย์ทดลองใช้ในห้องเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.82

3.11 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง อาจารย์ทดสอบผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.49 รองลงมา คือ สังเกตผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 25.43 และอันดับที่สาม คือ สอบถามผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 20.90

3.12 การกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ อาจารย์ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 46.88 รองลงมา คือ ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 29.61 และอันดับที่สาม คือ ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 23.06

3.13 การกำหนดการควบคุมการเรียน อาจารย์ให้ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.50 รองลงมา คือ ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 25.15 และอันดับที่สาม คือ อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 21.76

3.14 การกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียน อาจารย์สังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.23

3.14.1 วิธีการทดสอบความรู้ของผู้เรียน อาจารย์ใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.59

3.14.2 วิธีการประเมินผลงานของผู้เรียน อาจารย์ใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.54

3.15 การสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอน อาจารย์สังเกตปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 32.67 รองลงมา คือ สรุปปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้น คิดเป็นร้อยละ 18.26 และอันดับที่สาม คือ สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 17.02

3.16 การกำหนดสัดส่วนของจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์จัดการเรียนการสอนในห้องเรียน 80% บนเว็บ 20% มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.90

4. ความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสอนที่เหมาะสมตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต พบว่า

4.1 การกำหนดลักษณะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบัน อาจารย์ควรวินิจฉัยศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 66.16

4.2 วิธีการอธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ควรเล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30.30 รองลงมา คือ แจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน คิดเป็นร้อยละ 23.56 และอันดับที่สาม คือ นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา คิดเป็นร้อยละ 23.14

4.3 การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ อาจารย์ควรแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.43 รองลงมา คือ ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 32.06 และอันดับที่สาม คือ ห้องสมุดสถาบันการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 29.68

4.4 การทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ยุ่เรียนได้ออกแบบไว้ อาจารย์ควรให้ผู้เรียนสร้างต้นแบบ (Prototype) เพื่อทดสอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.00

4.5 รูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน อาจารย์ควรให้ผู้เรียนเขียนเอกสารในรูปแบบรูปเล่มรายงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.98

4.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน อาจารย์ควรให้ผู้เรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 54.56 รองลงมา คือ จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงาน คิดเป็นร้อยละ 21.96 และอันดับที่สาม คือ นำเสนอบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 14.36

5. ความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการวางแผนการสอนที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต พบว่า

5.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนเพื่อวางแผนการสอนในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.13 ควรสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.02 และควรศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของผู้เรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67.65

5.2 การจัดสถานที่เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรจัดห้องปฏิบัติการ การเน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 52.57

5.3 การจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.51 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 21.30 และอันดับที่สาม คือ แบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 18.82 และควรศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.57 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 23.35 และอันดับที่สาม คือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 18.20

5.4 การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 53.20

5.5 วิธีการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 29.11 รองลงมา คือ ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน คิดเป็นร้อยละ

26.78 และอันดับที่สาม คือ ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน คิดเป็นร้อยละ 16.73

5.6 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่างมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 23.82 รองลงมา คือ การใช้คำถาม (5W1H) คิดเป็นร้อยละ 17.77 และอันดับที่สาม คือ กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) คิดเป็นร้อยละ 14.74 และควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง (Brain storming) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.69

5.7 การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.24 รองลงมา คือ ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) คิดเป็นร้อยละ 20.41 และอันดับที่สาม คือ ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) คิดเป็นร้อยละ 19.39 ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.63 รองลงมา คือ กระดานข่าว (Web boards) คิดเป็นร้อยละ 21.68 และอันดับที่สาม คือ บล็อก (Blog) คิดเป็นร้อยละ 13.53 ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.16 รองลงมา คือ สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดิทัศน์ (Video clips) เป็นต้น คิดเป็นร้อยละ 24.57 และอันดับที่สาม คือ โปรแกรมบทเรียน (Courseware) คิดเป็นร้อยละ 23.54 และใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34.36 รองลงมา คือ โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine) คิดเป็นร้อยละ 32.97 และอันดับที่สาม คือ ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library) คิดเป็นร้อยละ 29.58

5.8 การกำหนดจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา อาจารย์ควรใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.77

5.9 การกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา อาจารย์ควรใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.02

5.10 การนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรจัดกลุ่ม 3 คน (Triad Group) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 35.01 รองลงมา คือ กลุ่มย่อยระดมสมอง 3-4 คน (Buzz Group) คิดเป็นร้อยละ 28.88 และอันดับที่สาม คือ กลุ่มเล็ก 5-6 คน (Small Group) คิดเป็นร้อยละ 15.10

5.11 วิธีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ อาจารย์ควรให้คะแนนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.18 รองลงมา คือ ให้รางวัลหรือคำชมเชย คิดเป็นร้อยละ 24.03 และอันดับที่สาม คือ ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที คิดเป็นร้อยละ 23.51

5.12 การใช้เครื่องมือในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน อาจารย์ควรใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 62.23

5.13 การใช้เครื่องมือในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน อาจารย์ควรใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.85

5.14 อาจารย์ส่วนใหญ่เห็นว่า ลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไปมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.69 รองลงมา คือ ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและสังเกต ได้ตรงตรง มักจะพิจารณาประสบการณ์เชิงรูปธรรมด้วยการคิดหลายๆ ด้านและสรุปความคิดที่มีรายละเอียดซับซ้อน ชอบจินตนาการและชอบแก้ปัญหาด้วยการคิดเป็นกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 17.92 และอันดับที่สาม คือ ชอบเรียนรู้และคิดเชิงนามธรรมและทดลอง ปฏิบัติ มักจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการกระทำ หรือฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิด คิดเป็นร้อยละ 13.56

ผลการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีดังนี้

1. ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 72.66 มีอายุระหว่าง 20-22 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 57.72 กำลังศึกษาชั้นปีที่ 2 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.57 สังกัดสาขาวิชาเครื่องกลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.42 สังกัดมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.19 มีประสบการณ์ด้านการเรียนโดยใช้เครื่องมือบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระหว่าง 1-2 ปีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47.34

1.1 นิสิตนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่า ลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไปมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.10 รองลงมา คือ ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและสังเกต ได้ตรงตรง มักจะพิจารณาประสบการณ์เชิงรูปธรรมด้วยการคิดหลายๆ ด้านและสรุปความคิดที่มีรายละเอียดซับซ้อน ชอบจินตนาการและชอบแก้ปัญหาด้วยการคิดเป็นกลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 30.71 และอันดับที่สาม คือ ชอบเรียนรู้และคิดเชิงนามธรรมและทดลอง ปฏิบัติ มักจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการกระทำ หรือฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิด คิดเป็นร้อยละ 22.86

2. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า

2.1 การใช้สื่อใช้สื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอน อาจารย์ใช้สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 20.42 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยาย คิดเป็นร้อยละ 19.87 และอันดับที่สาม คือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว คิดเป็นร้อยละ 17.08 และใช้สื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.11 รองลงมา คือ สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 24.10 และอันดับที่สาม คือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 19.18

2.2 วิธีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้นิสิตนักศึกษารู้สึกอยากเรียนรู้ อาจารย์สร้างแรงจูงใจโดยการยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริงมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.12 รองลงมา คือ ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 21.39 และอันดับที่สาม คือ เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 19.96

2.3 การเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอน นิสิตนักศึกษาเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่างมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 18.56 รองลงมา คือ การเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) คิดเป็นร้อยละ 15.15 และอันดับที่สาม คือ การใช้คำถาม (5W1H) คิดเป็นร้อยละ 12.12 และรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง (Brain storming) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.66

2.4 การใช้เครื่องมือเว็บในการเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 44.05 รองลงมา คือ ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) คิดเป็นร้อยละ 21.15 และอันดับที่สาม คือ ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) คิดเป็นร้อยละ 15.64 ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 22.73 รองลงมา คือ กระดานข่าว (Web boards) คิดเป็นร้อยละ 22.00 และอันดับที่สาม คือ บล็อก (Blog) คิดเป็นร้อยละ 10.72 ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.55 รองลงมา คือ โปรแกรมบทเรียน (Courseware) คิดเป็นร้อยละ 23.59 และอันดับที่สาม คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books) คิดเป็นร้อยละ 21.52 และใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 33.97 รองลงมา คือ โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine) คิดเป็นร้อยละ 30.15 และอันดับที่สาม คือ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) คิดเป็นร้อยละ 27.35

2.5 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ นิสิตนักศึกษาใช้แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.80 รองลงมา คือ ห้องสมุด สถาบันการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 36.61 และอันดับที่สาม คือ ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 24.76

2.6 การนำเสนอบทเรียนเพื่อสร้างความสนใจนิสิตนักศึกษาในการเรียนรู้ อาจารย์ใช้วิธีการถาม ตอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 24.41 รองลงมา คือ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 21.52 และอันดับที่สาม คือ เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 19.16

2.7 การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ใช้เทคนิคการระดมสมอง (Brain storming) มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.75 รองลงมา คือ เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) คิดเป็นร้อยละ 20.32 และเทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) คิดเป็นร้อยละ 20.32

2.8 วิธีการสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษา นิสิตนักศึกษาสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 43.74 รองลงมา คือ แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 38.56 และอันดับที่สาม คือ นำเสนอความรู้หรือผลงานหน้าชั้นเรียน คิดเป็นร้อยละ 17.57

2.9 วิธีการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นิสิตนักศึกษาอยากเรียนรู้ อาจารย์ให้คะแนนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 45.93 รองลงมา คือ ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที คิดเป็นร้อยละ 32.12 และอันดับที่สาม คือ ให้รางวัลหรือคำชมเชย คิดเป็นร้อยละ 13.96

3. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมกรรมการเรียนตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ตามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสภาวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า

3.1 การกำหนดลักษณะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบัน อาจารย์ใช้กรณีศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61.85

3.2 การอธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์เล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.44 รองลงมา คือ นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา คิดเป็นร้อยละ 23.33 และอันดับที่สาม คือ นำเสนอวีดิทัศน์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู คิดเป็นร้อยละ 20.97

3.3 การแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ อาจารย์แนะนำห้องสมุดสถาบันการศึกษามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.51 รองลงมา คือ แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต คิดเป็นร้อยละ 35.45 และอันดับที่สาม คือ ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 25.31

3.4 การทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ออกแบบ อาจารย์ให้ผู้เรียนสร้างต้นแบบ (Prototype) เพื่อทดสอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 68.71

3.5 รูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ให้ผู้เรียนเขียนเอกสารในรูปแบบรูปเล่มรายงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.63

3.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 49.18 รองลงมา คือ นำเสนอบนเว็บ คิดเป็นร้อยละ 20.54 และอันดับที่สาม คือ จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงาน คิดเป็นร้อยละ 16.19

**ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและ
พัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

ผู้วิจัยได้ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน
การสอน โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบและ
ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่
2 ระหว่างวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ.2552 ถึงวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ.2552 ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
เกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
บัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เฉพาะข้อคำถามที่มีความ
เหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด,
2545) มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
โดยทั่วไปที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

1. ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษา
ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียนการสอนโดยสอบถามผู้
ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ ผู้เรียน เป็นต้น เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน จัดลำดับ
ความสำคัญของปัญหาการเรียนการสอน

2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยสังเกตลักษณะ
ของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิม ศึกษาเอกสาร
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนโดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน

3. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตก่อนการวางแผนการสอน
โดยศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน ศึกษาคำอธิบายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
เลือกเนื้อหาที่จะสอนโดยแบ่งเนื้อหาที่จะสอนตามหัวข้อ กำหนดระยะเวลาในการสอนโดยกำหนด
จำนวนคาบการเรียนในการสอนแต่ละหัวข้อ

องค์ประกอบที่ 2 การวางแผนและการออกแบบ (Planning and design)

1. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะ
ยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เขียนวัตถุประสงค์การ
เรียนรู้โดยเขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา

2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาการจัดกิจกรรม
การเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ ใช้กรณีตัวอย่าง ใช้คำถาม (5W1H)
และใช้กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อ
สนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง (Brain storming) กำหนดกิจกรรมในการจัดการ
การเรียนการสอนโดยเขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบการเรียน

3. กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน เขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน

4. การกำหนดสื่อการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน สไลด์ประกอบการบรรยายและแบบฝึกหัด กำหนดสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

องค์ประกอบที่ 3 การผลิตและพัฒนา (Construct and Development)

1. การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน ได้แก่ แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงาน และแบบแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน และกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียนด้วยวิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยอาจารย์เอง

องค์ประกอบที่ 4 การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง (Testing and Verification)

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดลองใช้ในห้องเรียน

2. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดสอบผู้เรียน สังเกตผู้เรียนและสอบถามผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

1. การกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน ระหว่างเรียนและก่อนเรียน

องค์ประกอบที่ 6 การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (Monitoring)

1. การกำหนดการควบคุมการเรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้ ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้ และอนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง

2. การกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีการทดสอบความรู้ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง วิธีการประเมินผลงานของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง

องค์ประกอบที่ 7 ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

1. การสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนโดยสังเกตปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น สรุปปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้น และสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน

ผลการศึกษาคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บเกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เฉพาะข้อคำถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยทั่วไปที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

1. การกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้บนเว็บ ได้แก่ การเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction) และเขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ ได้แก่ การเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน
2. การกำหนดสื่อการเรียนการสอนบนเว็บก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ และภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ และกำหนดสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ โดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง
3. การจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บและภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ
4. การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง
5. การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) ประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ (Video conferencing) ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Web boards) บล็อก (Blog) ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows) สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น โปรแกรมบทเรียน (Courseware) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books) ใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine) ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library)

6. การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดย
ศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บ ได้แก่ แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน
โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) เป็นต้น แบบแสดงความ
คิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานอภิปราย
(Discussion boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) การประชุมทางไกล
ด้วยเสียง (Audio conferencing) การประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) การประชุมทางไกล
ผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) เป็นต้น แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสังเกต
จากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Webboards) บล็อก (Blog) วิกี
(Wiki) เป็นต้น และกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บ โดยอาจารย์สร้าง
เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

7. การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังจากอาจารย์ผลิตสื่อการเรียน
การสอนด้วยตนเองโดยทดลองใช้ในห้องเรียน

8. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการ
สอนด้วยตนเองโดยทดสอบผู้เรียน สังเกตผู้เรียนและสอบถามผู้เรียน

ผลการศึกษาคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์
เกี่ยวกับความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตและการ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เฉพาะข้อคำถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนี
ความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) มีดังนี้

1. องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรประกอบด้วย
 1. การจัดการเรียนการสอนควรเน้นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
 2. การจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้ ควรใช้หลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น
หลัก (Problem-based learning)
 3. การแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศโดยแนะนำ
แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ห้องสมุดสถาบันการศึกษาและฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์
 4. การนำเสนอบทเรียนในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยใช้การยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง
กับบทเรียน การถาม ตอบและการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน
 5. การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยใช้เทคนิคการใช้
คำถาม (5W1H) และเทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) และเทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์
(Inventive Thinking)
 6. วิธีการสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษาโดยอาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือ
ผลงาน อาจารย์ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมา และอาจารย์ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน
 7. วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยอาจารย์ประเมินทักษะ
การคิดของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดสำหรับผู้เรียน และอาจารย์ประเมินผล
งานของผู้เรียน โดยใช้แบบประเมินผลงานสำหรับผู้ประเมิน

8. การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควรทดสอบความสามารถของผู้เรียน ดังนี้ 1. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 2. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

9. การประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควรประเมินผลงานสร้างสรรค์ใน 1. มิติ นวภาพ (Novelty) ประกอบด้วยความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ 2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution) ประกอบด้วยการมีคุณค่า ความสมเหตุสมผลและการใช้ประโยชน์ 3. มิติการต่อเติม เสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) ประกอบด้วยการจัดส่วนประกอบและการ เป็นที่เข้าใจได้

ผลการศึกษาค้นคว้าคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ เกี่ยวกับความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการ พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เฉพาะข้อคำถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) มีดังนี้

1. การสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ส่งผลต่อการ พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ควรดำเนินการดังนี้
 1. อาจารย์กำหนดลักษณะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบัน โดยใช้กรณีศึกษา
 2. อาจารย์อธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง แจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา และนำเสนอวิธีทัศนปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู
 3. อาจารย์แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจาก แหล่งข้อมูล โดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์และห้องสมุด สถาบันการศึกษา
 4. อาจารย์ให้ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่คุณเรียนได้ออกแบบ ไว้โดยสร้างต้นแบบ (Prototype) เพื่อทดสอบ
 5. อาจารย์ให้ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ใน รูปแบบของรูปเล่มรายงาน
 6. อาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงานและนำเสนอบนเว็บ

ผลการศึกษาคำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เฉพาะข้อคำถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านผู้เรียน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนเพื่อวางแผนการสอนในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 2 ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

2. จัดสถานที่เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยจัดห้องปฏิบัติการเน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น

องค์ประกอบที่ 3 ด้านทรัพยากรการสอน

3. จัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน สไลด์ ประกอบการบรรยาย แบบฝึกหัดและภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ

4. เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยอาจารย์ออกแบบผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

5. แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลโดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ห้องสมุดสถาบันการศึกษาและฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์

องค์ประกอบที่ 4 ด้านบทบาทของอาจารย์ผู้สอน

6. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน และเล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์

7. เสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยให้คะแนน ให้รางวัลหรือคำชมเชย ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที

องค์ประกอบที่ 5 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

8. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ ใช้กรณีตัวอย่าง ใช้คำถาม (5W1H) กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) และการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ การระดมสมอง (Brain storming)

องค์ประกอบที่ 6 ด้านวิธีการเรียนการสอน

9. นำเสนอบทเรียนเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้โดยถาม ตอบ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและเล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

10. ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เทคนิคการระดมสมอง (Brain storming) เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) และเทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)

11. สรุปรูปการเรียนปลายภาคการศึกษาโดยสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนและนำเสนอความรู้หรือผลงานหน้าชั้นเรียน

12. นำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรจัดกลุ่ม 3 คน (Triad Group) กลุ่มย่อยระดมสมอง 3-4 คน (Buzz Group) และกลุ่มเล็ก 5-6 คน (Small Group)

องค์ประกอบที่ 7 ด้านเวลาในการจัดการเรียนการสอน

13. กำหนดจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน

องค์ประกอบที่ 5 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

14. กำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์

องค์ประกอบที่ 8 ด้านการทดสอบความคิดสร้างสรรค์และการประเมินผลงานสร้างสรรค์

15. ใช้เครื่องมือในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่อาจารย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง

ตอนที่ 3 ผลการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยได้สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยนำผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 2 เฉพาะข้อคำถามที่มีความเหมาะสม ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) มาสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ระหว่างวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ.2552 ผลการสร้าง(ร่าง) มีดังนี้

(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตก่อนการนำไปทดลองใช้ ประกอบด้วย

1. หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
3. องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

1. หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1. หลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการนำหลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งเป็นแบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์ และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม และสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อม การเรียนรู้เป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ และมีการนำเทคโนโลยีเว็บมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้อย่างมีความหมายของผู้เรียนโดยไม่มีขอบเขตจำกัดด้านระยะทางและเวลาที่ต่างกัน ผู้สอนสามารถนำเสนอบทเรียนทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงบางส่วนเท่านั้นก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ

2. หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำหลักการการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากปัญหา ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน และแก้ปัญหาโดยรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง และเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ขั้นตอน ดังนี้ 1. วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 10. วิธีการประเมิน

ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

3. หลักการการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการนำหลักการการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instructional) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ซึ่งเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยมีหลักการ ดังนี้ 1. ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน 2. ผู้สอนมีการใช้รูปแบบ วิธีการหรือเทคนิคการสอนต่างๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายจากความคิดเดิมในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง 3. ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการคิดต่างๆ ตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน และมีองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ซึ่งเน้นองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนที่มีผลต่อการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. เนื้อหาวิชา 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 9. การประเมินทักษะการคิด

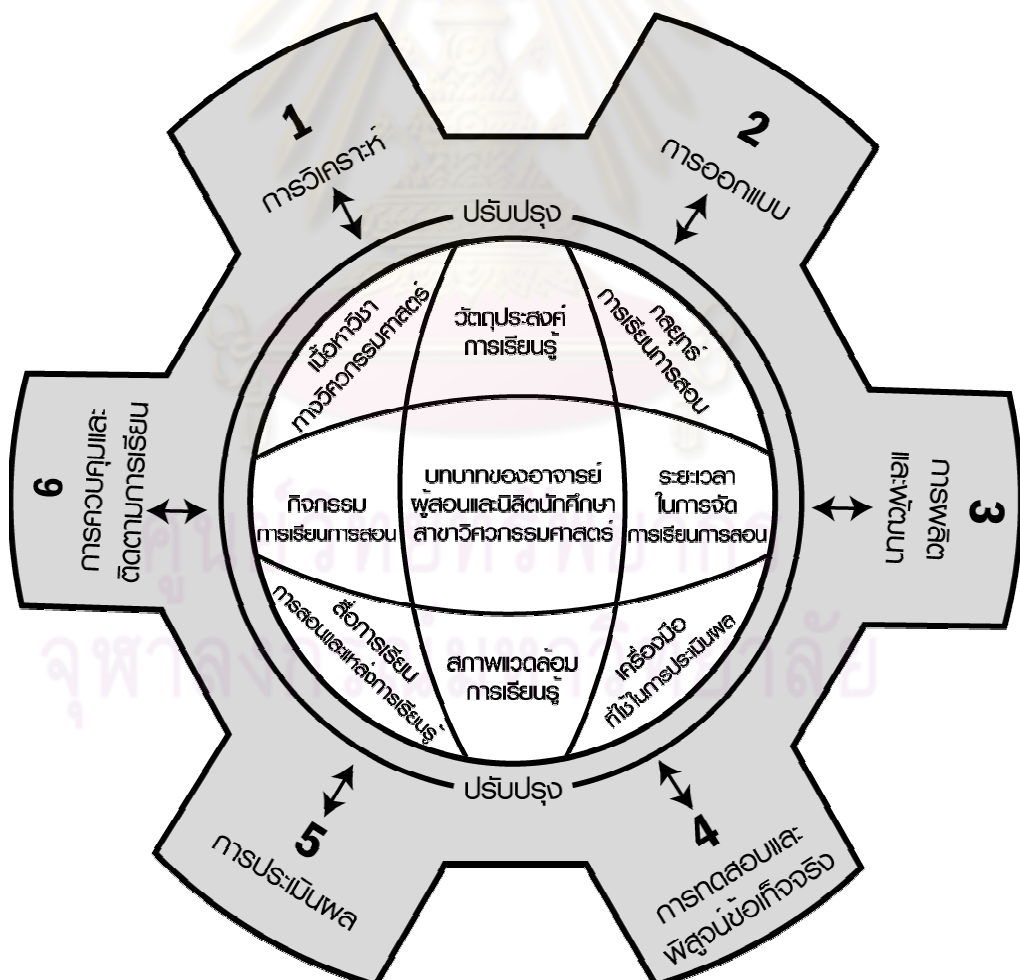
4. หลักการสร้างแรงจูงใจ ซึ่งเป็นการนำหลักการการสร้างแรงจูงใจมาประยุกต์ใช้ในกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแรงจูงใจของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผลในรูปแบบใหม่ ได้รับความสนใจในการเรียนรู้รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการเล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่น่าสนใจ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและเป็นตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ใกล้ตัว มีความทันสมัย ถามตอบ เพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนที่น่าสนใจ เชิญผู้ประสบความสำเร็จในวิชาชีพวิศวกรรมมาเล่าประสบการณ์แห่งความสำเร็จ โดยการจัดกิจกรรม SUCCESS STORY สาธิตการปฏิบัติการออกแบบและประดิษฐ์คิดค้นทางวิศวกรรมศาสตร์ ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการให้คะแนน ให้คำชมเชย ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที ทำท่าย ลงโทษ ตำหนิ ให้รางวัล ทั้งนี้ ควรเน้นให้เกิดการเสริมแรงภายใน แรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ

1. เพื่อเป็นเครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เชิงปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ต่ออาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ได้ตรงตามความต้องการของตนเองและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. เพื่อพัฒนาความสามารถของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Model) ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์

3. องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ



แผนภูมิที่ 16 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

แผนภูมิที่ 17 แสดงองค์ประกอบของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

องค์ประกอบของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
9. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์



แผนภูมิที่ 18 แสดงขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอน

ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของ(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก 24 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนย่อย
2. การออกแบบ (Design) ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนย่อย
3. การผลิตและพัฒนา (Production and Development) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย
4. การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง (Testing and Verification) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย
5. การประเมินผล (Evaluation Instructions) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย
6. การควบคุม และติดตามการเรียน (Monitoring) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย

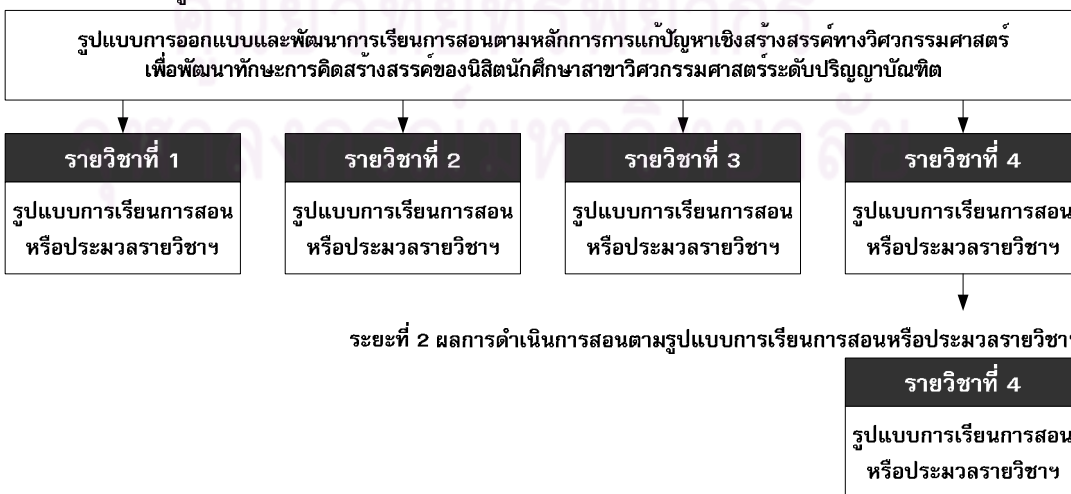
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4 ระหว่างวันที่ 2 มีนาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2553 ผลการวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ระยะที่ 2 ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ระยะที่ 1 ผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน



แผนภูมิที่ 19 แสดงการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

**ระยะที่ 1 ผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาเรียนการสอนตามหลักการ
การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต
นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาเรียนการสอน โดยอาจารย์
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ดำเนินการออกแบบและพัฒนารายวิชา
เรียนการสอน ระดับหน่วยการเรียน (Unit) ตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนารายวิชา
เรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4 ระยะที่ 1 ระหว่างวันที่ 2
มีนาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. ข้อมูลส่วนตัวของผู้ออกแบบและพัฒนารายวิชาเรียนการสอน มีดังนี้

1.1 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 1 สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 2 สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 3 สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 4 สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรม
เครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. การออกแบบและพัฒนารายวิชาเรียนการสอน โดยอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนารายวิชาเรียนการสอน ระดับ
หน่วยการเรียน (Unit) ในรายวิชาของตนเอง ตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนารายวิชา
เรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ดังนี้

2.1 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 1 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับ
วิศวกรรมไฟฟ้า 2 (Mathematics for Electrical Engineering II: MATH EE II) ภาคการศึกษาปลาย
ปีการศึกษา 2553 บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 ขั้นตอน ทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการ
คิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ทักษะ ใช้ระยะเวลาในการออกแบบการเรียนการสอนวิชา ระหว่างวันที่ 2
มีนาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 29 เมษายน พ.ศ.2553

2.2 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 2 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรม
เบื้องต้น (Engineering Drawing Fundamentals) ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2553 บูรณาการ
กลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 9
ขั้นตอน ทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 9 ทักษะ และใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
จำนวน 3 มิติ ใช้ระยะเวลาในการออกแบบการเรียนการสอนวิชา ระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ.
2553 ถึงวันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ.2553

2.3 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 3 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering) ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2553 บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ขั้นตอน ทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ทักษะ ใช้ระยะเวลาในการออกแบบการเรียนการสอนวิชา ระหว่างวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2553 ถึงวันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ.2553

2.4 อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 4 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2553 บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 13 ขั้นตอน ทดสอบทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 10 ทักษะ และใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 มิติ ใช้ระยะเวลาในการออกแบบการเรียนการสอนวิชา ระหว่างวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ.2553

3. ผลการสัมภาษณ์อาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน เกี่ยวกับการทดลองใช้คู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ มีดังนี้

ข้อดี

1. คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนฯ นี้ดี มีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ และมีตัวอย่างประกอบทำให้เข้าใจแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน
2. ทำให้เห็นการเชื่อมโยงองค์ประกอบของการเรียนการสอนและมีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ
3. ทำให้อาจารย์ออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ คิดอย่างเป็นระบบ

ข้อปรับปรุง

1. ควรลดการซ้ำซ้อนในการเขียนขั้นตอนที่ 1B-1, 1C-1, 1D-1, 1E-1, 1F-1, 1G-1, 1H-1, 1I-1 เพราะจะทำให้อาจารย์เมื่อยล้าในการเขียน และจะได้มีเวลาในการคิดออกแบบมากขึ้น
2. เนื่องจากใช้เวลาค่อนข้างมากในการเขียนเพื่อออกแบบการเรียนการสอน หากจัดทำเป็น Web-based ในการออกแบบการเรียนการสอน น่าจะเป็นประโยชน์และมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. ควรให้คำนิยามเครื่องมือเว็บกับสื่อการสอนให้ชัดเจน เพราะมีขอบข่ายใกล้เคียงกันมาก จนอาจจะทำให้อาจารย์สับสนในการออกแบบการเรียนการสอนได้

หลังจากทดลองใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 คน มาปรับปรุงรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์มากที่สุด

4. ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอน หรือประมวลรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 รายวิชา มีดังนี้

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้ศึกษารายละเอียดของคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน และรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จนครบถ้วนแล้ว

1. ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ทั้ง 4 คน สามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นได้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากคู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น มีลักษณะเด่น ดังนี้

1.1 กรอบของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมีความเฉพาะ โดยเน้นเฉพาะการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

1.2 องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีความเหมาะสมดี เนื่องจากองค์ประกอบนี้ได้มาจากรีวิวการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ที่น่าเชื่อถือ

1.3 ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน มีการวิเคราะห์ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้และประเมินผลอย่างเป็นระบบ ชัดเจน ดีมาก

1.4 รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนและตัวอย่างประกอบ ทำให้ผู้ออกแบบการเรียนการสอน เข้าใจได้ง่าย

1.5 คำเนื่งถึงการออกแบบการเรียนการสอน ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ จิตภาพและสังคมภาพอย่างเหมาะสม ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเด่น

2. ผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับว่ารูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา เป็นผลงานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

ทั้งนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา ของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ทั้ง 4 รายวิชา และได้ประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนหรือประเมินประมวลรายวิชา โดยมีผลการประเมินและรับรอง ดังนี้

รายวิชาที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชา คณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า 2 (Mathematics for Electrical Engineering II: MATH EE II) มีผลการประเมินและรับรอง ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสม
2. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 12 จำนวนชั่วโมงที่สอน/สัปดาห์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

2.1 มีเวลาที่ใช้สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์

2.2 ช่วยให้นิสิตได้คำนึงถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง

3. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 13 เนื้อหารายวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

3.1 เนื้อหามีมากขึ้น แต่ไม่แสดงให้เห็นว่าจะพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างไร จากการสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในวิชาเดียว

3.2 ธรรมชาติของรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

3.3 สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจากช่วยให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และรู้จักการมองต่างมุม

4. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 14 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

4.1 มีการระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีการระบุเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมดี

5. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 15 หนังสืออ่านประกอบ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

5.1 หนังสืออ่านประกอบเพียงพอสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้

6. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 16 การประเมินผลการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

6.1 มีการประเมินผลจากการอภิปราย ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นได้เป็นอย่างดี

7. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนต่อครั้งในรูปแบบการเรียนการสอนจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

7.1 มีการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่แน่ใจว่าจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ เนื่องจากในทางปฏิบัติอาจไม่เป็นไปตามแผน

8. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.10$)

รายวิชาที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชาพื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing Fundamental) มีผลการประเมินและรับรองดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสม
2. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 12 จำนวนชั่วโมงที่สอน/สัปดาห์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

- 2.1 มีเวลาที่ใช้สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์
- 2.2 ช่วยให้ห็นิสิตได้คำนึงถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง
3. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 13 เนื้อหารายวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 3.1 มีเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างเหมาะสม
4. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 14 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 4.1 มีการระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีการระบุเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมดี
5. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 15 หนังสืออ่านประกอบ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 5.1 หนังสืออ่านประกอบเพียงพอสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้
6. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 16 การประเมินผลการเรียนการสอน สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 6.1 มีการประเมินผลการเรียนการสอนและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์
7. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนต่อครั้งในรูปแบบการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 7.1 มีการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่แน่ใจว่าจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ เนื่องจากในทางปฏิบัติอาจไม่เป็นไปตามแผน
8. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.20$)
9. ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข
- 9.1 ควรมีการวัดประเมินและกิจกรรมการวัดประเมินที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนคิดได้ดีขึ้น

รายวิชาที่ 3 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชาวิศวกรรมชลศาสตร์ (Hydraulic Engineering) มีผลการประเมินและรับรอง ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสม

2. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 12 จำนวนชั่วโมงที่สอน/สัปดาห์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

- 2.1 มีเวลาที่ใช้สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์
- 2.2 ช่วยให้ห็นิสิตได้คำนึงถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง
3. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 13 เนื้อหารายวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 3.1 มีเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างเหมาะสม
- 3.2 ธรรมชาติของรายวิชาที่มีความเหมาะสมและเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
- 3.3 ช่วยให้ห็นิสิตรู้จักเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ มากขึ้น
4. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 14 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 4.1 มีการระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีการระบุเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมดี
5. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 15 หนังสืออ่านประกอบ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 5.1 หนังสืออ่านประกอบเพียงพอสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้
6. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 16 การประเมินผลการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 6.1 มีการประเมินผลจากการอภิปราย ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ห็นิสิตแสดงความคิดเห็นได้เป็นอย่างดี
7. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนต่อครั้งในรูปแบบการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 7.1 มีการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ แต่ไม่แน่ใจว่าจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ เนื่องจากในทางปฏิบัติอาจไม่เป็นไปตามแผน
8. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.20$)

รายวิชาที่ 4 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) มีผลการประเมินและรับรอง ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสม
2. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 12 จำนวนชั่วโมงที่สอน/สัปดาห์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก

- 2.1 มีเวลาที่ใช้สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์
- 2.2 ช่วยให้ผลิตได้ค่านึงถึงการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง
3. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 13 เนื้อหารายวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 3.1 มีเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างเหมาะสม
- 3.2 ธรรมชาติของรายวิชาที่มีความเหมาะสมและเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
- 3.3 ช่วยให้ผลิตรู้จักเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ มากขึ้น
4. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 14 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 4.1 มีการระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีการระบุเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และวิธีการจัดการเรียนการสอนมีความเหมาะสมดี
5. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 15 หนังสืออ่านประกอบ จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 5.1 หนังสืออ่านประกอบเพียงพอสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้
6. รายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอน ข้อที่ 16 การประเมินผลการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 6.1 มีการทดสอบและประเมินผลทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างชัดเจน
- 6.2 มีการประเมินผลจากการอภิปราย ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผลิตแสดงความคิดเห็นได้เป็นอย่างดี
7. รายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนต่อครั้งในรูปแบบการเรียนการสอน จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ เนื่องจาก
- 7.1 มีการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างเหมาะสม
8. รูปแบบการเรียนการสอนรายวิชานี้ มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.83$)

ระยะที่ 2 ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยอาจารย์ผู้สอนสาขา วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตาม รูปแบบการเรียนการสอนฯ ในระดับหน่วยการเรียน (Unit) ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองใน ระยะเวลาที่ 1 กับนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ห้องเรียน ตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 4 ระยะเวลาที่ 2 ระหว่างวันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2553 ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ มีดังนี้

1. รายวิชาที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ได้แก่ รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) รหัสวิชา 2103-313 จำนวน 3 หน่วยกิต ดำเนินการสอนโดยอาจารย์ประจำวิชา ซึ่งมีผลการประเมินและรับรอง รูปแบบการเรียนการสอนฯ ว่ามีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.83$) และ ได้รับการคัดเลือกจากผลการประเมินและรับรองว่ามีความเหมาะสมที่สุด

2. ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยใช้วิธีสังเกตการณ์ แบบมีโครงสร้าง (Structured Observation) และกำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ พฤติกรรมที่ ต้องการสังเกต กำหนดกลุ่มผู้ถูกสังเกต กำหนดช่วงเวลาในการสังเกต ใช้เครื่องมือประกอบการสังเกต และการบันทึก พบว่า อาจารย์ผู้สอนได้ดำเนินการสอนตามประมวลรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) ประจำภาคการศึกษา ต้น ปีการศึกษา 2553 ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยดำเนินสอนทุกวันจันทร์ พุธและศุกร์ เวลา 11.00 น. ถึง 12.00 น. ณ ตึก 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ระยะเวลาในการพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ หรือ 16 คาบการเรียน

อาจารย์ผู้สอนดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยมีการแจ้งวัตถุประสงค์ของ รูปแบบการเรียนการสอนฯ ให้ผู้เรียนทราบว่า การดำเนินการสอนครั้งนี้ มุ่งเน้นให้นิสิตพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีการปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่อย่างเหมาะสม เช่น เพิ่มวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์สอดแทรกหรือ บูรณาการกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าไปเนื้อหาวิชาเดิม ปรับเปลี่ยนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ตามกลยุทธ์การเรียนการสอน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ปรับระยะเวลาในการ จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ใช้สื่อการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียน พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และ ประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่ นี้ ทำให้นิสิตสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ของตนเอง และได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีมอีกด้วย

นอกจากนี้ อาจารย์ผู้สอนยังได้ประยุกต์ใช้เว็บเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากขึ้น เช่น ใช้เฟสบุ๊ก (Facebook) ในกิจกรรมการนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนเว็บ ซึ่งถือ

เป็นช่องทางหนึ่งในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สอบถามข้อสงสัยในการเรียน การทำโครงการและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. ผลการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้นำผลการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์แยกเป็นรายด้านก่อนและหลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลอง โดยรวมของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (N=58)

คะแนนทักษะ การคิดสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		t	p
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ทักษะการคิดสร้างสรรค์	40	14.97	1.50	29.14	1.43	16.39	.000*

*P<0.05

จากตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลองโดยภาพรวม พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังทดลอง ($\bar{X} = 29.14$, S.D. = 1.43) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนทดลอง ($\bar{X} = 14.97$, S.D. = 1.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์แยกเป็นรายด้านก่อนและหลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (N=58)

คะแนนทักษะ การคิดสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		t	p
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ด้านความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์	4	2.36	0.91	3.40	0.77	6.74	.000*
ด้านความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์	2	1.06	0.75	1.78	0.46	5.79	.000*

*P<0.05

คะแนนทักษะ การคิดสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	ก่อนทดลอง		หลังทดลอง		t	p
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ด้านความสามารถใน การเขียนวิธีการ แก้ปัญหาทางวิศวกรรม- ศาสตร์อย่างเป็นระบบ	4	2.52	0.90	3.36	0.61	6.19	.000*
ด้านความสามารถใน การวิเคราะห์แต่ละ วิธีการแก้ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์ที่ เป็นไปได้	4	2.57	1.04	3.69	0.65	7.29	.000*
ด้านความสามารถใน การประเมินวิธีการ แก้ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์ที่ เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่ กำหนดไว้	4	2.22	1.06	3.50	0.99	7.07	.000*
ด้านความสามารถใน การสร้างต้นแบบเพื่อ ทดสอบวิธีการแก้ปัญหา ทางวิศวกรรมศาสตร์ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด	4	1.53	1.08	2.95	0.74	7.75	.000*
ด้านความสามารถใน การประเมินขั้นตอนหรือ วิธีการแก้ปัญหา	6	1.85	1.76	4.52	1.22	8.84	.000*
ด้านความสามารถใน การปรับปรุงพัฒนา ภายใต้การควบคุม ข้อผิดพลาด	4	0.47	0.86	2.36	0.99	10.94	.000*
ด้านความสามารถใน การนำไปประยุกต์ใช้ได้	4	0.17	0.50	1.57	0.82	12.12	.000*
ด้านความสามารถใน การเขียนและบรรยาย วิธีการแก้ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์	4	0.21	0.69	2.02	1.10	11.72	.000*

*P<0.05

จากตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลอง พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังทดลองในทุกด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ การเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด การประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา การปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด การนำไปประยุกต์ใช้ได้ การเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการสอบถามความคิดเห็นของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัยได้นำข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถามมาแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละเป็นรายข้อ ปราบกฎผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลส่วนตัวของนิสิตผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	49	84.48
หญิง	9	15.52
อายุ		
ต่ำกว่า 18 ปี	1	1.72
18 - 20 ปี	18	31.04
20 - 22 ปี	39	67.24
ชั้นปี		
ชั้นปี 3	57	98.28
ชั้นปี 4	1	1.72
สังกัดสาขาวิชา		
วิศวกรรมเครื่องกล	58	100.00

จากตารางที่ 11 พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 84.48 มีอายุระหว่าง 20-22 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 67.24 ศึกษาชั้นปีที่ 3 มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 98.28 สังกัดสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คิดเป็นร้อยละ 100.00

ข้อมูลความพึงพอใจของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ข้อมูลความพึงพอใจของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ นำเสนอค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจเป็นรายข้อ ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความพึงพอใจของนิสิตจำแนกตามการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
1. การเตรียมการก่อนการเรียนการสอน			
1.1 การชี้แจงเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่	3.95	0.57	มาก
1.2 ความเหมาะสมของการให้คะแนนการทำโครงงาน	3.91	0.80	มาก
ออกแบบ ร้อยละ 20			
2. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทำให้ผู้เรียนสามารถ			
2.1 ให้คำจำกัดความและระบุวัตถุประสงค์ของโจทย์ได้	3.98	0.55	มาก
2.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ได้	3.74	0.64	มาก
2.3 เขียนวิธีการคำนวณเพื่อออกแบบหรือระบุวิธีการเลือก	3.57	0.60	มาก
อุปกรณ์ชิ้นส่วนกลเพื่อแก้โจทย์ได้			
2.4 เลือกและคำนวณตามวิธีที่เลือกมาได้	3.62	0.59	มาก
2.5 ประเมินวิธีการออกแบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้	3.88	0.53	มาก
2.6 สร้างต้นแบบจริง (โมเดล) หรือแบบจำลองบน	3.40	0.84	ปานกลาง
คอมพิวเตอร์			
2.7 ประเมินต้นแบบ (โมเดล) หรือแบบจำลองบน	3.34	0.81	ปานกลาง
คอมพิวเตอร์			
2.8 ปรับปรุงต้นแบบ (โมเดล) หรือแบบจำลองบน	3.31	0.84	ปานกลาง
คอมพิวเตอร์			
2.9 ประยุกต์ใช้ต้นแบบ (โมเดล) หรือแบบจำลองบน	3.19	0.83	ปานกลาง
คอมพิวเตอร์ได้			
2.10 นำเสนอวิธีการออกแบบและเลือกชิ้นส่วนกลได้	3.67	0.57	มาก
3. ด้านเนื้อหา			
3.1 เนื้อหามีความเข้าใจ	3.96	0.73	มาก
3.2 เนื้อหามีความทันสมัย	3.97	0.75	มาก

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
3.3 เนื้อหาสอดคล้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือ การออกแบบ	4.19	0.54	มาก
4. ด้านผู้สอน			
4.1 การถ่ายทอดความรู้และสร้างแรงจูงใจของผู้สอน	4.26	0.66	มาก
4.2 ความเป็นกันเองของผู้สอน	4.47	0.63	มาก
4.3 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	4.17	0.70	มาก
4.4 การให้คำปรึกษาของผู้สอน เมื่อมีปัญหาด้านการเรียน	3.81	0.78	มาก
4.5 การแนะนำแหล่งการเรียนรู้	3.36	0.72	ปานกลาง
5. ด้านผู้เรียน			
5.1 เข้าใจเนื้อหาวิชาเพื่อใช้ในการออกแบบ	3.78	0.65	มาก
5.2 มีอิสระทางความคิดและการกระทำ	4.07	0.65	มาก
5.3 กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น	3.84	0.79	มาก
5.4 มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อน	4.12	0.73	มาก
5.5 เกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง	4.14	0.66	มาก
6. ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้			
6.1 การจัดห้องเรียนมีความเหมาะสม ทำให้ผู้สอนสามารถ ให้คำแนะนำในการเรียนได้	3.83	0.75	มาก
7. ด้านวิธีการเรียนการสอน			
7.1 การเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิด สร้างสรรค์หรือการออกแบบ	4.14	0.51	มาก
8. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
8.1 การใช้คำถาม ทำให้ฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือ การออกแบบ	3.95	0.57	มาก
8.2 การสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) หรือสอน ให้ออกแบบ	4.10	0.55	มาก
8.3 การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study) เป็นแนวทางให้ ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ เพื่อแก้โจทย์นั้น	4.00	0.68	มาก
8.4 การเขียนแผนผังความคิด (Mind Map) เพื่อคิดหา ไอเดียใหม่ๆ ในการออกแบบ	3.66	0.69	มาก
8.5 การระดมสมอง เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความ คิดเห็นกับกลุ่มเพื่อน	4.07	0.70	มาก
8.6 ความเหมาะสมของขนาดกลุ่มผู้เรียน 4-5 คน	4.03	0.77	มาก

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
9. ด้านระยะเวลาที่ใช้ในการสอน			
9.1 ความเหมาะสมในการสอนภาคทฤษฎี	3.47	0.78	ปานกลาง
9.2 ความเหมาะสมในการสอนภาคปฏิบัติหรือออกแบบ	3.36	0.79	ปานกลาง
10. ด้านสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ ทำให้เข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้น			
10.1 สไลด์ประกอบคำบรรยาย (PowerPoint) ประกอบด้วย รูปภาพ วิดีโอ เป็นต้น	3.79	0.72	มาก
10.2 หนังสือประกอบการเรียนการสอน (Textbook)	3.84	0.67	มาก
10.3 หนังสืออ่านประกอบ	3.16	0.70	ปานกลาง
10.4 เว็บไซต์การนำเสนอผลงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้	3.60	0.84	มาก
Facebook: Idesign CU			
11. ด้านการประเมินผล			
11.1 การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน	3.34	0.51	ปานกลาง
11.2 การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์หลังเรียน	3.59	0.50	มาก
12. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
12.1 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนใน รายวิชานี้ไปใช้แก้โจทย์หรือออกแบบได้	3.91	0.60	มาก
12.2 สามารถประยุกต์ใช้ความรู้วิชาอื่นไปใช้แก้โจทย์หรือ ออกแบบได้	3.72	0.62	มาก
13. ด้านความพึงพอใจ			
13.1 ความพึงพอใจโดยรวมในการเรียนการสอนรายวิชานี้	3.90	0.67	มาก

จากตารางที่ 12 พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.67) และมีความพึงพอใจในด้านผู้สอน ความเป็นกันเองของผู้สอนมากที่สุด ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.63) รองลงมา คือ ด้านผู้สอน การถ่ายทอดความรู้และสร้างแรงจูงใจของผู้สอน ($\bar{X} = 4.26$, S.D. = 0.66) และอันดับที่สาม คือ ด้านเนื้อหา เนื้อหาสอดคล้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือการออกแบบ ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.54)

**ข้อมูลความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา
เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์**

ข้อมูลความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง
สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ นำเสนอผลการแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละเป็นรายชื่อ ปราบกฎ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนและร้อยละของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ (N=58)

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ลักษณะนี้อีก		
มี	57	98.28
ไม่มี	1	1.72

จากตารางที่ 13 พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตส่วนใหญ่มีความ
คิดเห็นว่า ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ลักษณะนี้อีก คิดเป็น
ร้อยละ 98.28

ตารางที่ 14 ความถี่ของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับสิ่งที่ประทับใจในการจัดการเรียนการสอนเพื่อ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้ (N=58)

สิ่งที่ประทับใจในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	ความถี่
1. การระดมสมอง (Brain Storming) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึก คิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดง ความคิดออกมาเสมอ	8
2. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มรับผิดชอบงานที่ ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่	7
3. อาจารย์ผู้สอนเป็นกันเองกับผู้เรียนมาก มีอะไรให้ตื่นเต้นเสมอ	5
4. ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จริง และสร้าง แบบจำลอง (Model)	5
5. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกออกแบบ ฝึกปฏิบัติจริง ได้เห็นปัญหาจริง ทำให้เข้าใจ เนื้อหามากขึ้น	5
6. ทำให้ผู้เรียนได้คิด ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เมื่อ ทำการออกแบบชิ้นงาน	4

สิ่งที่ประทับใจในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	ความถี่
7. เป็นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ไม่เคยมีก่อน	4
8. ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด การออกแบบ ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่	4
9. ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ทำงานรูปแบบใหม่ๆ ที่ไม่เคยทำมาก่อน	3
10. ชอบการระดมความคิด (Brain Storming)	3
11. รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนด้วยกัน	3
12. อาจารย์สอนให้คิด สอนแนวคิดในการออกแบบได้ดีและมีคำถามกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์เสมอ	2
13. อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนได้ดี มีกิจกรรมในห้องเรียนต่างๆ ทำให้กล้าพูดกล้าแสดงออก	2
14. อาจารย์ผู้สอนใช้จิตวิทยาในการดึงดูดผู้เรียนมาก ทำให้ผู้เรียนเข้าเรียนจำนวนมากและนั่งหน้าเสมอ	2
15. อาจารย์ผู้สอนดูแลเอาใจใส่ผู้เรียนเป็นอย่างดี	2
16. การส่งเสริมการออกแบบไปใช้งานจริง ควบคู่กับการให้ความรู้ทางทฤษฎีอย่างครบถ้วน	2
17. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างเป็นระบบ	2
18. ทำให้ผู้เรียนได้แ่งคิด มุมมองใหม่ๆ	2
19. ทำให้ผู้เรียนเกิดความภูมิใจในสิ่งที่คิดค้นออกแบบ ภูมิใจในผลงานสร้างสรรค์ของตนเอง	2
20. ชอบกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน	2
21. อาจารย์ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวตลอดเวลา	1
22. อาจารย์ผู้สอนทุ่มเทและตั้งใจมาก จนทำให้ผู้เรียนอยากเข้าเรียนทุกครั้ง	1
23. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่แปลกใหม่ ฝึกความคิดสร้างสรรค์ได้ดี ไม่น่าเบื่อ	1
24. การออกแบบ การทำโครงการจริง	1
25. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์	1
26. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานอย่างจริงจังทุกขั้นตอน	1
27. ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกวางแผนในการทำงานได้ดีขึ้น	1
28. ทำให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะที่เรียนมาให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น	1
29. ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้จริงและออกมาเป็นชิ้นงาน	1
30. ทำให้ผู้เรียนได้ออกแบบชิ้นงานที่ใช้ประโยชน์ได้จริง	1
31. ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์จริง	1
32. สถานการณ์ปัญหาสอดคล้องกับปัจจุบันมาก	1
33. ชอบคลิปวีดีโอประกอบการสอน	1
34. ชอบบรรยากาศการเรียนการสอน	1

จากตารางที่ 14 พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า การระดมสมอง (Brain Storming) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นออกมาเสมอมากที่สุด (ความถี่=8) รองลงมา คือ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนทุกคน ทุกกลุ่มรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่ (ความถี่=7) และอันดับที่สาม คือ อาจารย์ผู้สอนเป็นกันเองกับผู้เรียนมาก มีอะไรให้ตื่นเต้นเสมอ ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จริง และสร้างแบบจำลอง (Model) และทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกออกแบบ ฝึกปฏิบัติจริง ได้เห็นปัญหาจริง ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น (ความถี่=5)

ตารางที่ 15 ความถี่ของความคิดเห็นของนิสิตเกี่ยวกับสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ครั้งนี้ (N=58)

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	ความถี่
1. ควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการมากขึ้น หรือให้เหมาะสมกับภาระงานที่มอบหมาย เพื่อลดแรงกดดันและความตึงเครียด	16
2. ควรเพิ่มระยะเวลาในการทำงานให้มากขึ้น เพื่อให้ผลงานออกมาในรูปแบบที่ดีที่สุด	10
3. ควรปรับระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการให้ยืดหยุ่นมากกว่านี้	5
4. ควรมอบหมายงานทั้งหมดในการทำโครงการตั้งแต่ต้นภาคการศึกษา เพื่อให้สมาชิกในกลุ่มบริหารเวลาให้เหมาะสม หรือลดภาระงานให้น้อยลง	3
5. ควรเพิ่มระยะเวลาเพื่อสร้างชิ้นงานในรูปแบบของจริง	3
6. ควรร่วมมือกับวิชาอื่นให้จัดการเรียนการสอนไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อลดภาระงานของผู้เรียน	3
7. ควรปรับรูปแบบการมอบหมายงานและระยะเวลาของการทำโครงการให้เหมาะสม สามารถแบ่งเวลากับวิชาอื่นได้	3
8. ควรให้ลองคิดและออกแบบชิ้นส่วนด้วยตนเอง	2
9. ควรให้มีการสร้างแบบจำลอง (model) หลากๆ แบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจเนื้อหาวิชาจากประสบการณ์ตรง	2
10. ควรออกแบบอะไรก็ได้ที่แปลกใหม่ สร้างสรรค์	2
11. ควรลดเนื้อหาวิชาในหนังสือเรียนลง	2
12. ควรยกตัวอย่างประกอบการสอนเนื้อหาวิชาในหนังสือเรียน และยกตัวอย่างการออกแบบให้เห็นภาพมากขึ้น	2
13. ถ้าคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่เรียนหนักและสอบยากจนเกินไป กิจกรรมลักษณะนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนมาก เพราะจะได้มีเวลาศึกษารายละเอียดและสิ่งที่อยากรู้ได้มากกว่านี้	1

สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์	ความถี่
14. ควรให้คิดและออกแบบสิ่งที่ตนเองหรือกลุ่มอยากทำบนพื้นฐานความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการใช้งาน	1
15. ควรจัดการเรียนการสอนให้มีลักษณะที่เปิดกว้างทางความคิด โดยอิงจากวัสดุอุปกรณ์ที่มีจริงไม่ใช่ออกแบบแต่เชิงจินตนาการ	1
16. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสออกแบบและสร้างสรรค์ผลงาน โดยมีอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด หรือมีช่องทางให้ผู้เรียนได้ถามข้อสงสัย ปัญหาที่พบ และได้รับคำแนะนำอย่างสะดวก	1
17. ควรสอดแทรกเนื้อหาวิชาหรือทฤษฎี ในช่วงที่ทำโครงการ	1
18. ควรกำหนดหัวข้อในการทำโครงการให้ชัดเจนกว่านี้	1
19. ควรมีสถานการณ์ปัญหาหรือโจทย์การออกแบบให้คิดมากกว่านี้	1
20. ควรเขียนกระดานในการสอน เพื่อให้หนังสือสามารถเก็บรายละเอียดได้มากกว่า สไลด์ประกอบการสอน (PowerPoint)	1
21. ควรมอบหมายภาระงานให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา	1
22. ควรมีอุปกรณ์ ชิ้นส่วนกลไกต่าง ๆ ที่เป็นของจริง มาแสดงเป็นตัวอย่างมากกว่านี้ เพื่อเป็นแนวทางในการคิด	1
23. ควรสอนโปรแกรมออกแบบในคอมพิวเตอร์	1
24. ควรผลิตสื่อการเรียนการสอน เช่น สไลด์ประกอบการสอน (PowerPoint) ให้ น่าสนใจ น่าติดตามมากกว่านี้	1
25. ควรเพิ่มสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้เห็นภาพชัดเจนกว่านี้ สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในบทเรียน	1
26. ควรเพิ่มการศึกษา ดูงานนอกสถานที่ เช่น โรงงานหรือสัมผัสวัสดุจริงมากกว่านี้	1
27. ควรให้ผู้เรียนฝึกคิดประดิษฐ์ โดยอาจารย์ผู้สอนจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ และจัดกิจกรรมการคิดประดิษฐ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่เรียน	1
28. ควรให้บริษัทมาดูผลงานหรือให้บริษัทให้หัวข้อออกแบบ จะได้ออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด	1
29. ควรปรับคะแนนให้เหมาะสมกับงานที่มอบหมายและระยะเวลาในการทำโครงการ	1

จากตารางที่ 15 พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการมากขึ้น หรือให้เหมาะสมกับภาระงานที่มอบหมาย เพื่อลดแรงกดดันและความตึงเครียด มากที่สุด (ความถี่=16) รองลงมา คือ ควรเพิ่มระยะเวลาในการทำงานให้มากขึ้น เพื่อให้ผลงานออกมาในรูปแบบที่ดีที่สุด (ความถี่=10) และอันดับที่สาม คือ ควรปรับระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการให้ยืดหยุ่นมากกว่านี้ (ความถี่=5)

5. ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้วิจัยได้นำผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มานำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เป็นรายชื่อ ปรากฏผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 16 และตารางที่ 17

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงานสร้างสรรค์หลังทดลองของนิสิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (N=58)

คะแนนทักษะการออกแบบ ผลงานสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ระดับผลงาน สร้างสรรค์ เทียบกับเกณฑ์
หลังทดลอง	245	171.84	27.65	ค่อนข้างมาก

จากตารางที่ 16 ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตหลังทดลองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยภาพรวม พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก ($\bar{X} = 171.84$, S.D. = 27.65)

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลงานสร้างสรรค์แยกเป็นรายด้านหลังทดลองของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (N=58)

คะแนนทักษะการออกแบบ ผลงานสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ระดับผลงาน สร้างสรรค์ เทียบกับเกณฑ์
1. มิติใหม่ภาพ (Novelty)				
1.1 มิโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original)	35	24.95	4.41	ปานกลาง
1.2 มิโนทัศน์ด้านความประหลาดใจ (Surprising)	35	23.41	4.97	ปานกลาง
2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution)				
2.1 มิโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า (Valuable)	35	23.89	3.91	ปานกลาง
2.2 มิโนทัศน์ด้านความสมเหตุสมผล (Logical)	35	24.86	4.99	ปานกลาง
2.3 มิโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful)	35	25.35	4.63	ปานกลาง

คะแนนทักษะการออกแบบ ผลงานสร้างสรรค์	คะแนน เต็ม	\bar{X}	S.D.	ระดับผลงาน สร้างสรรค์ เทียบกับเกณฑ์
3. มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis)				
3.1 มโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ (Organic)	35	25.50	4.60	ค่อนข้างมาก
3.2 มโนทัศน์ด้านความเป็นที่เข้าใจได้ (Understandable)	35	23.88	4.07	ปานกลาง

จากตารางที่ 17 ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตหลังทดลองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ในมิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis) มโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ(Organic) มากที่สุด ($\bar{X} = 25.50$, S.D. = 4.60) รองลงมา คือ มิติการแก้ปัญหา (Resolution) มโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful) ($\bar{X} = 25.35$, S.D. = 4.63) และอันดับที่สาม คือ มิตินวภาพ (Novelty) มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original) ($\bar{X} = 24.95$, S.D. = 4.41)

ตอนที่ 5 ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัยได้สอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบตามวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 5 ระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ.2553 ถึงวันที่ 19 มกราคม พ.ศ. 2554 ผลการวิเคราะห์ มีดังนี้

ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน มีดังนี้

1. ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 6 คน ได้แก่

- 1.1 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียน
 - 1.1.1 รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ เรืองสุวรรณ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 - 1.1.2 รองศาสตราจารย์ ดร.วชิระ อินทร์อุดม
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
 - 1.1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาณี เส็งศรี
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.2 ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

- 1.2.1 ศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ ฉันทศิริวรรณ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- 1.2.2 รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑล ศาสนนันท์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- 1.2.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิศาล ตั้งเสี่ยมวิสัย
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตาม

หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต
นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและ
พัฒนาการเรียนการสอนฯ จนครบถ้วนแล้ว

1. ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยได้
พัฒนาขึ้นนั้น มีความเหมาะสมและมีลักษณะเด่น ดังนี้

- 1.1 เป็นระบบเหมาะสมกับความมุ่งหมาย
- 1.2 มีองค์ประกอบและรายละเอียดของขั้นตอนหรือกระบวนการ ซึ่งอาจารย์ผู้สอน
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ที่สอนในระดับปริญญาบัณฑิต สามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบการเรียน
การสอนได้
- 1.3 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สามารถทำความเข้าใจการออกแบบและ
พัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์
ระดับปริญญาบัณฑิตได้
- 1.4 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตศึกษาระดับอุดมศึกษาได้
- 1.5 ผ่านการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
มาอย่างละเอียดและผ่านการทดลองใช้แล้ว
- 1.6 หลังจากทดลองใช้แล้ว พบว่า ได้ผลตามวัตถุประสงค์

2. ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยได้
พัฒนาขึ้นนั้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.67$)

1. หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1.1 หลักการการออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอน ซึ่งเป็นการนำหลักการการ

ออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอน ซึ่งเป็นแบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์ และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการ ออกแบบและพัฒนารายเรียนการสอนในห้องเรียนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม และสอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้ หลักการสอนโดยเน้นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นหลัก และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ตามที่กำหนดไว้ และมีการนำเทคโนโลยีเว็บมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีการจัดสภาพแวดล้อมที่ช่วยเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้และสนองความต้องการในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ โดยไม่มีขอบเขตจำกัดด้าน ระยะเวลาและเวลาที่ต่างกัน ผู้สอนสามารถนำเสนอบทเรียนทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงบางส่วนก็ได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน

1.2 หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำหลักการ

การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากปัญหา ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน และแก้ปัญหาโดยรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง และเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ขั้นตอน ดังนี้ 1. วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

10. วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.3 หลักการการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการนำหลักการการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instructional) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ซึ่งเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยมีหลักการ ดังนี้ 1. ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน 2. ผู้สอนมีการใช้รูปแบบ วิธีการหรือเทคนิคการสอนต่างๆ ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดขยายจากความคิดเดิมในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง 3. ผู้สอนมีการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการคิดต่างๆ ตามความเหมาะสมกับพื้นฐานของผู้เรียน และมีองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ซึ่งเน้นองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนการสอนที่มีผลต่อการส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับ อุดมศึกษาเท่านั้น ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. เนื้อหาวิชา 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 9. การประเมินทักษะการคิด

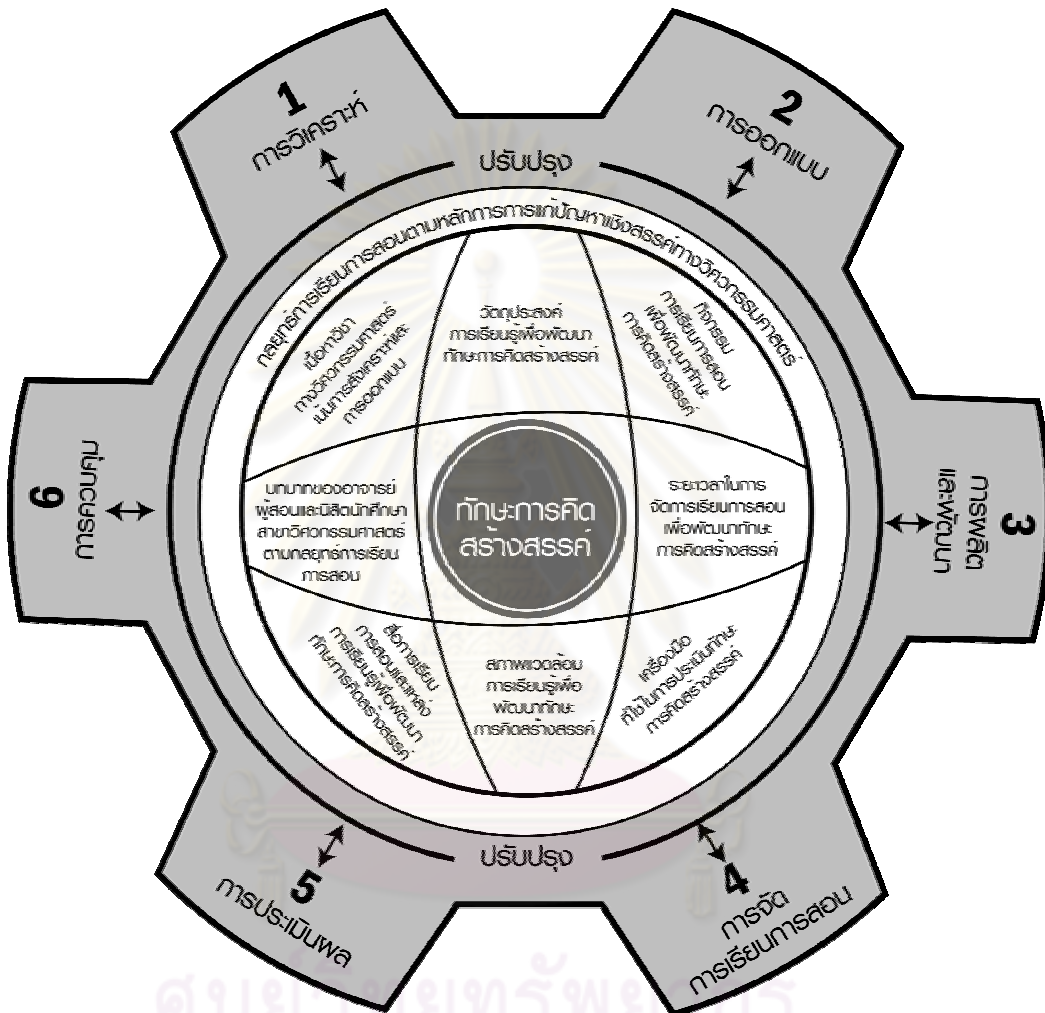
1.4 หลักการการสร้างแรงจูงใจ ซึ่งเป็นการนำหลักการการสร้างแรงจูงใจมาประยุกต์ใช้ในกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแรงจูงใจประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผลในรูปแบบใหม่ ได้รับความสนใจในการเรียนรู้รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ และเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นให้เกิดการเสริมแรงภายใน แรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน

2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ

2.1 เพื่อเป็นเครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เชิงปฏิบัติอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ต่ออาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ได้ตรงตามความต้องการของตนเองและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 เพื่อพัฒนาความสามารถของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Model) ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์

3. องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการ
การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์



แผนภูมิที่ 20 แสดงองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

**องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา
เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์** ประกอบด้วย 9 องค์ประกอบที่อาจารย์ผู้สอนต้องวิเคราะห์
ออกแบบ ผลิตและพัฒนา จัดการเรียนการสอน ประเมินผลและควบคุมองค์ประกอบทั้งหมด ดังนี้

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์
7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์
8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
9. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

**1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์**

การศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างสรรคโดยนำหลักการเชิงเทคนิคและ
เชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการ
แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คู่คุณค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัยต่อชีวิตและ
ทรัพย์สิน ฉะนั้น เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์
นั้น ควรมีลักษณะเนื้อหาวิชา ดังนี้

1. ควรเป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นการสังเคราะห์และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์
(Engineering Synthesis and Design) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์
ผลงาน จึงจำเป็น ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจุดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ
และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือ
เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2. ควรเป็นเนื้อหาวิชาเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งปัญหาทาง
วิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์
รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน
กระบวนการ หรือระบบงานจริงในอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากการรวบรวมความรู้หรือเชื่อมโยง
ประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์

ปัญหาอื่นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

2.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ 1.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.3 เชียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.4 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 1.5 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 1.6 สร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 1.7 ประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 1.8 ปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 1.9 สามารถประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 1.10 เชียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

2.2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ 2.1 สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เริ่มต้นจากปัญหา ทำให้เหล่านักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็นในปัญหานั้นๆ ซึ่งจะช่วยจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการเรียนที่เริ่มจากทฤษฎี เช่น วิชาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นวิชาที่เหมาะสมกับการใช้ Problem-based learning เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพราะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน กระบวนการหรือระบบงานจริงในอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ ควรกำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอนให้หลากหลายเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เช่น วิธีสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) และวิธีสอนโดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) เป็นต้น

**กลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้**

1. **วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการกำหนดและนำเสนอกรณีศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นจริง สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหานั้น ควรพัฒนาโจทย์หรือปัญหาโดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ให้หาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้
2. **วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการบอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล
3. **วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการค้นหารวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยค้นหาและรวบรวมข้อมูลเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาดังกล่าวและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและควรเขียนหรือบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการอ้างอิงตามหลักวิชาการ
4. **วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลที่รวบรวมในขั้นตอนที่ 3 อย่างถูกต้อง เหมาะสม เพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ หากไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ ให้คำนึงถึงหลักการความน่าจะเป็น ความเป็นไปได้ของปัญหาที่ใกล้เคียง ปัญหาที่เกี่ยวข้อง ประสพการณ์การแก้ปัญหาที่ผ่านมา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิธีการพื้นฐานสำหรับการแก้ปัญหาประเภทนี้
5. **วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการบอกวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ เน้นการบอกวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดหวังว่าผลสรุปของการแก้ปัญหาจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหามาที่ระบุไว้ รวมทั้งการบอกสมมุติฐาน กำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหา
6. **วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์** เป็นการเขียนแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผลอย่างถูกต้อง เหมาะสม และเขียนรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ สิ่งที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบ สิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงในการแก้ปัญหาหรือออกแบบ และข้อจำกัดของการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ

7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ เป็นการเขียนอธิบายเปรียบเทียบ ความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ โดยเน้นการพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหากับวิธีการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ ความถูกต้องเหมาะสมในการเลือกใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุในการแก้ปัญหาหรือการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ การควบคุมข้อผิดพลาด รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้

8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ เป็นการประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการพิจารณาความสามารถ ในการพัฒนาแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุดเพื่อสร้างต้นแบบในขั้นตอนต่อไป

9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เป็นการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบและดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหามายู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดการเขียนบันทึกขั้นตอนการสร้างต้นแบบ หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ทั้งขั้นตอนที่ประสบความสำเร็จและขั้นตอนที่ผิดพลาดเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ครั้งต่อไป

10. วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ เป็นการตรวจสอบข้อเท็จจริงและประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ โดยเน้นการพิจารณาความสอดคล้องของการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) กับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ

11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ เป็นการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบบางส่วนจนกว่าต้นแบบจะสมบูรณ์ที่สุด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเวลาและงบประมาณในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบ รวมทั้งการเขียนบันทึกขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ เป็นการเขียนอธิบายวิธีการนำต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้โดยจัดทำคู่มือสำหรับผู้ใช้งานต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอในรูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้ 1. รูปเล่มรายงาน 2. บทความวิชาการ 3. โปสเตอร์ 4. สมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เช่น บล็อก (Blog) และมีรูปแบบการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. นำเสนอหน้าชั้นเรียน 2. จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงาน 3. นำเสนอบนเว็บ อย่างไรก็ตาม ควรมีการนำเสนอหลายช่องทางเพื่อพัฒนาตนเองและเผยแพร่ความรู้แก่ผู้อื่น

การจัดการเรียนการสอนควรควบคุมการเรียนด้วยวิธีการ ดังนี้ 1. ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้ 2. ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้ 3. อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง และควรกำหนดวิธีการติดตามการเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งบทบาทของอาจารย์ผู้สอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน มีดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้ 1. จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างกายภาพ โดยการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอ 2. จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อย่างจิตภาพ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ 3. จัดสภาพแวดล้อมทางสังคม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

2. อาจารย์ผู้สอนควรแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

3. อาจารย์ผู้สอนควรวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าโดยให้มีกิจกรรมที่แปลกใหม่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีใจเปิดกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น พยายามคิดแก้ปัญหา เชื่อมมั่นในตนเองและกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง

4. อาจารย์ผู้สอนควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

5. อาจารย์ผู้สอนควรประยุกต์ใช้เครื่องมือเว็บเพื่อทำกิจกรรมบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์

6. อาจารย์ผู้สอนควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและเกิดประสบการณ์ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองด้วย

7. อาจารย์ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความคิดและตั้งคำถามที่แปลกๆ โดยตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของผู้เรียนด้วยใจเป็นกลาง ตลอดจนตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้ผู้เรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

8. อาจารย์ผู้สอนควรส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องเมื่อใช้จินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
9. อาจารย์ผู้สอนควรยอมรับคุณค่าและความสามารถของผู้เรียนอย่างไม่มีเงื่อนไข
10. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่เป็นที่ยอมรับกันแล้ว ควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมบ้าง
11. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ผู้สอนควรออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่น ๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป

บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนตามกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ มีดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผล
2. อาจารย์ผู้สอนสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน ตลอดจนให้คำปรึกษาทุกขั้นตอนการเรียนการสอน
3. อาจารย์ผู้สอนนำเสนอบทเรียนแต่ละคาบการเรียนเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้ 1. เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนให้น่าสนใจ 2. ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ควรเป็นตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ใกล้ตัว มีความทันสมัย 3. ถาม ตอบ เป็นวิธีการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี 4. ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนให้น่าสนใจ 5. เชิญผู้ประสบความสำเร็จในวิชาชีพวิศวกรรมมาเล่าประสบการณ์แห่งความสำเร็จ 6. สาธิตการปฏิบัติกรออกแบบและประดิษฐ์คิดค้นทางวิศวกรรมศาสตร์
4. อาจารย์ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการดังนี้ 1. ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง 2. ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน 3. ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 4. เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์
5. อาจารย์ผู้สอนนำเสนอกรณีศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นสามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น

6. อาจารย์ผู้สอนอธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างถ่องแท้ และสามารถนำพื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาเหล่านั้นได้ โดยใช้วิธีการ ดังนี้ 1. เล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง 2. แจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน 3. นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา 4. นำเสนอวิธีทัศนปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู

7. อาจารย์ผู้สอนนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยจัดกลุ่มระดมสมองทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้ 1. กลุ่ม 3 คน (Triad Group) 2. กลุ่มย่อยระดมสมอง 3-4 คน (Buzz Group) 3. กลุ่มเล็ก 5-6 คน (Small Group)

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
3. ผู้เรียนสรุปประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เปรียบเทียบ จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 2 วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนเขียนปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
2. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้ 1. เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) 2. เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) 3. เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) 4. เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนบอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารอง
2. ผู้เรียนบอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แนวคิด ประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียน
4. ผู้เรียนเขียนปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 3 วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 4 วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ รวมทั้งการใช้เครื่องมือเว็บในการค้นหาข้อมูล

2. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตนเอง และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้ 1. เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) 2. เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) 3. เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) 4. เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)

3. อาจารย์ผู้สอนอธิบายวิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลตามคำแนะนำของอาจารย์
2. ผู้เรียนคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อการวางแผนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
4. ผู้เรียนเขียนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลเพื่อวางแผน การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 5 วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 6 วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการระบุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ และการกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนเขียนวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
2. ผู้เรียนกำหนดเงื่อนไขในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนกำหนดเกณฑ์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

กลยุทธ์ที่ 7 วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้

กลยุทธ์ที่ 8 วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

3. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้มากที่สุดตามเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้
2. ผู้เรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. ผู้เรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้มากที่สุดตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

กลยุทธ์ที่ 9 วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

กลยุทธ์ที่ 10 วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

กลยุทธ์ที่ 11 วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

กลยุทธ์ที่ 12 วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ตามที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้ เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์
3. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
4. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation)

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ตามที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. ผู้เรียนประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
5. ผู้เรียนเขียนวิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

กลยุทธ์ที่ 13 วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
3. อาจารย์ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง
4. อาจารย์ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โดยอาจประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงใด ตั้งแต่เริ่มเรียนจนถึงปลายภาคการศึกษา ดังนี้ 1. ประเมินผลการเรียนรู้อก่อนเรียน 2. ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน 3. ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน
5. อาจารย์ผู้สอนใช้เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์
6. อาจารย์ผู้สอนควรเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการดังนี้ 1. ให้คะแนน 2. ให้คำชมเชย 3. ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที 4. ทำท่าย 5. ลงโทษ การตำหนิ 6. ให้รางวัล ทั้งนี้ ควรเน้นให้เกิดการเสริมแรงภายใน แรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน
7. อาจารย์ผู้สอนสรุปปัญหาต่างๆ อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอในรูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้ 1. รูปเล่มรายงาน 2. บทความวิชาการ 3. โพสต์เตอร์ 4. สมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เช่น บล็อก (Blog)
2. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ด้วยวิธีการ ดังนี้ 1. นำเสนอหน้าชั้นเรียน 2. จัดทำโพสต์เตอร์เสนอผลงาน 3. นำเสนอบนเว็บ อย่างไรก็ตาม ควรมีการนำเสนอหลายช่องทางเพื่อพัฒนาตนเองและเผยแพร่ความรู้แก่ผู้อื่น
3. ผู้เรียนสรุปการเรียนปลายภาคการศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้ 1. ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง 2. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน 3. ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือผลงานหน้าชั้นเรียน 4. ผู้เรียนช่วยกันสรุปปัญหาต่างๆ อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ

5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ ควรแทรกทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในทุกกิจกรรม เพื่อนำไปสู่ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาและต่อเนื่อง มีดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ 1. การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study) 2. การใช้คำถาม (5W1H) 3. การคิดประดิษฐ์ (Inventive thinking) 4. การเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)

2. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม ได้แก่ 1. การระดมสมอง (Brain storming)

3. การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ เป็นการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction) ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ ควรพิจารณาวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาว่าจะนำเครื่องมือเว็บใดมาประยุกต์ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) และเน้นการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความคิด เช่น กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และได้มีส่วนร่วมมากที่สุดในการสำรวจ ค้นหา แก้ปัญหา ซึ่งจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดี

เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

3.1 ใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing)

3.2 ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Web boards) บล็อก (Blog) ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements)

6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ในการกำหนดระยะเวลาและจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด ประสบการณ์และภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถ ในการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

1. จำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน ซึ่งในแต่ละคาบการเรียนควรทำกิจกรรมการเรียนการสอนให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดไว้

2. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา โดยใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์

7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ มีดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ 1. เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง 2. สไลด์ประกอบการบรรยาย 3. ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ 4. แบบฝึกหัด เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นและฝึกปฏิบัติ

2. สื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ 1. เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง 2. สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ 3. ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ที่นำเสนอบนเว็บ เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ 4. แบบฝึกหัดบนเว็บ เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นและฝึกปฏิบัติบนเว็บ

3. แหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ ได้แก่ 1. แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต 2. ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. ห้องสมุดสถาบันการศึกษา 4. บุคคลและผู้รู้ในศาสตร์นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ 5. อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อมูลมากที่สุดและทันสมัยที่สุด 6. บุคคลและผู้รู้ในศาสตร์นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ 7. การสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับวงการสาขานั้นเพื่อรับทราบประสบการณ์จริง 8. หน่วยงานภาครัฐ การสถาบันวิจัย องค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ 9. เอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชานั้น 10. ข้อมูลได้จากการสนทนาระหว่างงานประชุมวิชาการ การสัมมนาที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง 11. การศึกษาดูงานนอกสถานที่ สถานประกอบการ บริษัท หน่วยงานภายนอก จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เป็นอย่างดี

การพิจารณาข้อมูลสารสนเทศที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้ 1. ความถูกต้องของข้อมูล 2. การกลั่นกรองเนื้อเรื่องหรือบทความที่ศึกษา 3. แหล่งที่มาและระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลสารสนเทศ 4. ความน่าเชื่อถือของข้อมูลสารสนเทศและตรวจสอบได้ 5. ควรนำข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลมาเปรียบเทียบและยืนยันกัน 6. ควรมีการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อสะดวกต่อการสืบค้น 7. ลักษณะของข้อมูลสารสนเทศควรเป็นข้อมูลที่ทันสมัยเพราะสามารถช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตมีข้อมูลทันสมัยมากกว่าข้อมูลในวารสาร ตำราหรือฐานข้อมูลต่างๆ เช่น เว็บไซต์ Whynot.net เป็นต้น 8. ไม่ควรจำกัดเฉพาะข้อมูลทางวิศวกรรมอย่างเดียวในการแก้ปัญหา อาจดัดแปลงจากเทคโนโลยีหนึ่ง เพื่อนำไปใช้กับอีกเทคโนโลยีหนึ่ง หรือแม้แต่วิธีการก็สามารถดัดแปลงไปใช้ได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงวิธีการจากการวิศวกรรมเท่านั้น 9. ควรค้นหาข้อมูลในสาขาอื่นด้วย

8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลจากประสบการณ์การเรียนรู้หรือจากการตอบสนองเงื่อนไขรอบตัว ฉะนั้น บุคคลที่อยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ต่างกันจึงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่เท่ากัน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ (physical environment) เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนทางกาย โดยจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

- 1.1 ควรจัดสถานที่เรียนหรือห้องปฏิบัติการที่เน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น
- 1.2 ควรจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและกิจกรรมรายบุคคล
- 1.3 ควรจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและกิจกรรมกลุ่ม ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย
- 1.4 ควรเว้นช่องทางเดินให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นิสิตนักศึกษาได้อย่างสะดวก
- 1.5 ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอต่อความต้องการ
- 1.6 ควรจัดวัสดุและอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการคิดค้นประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์
- 1.7 ควรจัดมุมกาแฟหรืออาจตกแต่งภายในสถานที่เรียนให้มีบรรยากาศเสมือนห้องทำงานวิศวกร
- 1.8 ควรจัดให้มีจุดบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ WIFI ZONE เพื่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศ

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ (psychological environment) เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในทางบวก ทางลบหรือเป็นสิ่งที่กระทบความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่เป็นกายภาพหรือเกิดจากบุคคล โดยจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

- 2.1 ควรจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย อิสระ เป็นกันเอง ตลอดจนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย เพื่อให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และกล้าแสดงออก
- 2.2 ควรจัดบรรยากาศให้มีความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกันโดยไม่มีการแข่งขัน เพื่อให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด
- 2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้

3. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ (Sociological environment) เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การประพฤติปฏิบัติต่อกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติหรือเป็นไปตามระเบียบกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

3.1 ควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ โดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์เชิงบวก ระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน

3.2 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

9. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ มีดังนี้

1. วิธีการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มักจะประเมินในมิติ ดังนี้

1.1 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking process) เป็นการประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนี้ 1. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 2. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

การใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ ดังนี้ 1. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน 2. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียน 3. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน

1.2 ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking production) เป็นผลงานที่มาจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ จึงมีความสำคัญประกอบกันในการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนี้

มิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์

1. มิตินวภาพ (Novelty) ประกอบด้วย ความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ
2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution) ประกอบด้วย การมีคุณค่า ความสมเหตุสมผลและการใช้ประโยชน์

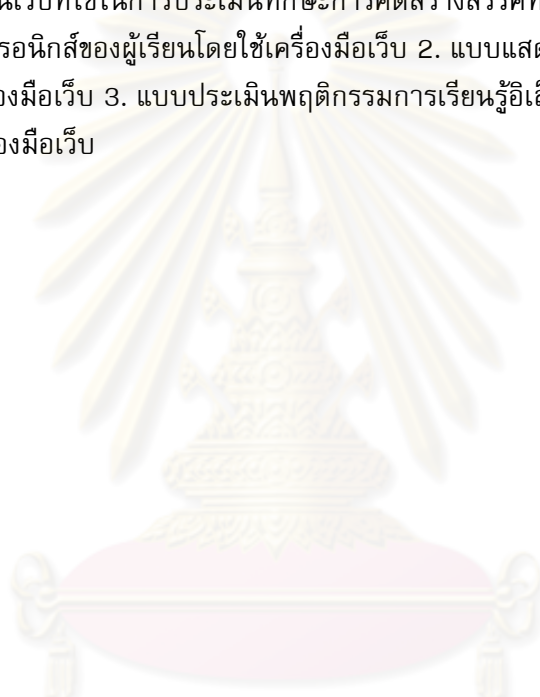
3. มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis)

ประกอบด้วย การจัดส่วนประกอบและการเป็นที่เข้าใจได้

การใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ ดังนี้ 1. ประเมินผลงานสร้างสรรค์ระหว่างเรียน 2. ประเมินผลงานสร้างสรรค์หลังเรียน

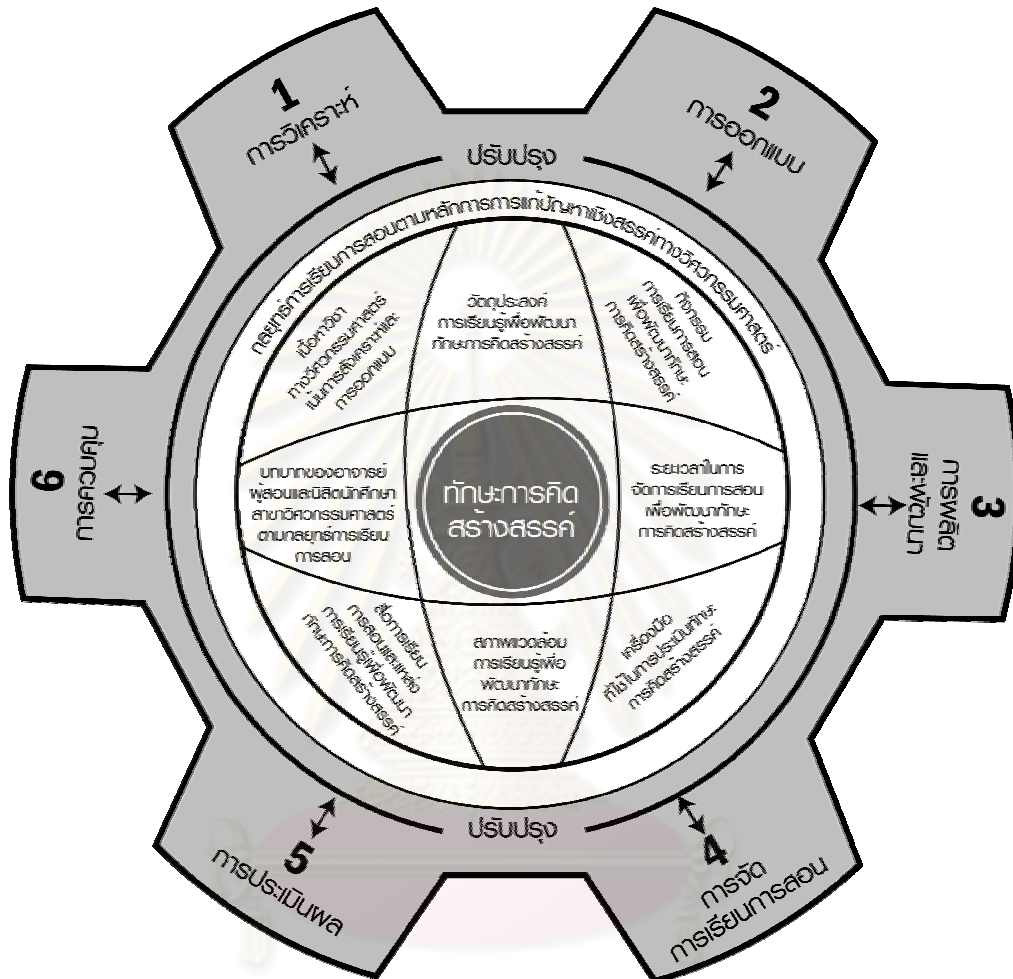
2. เครื่องมือบนเว็บที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่

1. แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ
2. แบบแสดงความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ
3. แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยการสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์



แผนภูมิที่ 21 แสดงขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก 24 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนย่อย
2. การออกแบบ (Design) ประกอบด้วย 9 ขั้นตอนย่อย
3. การผลิตและพัฒนา (Production and Development) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย
4. การจัดการเรียนการสอน (Conduct Instruction) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย
5. การประเมินผล (Evaluation) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนย่อย
6. การควบคุม (Control) ประกอบด้วย 1 ขั้นตอนย่อย



แผนภูมิที่ 22 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

เป็นขั้นตอนแรกของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ต้องส่งไปยังขั้นตอนอื่นๆ ฉะนั้น การดำเนินการในขั้นตอนนี้จึงค่อนข้างละเอียดและใช้เวลานาน โดยครอบคลุมองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ ปัญหาการเรียนการสอน เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอน และบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

การวิเคราะห์องค์ประกอบการเรียนการสอนสามารถทำได้ 2 วิธีการ ดังนี้

1. วิเคราะห์จากเอกสารหลักฐานทางการศึกษา

1.1 เอกสารหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

1.2 เอกสารรายงานทางราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการประเมินคุณภาพนิสิตนักศึกษา

สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถิติเกี่ยวกับการเรียนการสอน เป็นต้น

2. วิเคราะห์จากเอกสารวิชาการและรายงานวิจัย

2.1 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว

2.2 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียน การสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด

โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1A วิเคราะห์เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อเขียนเนื้อหาวิชาและออกแบบลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1A-1 เขียนชื่อรายวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่จะพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยคำนึงถึงลักษณะเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมเป็นสำคัญ การศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างสรรค์โดยนำหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน ฉะนั้น เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น ควรมีลักษณะเนื้อหาวิชา ดังนี้

1. ควรเป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นการสังเคราะห์และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Synthesis and Design) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์ผลงาน จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจัดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

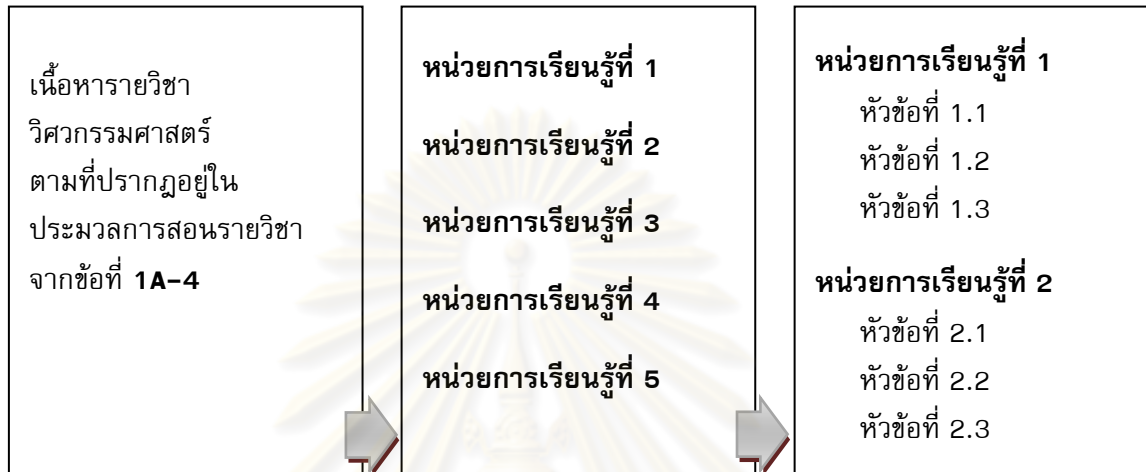
2. ควรเป็นเนื้อหาวิชาเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน กระบวนการหรือระบบงานจริงในอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากการรวบรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์

1A-2 เลือกรายวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่จะพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-1 มาจำนวน 1 รายวิชา

1A-3 เขียนลักษณะเนื้อหาของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ปรากฏอยู่ในประมวลการสอนรายวิชา (Course syllabus) เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาของรายวิชาของท่าน

1A-4 เขียนรายละเอียดของเนื้อหาของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ปรากฏอยู่ในประมวลการสอนรายวิชาของท่าน

1A-5 แบ่งเนื้อหารายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านจะสอนในภาคการศึกษาต่อไป เป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit) และหัวข้อ (Topic) ยกเว้น หน่วยการเรียนรู้หรือคาบการเรียนที่ปทุมธานี สอบกลาง ภาคการศึกษาและสอบปลายภาคการศึกษา



1A-6 ศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถเลือกเนื้อหาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้แบ่งเนื้อหาวิชาไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-5 ให้สอดคล้องและเชื่อมโยงกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ ดังนี้

นิสิตนักศึกษาที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จะต้องมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1.1 ความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการบอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล

1.2 ความสามารถในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการค้นหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยค้นหาและรวบรวมข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาดังกล่าวและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและควรเขียนหรือบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการอ้างอิงตามหลักวิชาการ

1.3 ความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลที่รวบรวมในขั้นตอนที่ 2 อย่างถูกต้อง เหมาะสม เพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.4 ความสามารถในการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการบอกวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ เน้นการบอกวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดหวังว่าผลสรุปของการแก้ปัญหาต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ รวมทั้งการบอกสมมติฐานกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหา

1.5 ความสามารถในการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการเขียนแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผลอย่างถูกต้อง เหมาะสม และเขียนรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

1.6 ความสามารถในการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้

เป็นความสามารถในการเขียนอธิบายเปรียบเทียบ ความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ โดยเน้นการพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหากับวิธีการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ ความถูกต้องเหมาะสมในการเลือกใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุในการแก้ปัญหาหรือการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ การควบคุมข้อผิดพลาด รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้

1.7 ความสามารถในการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

เป็นความสามารถในการประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการพิจารณาความสามารถในการพัฒนาแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุดเพื่อสร้างต้นแบบในขั้นตอนต่อไป

1.8 ความสามารถในการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

เป็นความสามารถในการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบและดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด การเขียนบันทึกขั้นตอนการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ทั้งขั้นตอนที่ประสบความสำเร็จ และขั้นตอนที่ผิดพลาดเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุง พัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ครั้งต่อไป

1.9 ความสามารถในการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

เป็นความสามารถในการตรวจสอบข้อเท็จจริงและประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ โดยเน้นการพิจารณาความสอดคล้องของการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) กับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ

1.10 ความสามารถในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เป็นความสามารถในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบบางส่วนจนกว่าต้นแบบจะสมบูรณ์ที่สุด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเวลาและงบประมาณในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบ รวมทั้งการเขียนบันทึกขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

1.11 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

เป็นความสามารถในการเขียนอธิบายวิธีการนำต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้ โดยจัดทำคู่มือสำหรับผู้ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

1.12 ความสามารถในการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามรูปแบบที่กำหนด

2. ความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

2.1 ความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด

1A-7 เลือกและเขียนเนื้อหาทฤษฎีวิชาวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้แบ่งเนื้อหาวิชาไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-5 โดยพิจารณาเนื้อหาทฤษฎีวิชาที่มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่กำหนดให้

1B วิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์และเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1B-1 ศึกษาแนวทางการเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถเลือกและเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ท่านได้สอดแทรกในเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) ตามที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7 ดังนี้

1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

- 1.1 ระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
- 1.2 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
- 1.3 เขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
- 1.4 วิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้
- 1.5 ประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 1.6 สร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้

เงื่อนไขที่กำหนด

- 1.7 ประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์
- 1.8 ปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุม

ข้อผิดพลาด

- 1.9 ประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์
- 1.10 เขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ

- 2.1 ออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1B-2 เลือกและเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1B-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ท่านได้สอดแทรกในเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) ตามที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7

1B-3 เขียนเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1B ข้อที่ 1B-2

1C วิเคราะห์กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ เลือกและเขียนกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1C-1 ศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถเลือกกลยุทธ์การเรียนการสอน ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) ตามที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7 และรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาในรายวิชาของท่าน ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เริ่มต้นจากปัญหา ทำให้นิสิตนักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็นในปัญหานั้นๆ ซึ่งจะช่วยจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการเรียนรู้ที่เริ่มจากทฤษฎี เช่น วิชาการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นวิชาที่เหมาะสมกับการใช้ Problem-based learning เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพราะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน กระบวนการหรือระบบงานจริงในอุตสาหกรรม

นอกจากนี้ ควรกำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอนให้หลากหลายเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เช่น วิธีสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) และวิธีสอนโดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) เป็นต้น

กลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการกำหนดและนำเสนอกรณีศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นจริง สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) ข่าว สถานการณ์ปัจจุบัน เป็นต้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหา นั้น ควรพัฒนาโจทย์หรือปัญหาโดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ทำให้นิสิตหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้

2. วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการบอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล

3. วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการค้นหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยค้นหาและรวบรวมข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาดังกล่าวและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เช่น อินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ ห้องสมุดสถาบันการศึกษาและบุคคลและผู้นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและควรเขียนหรือบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อใช้ในการอ้างอิงตามหลักวิชาการ

4. วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลที่รวบรวมในขั้นตอนที่ 3 อย่างถูกต้อง เหมาะสม เพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ หากไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้ ให้คำนึงถึงหลักการความน่าจะเป็น ความเป็นไปได้ของปัญหาที่ใกล้เคียงปัญหาที่เกี่ยวข้อง ประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผ่านมา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวิธีการพื้นฐานสำหรับการแก้ปัญหาประเภทนี้

5. วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการบอวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ เน้นการบอวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคาดหวังว่าผลสรุปของการแก้ปัญหาจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหามาที่ระบุไว้ รวมทั้งการบอกสมมุติฐาน กำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหา

6. วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการเขียนแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผลอย่างถูกต้อง เหมาะสม และเขียนรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ สิ่งที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบ สิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและข้อจำกัดของการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ เช่น ทรัพยากร/วัสดุ เวลา งบประมาณและบุคคลที่เกี่ยวข้องหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เป็นต้น

หลักพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่มักจะประยุกต์ใช้ในแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. กฎของธรรมชาติ (The laws of nature)
2. กฎของเศรษฐศาสตร์ (The laws of economics)
3. กฎของสามัญสำนึก (The laws of Common sense)

7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้

เป็นการเขียนอธิบายเปรียบเทียบ ความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ โดยเน้นการพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ ความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหากับวิธีการแก้ปัญหาหรือความต้องการในการออกแบบ ความถูกต้องเหมาะสมในการเลือกใช้หลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล ความเหมาะสมในการเลือกใช้วัสดุในการแก้ปัญหาหรือการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ การควบคุมข้อผิดพลาด รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้

หลักการวิเคราะห์และเลือกการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

- การวิเคราะห์ฟังก์ชัน (Functional analysis)
- ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับเครื่องกล (Ergonomics)
- ความปลอดภัยและความเสียหาย (Product Safety and Liability)
- หลักเศรษฐศาสตร์และการวิเคราะห์การตลาด (Economic and Market Analysis)
- จุดแข็งและการวิเคราะห์เครื่องกล (Strength and Mechanical Analysis)
- กระบวนการตัดสินใจ (The Decision Process)

8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

เป็นการประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการพิจารณาความสามารถในการพัฒนาแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้มากที่สุดเพื่อสร้างต้นแบบในขั้นตอนต่อไป

9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

เป็นการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบและดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด การเขียนบันทึกขั้นตอนการสร้างต้นแบบ หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ทั้งขั้นตอนที่ประสบความสำเร็จและขั้นตอนที่ผิดพลาดเพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ครั้งต่อไป

หลักการทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. ทดสอบการทำงานของต้นแบบ (Prototype) ตามรายละเอียดที่ได้ออกแบบไว้ว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

วิธีการทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. การทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์โดยสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นวิธีทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์หรือทดสอบการออกแบบที่สร้างความเข้าใจได้ดี เพราะผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง แม้ว่าผู้เรียนจะสร้างต้นแบบหลายชนิดที่ใช้งานได้ แต่ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าทำไมต้นแบบเหล่านั้นใช้งานได้ ซึ่งการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของต้นแบบที่ใช้งานได้นั้นสามารถนำข้อความรู้ที่ได้ไปพัฒนาต้นแบบได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ควรมีทั้งต้นแบบที่ใช้งานได้และใช้

การไม่ได้ อย่างไรก็ตาม การสร้างต้นแบบนั้นใช้เวลาค่อนข้างมาก การสร้างและพัฒนาต้นแบบในบางเรื่องอาจมีค่าใช้จ่ายที่สูงต้องใช้งบประมาณสนับสนุนจำนวนมาก จึงจำเป็นจะต้องกำหนดขอบเขตให้ดี ปัจจุบันนิยมสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบ แม้วิธีนี้มักจะขาดแรงจูงใจ เพราะไม่สามารถจับต้องได้ก็ตาม

2. การทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์โดยสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เป็นวิธีทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์หรือทดสอบการออกแบบที่ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพรวม เข้าใจง่ายและใช้เวลาน้อยและประสบความสำเร็จมากกว่าการสร้างต้นแบบ (Prototype) ที่ต้องใช้เวลานาน

10. วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

เป็นการตรวจสอบข้อเท็จจริงและประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ โดยเน้นการพิจารณาความสอดคล้องของการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) กับวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาหรือการออกแบบ

11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ เป็นการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบบางส่วนจนกว่าต้นแบบจะสมบูรณ์ที่สุด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับเวลาและงบประมาณในการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบ รวมทั้งการเขียนบันทึกขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

เป็นการเขียนอธิบายวิธีการนำต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้ โดยจัดทำคู่มือสำหรับผู้ใช้งานต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

เป็นการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของตนเอง เน้นการสื่อสารให้บุคคลอื่นทราบในสิ่งที่ตนเองทำเพื่อสะท้อนความรู้ของตนเองและคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายในการนำเสนอ เช่น สำหรับประชาชนบุคคลทั่วไป และเน้นที่ผลลัพธ์ ที่มาและสมมติฐาน สำหรับนักวิชาการหรือบุคคลที่มีความรู้

รูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. รูปเล่มรายงานเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรเขียนอธิบายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างละเอียด ชัดเจน และควรนำเสนอแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ ตาราง เพื่อให้เข้าใจง่าย สรุปผล ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างต้นแบบครั้งต่อไป ภาคผนวกและบรรณานุกรม

2. บทความวิชาการเพื่อรายงานสรุปประเด็นสำคัญ

3. โปสเตอร์เพื่อสรุปความคิดรวบยอดหรือประเด็นสำคัญ

4. สมุดบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ เช่น บล็อก (Blog) โดยการนำเสนอรายงานวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อการเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต

รูปแบบการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. นำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นการฝึกการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ต่อหน้าสาธารณชน สามารถซักถาม แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นได้อย่างตรงประเด็นในทันที อย่างไรก็ตาม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน ต้องพิจารณาจากจำนวนตัวว่ามีมากน้อยเพียงใด และต้องมีการจัดการที่ดีเพราะแต่ละคนมักจะเตรียมการนำเสนอของตนเองโดยไม่สนใจงานของผู้อื่น หรือถ่ายวีดิโอการนำเสนอของผู้เรียนที่บันทึกล่วงหน้า แล้วมาเปิดในห้องเรียน

2. จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงานในสรุปรวบยอดความคิด และนำเสนอให้น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เยี่ยมชม

3. นำเสนอบนเว็บ เป็นการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศได้อย่างกว้างขวาง โดยใช้เครื่องมือบนเว็บเชื่อมโยง (link) ความคิดหรือเชื่อมโยง (link) เนื้อหาเพื่ออธิบายเพิ่มเติมในส่วนพิเศษ หรือจัดทำเป็น E-Learning ในรูปแบบ PODCAST, WEBINAR ผู้เยี่ยมชมสามารถเลือกอ่านเฉพาะเนื้อหาที่ตนเองสนใจได้

อย่างไรก็ตาม ควรมีการนำเสนอหลายช่องทางเพื่อพัฒนาตนเองและเผยแพร่ความรู้แก่ผู้อื่น

การจัดการเรียนการสอนควรควบคุมการเรียนรู้ด้วยวิธีการ ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้
2. ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้
3. อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง

นอกจากนี้ ควรกำหนดวิธีการติดตามการเรียนรู้ โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

1C-2 เลือกและเขียนกลยุทธ์การเรียนการสอนสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1C-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) ตามที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7 และรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาในรายวิชาของท่าน

1D วิเคราะห์บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ กำหนดและเขียนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1D-1 ศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้อาจารย์สามารถกำหนดและเขียนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียน ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหารายวิชาที่สอดแทรกทักษะการคิดสร้างสรรค์และกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2 ดังนี้

อาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งบทบาทของอาจารย์ผู้สอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน มีดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1.1 จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ โดยการเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอ

1.2 จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้

1.3 จัดสภาพแวดล้อมทางสังคม โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

2. อาจารย์ผู้สอนควรแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

3. อาจารย์ผู้สอนควรวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าโดยให้มีกิจกรรมที่แปลกใหม่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีใจเปิดกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น พยายามคิดแก้ปัญหา เชื่อมมั่นในตนเองและกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง

4. อาจารย์ผู้สอนควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

5. อาจารย์ผู้สอนควรประยุกต์ใช้เครื่องมือเว็บเพื่อทำกิจกรรมบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์

6. อาจารย์ผู้สอนควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและเกิดประสบการณ์ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองด้วย

7. อาจารย์ผู้สอนควรสนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความคิดและตั้งคำถามที่แปลกๆ โดยตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของผู้เรียนด้วยใจเป็นกลาง ตลอดจนจดตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้ผู้เรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง

8. อาจารย์ผู้สอนควรส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องเมื่อใช้จินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
9. อาจารย์ผู้สอนควรยอมรับคุณค่าและความสามารถของผู้เรียนอย่างไม่มีเงื่อนไข
10. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่เป็นที่ยอมรับกันแล้ว ควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมบ้าง
11. อาจารย์ผู้สอนไม่ควรกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ผู้สอนควรออกแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป

บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนตามกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผล
2. อาจารย์ผู้สอนสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน ตลอดจนให้คำปรึกษาทุกขั้นตอนการเรียนการสอน
3. อาจารย์ผู้สอนนำเสนอบทเรียนแต่ละคาบการเรียนเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้
 - 3.1 เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่น่าสนใจ
 - 3.2 ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน ควรเป็นตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ใกล้ตัว มีความทันสมัย โดยนำตัวอย่างต่างๆ มาเป็นอุปมาอุปไมยกับเนื้อหาในบทเรียน เช่น ชาวจากหนังสือพิมพ์ โฆษณา วีดิโอคลิป เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนมีมุมมองกว้างขวางมากขึ้น
 - 3.3 ถาม ตอบ เป็นวิธีการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี อาจารย์ควรเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดการถาม ตอบ โดยการปรับตัวให้เป็นกันเองกับผู้เรียนเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนให้สนุก ซึ่งจะนำไปสู่การถามตอบและการเรียนรู้ที่ดี อาจารย์อาจจะตั้งคำถามแล้วกระตุ้นหรือท้าทายให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง หรือให้ผู้เรียนตั้งคำถามแล้วให้ผู้เรียนคนอื่นช่วยกันตอบ
 - 3.4 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนที่น่าสนใจ
 - 3.5 เชิญผู้ประสบความสำเร็จในวิชาชีพวิศวกรรมมาเล่าประสบการณ์แห่งความสำเร็จ โดยการจัดกิจกรรม SUCCESS STORY
 - 3.6 สาธิตการปฏิบัติการออกแบบและประดิษฐ์คิดค้นทางวิศวกรรมศาสตร์

4. อาจารย์ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการดังนี้

- 4.1 ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง
- 4.2 ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน
- 4.3 ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- 4.4 เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์

5. อาจารย์ผู้สอนนำเสนอกรณีศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นจริงที่สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) ข่าว สถานการณ์ปัจจุบัน เป็นต้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา นั้น ควรพัฒนาโจทย์หรือปัญหาโดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ให้นิสิตหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้

6. อาจารย์ผู้สอนอธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างถ่องแท้ และสามารถนำพื้นฐานความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์มาใช้แก้ปัญหา นั้นได้ โดยใช้วิธีการ ดังนี้

6.1 เล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง โดยเล่าจากประสบการณ์ของผู้สอนที่พบปัญหาจากการทำงานจริงของวิศวกร เช่น กรณีที่วิศวกรมักกระทำผิดพลาดบ่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหาได้อย่างถ่องแท้ อาจจะใช้วิธีอุปมาอุปไมย เช่น Analogy หรือ Metaphor เปรียบเทียบกับปัญหาจากการทำงานจริงเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ได้มากขึ้นและสามารถนำความรู้จากสาขาอื่นหรือประสบการณ์ในด้านอื่นมาแก้ปัญหาได้

6.2 แจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน โดยนำเสนอกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในปัจจุบัน

6.3 นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา โดยยกตัวอย่างความผิดพลาดของจริงที่เคยเกิดขึ้น (-) และยกตัวอย่างการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่ประสบความสำเร็จ (+) ของสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงปัญหาได้อย่างถ่องแท้

6.4 นำเสนอวีดิทัศน์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู เป็นรูปแบบที่ดีที่สุด เช่น นำสารคดีที่เกี่ยวข้องมาฉายเพราะทำให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนและดึงดูดความสนใจ ในกรณีที่วีดิทัศน์เสนอคำตอบแล้ว ผู้สอนอาจฉายเฉพาะปัญหาแล้วให้ผู้เรียนเสนอคำตอบ จากนั้นจึงเฉลย ข้อจำกัด คือ สื่อวีดิทัศน์เป็นสื่อที่หาได้ยากมาก

7. อาจารย์ผู้สอนนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยจัดกลุ่มระดมสมองทั้งภายในในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อย ดังนี้

- 7.1 กลุ่ม 3 คน (Triad Group)
- 7.2 กลุ่มย่อยระดมสมอง 3-4 คน (Buzz Group)
- 7.3 กลุ่มเล็ก 5-6 คน (Small Group)

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
3. ผู้เรียนสรุปประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เปรียบเทียบ จัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 2 วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนมอบหมายให้ผู้เรียนเขียนปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
 2. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้
 - 2.1 เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) โดยพยายามให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ นิสิตนักศึกษาต้องมี Know Why คือ รู้ว่าทำไมต้องทำอย่างนั้นอย่างนี้ โดยอ้างจากทฤษฎี
 - 2.2 เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) ควรมีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม นอกจากจะใช้เสียงพูดแสดงความคิดเห็นแล้ว ผู้สอนอาจใช้การระดมสมองแบบเขียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม
 - 2.3 เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) โดยใช้หลัก Inventive thinking ในการคิดค้นผลงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนและจัดแสดงผลงานการประดิษฐ์ในปลายภาคการศึกษา จัดการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
 - 2.4 เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) เป็นกิจกรรมที่สะท้อนความคิดของผู้เรียน โดยการเขียนหัวข้อหรือคำหลักไว้ตรงกลางของกระดาษเปล่า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือคำหลัก เขียนข้อมูลย่อยแตกสาขาออกมารอบทิศทางจากหัวข้อหรือคำหลัก โดยจัดกลุ่มประเด็นที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน โดยใช้สี รูปภาพหรือเส้น เป็นการระบุถึงลักษณะการเชื่อมโยง การเน้นหรือการลำดับ หรือใช้ลูกศร รหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ในการแสดงการเชื่อมโยงความคิด

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนบอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารอง
2. ผู้เรียนบอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ แนวคิด ประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียน
4. ผู้เรียนเขียนปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 3 วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 4 วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา กับข้อมูล เพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ รวมทั้งการใช้เครื่องมือเว็บในการค้นหาข้อมูล

2. อาจารย์ผู้สอนใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้เดิม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตนได้ และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

2.1 เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) โดยพยายามให้ผู้เรียนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ นิสิตนักศึกษาต้องมี Know Why คือ รู้ว่าทำไมต้องทำอย่างนั้นอย่างนี้ โดยอ้างอิงจากทฤษฎี

2.2 เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) ควรมีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม นอกจากจะใช้เสียงพูดแสดงความคิดเห็นแล้ว ผู้สอนอาจใช้การระดมสมองแบบเขียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วม

2.3 เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) โดยใช้หลัก Inventive thinking ในการคิดค้นผลงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนและจัดแสดงผลงานการประดิษฐ์ในปลายภาคการศึกษา จัดการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2.4 เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) เป็นกิจกรรมที่สะท้อนความคิดของผู้เรียน โดยการเขียนหัวข้อหรือคำหลักไว้ตรงกลางของกระดาษเปล่า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือคำหลัก เขียนข้อมูลย่อยแตกสาขาออกมารอบทิศทางจากหัวข้อหรือคำหลักโดยจัดกลุ่มประเด็นที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันโดยใช้สี รูปภาพหรือเส้น เป็นการระบุถึงลักษณะการเชื่อมโยง การเน้นหรือการลำดับ หรือใช้ลูกศร รหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ในการแสดงการเชื่อมโยงความคิด

3. อาจารย์ผู้สอนอธิบายวิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลตามคำแนะนำของอาจารย์
2. ผู้เรียนคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหา กับข้อมูลเพื่อการวางแผนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
4. ผู้เรียนเขียนการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์กับข้อมูลเพื่อวางแผนการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 5 วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

กลยุทธ์ที่ 6 วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการระบุวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ และการกำหนดเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนเขียนวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
2. ผู้เรียนกำหนดเงื่อนไขในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
3. ผู้เรียนกำหนดเกณฑ์ในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

กลยุทธ์ที่ 7 วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้

กลยุทธ์ที่ 8 วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้
3. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้มากที่สุดตามเงื่อนไขและเกณฑ์ในการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนวิเคราะห์เปรียบเทียบแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้
2. ผู้เรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. ผู้เรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้มากที่สุดตามเงื่อนไขและเกณฑ์ที่กำหนดไว้
5. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

กลยุทธ์ที่ 9 วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

กลยุทธ์ที่ 10 วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

กลยุทธ์ที่ 11 วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด

กลยุทธ์ที่ 12 วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ตามที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้ เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์
3. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
4. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation)

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ตามที่ผู้เรียนได้ออกแบบไว้เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
2. ผู้เรียนประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม
4. ผู้เรียนเขียนวิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
5. ผู้เรียนเขียนวิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

กลยุทธ์ที่ 13 วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์

บทบาทของผู้สอน

1. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
2. อาจารย์ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
3. อาจารย์ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง
4. อาจารย์ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โดยอาจประเมินพฤติกรรมของผู้เรียนว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงใด ตั้งแต่เริ่มเรียนจนถึงปลายภาคการศึกษา ดังนี้
 - 4.1 ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน
 - 4.2 ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน
 - 4.3 ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน

5. อาจารย์ผู้สอนใช้เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ การประเมินผลทางวิชาชีพต้องมีมาตรฐานระดับหนึ่งที่สามารถในการทำงาน ดังนั้น ควรประเมินผลการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือและวิธีการ ดังนี้

5.1 ประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ การใช้คำถาม โดยประเมินตามจุดมุ่งหมายว่า ต้องการให้ผู้เรียนวิศวกรรมศาสตร์เกิดพฤติกรรมอะไร และควรให้นักศึกษาช่วยวางแผนการประเมิน ร่วมตั้งเกณฑ์ เพื่อให้มีส่วนร่วมตามหลักการของจิตวิทยาวิยุจน์ และสะท้อนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นเป้าหมายเพื่อให้บัณฑิตนักศึกษารู้เป้าหมายก่อนเรียน (ARC)

5.2 ประเมินผลงานสร้างสรรค์โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ หรือประเมินโครงการที่นำเสนอ

6. อาจารย์ผู้สอนควรเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการดังนี้

6.1 ให้คะแนน

6.2 ให้คำชมเชย

6.3 ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที

6.4 ทำท่าย

6.5 ลงโทษ การตำหนิ

6.6 ให้รางวัล ได้แก่ ทุนการศึกษาหรือการศึกษาดูงานระยะสั้นต่างประเทศ โดยจัดกิจกรรมร่วมกับสถาบันหรือองค์กรด้านวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศหรือระหว่างประเทศ เพื่อประกวดผลงานคุณภาพ ระดับบัณฑิตศึกษาเป็นประจำทุกปี

ทั้งนี้ ควรเน้นให้เกิดการเสริมแรงภายใน แรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน

7. อาจารย์ผู้สอนสรุปปัญหาต่างๆ อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาตามแนวคิดของตนเอง เน้นการสื่อสารให้บุคคลอื่นทราบในสิ่งที่ตนเองทำเพื่อสะท้อนความรู้ของตนเองและคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายในการนำเสนอ เช่น สำหรับประชาชนบุคคลทั่วไป และเน้นที่ผลลัพธ์ ที่มาและสมมติฐาน สำหรับนักวิชาการหรือบุคคลที่มีความรู้

รูปแบบการเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. รูปเล่มรายงานเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างละเอียด

2. บทความวิชาการเพื่อรายงานสรุปประเด็นสำคัญ

3. โพสต์เตอร์เพื่อสรุปความคิดรวบยอดหรือประเด็นสำคัญ

4. สมุดบันทึก เช่น Journal หรือ Blog โดยการ Post รายงานวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อการเผยแพร่

2. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ด้วยวิธีการ ดังนี้

2.1 นำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นการฝึกการนำเสนอต่อหน้าสาธารณชน สามารถซักถาม แลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นได้อย่างตรงประเด็นในทันที อย่างไรก็ตาม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน ต้องพิจารณาจากจำนวนตัวว่ามีมากน้อยเพียงใด และต้องมีการจัดการที่ดีเพราะแต่ละคนมักจะเตรียมการนำเสนอของตนเองโดยไม่สนใจงานของผู้อื่น หรือถ่ายวีดิโอการนำเสนอของผู้เรียนที่บันทึก ล่วงหน้าแล้วมาเปิดในห้องเรียน

2.2 จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงานในสรุปรวบยอดความคิด และนำเสนอที่น่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เยี่ยมชม

2.3 นำเสนอบนเว็บ เป็นการนำเสนอข้อมูลสารสนเทศได้อย่างกว้างขวาง โดยใช้เครื่องมือบนเว็บเชื่อมโยง (link) ความคิดหรือเชื่อมโยง (link) เนื้อหาเพื่ออธิบายเพิ่มเติมในส่วนพิเศษ หรือจัดทำเป็น E-Learning ในรูปแบบ PODCAST, WEBINAR ผู้เยี่ยมชมสามารถเลือกอ่านเฉพาะเนื้อหาที่ตนเองสนใจได้

อย่างไรก็ตาม ควรมีการนำเสนอหลายช่องทางเพื่อพัฒนาตนเองและเผยแพร่ความรู้แก่ผู้อื่น

3. ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

3.1 ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง โดยสรุปการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อตลอดภาค การศึกษาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น สรุปเนื้อหาวิชาเป็น Mind map สรุปเป็นโครงการที่อาศัย ความรู้ที่เรียนมาเพื่อสร้างผลงานหรือแก้ปัญหาซึ่งเป็นการบูรณาการความคิด ความเข้าใจกับบทเรียน และสรุปได้เป็นอย่างดี จัดทำแฟ้มสะสมงาน เป็นรายบุคคล นอกจากนี้ ผู้เรียนกับอาจารย์ผู้สอนอาจ ร่วมกันสรุปและประมวลความรู้จากการเรียนที่ผ่านมาตลอดภาคการศึกษา ซึ่งจะช่วยให้สามารถ ประเมินความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยเริ่มจากผู้เรียน ส่วนอาจารย์ผู้สอนให้ ข้อเสนอแนะหรือส่วนความรู้เสริม

3.2 ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน โดยอาจารย์ผู้สอนรวบรวมและแจกจ่าย Mind map แก่ทุกคนเพื่อให้เห็นผลงานของทุกคนและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน

3.3 ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือผลงานหน้าชั้นเรียน อาจารย์ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนหา บทความที่น่าสนใจมานำเสนอต่อชั้นเรียน โดยบรรยายถึงประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา

3.4 ผู้เรียนช่วยกันสรุปปัญหาต่างๆ อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลัง การสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ โดยนำเสนอผ่านเว็บบอร์ด (Web board)

1D-2 เลือกกำหนดและเขียนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนจากข้อมูลที่ท่าน ได้ศึกษาในข้อที่ D1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาที่สอดคล้องแทรกทักษะการคิดสร้างสรรค์ และกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ท่าน ได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2

1E วิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ กำหนดและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1E-1 ศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถกำหนดและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาทฤษฎีวิชาที่สอดคล้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์และกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2 ดังนี้

ในการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยเน้นการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อถ่ายทอด ทำความเข้าใจประเด็นและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้เครื่องมือเว็บสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัย ซึ่งเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ การกำหนดสัดส่วนของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาทฤษฎีวิชา และการออกแบบการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ ควรแทรกทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในทุกกิจกรรม เพื่อนำไปสู่ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาและต่อเนื่อง มีดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่

1.1 การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study)

เป็นกิจกรรมการศึกษาแนวทางจากกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นแล้ว สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) ข่าว สถานการณ์ปัจจุบัน โครงการวิจัยหรือโครงการศึกษานำร่องด้านวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศและต่างประเทศ เป็นต้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น ควรพัฒนาโจทย์หรือปัญหาโดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ให้นิสิตหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้

1.2 การใช้คำถาม (5W1H: Who What Where When Why และ How)

เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการคิดของนิสิตนักศึกษาได้เป็นอย่างดี อาจารย์ผู้สอนควรเริ่มจากการปลูกฝังความกล้าคิด กล้าแสดงออกและกล้าสร้างสรรค์ผลงาน โดยการจัดคำถามง่าย ๆ เพื่อให้นิสิตนักศึกษาได้ฝึกคิดและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นมากที่สุด ควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เป็นที่ยอมรับของผู้อื่นด้วย เมื่อฝึกฝนจนเกิดเป็นลักษณะนิสัยกล้าคิด กล้าแสดงออก นิสิตนักศึกษาจะสามารถพัฒนาความคิดและสร้างสรรค์ผลงานได้มากขึ้น

ในการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาทฤษฎีวิชามาตั้งคำถาม โดยใช้เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) และเน้นคำถาม What รู้ข้อมูล ปัญหาและเพื่อหาว่าคืออะไร How แก้ปัญหาอย่างไร Why ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ในการฝึกคิด อาจารย์ผู้สอนควรเปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พยายามตอบคำถามด้วยตนเอง ควรให้เวลาในการตอบคำถามและไม่ควรเฉลยคำตอบเร็วจนเกินไป

1.3 การคิดประดิษฐ์ (Inventive thinking)

เป็นกิจกรรมที่เน้นการออกแบบหรือผลิตผลงานสร้างสรรค์ที่มาจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้น กระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ จึงมีความสำคัญประกอบกันในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1.4 การเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)

เป็นกิจกรรมที่สะท้อนความคิดของผู้เรียน โดยการเขียนหัวข้อหรือคำหลักไว้ตรงกลางของกระดาษเปล่า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือคำหลัก เขียนข้อมูลย่อยแตกสาขา ออกมารอบทิศทางจากหัวข้อหรือคำหลัก โดยจัดกลุ่มประเด็นที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน โดยใช้สีรูปภาพหรือเส้น เป็นการระบุถึงลักษณะการเชื่อมโยง การเน้นหรือการลำดับ หรือใช้ลูกศร รหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ในการแสดงการเชื่อมโยงความคิด

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม ได้แก่

2.1 การระดมสมอง (Brain storming)

เป็นเทคนิคเพื่อรวบรวมทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีหลักการดังนี้

2.1.1 ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนเองและของผู้อื่น เพื่อเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่

2.1.2 พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป โดยให้โอกาสในการคิดอย่างอิสระที่สุด

2.1.3 พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด เพื่อให้มีทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหาข้อเสนอแนะที่หลากหลาย

2.1.4 พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่ โดยผสมผสานและปรับปรุงความคิด ในระหว่างการอภิปรายผู้เรียนควรพิจารณาความคิดของตนเองและของเพื่อนตามลำดับ เพื่อขยายความคิดให้กว้างไกลออกไป

ทั้งนี้ ควรแบ่งกลุ่มย่อยระดมสมอง 4-6 คน โดยจัดกิจกรรมให้มีการระดมสมอง ทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม

1E-2 เลือกกำหนดและออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและรายละเอียดขั้นตอนของ กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการ เรียนจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1E-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาวิชาที่สอดคล้องกับ ทักษะการคิดสร้างสรรค์และกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2

1E-3 ศึกษาคำอธิบายเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถ เลือกและกำหนดเครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในรายวิชา ของท่าน ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction) ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือ เว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ ควรพิจารณาวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา รายวิชาว่าจะนำเครื่องมือเว็บใดมาประยุกต์ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียน (Unit) หัวข้อ (Topic) และเน้น การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความคิด เช่น กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และได้มีส่วนร่วมมากที่สุดในการคิด ค้นหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดี

เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1. เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใน เวลาเดียวกัน ได้แก่

- 1.1 ห้องสนทนา (Chat room)
- 1.2 ประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ (Video conferencing)
- 1.3 ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging)
- 1.4 ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing)
- 1.5 เฟสบุ๊ก (Facebook)

2. เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้น ในเวลาเดียวกัน ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูล ให้เวลาคิดและรองรับการสื่อสารในกลุ่มใหญ่ ลดภาระอาจารย์ และเปิดโอกาสให้กลับมาทบทวนศึกษาได้ ได้แก่

- 1.1 จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)
- 1.2 กระดานข่าว (Web boards)
- 1.3 บล็อก (Blog)
- 1.4 ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements)

1.5 วิกี (Wiki)

1.6 เฟสบุ๊ก (Facebook)

1E-4 เลือกกำหนดและออกแบบการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์และรายละเอียดขั้นตอนการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อสนับสนุนการเรียนทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1E-3 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2 และกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในรายวิชาของท่าน

1F วิเคราะห์ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ กำหนดและเขียนระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1F-1 ศึกษาแนวทางการกำหนดและเขียนระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถกำหนดและเขียนระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4 ดังนี้

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ควรให้ความสำคัญทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ โดยต้องจัดให้มีความสอดคล้องต่อกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด ในภาคทฤษฎีที่มีเนื้อหาเข้มข้น ควรจัดให้มีการบ้านทางทฤษฎีให้ฝึกฝนทำในลักษณะการเขียนเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และต้องเสริมทักษะด้วยการลงมือทำในภาคปฏิบัติจึงจะเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง โดยจัดให้มีการบ้านทางปฏิบัติที่อาจนำมาจากสถานการณ์จริงหรือจำลองให้ผู้เรียนหัดคิดแก้ไขและเสนอแนวทางในการแก้ไขหรือคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ โดยทำงานเป็นทีมเพื่อให้มีประสบการณ์ด้านการระดมสมองและการหาทางเลือกแบบต่างๆ ถ้านิสิตนักศึกษามีความเข้าใจที่ลึกซึ้งหรือเห็นภาพได้ชัดเจน ก็จะนำไปสู่คำถามต่างๆ ซึ่งเป็นตัวนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละระดับชั้นปีด้วย เช่น ในช่วงปีที่ 1-2 อาจเน้นภาคทฤษฎีมากกว่าภาคปฏิบัติ และใช้ภาคปฏิบัติมากกว่าในชั้นปีที่ 3-4 ซึ่งจะเน้นวิชาที่เน้นไปในทางการใช้งาน

การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เกิดจากสมองได้รับการพัฒนาทั้งซีกซ้ายและซีกขวาไปด้วยกัน ฉะนั้น การให้นิสิตนักศึกษาเรียนวิชาศิลปศาสตร์ (Liberal Arts) อย่างเหมาะสมจะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

ในการกำหนดระยะเวลาและจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด ประสบการณ์และภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

1. จำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน ซึ่งในแต่ละคาบการเรียนควรทำกิจกรรมการเรียนการสอนให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดไว้

2. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา โดยใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์

1F-2 พิจารณากำหนดและเขียนระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์จากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1F-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4

1G วิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ เลือกและเขียนสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1G-1 ศึกษาแนวทางการเลือกและเขียนสื่อการเรียนการสอน ทรัพยากรการเรียนรู้และแหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถเลือกและเขียนสื่อการเรียนการสอน ทรัพยากรการเรียนรู้และแหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4 ดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่

1.1 เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ คำอธิบาย วิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือวิธีการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบ การแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอ นอกจากการนำเสนอข้อความ (Text) ควรนำเสนอแผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น

1.2 สไลด์ประกอบการบรรยาย เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอสไลด์ควรเชื่อมโยง (Synchronized) ระหว่างวิดีโอทัศน์ (Video clips) เสียง (Audio clips) ข้อความ (Text) แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น

1.3 ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ นำเสนอภาพนิ่งเกี่ยวกับตัวอย่างของผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการสาธิตการออกแบบผลงานสร้างสรรค์

1.4 แบบฝึกหัด เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นและฝึกปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสอดคล้องตามช่วงเวลา โดยใช้กรณีศึกษา สถานการณ์ปัจจุบัน สถานการณ์จำลอง สถานการณ์จริง เป็นต้น

2. สื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่

2.1 เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ คำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือวิธีการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอ นอกจากการนำเสนอข้อความ (Text) ควรนำเสนอแผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น

2.2 สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอสไลด์ควรเชื่อมโยง (Synchronized) ระหว่างวิดีโอทัศน์ (Video clips) เสียง (Audio clips) ข้อความ (Text) แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น

2.3 ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ นำเสนอภาพนิ่งเกี่ยวกับตัวอย่างของผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ภาพเคลื่อนไหวเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการสาธิตการออกแบบผลงานสร้างสรรค์

2.4 แบบฝึกหัดบนเว็บ เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นและฝึกปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติบนเว็บอย่างต่อเนื่องสอดคล้องตามช่วงเวลา โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์สูง

3. แหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ ได้แก่

- 3.1 แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- 3.2 ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์
- 3.3 ห้องสมุดสถาบันการศึกษา

- 3.4 บุคคลและผู้รู้ในศาสตร์นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ
- 3.5 การสัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับวงการสาขานั้นเพื่อรับทราบประสบการณ์จริง
- 3.6 หน่วยงานภาครัฐ การศึกษา สถาบันวิจัย องค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
- 3.7 เอกสารจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชานั้น
- 3.8 ข้อมูลได้จากการสนทนาระหว่างงานประชุมวิชาการ การสัมมนาที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง
- 3.9 การศึกษาดูงานนอกสถานที่ สถานประกอบการ บริษัท หน่วยงานภายนอก จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เป็นอย่างดี
- การพิจารณาข้อมูลสารสนเทศที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้
1. ความถูกต้องของข้อมูล
 2. การกลั่นกรองเนื้อเรื่องหรือบทความที่ศึกษา
 3. แหล่งที่มาและระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลสารสนเทศ
 4. ความน่าเชื่อถือของข้อมูลสารสนเทศและตรวจสอบได้
 5. ควรนำข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลมาเปรียบเทียบและยืนยันกัน
 6. ควรมีการรวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อสะดวกต่อการสืบค้น
 7. ลักษณะของข้อมูลสารสนเทศควรเป็นข้อมูลที่ทันสมัยเพราะสามารถช่วยกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตมีข้อมูลทันสมัยมากกว่าข้อมูลในวารสาร ตำราหรือฐานข้อมูลต่างๆ เช่น เว็บไซต์ Whynot.net เป็นต้น
 8. ควรค้นหาข้อมูลในสาขาอื่นด้วย ไม่ควรจำกัดเฉพาะข้อมูลทางวิศวกรรมอย่างเดียวในการแก้ปัญหา อาจดัดแปลงจากเทคโนโลยีหนึ่ง เพื่อนำไปใช้กับอีกเทคโนโลยีหนึ่ง หรือแม้แต่วิธีการก็สามารถดัดแปลงไปใช้ได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงวิธีการจากการวิศวกรรมเท่านั้น

1G-2 เลือกและเขียนสื่อการเรียนการสอน ทรัพยากรการเรียนรู้และแหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1G-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4

1H วิเคราะห์การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรม-ศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ กำหนดและเขียนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

1H-1 ศึกษาแนวทางการกำหนดและเขียนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้อาจารย์สามารถกำหนดและเขียนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4 ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลจากประสบการณ์การเรียนรู้หรือจากการตอบสนองเงื่อนไขรอบตัว ฉะนั้น บุคคลที่อยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ต่างกันจึงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่เท่ากัน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนทางกาย

ลักษณะของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพที่ควรคำนึงถึง มีดังนี้

1. สถานที่เรียนหรือห้องเรียน เช่น ขนาดห้อง จำนวนที่นั่ง ลักษณะของโต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น

2. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน เช่น จำนวน ความเพียงพอ ความพร้อมในการใช้งาน เป็นต้น

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. ควรจัดสถานที่เรียนหรือห้องปฏิบัติการที่เน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น

2. ควรจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและ

กิจกรรมรายบุคคล

3. ควรจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและกิจกรรมกลุ่ม ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย

4. ควรเว้นช่องทางเดินให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นิสิตนักศึกษาได้อย่างสะดวก

5. ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอต่อความต้องการ

6. ควรจัดวัสดุและอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการคิดค้นประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์
7. ควรจัดมุมกาแฟหรืออาจตกแต่งภายในสถานที่เรียนให้มีบรรยากาศเสมือนห้องทำงานวิศวกร
8. ควรจัดให้มีจุดบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ WIFI ZONE เพื่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศ

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกลงในทางบวก ทางลบหรือเป็นสิ่งที่มากระทบความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่เป็นกายภาพหรือเกิดจากบุคคล

ลักษณะของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพที่ควรคำนึงถึง มีดังนี้

1. บรรยากาศการเรียนรู้
2. การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. ควรจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย อิสระ เป็นกันเอง ตลอดจนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย เพื่อให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และกล้าแสดงออก
2. ควรจัดบรรยากาศให้มีความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกันโดยไม่มีการแข่งขัน เพื่อให้ผู้เรียน กล้าแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้

3. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การประพฤติปฏิบัติต่อกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติหรือเป็นไปตามระเบียบกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ลักษณะของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพที่ควรคำนึงถึง มีดังนี้

1. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน
2. การมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

ด้วยกัน

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. ควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ โดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน
2. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

1H-2 เลือกลงและเขียนการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 1H-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มในแต่ละคาบการเรียนที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-4

11 วิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

11-1 ศึกษาแนวทางการกำหนดและเขียนการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อให้อาจารย์สามารถกำหนดและเขียนการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1B ข้อที่ 1B-2 ดังนี้

1. วิธีการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มักจะประเมินในมิติ ดังนี้

1.1 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking process) เป็นการประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนี้

- 1.1.1 สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
- 1.1.2 สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้
- 1.1.3 สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ
- 1.1.4 สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
- 1.1.5 สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 1.1.6 สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
- 1.1.7 สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้
- 1.1.8 สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
- 1.1.9 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
- 1.1.10 สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

การใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ ดังนี้

1. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน
2. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียน
3. ทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน

1.2 ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking production) เป็นผลงานที่มาจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้น กระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ จึงมีความสำคัญประกอบกันในการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน คือ แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน ดังนี้

มิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์

1. มิตินวภาพ (Novelty) ประกอบด้วย ความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ
2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution) ประกอบด้วย การมีคุณค่า ความสมเหตุสมผล และการใช้ประโยชน์

3. มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) ประกอบด้วย การจัดส่วนประกอบและการเป็นที่เข้าใจได้

การใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ฯ ดังนี้

1. ประเมินผลงานสร้างสรรค์ระหว่างเรียน
2. ประเมินผลงานสร้างสรรค์หลังเรียน
2. เครื่องมือบนเว็บที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่
 - 2.1 แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น
 - 2.2 แบบแสดงความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานอภิปราย (Discussion boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) การประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) การประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ (Video conferencing) โพลล์ (Poll) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น
 - 2.3 แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยการสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Webboards) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) เว็บแคม (Webcam) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น

ทั้งนี้ การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรประเมินหลายรูปแบบทั้งด้านการเขียนทางทฤษฎีและทางปฏิบัติ เช่น การทำโครงการโดยผู้เรียนเสนอหัวข้อ จากนั้นทำเอกสารความก้าวหน้าของงานเป็นระยะๆ รวมทั้งอุปสรรคที่พบและวิธีแก้ไข การนำเสนอปากเปล่า การสาธิตการทำงาน การทำรายงานฉบับสมบูรณ์ เป็นต้น

11-2 เลือก กำหนดและเขียนเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 11-1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1B ข้อที่ 1B-2 และเนื้อหาวิชาของท่าน



แผนภูมิที่ 23 แสดงขั้นตอนการออกแบบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design)

เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดไว้ โดยวางแผนและออกแบบการเรียนการสอนตามข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 โดยเน้นการดำเนินการออกแบบและวางแผนการสอนตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และนำผลการออกแบบที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

2A กำหนดเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดเนื้อหาวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

2A-1 เขียนรายวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่จะพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ข้อที่ 3 และเขียนรหัสวิชาในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 1

2A-2 เขียนเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-3 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 13

2A-3 เขียนเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 13

2A-4 เขียนรายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ปรากฏอยู่ในประมวลการสอนรายวิชาของท่านที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-4 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.2

2A-5 เขียนเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์โดยละเอียดที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1A ข้อที่ 1A-7 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.2

2B กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2B-1 เขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1B ข้อที่ 1B-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.1

2B-2 เขียนเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตาม วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1B ข้อที่ 1B-3 ใน รูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.1

2C กำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2C-1 เขียนกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การ วิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1C ข้อที่ 1C-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.3

2D กำหนดบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนเพื่อวางแผนการสอนใน รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2D-1 เขียนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1D ข้อที่ 1D-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.3

2E กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอนบนเว็บเพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2E-1 เขียนกิจกรรมการเรียนการสอนและเครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บนเว็บที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การ วิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1E ข้อที่ 1E-2 และ 1E-4 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.3

2F กำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2F-1 เขียนระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1F ข้อที่ 1F-2 ในรูปแบบการ เรียนการสอนฯ ข้อที่ 12

2G กำหนดสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2G-1 เขียนสื่อการเรียนการสอนและทรัพยากรการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1G ข้อที่ 1G-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.4

2H กำหนดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2H-1 เขียนสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1H ข้อที่ 1H-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.3

2I กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

2I-1 เขียนเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1I ข้อที่ 1I-2 ในรูปแบบการเรียนการสอนฯ ข้อที่ 14.6



แผนภูมิที่ 24 แสดงขั้นตอนการผลิตและพัฒนาของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 3 การผลิตและพัฒนา (Production and Development)

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้รับจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการผลิตและพัฒนา และนำผลการผลิตและพัฒนาที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 การผลิตและพัฒนา ได้แก่ 1. สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตและแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

3A ออกแบบ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการออกแบบ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

3A-1 ศึกษาแนวทางการออกแบบ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้อาจารย์สามารถออกแบบ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 1G ข้อที่ 1G-2 ดังนี้

สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน

1. สิ่งที่ควรนำเสนอในสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่

- 1.1 สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น กรณีศึกษา สถานการณ์ปัจจุบัน สถานการณ์จำลอง สถานการณ์จริง เป็นต้น
- 1.2 แนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์
- 1.3 คำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือวิธีการออกแบบผลงานสร้างสรรค์
- 1.4 เสียง (Audio clips) ประกอบด้วย เพลงบรรเลงระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกอิสระ ผ่อนคลาย
- 1.5 ตัวอย่างการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่แปลกใหม่จากชีวิตที่เป็นอยู่ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานการประดิษฐ์ของวิศวกรที่มีชื่อเสียง
- 1.6 แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น
- 1.7 ภาพหนึ่งเกี่ยวกับตัวอย่างของผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง
- 1.8 ภาพเคลื่อนไหวหรือวีดิทัศน์ (Video clips) เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการสาธิตการออกแบบผลงานสร้างสรรค์

1.9 แบบฝึกหัดเน้นการถามตอบและฝึกปฏิบัติ

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการผลิตสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่

สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิต
- เอกสาร หนังสือและตำรา ประกอบการเรียน	- Microsoft Office Word - Adobe InDesign
- สไลด์ประกอบการบรรยาย	- Microsoft Office PowerPoint - Microsoft Producer
- แบบฝึกหัด	- Macromedia Captivate
- ภาพนิ่ง	- Adobe Photoshop
- ภาพกราฟิก ข้อความ	- Adobe Illustrator
- ภาพเคลื่อนไหว	- Adobe Premiere

3. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนี้

- 3.1 สังเกตผู้เรียน
- 3.2 สอบถามผู้เรียน
- 3.3 ทดสอบผู้เรียน
- 3.4 ทดลองใช้ในห้องเรียน

4. การจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

- 4.1 ควรทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนก่อนนำไปใช้ในแต่ละคาบเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้
- 4.2 ควรจัดเตรียมความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน ก่อนการเรียนการสอนแต่ละคาบเรียน
- 4.3 ควรจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนตามความสนใจของผู้เรียน
- 4.4 ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน วัสดุ อุปกรณ์หรือครุภัณฑ์ ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน

สื่อการเรียนการสอนบนเว็บ

1. สิ่งที่เหมาะสมในสื่อการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่

- 1.1 สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น กรณีศึกษา สถานการณ์ปัจจุบัน สถานการณ์จำลอง สถานการณ์จริง เป็นต้น
- 1.2 แนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์

- 1.3 คำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือวิธีการออกแบบผลงานสร้างสรรค์
- 1.4 เสียง (Audio clips) ประกอบคำอธิบาย เพลงบรรเลงระหว่างการทำกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกอิสระ ผ่อนคลาย
- 1.5 ตัวอย่างการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่แปลกใหม่จากชีวิตที่เป็นอยู่ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานการประดิษฐ์ของวิศวกรที่มีชื่อเสียง
- 1.6 แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น
- 1.7 ภาพหนึ่งเกี่ยวกับตัวอย่างของผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง
- 1.8 ภาพเคลื่อนไหวหรือวีดิทัศน์ (Video clips) เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการสาธิตการออกแบบผลงานสร้างสรรค์
- 1.9 แบบฝึกหัดเน้นการถามตอบและฝึกปฏิบัติ

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการผลิตสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่

สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการผลิต
- เอกสาร หนังสือและตำรา อิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน	- Microsoft Office Word - Adobe InDesign - Adobe Acrobat Professional
- สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ	- Microsoft Office PowerPoint - Microsoft Producer
- แบบฝึกหัดบนเว็บ	- Macromedia Captivate
- ภาพหนึ่งสำหรับนำเสนอบนเว็บ	- Adobe Photoshop
- ภาพกราฟิก ข้อความสำหรับ นำเสนอบนเว็บ	- Adobe Illustrator
- ภาพเคลื่อนไหวสำหรับนำเสนอ บนเว็บ	- Adobe Premiere

3. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ดังนี้

- 3.1 สังเกตผู้เรียน
- 3.2 สอบถามผู้เรียน
- 3.3 ทดสอบผู้เรียน
- 3.4 ทดลองใช้ในห้องเรียน

4. การจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

4.1 ควรตรวจสอบการทำงานของเครื่องแม่ข่ายหรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนการเรียน การสอนแต่ละคาบเรียน

4.2 ควรทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนก่อนนำไปใช้ในแต่ละคาบเรียน ตามแผนการจัดการเรียนรู้

4.3 ควรจัดเตรียมความพร้อมของสื่อการเรียนการสอน ก่อนการเรียนการสอนแต่ละ คาบเรียน

4.4 ควรจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนตามความสนใจของผู้เรียน

4.5 ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน วัสดุ อุปกรณ์หรือครุภัณฑ์ ให้เพียงพอต่อจำนวน ผู้เรียน

3A-2 ออกแบบ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1. เขียนสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ใน ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ G ข้อที่ G2

2. เลือกและเขียนสิ่งที่ต้องการนำเสนอในสื่อการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ในการผลิตสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่าน ได้ศึกษาในข้อที่ A1 ให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ G ข้อที่ G2 และรูปแบบ การเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาในรายวิชาของท่าน

3. เลือกและเขียนวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการ เรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ A1 ให้สอดคล้องกับสื่อการ เรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ G ข้อที่ G2

4. ดำเนินการผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้เลือกหรือออกแบบไว้

3B ออกแบบ ผลิตและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการออกแบบ ผลิตและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

3B-1 ศึกษาการออกแบบ ผลิตและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ เพื่อให้อาจารย์สามารถออกแบบ ผลิตและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บให้สอดคล้องหรือเชื่อมโยงกับเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 11 ข้อที่ 11-2 ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ควรมีลักษณะเป็นอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ กำหนดโจทย์คำถามและกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

1.1 สิ่งที่ต้องทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่

- 1.1.1 สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
- 1.1.2 สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้
- 1.1.3 สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ
- 1.1.4 สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
- 1.1.5 สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 1.1.6 สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
- 1.1.7 สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้
- 1.1.8 สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
- 1.1.9 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
- 1.1.10 สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

1.2 การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
 1.2.1 ความเหมาะสมของข้อเสนอหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาว่ามีความเหมาะสม
 มากน้อยเพียงใด

1.2.2 ระดับและความแปลกใหม่ของทักษะและความรู้ที่ใช้ในการคิดวิธีการ
 แก้ปัญหา

1.2.3 การเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างจากกรอบความคิดเดิม

1.3 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทาง
 วิศวกรรมศาสตร์ก่อนนำไปใช้ ดังนี้

- 1.3.1 สังเกตผู้เรียน
- 1.3.2 สอบถามผู้เรียน
- 1.3.3 ทดสอบผู้เรียน
- 1.3.4 ทดลองใช้ในห้องเรียน

- 1.4 การจัดเตรียมแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้
- 1.4.1 ควรทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ก่อนนำไปใช้ในแต่ละครั้งตามแผนการจัดการเรียนรู้
- 1.4.2 ควรจัดเตรียมแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน
2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรครอบคลุมมิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์
- 2.1 สิ่งที่ควรประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่
- 2.1.1 มิติคุณภาพ (Novelty) ประกอบด้วย ความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ
- 2.1.2 มิติการแก้ปัญหา (Resolution) ประกอบด้วย การมีคุณค่า ความสมเหตุสมผลและการใช้ประโยชน์
- 2.1.3 มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) ประกอบด้วยการจัดส่วนประกอบและการเป็นที่เข้าใจได้
- 2.2 การให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
- 2.2.1 ความชัดเจน ตรงประเด็นของการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการออกแบบพัฒนา
- 2.2.2 ระดับความซับซ้อนของผลงานและความเข้าใจของผู้เรียน
- 2.2.3 ระดับความแปลกใหม่ไม่ซ้ำเดิม
- 2.3 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ก่อนนำไปใช้ ดังนี้
- 2.3.1 สังเกตผู้เรียน
- 2.3.2 สอบถามผู้เรียน
- 2.3.3 ทดสอบผู้เรียน
- 2.3.4 ทดลองใช้ในห้องเรียน
- 2.4 การจัดเตรียมแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้
- 2.4.1 ควรทดสอบประสิทธิภาพของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ก่อนนำไปใช้ในแต่ละครั้งตามแผนการจัดการเรียนรู้
- 2.4.2 ควรจัดเตรียมแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้เพียงพอต่อจำนวนผู้ประเมินผลงาน
3. เครื่องมือบนเว็บที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่
- 3.1 แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น
- 3.2 แบบแสดงความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานอภิปราย (Discussion boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)

บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) การประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) การประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) โพลล์ (Poll) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น

3.3 แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยการสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Webboards) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) เว็บแคม (Webcam) เฟสบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น

3B-2 ออกแบบ ผลิตและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรม-ศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

1. เขียนเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 11 ข้อที่ 11-2

1.1 เลือกและเขียนวิธีการ สิ่งที่ต้องการทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 3B-1 ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และเนื้อหาวิชาในรายวิชาของท่าน

1.2 เลือกและเขียนวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 3B-1

1.3 ดำเนินการผลิตและพัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ได้เลือกหรือออกแบบไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 เตรียมแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (สำหรับอาจารย์ผู้สอน) โดยท่านต้องศึกษาแนวทางการผลิตและพัฒนาแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ฯ เช่น การกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ การปรับปรุงโจทย์คำถามให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน และปรับปรุงการตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการรูบรีคตามที่กำหนดให้ เป็นต้น เพื่อให้ท่านสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชาของตนเองได้ ดังนี้

1.3.1.1 ลักษณะของแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นอัตนัย โดยอาจารย์ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ปรับปรุงโจทย์คำถามให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอนและตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการรูบรีคตามที่กำหนดให้

1.3.1.2 เตรียมสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1.3.1.2.1 ควรกำหนดและนำเสนอกรณีศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นแล้ว น่าสนใจ สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) ชาว สถานการณ์ปัจจุบัน เป็นต้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหา

1.3.1.2.2 ควรพัฒนาโจทย์หรือปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์โดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ให้นิสิตหาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้

1.3.1.3 ปรับปรุงโจทย์คำถามให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน ต่อไปนี้

โจทย์คำถาม

1. บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบมาจำนวน 2 ประเด็น (2 คะแนน)
2. บอกสาเหตุของการเกิดปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (2 คะแนน)
3. บอกโครงสร้างของข้อมูลหรือหัวข้อเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาตามประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)
4. ท่านคิดว่าจะแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้กี่วิธี อธิบายรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบ (4 คะแนน)
5. อธิบายเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในข้อ 4 ที่เป็นไปได้ ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และให้เหตุผลประกอบการเปรียบเทียบดังกล่าว (4 คะแนน)
6. ท่านคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ใดในข้อ 4 ที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด ในสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบการเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว (4 คะแนน)
7. ถ้าท่านต้องสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 6 ท่านจะสร้างอย่างไร อธิบายขั้นตอนการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)
8. อธิบายขั้นตอนการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 7 และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (2 คะแนน)
9. ท่านคิดว่าการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 8 มีจุดเด่น จุดด้อยอย่างไร (4 คะแนน)
10. ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ท่านคิดว่าจะวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาดอย่างไร อธิบายขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)

11. ท่านคิดว่าจะนำต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อธิบายวิธีการประยุกต์ใช้ และยกตัวอย่างประกอบ (4 คะแนน)

12. ถ้าท่านต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ท่านคิดว่าจะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ (4 คะแนน)

1.3.1.4 ตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการrubricตามที่กำหนดให้

1.3.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เป็นข้อสอบอัตนัย โดยท่านต้องปรับเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับโจทย์คำถามในรายวิชาที่จะสอนและสอดคล้องกับเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นรายองค์ประกอบ (Analytic Scoring) โดยใช้หลักการrubricตามที่กำหนดให้ ประกอบด้วยองค์ประกอบหรือมิติ พฤติกรรมชี้วัด ระดับคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้
2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ
4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้
8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
สำหรับบัณฑิตศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

องค์ประกอบ / มิติ	พฤติกรรมชี้วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้	<p>มีความสามารถ ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม ▪ บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยอ้างอิงหลักคณิตศาสตร์ หลักการทางวิศวกรรม-ศาสตร์ 	4	<ul style="list-style-type: none"> - ดีความหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง - บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม - บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยอ้างอิงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนและมีความเป็นเหตุเป็นผล
	<p>ความรู้พื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์และความเป็นเหตุเป็นผล</p>	3	<ul style="list-style-type: none"> - ดีความหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง - บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรม-ศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหาหลักและปัญหารองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม - บอกสาเหตุของปัญหาทางวิศวกรรม-ศาสตร์ โดยอ้างอิงความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน แต่ไม่มีความเป็นเหตุเป็นผล

องค์ประกอบ / มิติ	พฤติกรรมชีวิต	ระดับ คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
(ต่อ) 1. สามารถระบุ ปัญหาหรือให้คำ จำกัดความของ ปัญหาได้	(ต่อ) มีความสามารถ ดังนี้ ▪ บอกรายละเอียดของ ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์หรือ การออกแบบ ประเด็น ปัญหาหลักและปัญหา รองได้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม ▪ บอกรายละเอียดของ ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์ โดย อ้างอิงหลัก คณิตศาสตร์ หลักการ ทางวิศวกรรม-ศาสตร์ ความรู้พื้นฐานทาง วิศวกรรมศาสตร์และ ความเป็นเหตุเป็นผล	2	- ดีความหรือให้คำจำกัดความของปัญหา ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง - บอกรายละเอียดของปัญหาทางวิศวกรรม- ศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหา หลักและปัญหารองได้อย่าง ถูกต้อง แต่ไม่ ครอบคลุม - บอกรายละเอียดของปัญหาทางวิศวกรรม- ศาสตร์ โดย อ้างอิงความรู้ และ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน แต่ไม่มี ความเป็นเหตุเป็นผล
		1	- ดีความหรือให้คำจำกัดความของปัญหา ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ ถูกต้อง - บอกรายละเอียดของปัญหาทางวิศวกรรม- ศาสตร์หรือการออกแบบ ประเด็นปัญหา หลักและปัญหารองได้อย่าง ไม่ถูกต้อง ไม่ ครอบคลุม - บอกรายละเอียดของปัญหาทางวิศวกรรม- ศาสตร์ แต่ไม่มีการอ้างอิงความรู้ และ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ไม่มีความ ความเป็นเหตุเป็นผล
		0	- ไม่ตอบหรือตอบ ไม่ตรงประเด็น

คำถามในแบบทดสอบ

ข้อที่ 1 บอกรายละเอียดของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบมาจำนวน 2 ประเด็น (2 คะแนน)

ข้อที่ 2 บอกรายละเอียดของการเกิดปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (2 คะแนน)

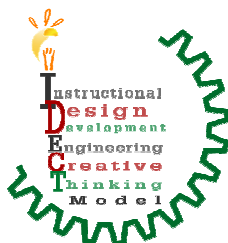
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความไวต่อปัญหาและความสามารถทางการคิดในการแก้ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่างๆ อย่างมีขั้นตอน และเป็นระบบ โดยใช้ทักษะการออกแบบและแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแสดงออกเป็น พฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจนตาม กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ 1. สามารถระบุปัญหา หรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3. สามารถ เขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อ ทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้ และนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิด เป็นสิ่งใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

1.3.3 แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย คำชี้แจง สถานการณ์ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์ โจทย์คำถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ โดยท่านต้องศึกษา แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ท่านสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะ เนื้อหาวิชาของตนเองได้ ดังนี้

ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขา วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต **ก่อนเรียน**
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 2 หน้า 12 ข้อ ให้ตอบทุกข้อ กำหนดเวลา 90 นาที คะแนนเต็ม 40 คะแนน
3. อ่านสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่แนบมานี้อย่างละเอียด
4. อ่านสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์แล้ว ตอบโจทย์ต่อไปนี้ **โดยอ้างอิงความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง**

โจทย์คำถาม

1. บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบมาจำนวน 2 ประเด็น (2 คะแนน)
2. บอกสาเหตุของการเกิดปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (2 คะแนน)
3. บอกโครงสร้างของข้อมูลหรือหัวข้อเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาตามประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)
4. ท่านคิดว่าจะแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้กี่วิธี อธิบายรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบ (4 คะแนน)
5. อธิบายเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในข้อ 4 ที่เป็นไปได้ ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และให้เหตุผลประกอบการเปรียบเทียบดังกล่าว (4 คะแนน)
6. ท่านคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ใดในข้อ 4 ที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด ในสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบการเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว (4 คะแนน)
7. ถ้าท่านต้องสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 6 ท่านจะสร้างอย่างไร อธิบายขั้นตอนการสร้างต้นแบบ

(Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)

8. อธิบายขั้นตอนการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 7 และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (2 คะแนน)

9. ท่านคิดว่าการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 8 มีจุดเด่น จุดด้อยอย่างไร (4 คะแนน)

10. ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ท่านคิดว่าจะวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาดอย่างไร อธิบายขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)

11. ท่านคิดว่าจะนำต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อธิบายวิธีการประยุกต์ใช้ และยกตัวอย่างประกอบ (4 คะแนน)

12. ถ้าท่านต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ท่านคิดว่าจะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ (4 คะแนน)

1.3.4 ดำเนินการผลิตและพัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ

2. เขียนแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ท่านได้เลือกและเขียนไว้ในขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ชั้นที่ 11 ข้อที่ 11-2

2.1 เลือกและเขียนวิธีการ สิ่งที่ต้องการประเมิน เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 3B-1 ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และเนื้อหาวิชาในรายวิชาของท่าน

2.2 เลือกและเขียนวิธีการทดสอบประสิทธิภาพของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บจากข้อมูลที่ท่านได้ศึกษาในข้อที่ 3B-1

2.3 ดำเนินการผลิตและพัฒนาแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บตามที่ได้เลือกหรือออกแบบไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 เตรียมแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (สำหรับอาจารย์ผู้สอน) โดยท่านต้องศึกษาแนวทางการผลิตและพัฒนาแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ เช่น การปรับมิติการประเมินผลงานสร้างสรรค์หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน และปรับปรุงการตรวจให้คะแนนตามที่กำหนดให้ เป็นต้น เพื่อให้ท่านสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชาของตนเองได้ ดังนี้

2.3.1.1 ลักษณะของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตรวัดทัศนคติของออสกู๊ด (Osgood Scale) หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำ (Semantic Differential Scale) โดยท่านต้องปรับมิติการประเมินผลงานสร้างสรรค์หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน และปรับปรุงการตรวจให้คะแนนตามมิติที่กำหนดให้ ซึ่งครอบคลุมการประเมินความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1) สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด 2) สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามมิติที่กำหนดให้

2.3.1.2 ศึกษาขอบข่ายของมิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตตามที่กำหนดให้

2.3.1.3 ปรับปรุงมิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน

2.3.2 เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เป็นแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตรวัดทัศนคติของออสกู๊ด (Osgood Scale) หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำ (Semantic Differential Scale) โดยท่านต้องปรับมิติการประเมินผลงานสร้างสรรค์หรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับรายวิชาที่จะสอน และปรับปรุงการตรวจให้คะแนนตามมิติที่กำหนดให้ ประกอบด้วย องค์ประกอบหรือมิติ พฤติกรรมชีวิต ระดับคะแนนและเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งครอบคลุมการประเมินความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1) สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด 2) สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามมิติที่กำหนดให้ ดังนี้

มาตรวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์		
มิตินวภาพ	มิติการแก้ปัญหา	มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์
<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม - มโนทัศน์ด้านความน่าประหลาดใจ 	<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า - มโนทัศน์ด้านความสมเหตุสมผล - มโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> - มโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ - มโนทัศน์ด้านความเป็นที่เข้าใจได้

การตรวจให้คะแนนเป็นมาตรวัดทัศนคติของออสกูดหรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของค่า ในแต่ละมิติจะมีมโนทัศน์ย่อยที่เป็นคำหรือประโยคที่มีความหมายตรงกันข้ามกัน 2 ด้าน โดยมีระยะห่างระหว่าง 2 ด้าน จำนวน 7 ช่อง ดังนี้

คำตอบ	ความคิดใหม่								ความคิดเก่า
คะแนน	(Fresh)	7	6	5	4	3	2	1	(Over used)

การให้คะแนนเริ่มจากด้านซ้ายคำตอบว่า “ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ นั้น มีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมโนทัศน์ทางด้านซ้ายมากที่สุด” ได้ 7 คะแนน และลดลงช่วงคำตอบละ 1 คะแนนทางด้านขวา ผ่านจุดกลางคือคำตอบว่า “ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมโนทัศน์เท่ากัน” ได้ 4 คะแนน ไปถึงคำตอบ “ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์นั้น มีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมโนทัศน์ทางด้านขวามากที่สุด” จะได้ 1 คะแนน

การแปลผลแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

ค่าคะแนน	ความหมาย
1.00 - 1.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับน้อยที่สุด
2.00 - 2.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับน้อย
3.00 - 3.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับค่อนข้างน้อย
4.00 - 4.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับปานกลาง
5.00 - 5.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับค่อนข้างมาก
6.00 - 6.99	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับมาก
7.00	ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับมากที่สุด

ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิต
นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (หลังเรียน)

องค์ประกอบ / มิติ	พฤติกรรมชี้วัด	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. สามารถ ออกแบบผลงาน สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ตามเงื่อนไขที่ กำหนด	มีความสามารถ ดังนี้ ▪ ออกแบบ สร้าง สรรค์ผลงานทาง วิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามเงื่อนไข ที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้อง ครอบคลุม เป็นเหตุเป็นผล	4	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้อง ครอบคลุม เป็นเหตุเป็นผล
		3	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้อง ครอบคลุมบางส่วน เป็นเหตุเป็นผล
		2	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้อง แต่ไม่ ครอบคลุม และไม่ เป็นเหตุเป็นผล
		1	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ครอบคลุม และไม่ เป็นเหตุเป็นผล
		0	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ไม่ตรงตาม เงื่อนไขที่กำหนดไว้
2. สามารถ ออกแบบผลงาน สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ตามมิตินวภาพ	มีความสามารถ ดังนี้ ▪ ออกแบบ สร้าง สรรค์ผลงานทาง วิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตาม มโนทัศน์ใน มิติ นวภาพ	7	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ใน มิตินวภาพ อยู่ในระดับมาก ที่สุด
		6	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ใน มิตินวภาพ อยู่ในระดับมาก
		5	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ใน มิตินวภาพ อยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก
		4	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ใน มิตินวภาพ อยู่ในระดับปาน กลาง

องค์ประกอบ / มิติ	พฤติกรรมชีวิต	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
(ต่อ) 2. สามารถ ออกแบบผลงาน สร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ตามมิตินวภาพ	(ต่อ) มีความสามารถ ดังนี้ ▪ ออกแบบ สร้าง สรรค์ผลงานทาง วิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตาม มโนทัศน์ในมิติ นวภาพ	3	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ในมิตินวภาพ อยู่ในระดับ ค่อนข้างน้อย
		2	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ในมิตินวภาพ อยู่ในระดับน้อย
		1	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้ตรงตามมโนทัศน์ในมิตินวภาพ อยู่ในระดับน้อย ที่สุด
		0	- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ไม่ได้ตรงตามมโนทัศน์ในมิตินวภาพ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ทักษะการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความสามารถทางการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งครอบคลุมการประเมิน ดังนี้ 1. สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามเงื่อนไขที่กำหนด 2. สามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามมิติที่กำหนดให้

2.3.3 แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์) ประกอบด้วย คำชี้แจง คำจำกัดความที่ใช้ในการประเมิน โจทย์คำถาม ซึ่งมีลักษณะเป็นมาตรวัดทัศนคติของออสกูดหรือมาตรวัดโดยอาศัยการจำแนกความหมายของคำ จำนวน 35 ข้อ เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถปรับใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชาของตนเองได้

ตัวอย่างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต (สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์)



**แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
(สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์)**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
2. แบบประเมินฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 9 หน้า 37 ข้อ ให้ตอบทุกข้อ
3. แบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
 ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน
 ตอนที่ 2 ประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้ ตรวจสอบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างละเอียด
4. ตรวจสอบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวแล้ว พิจารณาว่าผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว ออกแบบครอบคลุมเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ อย่างไร
5. ให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้

คำจำกัดความที่ใช้ในการประเมิน

ผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ผลงานที่เกิดจากความสามารถทางความคิดและการกระทำ โดยผสมผสานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หลักการเชิงเทคนิค และประสบการณ์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ เพื่อออกแบบ ผลิตผลงานและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งคุณภาพของผลงานดังกล่าวมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงความพอใจความคิดและการกระทำของตน จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและคิดได้เองไปจนถึงการค้นพบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 มิติ และ 7 มโนทัศน์ ดังนี้

1. **มิตินวภาพ (Novelty)** พิจารณาจากกระบวนการใหม่ วิธีการใหม่ วัสดุใหม่หรือมโนทัศน์ใหม่ รวมทั้งการมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานของตนเองและผู้อื่นที่เป็นงานลักษณะเดียวกันในอนาคต ซึ่งประกอบด้วย 2 มโนทัศน์ ดังนี้

1.1 ความคิดริเริ่ม เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ไม่เหมือนกับผลงานการสร้างสรรคทั่วไป หรือไม่ซ้ำกับผลงานการสร้างสรรคของผู้อื่นที่มีอายุ ประสบการณ์หรือได้รับการฝึกใกล้เคียงกัน

1.2 ความน่าประหลาดใจ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความประหลาดใจ ไม่คาดหวังว่าจะพบเห็นงานลักษณะนี้

2. มิติการแก้ปัญหา (Resolution) พิจารณาจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ปัญหาของผลงานการสร้างสรรคนั้น ซึ่งประกอบด้วย 3 มิโนทัศน์ ดังนี้

2.1 การมีคุณค่า เป็นผลงานการสร้างสรรคที่มีคุณค่าต่อผู้พบเห็นหรือผู้ใช้ ตามเกณฑ์ของความต้องการทางด้านกายภาพ ด้านจิตวิทยาและด้านการดำรงชีวิต

2.2 ความสมเหตุสมผล เป็นผลงานการสร้างสรรคที่สร้างด้วยวิธีการที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประโยชน์ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทางปฏิบัติ

3. มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต น่าดู แสดงถึงฝีมือและความชำนาญพร้อมทั้งสื่อความหมายได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 มิโนทัศน์ ดังนี้ประกอบด้วย

3.1 การจัดส่วนประกอบ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่มีการจัดส่วนประกอบเป็นรูปเป็นร่าง ที่สมบูรณ์แบบและมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน

3.2 การเป็นที่เข้าใจได้ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ผู้พบเห็นหรือผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินผลงานการสร้างสรรคทางวิศวกรรมศาสตร์
คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ชื่อ - นามสกุล

ตำแหน่ง

สังกัดภาควิชา

คณะ

สถาบันการศึกษา

เบอร์โทรศัพท์

อีเมลล์

ตอนที่ 2 ประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้
การแปลผลการประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์
ที่กำหนดให้ มีดังนี้

ค่าคะแนน	ความหมาย
1.00 - 1.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ น้อยที่สุด
2.00 - 2.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ น้อย
3.00 - 3.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ค่อนข้างน้อย
4.00 - 4.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ปานกลาง
5.00 - 5.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก
6.00 - 6.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ มาก
7.00	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ มากที่สุด

ตัวอย่างการให้คะแนนการพิจารณาแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา							ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	1	
มิตินวภาพ (Novelty) มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original)									
1.	Fresh (ความคิดใหม่)			✓					Over used (ความคิดเก่า)

จากการให้คะแนนการพิจารณาข้างต้น แปลผลแบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า “ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมโนทัศน์ (ความคิดใหม่: Fresh) **ค่อนข้างมาก**”
 ได้ **5** คะแนน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมิติที่ระบุไว้ในคำจำกัดความที่ใช้ในการประเมินในระดับใด และโปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน และโปรดแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สมบูรณ์ขึ้น

ข้อมูลของผู้สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์

หมายเลขของผลงานสร้างสรรค์

ชื่อ-นามสกุล ผู้สร้างสรรค์ผลงาน

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา							ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	1	
มิตินวภาพ (Novelty)									
มิติทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original)									
1.	ความคิดใหม่ (Fresh)								ความคิดเก่า (Over used)
2.	เป็นสิ่งใหม่ (Novel)								เป็นสิ่งที่คาดการณ์ได้ (Predictable)
3.	ความคิดแปลก ประหลาด (Unusual)								ความคิดแบบเดิม (Usual)
4.	มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (Unique)								สามัญทั่วไป (Ordinary)
5.	เป็นต้นแบบ (Original)								ประเพณีนิยม (ทั่วไป) (Conventional)
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีมิติทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									

ตอนที่ 3 ประเมินการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นโดยละเอียด ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นให้สมบูรณ์ขึ้น

1. เมื่อท่านตรวจประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวจนครบถ้วนแล้ว ท่านคิดว่า ผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว มีการออกแบบครอบคลุมเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่

- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง ครบคลุม เป็นเหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง ครบคลุมบางส่วน เป็นเหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครอบคลุม และไม่เป็นที่เหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ครอบคลุม และไม่เป็นที่เหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2. เมื่อท่านได้ตรวจประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวจนครบถ้วนแล้ว โดยภาพรวมท่านเห็นว่าการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว อยู่ในระดับใด

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ต้องปรับปรุง

ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวอย่างไร จึงจะสมบูรณ์ขึ้น

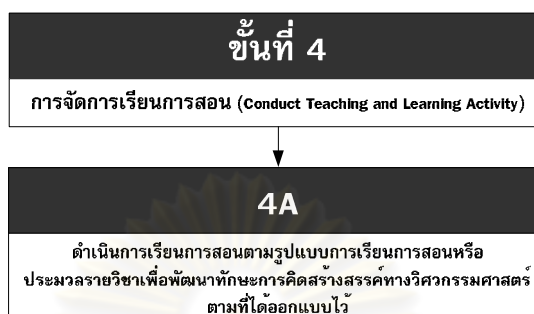
.....

(ลงชื่อ) ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

2.3.4 ดำเนินการผลิตและพัฒนาแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งใน ห้องเรียนและบนเว็บ



แผนภูมิที่ 25 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน การสอนฯ

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอน (Conduct Instruction)

เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus) ที่พัฒนาขึ้นจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการ ประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน หรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการจัดการเรียนการสอนที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการ ออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ผลการประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชา

4A จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

4A-1 ดำเนินการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ออกแบบไว้

อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียน การสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ ออกแบบไว้ กับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 1 ห้องเรียน และ ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน หรือประมาณ 6-8 สัปดาห์ใน 1 ภาคการศึกษา เพื่อ ตรวจสอบการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาฯ โดยเน้นผลของการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการ

สอนรายวิชา ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างการทำเนิการ เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ให้เหมาะสมและมีคุณภาพยิ่งขึ้น



แผนภูมิที่ 26 แสดงขั้นตอนการประเมินผลของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

เป็นการประเมินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จากการจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนที่ 4 มาดำเนินการประเมินผล โดยเน้นการ ประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาฯ

ทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และประเมินผลงานสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์

และนำผลการประเมินที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล ได้แก่ ผลการประเมินกระบวนการจัดการเรียน การสอนและผลการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และผลประเมินผลงาน สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

5A ประเมินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนการประเมินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

5A-1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินผล ดังนี้

1. เพื่อประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าอาจารย์ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้หรือไม่

5A-2 กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา เน้นผลการดำเนินการจัดการเรียนการสอน

1. การดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มีกรอบการประเมินและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

กรอบในการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ครอบคลุมการประเมิน ดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้

เกณฑ์ในการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มีดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้ อย่างน้อยร้อยละ 90

5A-3 ประเมินผล โดยเทียบกับเกณฑ์การประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5A-2

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่

1. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับอาจารย์ผู้สอน

2. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

5B ทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

5B-1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการประเมินผล ดังนี้

1. เพื่อทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ว่านิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มีคะแนนการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์วิศวกรรมศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
2. เพื่อประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ว่านิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่ได้รับการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มีคะแนนการการออกแบบผลงานสร้างสรรค์หลังเรียนในระดับใดเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ตามหลักการประเมินแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน

5B-2 กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน โดยกำหนดเกณฑ์การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นผลทดสอบตามวัตถุประสงค์ของการประเมินผลตามที่กำหนดไว้ในข้อ 5B-1

2. การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีกรอบการประเมินและเกณฑ์ในการประเมิน ดังนี้

กรอบในการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้
2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้
3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ
4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้
6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้
8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด
9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้
10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์ในการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีกรอบการประเมินและเกณฑ์มาตรฐานในการประเมิน ดังนี้

กรอบในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 มิติ และ 7 มโนทัศน์ ดังนี้

1. มิตินวภาพ (Novelty) พิจารณาจากกระบวนการใหม่ วิธีการใหม่ วัสดุใหม่หรือ มโนทัศน์ใหม่ รวมทั้งการมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานของตนเองและผู้อื่นที่เป็นงานลักษณะเดียวกันในอนาคต ซึ่งประกอบด้วย 2 มโนทัศน์ ดังนี้

1.1 ความคิดริเริ่ม เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ไม่เหมือนกับผลงานการสร้างสรรคทั่วไป หรือไม่ซ้ำกับผลงานการสร้างสรรคของผู้อื่นที่มีอายุ ประสบการณ์หรือได้รับการฝึกใกล้เคียงกัน

1.2 ความน่าประหลาดใจ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความประหลาดใจ ไม่คาดหวังว่าจะพบเห็นงานลักษณะนี้

2. มติการแก้ปัญหา (Resolution) พิจารณาจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ปัญหาของผลงานการสร้างสรรคนั้น ซึ่งประกอบด้วย 3 มโนทัศน์ ดังนี้

2.1 การมีคุณค่า เป็นผลงานการสร้างสรรคที่มีคุณค่าต่อผู้พบเห็นหรือผู้ใช้ตามเกณฑ์ของความต้องการทางด้านกายภาพ ด้านจิตวิทยาและด้านการดำรงชีวิต

2.2 ความสมเหตุสมผล เป็นผลงานการสร้างสรรคที่สร้างด้วยวิธีการที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประโยชน์ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทางปฏิบัติ

3. มติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต น่าดู แสดงถึงฝีมือและความชำนาญพร้อมทั้งสื่อความหมายได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 มโนทัศน์ ดังนี้ประกอบด้วย

3.1 การจัดส่วนประกอบ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่มีการจัดส่วนประกอบเป็นรูปเป็นร่างที่สมบูรณ์แบบและมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน

3.2 การเป็นที่เข้าใจได้ เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ผู้พบเห็นหรือผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน

เกณฑ์มาตรฐานในการประเมินและแปลผลลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์ตามค่าคุณศัพท์ที่กำหนดให้ มีดังนี้

ค่าคะแนน	ความหมาย
1.00 - 1.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ น้อยที่สุด
2.00 - 2.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ น้อย
3.00 - 3.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ค่อนข้างน้อย
4.00 - 4.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ปานกลาง
5.00 - 5.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก
6.00 - 6.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ มาก
7.00	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้น อยู่ในระดับ มากที่สุด

5B-3 ประเมินผล โดยเทียบกับเกณฑ์การทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาฯ ตามที่กำหนดไว้ในข้อ
5B-2

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ได้แก่

1. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมิน



แผนภูมิที่ 27 แสดงขั้นตอนการควบคุมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ขั้นตอนที่ 6 การควบคุม (Control)

เป็นการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการควบคุมที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 6 การควบคุม ได้แก่ ผลการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

6A ควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ขั้นตอนการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย 1 ขั้นตอน ดังนี้

6A-1 ควบคุม โดยควบคุม ควบคุมกระบวนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ว่าอาจารย์ผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนตามตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้หรือไม่

ทั้งนี้ ถ้าอาจารย์ผู้สอนไม่ดำเนินการเรียนการสอนตามตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้ จะไม่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ควรวิเคราะห์ผลที่ได้จากขั้นตอนทั้งหมด ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การผลิตและพัฒนา การจัดการเรียนการสอน การประเมินผล การควบคุม เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงและพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตอนที่ 2 วิธีการและเงื่อนไขการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

1. วิธีการนำรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตไปใช้ มีดังนี้

1.1 คณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ควรศึกษารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ กระบวนการหรือขั้นตอนที่ชัดเจนในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนแนวทางในการปฏิบัติอย่างเป็นระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาของตนเองได้ตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 คณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง สามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาของตนเองได้ โดยผู้วิจัยได้คำนึงถึงความสำคัญของกลุ่มผู้ใช้ จึงแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.2.1 กลุ่มผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ควรศึกษาคู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนประกอบกัน เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้สำนวนภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับผู้ใช้เบื้องต้น มีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน และมีตัวอย่างประกอบการออกแบบการเรียนการสอนทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจและเห็นภาพของขั้นตอนการออกแบบ

1.2.2 กลุ่มผู้ใช้ที่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน คว้าศึกษารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นสูงต่อไป ได้แก่ การผลิตสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ตลอดจนการจัดการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชาที่ได้ออกแบบไว้ และนำผลการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดมาใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

2. เจาะลึกการนำรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตไปประยุกต์ใช้

2.1 คณะอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ควรออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตให้ครบทุกขั้นตอน จึงจะส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์

2.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบ ควรเตรียมความพร้อมและสนับสนุนคณะอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในชั้นสูง เช่น การผลิตสื่อการเรียนการสอน การสร้างแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ผู้วิจัยขอเสนอสรุปผลการวิจัยเป็น 5 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
3. เพื่อสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
4. เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
5. เพื่อรับรองและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนหลักตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 346 คน และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จำนวน 395 คน เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จำนวน 2 ชุด คือ สำหรับอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์และสำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการสอนเพื่อ

พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ ด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 27 คน เกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ จำนวน 4 ชุด สำหรับผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ซึ่งประกอบด้วยการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนบนเว็บตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประเมินความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ตอนที่ 3 สร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

(ร่าง)สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในการวิจัยตอนที่ 2 และเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ตามหลักการของการวิจัยโดยใช้เทคนิคการตรวจสอบความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) โดยครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญและขั้นตอนหลักของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน และประยุกต์ใช้หลักการการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การพัฒนา 4. การนำไปใช้ 5. การประเมินผลเพื่อสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 รายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
3. องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ตอนที่ 2 วิธีการและเงื่อนไขการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

ตอนที่ 4 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 4 คน

เครื่องมือที่ใช้ คือ 1. คู่มือการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 2. ใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน 3. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ดำเนินการศึกษาผลการใช้ โดยอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบการดำเนินการตามขั้นตอนของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยเน้นด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบขั้นตอนและผลลัพธ์ของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา และเน้นด้านความสัมพันธ์สอดคล้องของขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนา รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ให้

เหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และนำรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา จำนวน 4 รายวิชา ที่อาจารย์ผู้สอนทั้ง 4 คน ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเอง เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา โดยใช้แบบ สัมภาษณ์เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ กำลังสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 คน และนิสิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2553 และสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ คือ 1. รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา 2.

แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษา 3. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับผู้ประเมิน 4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการ จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา สำหรับนิสิตนักศึกษา 5. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน หรือประมวลรายวิชา สำหรับอาจารย์ผู้สอน

ดำเนินการศึกษาผลการใช้ โดยอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย จำนวน 1 คน ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือ ประมวลรายวิชา ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยตนเองในระยะที่ 1 กับนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 1 ห้องเรียน และใช้ระยะเวลาประมาณ 4 สัปดาห์ หรือประมาณ 16 คาบการเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เพื่อทดสอบการ ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา และ ทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นผลของการจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา และผลของการทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์ โดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อน-สอบหลัง (One Group Pretest-Posttest Design) ผลของการประเมินผลงานสร้างสรรค์หลังเรียน ความคิดเห็นนิสิตและอาจารย์ผู้สอน เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะระหว่างดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน หรือประมวลรายวิชา เพื่อแก้ไขปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ให้เหมาะสมและมี คุณภาพยิ่งขึ้น

ตอนที่ 5 นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยแสดงเป็นแผนผัง ซึ่งประกอบด้วย แผนผังหลักและแผนผังย่อยของขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ คำอธิบายรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน และเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยใช้แบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยแบ่งเป็น 5 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์และนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ผลการศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในระดับมากที่สุด พบว่า อาจารย์จัดการเรียนการสอนโดยทั่วไปเน้นทั้งภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี จัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก อาจารย์แนะนำแหล่งวิทยาการและแหล่งข้อมูลให้กับผู้เรียนโดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต อาจารย์นำเสนอบทเรียนในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน อาจารย์ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยใช้เทคนิคการใช้คำถาม อาจารย์ให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษาโดยนำเสนอความรู้หรือผลงาน อาจารย์ประเมินผลการเรียนรู้โดยประเมินจากผลงานของผู้เรียน

2. สภาพทั่วไปของวิธีการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ในระดับมากที่สุด พบว่า อาจารย์ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียนการสอนโดยสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ ผู้เรียน เป็นต้น อาจารย์ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยใช้การสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน อาจารย์วิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน อาจารย์แบ่งเนื้อหาที่จะสอนตามหัวข้อ อาจารย์กำหนดระยะเวลาในการสอนโดยกำหนดจำนวนคาบการเรียนในการสอนแต่ละหัวข้อ อาจารย์กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ อาจารย์เขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยเขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา อาจารย์กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่าง อาจารย์กำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนโดยเขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบการ

เรียน อาจารย์ใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้เครื่องมือในมิติ
 ประสานเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา อาจารย์
 ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่
 จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์
 ประกอบการบรรยาย อาจารย์ใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ โปรแกรมค้นหาข้อมูล อาจารย์
 กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่
 การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก อาจารย์ศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้บนเว็บ ได้แก่ การ
 เรียนการสอนบนเครือข่าย อาจารย์กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยกำหนดวิธีการสอน
 ตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน อาจารย์เขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยเขียนรายละเอียด
 ขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน อาจารย์กำหนดสื่อการเรียนการสอนโดยศึกษาสื่อการ
 เรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน อาจารย์ศึกษาสื่อการ
 เรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน อาจารย์
 กำหนดสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง อาจารย์กำหนดสื่อ
 การเรียนการสอนบนเว็บออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง อาจารย์กำหนดเครื่องมือในการ
 ประเมินผลการเรียนรู้ โดยศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน ได้แก่
 แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ อาจารย์ศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บ
 ได้แก่ แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ บล็อก
 เป็นต้น อาจารย์กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียนโดยใช้วิธีการสร้าง
 เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจารย์กำหนดเครื่องมือในการประเมิน ผลการ
 เรียนรู้ที่ใช้บนเว็บโดยใช้วิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง อาจารย์
 ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดย
 ทดลองใช้ในห้องเรียน อาจารย์ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการ
 เรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดสอบผู้เรียน อาจารย์กำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ โดย
 ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน อาจารย์กำหนดการควบคุมการเรียนโดยให้ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหา
 ตามที่กำหนดไว้ อาจารย์กำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนโดยสังเกตพฤติกรรมกร
 เรียนรู้ของผู้เรียน อาจารย์ทดสอบความรู้ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง อาจารย์
 ประเมินผลงานของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง อาจารย์สรุปปัญหาต่าง ๆ ที่
 เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนโดยสังเกตปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น อาจารย์กำหนด
 สัดส่วนของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดย
 จัดการเรียนการสอนในห้อง เรียน 80% บนเว็บ 20%

3. ความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการสอนที่เหมาะสมตาม
 แนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน
 รายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตในระดับมากที่สุด พบว่า อาจารย์ควรกำหนดลักษณะ
 ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบันโดยใช้กรณีศึกษา อาจารย์ควรอธิบาย
 ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง อาจารย์ควรแนะนำผู้เรียน
 เกี่ยวกับแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศโดยแนะนำแหล่งข้อมูลทาง

อินเทอร์เน็ต อาจารย์ควรให้ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่คุณเรียนได้ออกแบบไว้โดยสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ อาจารย์ ควรให้ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์โดยเขียนเอกสารในรูปแบบรูปเล่มรายงาน อาจารย์ควรให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. ความคิดเห็นของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับวิธีการวางแผนการสอนที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตในระดับมากที่สุดพบว่า อาจารย์ควรศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนเพื่อวางแผนการสอนในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของผู้เรียน อาจารย์ควรจัดสถานที่เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยจัดห้องปฏิบัติการเน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น อาจารย์ควรจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน อาจารย์ควรศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน อาจารย์ควรเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง อาจารย์ควรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง อาจารย์ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่าง อาจารย์ควรใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง อาจารย์ควรใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล อาจารย์ควรกำหนดจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา โดยใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน หรือใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์ อาจารย์ควรนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ โดยจัดกลุ่ม 3 คน อาจารย์ควรเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยให้คะแนน อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง อาจารย์ควรใช้เครื่องมือในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง อาจารย์เห็นว่าลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้นักศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรม และทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป

ผลการศึกษาคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีดังนี้

1. นิสิตนักศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าลักษณะของรูปแบบการเรียนรู้อิงของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป

2. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ในระดับมากที่สุด พบว่า อาจารย์ใช้สื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน อาจารย์สร้างแรงจูงใจเพื่อให้นิสิตนักศึกษารู้สึกอยากเรียนรู้ โดยการยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง นิสิตนักศึกษาเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่าง และรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือเว็บในการเข้าร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลาในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย นิสิตนักศึกษาใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด นิสิตนักศึกษาค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต อาจารย์นำเสนอบทเรียนเพื่อสร้างความสนใจนิสิตนักศึกษาในการเรียนรู้โดยใช้วิธีการถาม ตอบ อาจารย์ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการระดมสมอง นิสิตนักศึกษาสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษาโดยสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง อาจารย์เสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้นิสิตนักศึกษาอยากเรียนรู้ โดยให้คะแนน

3. สภาพทั่วไปของพฤติกรรมการเรียนตามแนวความคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตตามความคิดเห็นของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ในระดับมากที่สุด พบว่า อาจารย์กำหนดลักษณะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบัน โดยใช้กรณีศึกษา อาจารย์อธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง อาจารย์แนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ โดยแนะนำห้องสมุดสถาบันการศึกษา อาจารย์ให้ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ออกแบบ โดยสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ อาจารย์ให้ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ โดยเขียนเอกสารในรูปแบบรูปเล่มรายงาน อาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรม-ศาสตร์บัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตโดยทั่วไปที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การวิเคราะห์

1. ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียนการสอนโดยสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ ผู้เรียน เป็นต้น เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน จัดลำดับความสำคัญของปัญหาการเรียนการสอน

2. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐาน ความรู้เดิม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนโดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน

3. วิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน ศึกษาคำอธิบายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตเลือกเนื้อหาที่จะสอนโดยแบ่งเนื้อหาที่จะสอนตามหัวข้อ กำหนดระยะเวลาในการสอนโดยกำหนดจำนวนคาบการเรียนในการสอนแต่ละหัวข้อ

องค์ประกอบที่ 2 การวางแผนและการออกแบบ

1. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยเขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา

2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ การใช้กรณีตัวอย่าง การใช้คำถาม การใช้กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง กำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนโดยเขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบการเรียน

3. กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน เขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน

4. การกำหนดสื่อการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน สไลด์ ประกอบการบรรยาย แบบฝึกหัด กำหนดสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนโดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

องค์ประกอบที่ 3 การผลิตและพัฒนา

1. การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน ได้แก่ แบบทดสอบ ความรู้ ความเข้าใจ แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงาน แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน กำหนดเครื่องมือในการประเมิน ผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียนด้วยวิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยอาจารย์เอง

องค์ประกอบที่ 4 การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดลองใช้ในห้องเรียน

2. วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดสอบผู้เรียน สังเกตผู้เรียน สอบถามผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 5 การประเมินผล

1. การกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน

องค์ประกอบที่ 6 การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน

1. การกำหนดการควบคุมการเรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้ ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้ อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง

2. การกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนก่อนการวางแผนการสอนโดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน วิธีการทดสอบความรู้ของผู้เรียนใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง วิธีการประเมินผลงานของผู้เรียนใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง

องค์ประกอบที่ 7 ข้อมูลย้อนกลับ

1. การสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนโดยสังเกตปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น สรุปปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้น สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน

ผลการศึกษาค้นคว้าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บเกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยทั่วไปที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

1.1 การกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้บนเว็บ ได้แก่ การเรียนการสอนบนเครือข่าย เขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ ได้แก่ การเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน

1.2 การกำหนดสื่อการเรียนการสอนบนเว็บก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ การกำหนดสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ โดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

1.3 การจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ

1.4 การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยอาจารย์ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

1.5 การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลานับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา ประชุมทางไกลผ่านวิดีโอทัศน ข้อความสำเร็จรูป ทันที่ ประชุมทางไกลบนเว็บ ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลานับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กระดานข่าว บล็อก ประกาศเฉพาะกลุ่ม ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ สไลด์ประกอบการบรรยาย สตรีมมิ่งมีเดีย เช่น แอนิเมชัน เสียง วิดีทัศน์ เป็นต้น โปรแกรมบทเรียน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่ ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล โปรแกรมค้นหาข้อมูล ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากร ห้องสมุด

1.6 การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนโดยศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้นบนเว็บ ได้แก่ แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ บล็อก เป็นต้น แบบแสดงความความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา กระดานอภิปราย จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ บล็อก วิกี การประชุมทางไกลด้วยเสียง การประชุมทางไกลบนเว็บ การประชุมทางไกลผ่านวิดีโอทัศน เป็นต้น แบบประเมินพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น อิเล็กทรอนิกส์ กระดานข่าว บล็อก วิกี เป็นต้น กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้นบนเว็บ โดยอาจารย์สร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.7 การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังจากอาจารย์ผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดลองใช้ในห้องเรียน

1.8 วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดสอบผู้เรียน สังเกตผู้เรียน สอบถามผู้เรียน

ผลการศึกษาคำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรประกอบด้วย
 - 1.1 การจัดการเรียนการสอนควรเน้นทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
 - 1.2 การจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้ควรใช้หลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก
 - 1.3 การแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศโดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ห้องสมุดสถาบันการศึกษา ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์
 - 1.4 การนำเสนอบทเรียนในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยใช้การยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน การถาม ตอบ การให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน
 - 1.5 การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ในการสอนแต่ละคาบการเรียนโดยใช้เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการระดมสมอง เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์
 - 1.6 วิธีการสรุปการเรียนรู้ปลายภาคการศึกษาโดยอาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือผลงาน อาจารย์ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมา อาจารย์ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน
 - 1.7 วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยอาจารย์ประเมินทักษะการคิดของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดสำหรับผู้เรียน อาจารย์ประเมินผลงานของผู้เรียน โดยใช้แบบประเมินผลงานสำหรับผู้ประเมิน
 - 1.8 การทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควรทดสอบความสามารถของผู้เรียน ดังนี้ สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้
 - 1.9 การประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควรประเมินผลงานสร้างสรรค์ในมิติต่างๆ ดังนี้ มิตินวภาพ ได้แก่ ความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ มิติการแก้ปัญหา ได้แก่ การมีคุณค่า ความสมเหตุสมผลและการใช้ประโยชน์ มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ ได้แก่ การจัดส่วน ประกอบและการเป็นที่เข้าใจได้
- ผลการศึกษาคำความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับความเหมาะสมของการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. การสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ควรดำเนินการดังนี้

1.1 อาจารย์กำหนดลักษณะปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบัน โดยใช้กรณีศึกษา

1.2 อาจารย์อธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟังแจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา นำเสนอวิธีทัศน์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู

1.3 อาจารย์แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูล โดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ ห้องสมุดสถาบันการศึกษา

1.4 อาจารย์ให้ผู้เรียนทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ผู้เรียนได้ออกแบบไว้ โดยสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ

1.5 อาจารย์ให้ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในรูปแบบของรูปเล่มรายงาน

1.6 อาจารย์ให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์โดยนำเสนอหน้าชั้นเรียน จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงาน นำเสนอบนเว็บไซต์

ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับความเหมาะสมของการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีดังนี้

1. การวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรดำเนินการดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านผู้เรียน

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนเพื่อวางแผนการสอนในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยสังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐาน ความรู้เดิม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินคุณภาพของผู้เรียน

องค์ประกอบที่ 2 ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

2. จัดสถานที่เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยจัดห้องปฏิบัติการเน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น

องค์ประกอบที่ 3 ด้านทรัพยากรการสอน

3. จัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบ การเรียน สไลด์ ประกอบการบรรยาย แบบฝึกหัด ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บไซต์

4. เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยอาจารย์ออกแบบผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง

5. แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับการค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลโดยแนะนำแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต ห้องสมุดสถาบันการศึกษา ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ องค์กรประกอบที่ 4 ด้านบทบาทของอาจารย์ผู้สอน
6. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนเล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์
7. เสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยให้คะแนน ให้รางวัล หรือคำชมเชย ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที
องค์กรประกอบที่ 5 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
8. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ ใช้กรณีตัวอย่าง ใช้คำถาม กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ การเขียนแผนผังทางปัญญา จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ การระดมสมอง
องค์กรประกอบที่ 6 ด้านวิธีการเรียนการสอน
9. นำเสนอบทเรียนเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้โดยถาม ตอบ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
10. ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เทคนิคการระดมสมอง เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา
11. สรุปลงการเรียนปลายภาคการศึกษาโดยสรุปความรู้ที่ได้เรียนมาด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียน นำเสนอความรู้หรือผลงานหน้าชั้นเรียน
12. นำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ควรจัดกลุ่ม 3 คน กลุ่มย่อยระดมสมอง 3-4 คน และกลุ่มเล็ก 5-6 คน
องค์กรประกอบที่ 7 ด้านเวลาในการจัดการเรียนการสอน
13. กำหนดจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน
องค์กรประกอบที่ 5 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
14. กำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 6-8 สัปดาห์
องค์กรประกอบที่ 8 ด้านการทดสอบความคิดสร้างสรรค์และการประเมินผลงานสร้างสรรค์
15. ใช้เครื่องมือในการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่อาจารย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง

ตอนที่ 3 ผลการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผลการสร้าง(ร่าง)รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ก่อนการนำไปทดลองใช้ มีดังนี้

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ประกอบด้วย (รายละเอียดในบทที่ 5 หน้า 217)

- 1.1 หลักการที่ใช้ในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
- 1.2 วัตถุประสงค์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ
- 1.3 องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต แบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผลการใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ มีดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน ได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ในรายวิชาของตนเอง ตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 1 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า 2 บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 ขั้นตอน และใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 4 ทักษะ

2. อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 2 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเบื้องต้น บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 9 ขั้นตอน และใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 9 ทักษะ และใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 มิติ

3. อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 3 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมศาสตร์ บูรณาการ กลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 5 ขั้นตอน และใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 ทักษะ

4. อาจารย์ผู้สอนรายวิชาที่ 4 ออกแบบการเรียนการสอนวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 บูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 13 ขั้นตอน และใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 10 ทักษะ และใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ จำนวน 3 มิติ

2. ผลการสัมภาษณ์อาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 คน เกี่ยวกับการทดลองใช้คู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ มีดังนี้

ข้อดี คือ คู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนฯ นี้ดี มีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ และมีตัวอย่างประกอบทำให้เข้าใจแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน ทำให้เห็นการเชื่อมโยงองค์ประกอบของการเรียนการสอนและมีขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ทำให้อาจารย์ออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ คิดอย่างเป็นระบบ

ข้อปรับปรุง คือ ควรลดการซ้ำซ้อนในการเขียนเพราะจะทำให้อาจารย์เมื่อยล้าในการเขียน และจะได้มีเวลาในการคิดออกแบบมากขึ้น ควรให้คำนิยามเครื่องมือเว็บกับสื่อการสอนให้ชัดเจน เพราะมีขอบข่ายใกล้เคียงกันมาก จนอาจทำให้อาจารย์สับสนในการออกแบบการเรียนการสอนได้

หลังจากทดลองใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ แล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 4 คน มาปรับปรุงรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์

3. ผลการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 4 รายวิชา มีดังนี้

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้ศึกษารายละเอียดของคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ และรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จนครบถ้วนแล้ว

1. ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ทั้ง 4 คน สามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นได้อย่างเป็นระบบ

2. ผู้ทรงคุณวุฒิยอมรับว่ารูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นผลงานของการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามคู่มือและใบงานการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยมีผลการประเมินและรับรองดังนี้

รายวิชาที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชา คณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมไฟฟ้า 2 มีผลการประเมินและรับรองโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

รายวิชาที่ 2 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชา พื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม มีผลการประเมินและรับรอง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

รายวิชาที่ 3 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชา วิศวกรรมชลศาสตร์ มีผลการประเมินและรับรอง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

รายวิชาที่ 4 รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 มีผลการประเมินและรับรอง โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

ระยะที่ 2 ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ มีดังนี้

1. รายวิชาที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ได้แก่ รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 รหัสวิชา 2103-313 จำนวน 3 หน่วยกิต ดำเนินการสอนโดยอาจารย์ประจำวิชา ซึ่งมีผลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนฯ ว่ามีความเหมาะสม โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และได้รับการคัดเลือกจากผลการประเมินและรับรองว่ามีความเหมาะสมที่สุด

2. ผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยใช้วิธีสังเกตการณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Observation) และใช้เครื่องมือประกอบการสังเกตและการบันทึก พบว่า อาจารย์ผู้สอนได้ดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 ประจำปีการศึกษา 1/2553 ตามที่ได้ออกแบบไว้ ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ หรือ 16 คาบการเรียน

อาจารย์ผู้สอนดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ โดยมีการแจ้งวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอนฯ ให้ผู้เรียนทราบว่าการดำเนินการสอนครั้งนี้ มุ่งเน้นให้นิสิตพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีการปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่อย่างเหมาะสม เช่น เพิ่มวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สอดแทรกหรือบูรณาการกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าไปเนื้อหา รายวิชาเดิม ปรับเปลี่ยนบทบาทของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ตามกลยุทธ์การเรียนการสอน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ปรับระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ใช้สื่อการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่นี้ ทำให้นิสิตสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง และได้เรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นทีมอีกด้วย นอกจากนี้ อาจารย์ผู้สอนยังได้ประยุกต์ใช้เว็บเทคโนโลยีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากขึ้น เช่น ใช้เฟสบุ๊ก (Facebook) ในกิจกรรมการนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนเว็บ ซึ่งถือเป็นช่องทางหนึ่งในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สอบถามข้อสงสัยในการเรียน การทำโครงการและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. ผลการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญา-
บัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลอง
โดยภาพรวม พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการ
คิดสร้างสรรค์หลังทดลอง สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนทดลอง อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลอง
พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์
หลังทดลองในทุกด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทาง
วิศวกรรมศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ การเขียนวิธีการ
แก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรม-
ศาสตร์ที่เป็นไปได้ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่
กำหนดไว้ การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด
การประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา การปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด การ
นำไปประยุกต์ใช้ได้ การเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ สูงกว่าค่าเฉลี่ยของ
คะแนนทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการสอบถามความคิดเห็นของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อ
พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

4.1 นิสิตมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิง
สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และมีความพึงพอใจในด้านผู้สอน ความ
เป็นกันเองของผู้สอนมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านผู้สอน การถ่ายทอดความรู้และสร้างแรงจูงใจของ
ผู้สอน และอันดับที่สาม คือ ด้านเนื้อหา เนื้อหาสอดคล้องกับทักษะการคิดสร้างสรรค์หรือการออกแบบ

4.2 นิสิตส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ควรจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการ
คิดสร้างสรรค์ลักษณะนี้อีก

4.3 นิสิตมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า การระดมสมอง (Brain Storming) ทำให้ผู้เรียนได้ฝึก
การทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาส
แสดงความคิดเห็นออกมาเสมอ มากที่สุด รองลงมา คือ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีม ผู้เรียนทุก
คน ทุกกลุ่มรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มที่ และอันดับที่สาม คือ อาจารย์ผู้สอนเป็น
กันเองกับผู้เรียนมาก มีอะไรให้ตื่นเต้นเสมอ ทำให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาใช้ในการออกแบบ
ผลิตภัณฑ์จริง และสร้างแบบจำลอง (Model) และทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกออกแบบ ฝึกปฏิบัติจริง
ได้เห็นปัญหาจริง ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น

4.4 นิสิตมีความคิดเห็นเพิ่มเติมว่า ควรเพิ่มระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการมากขึ้น หรือให้เหมาะสมกับภาระงานที่มอบหมาย เพื่อลดแรงกดดันและความตึงเครียดมากที่สุด รองลงมา คือ ควรเพิ่มระยะเวลาในการทำงานให้มากขึ้น เพื่อให้ผลงานออกมาในรูปแบบที่ดีที่สุด และอันดับที่สาม คือ ควรปรับระยะเวลาในการเรียนการสอนและการทำโครงการให้ยืดหยุ่นมากกว่านี้

5. ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หลังทดลองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้โดยภาพรวม พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

5.2 ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หลังทดลองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ในมิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis) มโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ (Organic) มากที่สุด รองลงมา คือ มิติการแก้ปัญหา (Resolution) มโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful) และอันดับที่สาม คือ มิตินวภาพ (Novelty) มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original)

ตอนที่ 5 ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีดังนี้

1. ผลการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ จนครบถ้วนแล้ว ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมดี และโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขอเสนอประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น คือ

1. ลักษณะของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ 2. การทดลองใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ลักษณะของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีดังนี้

ภาพรวมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

1.1 เป็นรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบเฉพาะ (Specific Model) เนื่องจากมีกรอบของการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นเฉพาะการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้จากองค์ประกอบของการเรียนการสอนทั้ง 9 องค์ประกอบส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น องค์ประกอบดังกล่าว ได้แก่

1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และ
9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และมีการดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนฯ ตามลำดับขั้นตอน และแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบเฉพาะ (Specific Instructional Design and Development Model) ของ John Keller's ARCS: Model of Motivational Design (Keller, 1987) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อสร้างแรงจูงใจและ Multiple intelligence Design Model (Tracey and Richey, 2007) ที่มีจุดประสงค์เฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญาหรือความฉลาด ความสามารถที่หลากหลาย สำหรับรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่มีจุดประสงค์เฉพาะเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีการสร้างรูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) ที่พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ (ประยูทธ สุวรรณศรี, 2540; ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์, 2543; ปวีณา สุจริตธนาภิรักษ์, 2548; Stouffer, et al., 2004) แต่ยังไม่พบว่า มีผู้สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Design Model) ที่พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) และในการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ยังไม่มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่เกี่ยวกับการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบเฉพาะ ผู้วิจัยจึงสร้างและนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับให้อาจารย์ผู้สอนนำไปใช้ออกแบบและพัฒนารายวิชาของตนเองด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพบัณฑิตวิศวกรตามคุณลักษณะวิศวกรที่พึงประสงค์และรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นมากในอนาคต

1.2 มีลักษณะการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบตามวิธีเชิงระบบ (System Approach) โดยอาจารย์ต้องดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามลำดับอย่างเป็นระบบ จนครบทุกขั้นตอน ซึ่งองค์ประกอบของวิธีเชิงระบบประกอบด้วย 4 องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ 1. ตัวป้อน (Input) 2. กระบวนการ (Process) 3. ผลผลิต (Output) 4. ผลย้อนกลับ (Feedback) โดยตัวป้อน (Input) หมายถึง องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. เนื้อหาวิชา 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอน 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา 5. กิจกรรมการเรียนการสอน 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 9. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด กระบวนการ (Process) หมายถึง การนำเอาตัวป้อนมาจัดกระทำให้เกิดผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา ผลผลิต (Output) หมายถึง ผลที่ได้จากการจัดกระทำหรือการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา ได้แก่ ผลการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ผลย้อนกลับ (Feedback) หมายถึง วิธีการนำเอาผลที่ได้จากผลผลิตมาพิจารณาปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนของ Sara (2008) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการนำวิธีเชิงระบบมาใช้ในการวางแผนการเรียนการสอนโดยยึดทฤษฎีการเรียนรู้และการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน และสอดคล้องกับนิยามคำว่า การออกแบบการเรียนการสอนในประเด็น การออกแบบการเรียนการสอนเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ (Instructional Design as a Process) ตามหลักการและทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อจัดการเรียนการสอนให้มีความหมาย โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการวิเคราะห์หาความต้องการจำเป็นในการเรียนรู้ วัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ การพัฒนาระบบการถ่ายโอนความรู้ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งการวัดและประเมินผล เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว และสอดคล้องกับหลักการพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542) กล่าวคือ การออกแบบอย่างเป็นระบบจะเป็นห่วงโซ่วงจร (Loop) ซึ่งประกอบด้วยสิ่งนำเข้า (INPUT) กระบวนการ (PROCESS) ผลผลิต (OUTPUT) และมีข้อมูลย้อนกลับเพื่อการประเมินทุกขั้นตอน (Cybernetic) ซึ่งเป็นพื้นฐานทั่วไปของระบบ และสอดคล้องกับลักษณะการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบของ Tracy and Richey (2007) โดยสร้างรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาทฤษฎีที่มีลักษณะการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนของแนวทางปฏิบัติอย่างชัดเจน และจากการสัมภาษณ์ผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า การดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามลำดับอย่างเป็นระบบ จนครบทุกขั้นตอน ช่วยพัฒนาอาจารย์ให้สามารถออกแบบการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบและพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบด้วย

1.3 เป็นการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำหลักการการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์และการคิดเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเริ่มต้นจากปัญหา ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่ มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน และแก้ปัญหาโดยรวบรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบการผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 13 ขั้นตอน ดังนี้ 1. วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. วิธีการระบุดูประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 10. วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ของนักสิทธิ์ คุวัฒนาชัย (2551) โดยได้เสนอว่า การจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรเน้นปัญหาเป็นหลัก และมณฑล ศาสนนันท์ (2550) โดยได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยเริ่มต้นจากปัญหา ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่ มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ทำให้บัณฑิตนักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็นในปัญหานั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้จุดประกายความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการเรียนที่เริ่มต้นจากทฤษฎี และบัณฑิตนักศึกษาต้องใช้ความรู้ ความสามารถและทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว และสอดคล้องกับงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) ที่พบว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขา เริ่มต้นจากการพบเห็นปัญหาหรือเกิดแรงบันดาลใจขึ้นก่อน จากนั้นกระบวนการสร้างสรรค์จึงเกิดขึ้น และสอดคล้องกับการนำหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในงานวิจัยของ Chen et al. (2005) โดยใช้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ และสอดคล้องกับการนำหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในงานวิจัยของ Stouffer, et al. (2004) ซึ่งได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนทาง

วิศวกรรมศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบ มักจะใช้กลยุทธ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เสมอ และใช้หลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยกำหนดโจทย์ปัญหาปลายเปิดในทุกแบบฝึกหัด เน้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาในรายวิชาและวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่ในขอบข่ายของสาขาวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น

1.4 การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (CPBL) แตกต่างจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป (PBL) 2 ประเด็น คือ 1) องค์ประกอบ การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (CPBL) เริ่มต้นจากปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งลักษณะของปัญหานั้นเน้นการสังเคราะห์และการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือแก้ปัญหาที่เน้นการสร้างสรรค์โดยนำหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ปลอดภัย ต่อชีวิตและทรัพย์สิน แต่การแก้ปัญหาโดยทั่วไป (PBL) เริ่มต้นจากปัญหาทั่วไป (Moshe, 1975; Fogarty et al., 1990) ซึ่งลักษณะของปัญหาไม่ได้เน้นการสังเคราะห์และการออกแบบ เช่น ในรายวิชาทักษะชีวิต มีการใช้หลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยเริ่มต้นจากปัญหาทางสังคม เช่น ปัญหาวัยรุ่น ปัญหายาเสพติด ปัญหาหนีเรียน เป็นต้น 2) ขั้นตอน รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (CPBL) เริ่มต้นจากการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ก่อน โดยครอบคลุมองค์ประกอบของการเรียนการสอนทั้งหมด ได้แก่ 1) เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ เน้นเนื้อหาวิชาการสังเคราะห์และการออกแบบ 2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 11 ข้อ 3) กลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ 4) บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษา สาขาวิศวกรรมศาสตร์ตามกลยุทธ์ 5) กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. การใช้กรณีตัวอย่าง 2. การใช้คำถาม 3. การคิดประดิษฐ์ 4. การเขียนแผนผังทางปัญญา 5. การระดมสมอง เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บที่กระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ห้องสนทนา 2. ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ 3. ข้อความสำเร็จรูปทันที 4. ประชุมทางไกลบนเว็บ 5. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ 6. กระดานข่าว 7. บล็อก 8. ประกาศเฉพาะกลุ่ม 9. วิกี 10. เฟสบุ๊ก 6) ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด-สร้างสรรค์ ประมาณ 6-8 สัปดาห์หรือ 10-15 คาบการเรียนใน 1 ภาคการศึกษา 7) สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บ ได้แก่ 1. เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง 2. สไลด์ประกอบการบรรยาย 3. ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ 4. แบบฝึกหัด เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหานั้นและฝึกปฏิบัติ และทรัพยากรการเรียนรู้จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ 8) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ จิตภาพและสังคมภาพ 9) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษา 2. แบบประเมินผลงาน

สร้างสรรค์ สำหรับผู้ประเมิน จึงจะนำไปออกแบบการเรียนการสอนเพื่อแสดงแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ผลิตและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ และควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ แต่รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาโดยทั่วไป (PBL) เริ่มจากการตั้งปัญหา และดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาเท่านั้น (Moshe, 1975; Fogarty et al., 1990) โดยไม่คำนึงถึงองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่จำเป็น เช่น สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดแก้ปัญหา เป็นต้น

1.5 แทรกหลักการสร้างแรงจูงใจในกลยุทธ์การเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผลในรูปแบบใหม่ ได้รับความสนใจในการเรียนรู้รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการเล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่น่าสนใจ ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนและเป็นตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ใกล้ตัว มีความทันสมัย ตาม ตอบ เพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียนที่น่าสนใจ เชิญผู้ประสบความสำเร็จในวิชาชีพวิศวกรรมมาเล่าประสบการณ์แห่งความสำเร็จ โดยการจัดกิจกรรม SUCCESS STORY สาธิตการปฏิบัติการออกแบบและประดิษฐ์คิดค้นทางวิศวกรรมศาสตร์ ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการให้คะแนน ให้คำชมเชย ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที ทำทนาย ลงโทษ ต่ำทณี ให้รางวัล ทั้งนี้ ควรเน้นให้เกิดการเสริมแรงภายใน แรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยพบว่า การสร้างแรงจูงใจโดยยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้การนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหา การเสริมแรงโดยให้คะแนนร้อยละ 20 สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนสนใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น การเสริมแรงโดยให้รางวัล สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และผู้เรียนด้วยกันมากขึ้น การเสริมแรงโดยการทำทนาย สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นอย่างมาก และมีข้อค้นพบใหม่ คือ การสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจว่าผู้เรียนสามารถทำได้ทุกคน ทำให้ผู้เรียนมีความพยายามในการทำโครงการออกแบบจนสำเร็จอย่างเต็มความสามารถ และสอดคล้องกับหลักการการสร้างแรงจูงใจของ Keller (1987) ที่กล่าวว่า ในระหว่างการออกแบบการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงการสร้างแรงจูงใจ เนื่องจากการสร้างแรงจูงใจจะทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจและสามารถประสบความสำเร็จได้

ถ้าผู้เรียนมีแรงจูงใจสูง ผู้เรียนจะเกิดความมั่นใจและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตของทิพวัลย์ ปัญจะวัต (2548) ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์เป็นแรงขับที่ทำให้นิสิตเกิดพลังแห่งการสร้างสรรค์ ซึ่งผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมีลักษณะเป็นผู้ชอบริเริ่มกระทำการต่าง ๆ ด้วยความคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) ที่พบว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขา เริ่มต้นจากการพบเห็นปัญหาหรือเกิดแรงบันดาลใจขึ้นก่อน จากนั้นกระบวนการสร้างสรรค์จึงเกิดขึ้น

1.6 ช่วยให้อาจารย์ผู้สอนสามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในรายวิชาของตนเองได้ด้วยตนเอง เนื่องจากผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ โดยใช้สำนวนภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับผู้ออกแบบการเรียนการสอนเบื้องต้นหรือไม่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอนมาก่อน มีการอธิบายรายละเอียดไว้อย่างชัดเจน ทำให้อาจารย์ผู้สอนสามารถเรียนรู้และดำเนินการตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนา การเรียนการสอนฯ ได้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากการศึกษารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลักที่สำคัญ รายละเอียดของกระบวนการหรือขั้นตอนของการออกแบบการเรียนการสอน รวมทั้งตัวอย่างประกอบทุกขั้นตอนอย่างชัดเจน เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนเข้าใจและเห็นภาพการเชื่อมโยงองค์ประกอบของการเรียนการสอนและขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ และสามารถวางแผน เลือกองค์ประกอบของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บให้สอดคล้อง เชื่อมโยงและเหมาะสมกับรายวิชาของตนเองและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ครบทุกขั้นตอน และจากผลการวิจัยพบว่า อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์จำนวน 4 คน สามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้นได้อย่างเป็นระบบ ครบทุกขั้นตอน และผู้ทรงคุณวุฒิให้ข้อมูลสนับสนุนว่า สำนวนภาษาที่ใช้ในการนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ นี้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ส่งผลให้อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์สามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตในรายวิชาของตนเองได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของ Kemp (2001) ที่เป็นรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบทั่วไปในห้องเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการออกแบบอย่างละเอียด ทำให้ผู้ออกแบบการเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ได้ด้วยตนเอง และสอดคล้องกับการนำเสนอรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญาของ Tracy and Richey (2007) ที่นำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนแบบเฉพาะ เพื่อพัฒนาพหุปัญญา โดยเน้นการพัฒนาแบบแนวทางปฏิบัติแบบเฉพาะพหุปัญญา เพื่อช่วยให้ผู้ฝึกออกแบบหรือนักออกแบบการเรียนการสอนสามารถปฏิบัติตามรูปแบบได้ ซึ่ง

ประกอบด้วย รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนแนวทางปฏิบัติ ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน และตัวอย่างประกอบในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน เช่น ตัวอย่างขั้นตอนการบูรณาการพหุปัญญาเข้าไปในการพัฒนาเครื่องมือในการประเมินผล ขั้นตอนการเลือกกลยุทธ์การเรียนการสอน การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพหุปัญญา เป็นต้น

1.7 ผลที่ได้หลังจากอาจารย์ผู้สอนดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนครบขั้นตอนแล้ว คือ รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเดิม คือ มีวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีการปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่อย่างเหมาะสมเพิ่มหรือแทรกองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเข้าไปในรายวิชาเดิม เช่น วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ เนื้อหาวิชาที่สอดแทรกหรือบูรณาการกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ตามกลยุทธ์การเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งการออกแบบและปรับสัดส่วนการจัดการเรียนการสอนใหม่นี้ จะส่งผลให้นิสิตนักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการสอนเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) โดยพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ คือ หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล เน้นด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา โดยให้ผู้เรียนระดมสมองมีเป้าหมายให้มีความคิดที่อิสระและมีความคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาสร้างแผนผังทางปัญญา รวมทั้งได้นำการเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้อย่างมีความหมาย แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) และความคิดสร้างสรรค์กับแผนผังทางปัญญามาประกอบในกระบวนการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ สำหรับเอกสารประกอบรูปแบบการสอนมี 3 ฉบับ ได้แก่ คู่มืออาจารย์ คู่มือนักศึกษาและแผนการสอนจำนวน 15 แผน และสอดคล้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของปวีณา สุจริตธนารักษ์ (2548) โดยนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประกอบด้วยรูปแบบสำหรับผู้สอน 10 ชั้น คือ 1. ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเว็บ 2. อธิบายแนะนำขั้นตอน กระบวนการเรียนการสอนบนเว็บ 3. ศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ 4. อธิบายเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 5. แจกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 6. ดูแลให้คำปรึกษาและแนะนำเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 7. อธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนท้ายบท

(ตามขั้นตอน 5 ขั้นของคอนสตรัคติวิสต์) 8. แจกแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ 9. ตรวจสอบประเมินผล
งานผู้เรียน 10. สรุปผล และรูปแบบสำหรับผู้เรียน 9 ขั้น คือ 1. ศึกษาการเรียนการสอนบนเว็บ
2. ฟังการแนะนำขั้นตอนการเรียนบนเว็บ 3. ฟังการอธิบายกระบวนการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์
4. ฟังการอธิบายเนื้อหาและหัวข้อเรื่อง 5. ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียน 6. ศึกษาเนื้อหา
รายวิชาเพิ่มเติมจากเว็บ 7. ทำกิจกรรมการเรียนการสอนท้ายบท (ตามขั้นตอน 5 ขั้นของคอนสตรัคติ-
วิสต์) 8. ทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน 9. สรุปผล และผลการวิเคราะห์คะแนนความคิด
สร้างสรรค์ และสอดคล้องกับองค์ประกอบของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ
อินทิดา พรหมพันธุ์ (2550) โดยพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้กระบวนการเรียนรู้
แบบเบรนเบสต์ในวิชาการออกแบบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญา
บัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย หลักการของรูปแบบเน้นสนับสนุนสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการ
เรียนรู้มากที่สุด โดยกระบวนการเรียนรู้แบบเบรนเบสต์ กิจกรรมการแก้ปัญหาในงานออกแบบและ
ภาระงานที่ทำท้ายสำหรับผู้เรียน วัดดูประสงค์ของรูปแบบมุ่งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิต
นักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต กระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ 1. เตรียม
ความพร้อม 2. กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ 3. เรียนรู้และเชื่อมโยง 4. กำหนดความคิดรวบยอดและ
ประยุกต์ใช้ 5. ชัดเจนและปรับปรุงผลงาน 6. นำเสนอผลงาน 7. ประเมินผลงานและฉลองการ
เรียนรู้

1.8 สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์
ระดับปริญญาบัณฑิตได้ โดยนิสิตนักศึกษามีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูง
กว่าก่อนเรียน เนื่องจากอาจารย์ผู้สอนได้ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบการ
ออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ คือ การวิเคราะห์
องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการ
คิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ และการออกแบบวางแผน
เชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องสัมพันธ์กับรายวิชาของตนเองและลักษณะการเรียนรู้ของ
ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ
โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน จนครบทุกขั้นตอน ผลที่
ได้หลังจากอาจารย์ผู้สอนดำเนินการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนครบขั้นตอนแล้ว คือ
รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่จะส่งผลให้นิสิตนักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะ
ความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มตามศักยภาพนั้น ต้องมีการออกแบบวางแผนที่ดีและได้รับการประเมิน
และรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ด้านการจัดการเรียนการ
สอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในระดับดี
ขึ้นไป และมีการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียน
การสอนฯ

ในการทดสอบการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาชั้น อาจารย์ผู้สอนต้องจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ได้รับการประเมินและรับรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว กับนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตจำนวน 1 ห้องเรียน และใช้ระยะเวลา 1 ภาคการศึกษา จากผลการดำเนินการดังกล่าวพบว่า อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอน โดยปรับเปลี่ยนบทบาทหรือพฤติกรรมการสอนตามกลยุทธ์การเรียนการสอน สอนเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกหรือบูรณาการกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนในระหว่างดำเนินการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรูของผู้เรียนมากขึ้น จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้สื่อการเรียนการสอนที่กระตุ้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ปรับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ พบว่า นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนว่า รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตได้อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง และตรงตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตด้วย

1.9 มีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอน เนื่องจากองค์ประกอบและขั้นตอนที่นำมาสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนนี้ ได้มาจากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และศึกษาข้อมูลจากการสอบถามความคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันอุดมศึกษาของรัฐประเภทจำกัดรับนักศึกษา 10 แห่ง จำนวน 346 คน และจากผลการประเมินความสอดคล้องเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 27 คน และได้รับการประเมินและรับรองรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 คน ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาหุปัญญาของ Tracey and Richey (2007) โดยศึกษาการสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาหุปัญญา ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนตามหลักการทฤษฎีและแนวทางปฏิบัติของหุปัญญา ซึ่งแบ่งการศึกษาวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 เป็นการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของหุปัญญาและทฤษฎีพื้นฐานของการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 2 เป็นการสร้างองค์ประกอบและต้นแบบของรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน ระยะที่

3 เป็นการทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวน 3 รอบ ผลการวิจัยได้รูปแบบการออกแบบพหุปัญญาที่ได้รับการปรับปรุงและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.10 มีความยืดหยุ่นสูง เหมาะสมกับบริบทของการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ทุกสาขาวิชา เนื่องจากอาจารย์ผู้สอนทุกสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้นได้อย่างตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จาก ข้อมูลของอาจารย์ผู้สอนที่เข้าร่วมการทดลองใช้รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ได้แก่ อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ซึ่งอาจารย์ผู้สอนทุกคนได้ออกแบบการเรียนการสอนได้ตรงความต้องการของตนเอง เช่น การออกแบบกลยุทธ์การเรียนการสอน ซึ่งมีทั้งหมด 13 ขั้นตอน อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เลือกใช้กลยุทธ์การเรียนการสอนเพียง 4 ขั้นตอนเท่านั้น เฉพาะขั้นตอนที่เหมาะสมกับรายวิชาของตนเอง เป็นต้น และสามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ได้ตลอดเวลา อย่างต่อเนื่อง เช่น ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนและประยุกต์ใช้เว็บเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากขึ้น เป็นต้น

1.11 ได้รับการพิสูจน์ ทดสอบรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ แล้วว่ามีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นได้จาก การประเมินและรับรองรูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน ทดลองใช้กับอาจารย์ผู้สอน จำนวน 4 คน และทดลองจัดการเรียนการสอนกับผู้เรียน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งสอดคล้องกับวิธีการทดสอบประสิทธิภาพระบบการสอน (Systems testing) ของ Davis, et al. (1974) โดยการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อหาข้อขัดข้อง และประเด็นปัญหาในด้านต่างๆ เพื่อการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำไปใช้จริงได้ ซึ่งการทดสอบนี้มีวิธีดำเนินการอย่างง่าย 3 วิธี คือ การทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ การทดสอบโดยการทดลองออกแบบและวางแผนการสอนและการทดสอบในสถานการณ์จริงแบบย่อหรือสถานการณ์จำลอง และสอดคล้องกับการรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน (Validating instructional design and development models) ของ Richey (2005) ซึ่งได้ศึกษาและอธิบายวิธีการรับรอง 5 วิธีการ ได้แก่ 1. การทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert review) 2. การรับรองโดยใช้เอกสารที่เกี่ยวข้อง (Usability documentation) 3. การรับรองโดยใช้องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง (Component investigation) 4. การประเมินภาคสนาม (Field evaluation) 5. การทดลองที่ได้รับการควบคุม (Controlled testing) และสอดคล้องกับการรับรองรูปแบบด้วยการทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญของ Weston et al. (1995) โดยได้รับการรับรองรูปแบบสำหรับความเข้าใจในการประเมินระหว่างดำเนินการในการออกแบบการเรียนการสอน (A model for understanding formative evaluation in instructional design) โดยใช้ชื่อว่า “The Weston, McAlpine and Bordonaro model” ด้วยการทบทวนโดยผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้ทบทวนรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ จำนวน 11 รูปแบบและประเมินระดับการสนับสนุนของรูปแบบด้วย (The model’s level of support) และสอดคล้องกับการรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญาของ Tracey and Richey (2007) ซึ่งได้ศึกษาการรับรองรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน กรณีศึกษาเฉพาะเพื่อ

พัฒนาหุปัญญา โดยทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวน 3 รอบ และสอดคล้องกับการทดลองใช้รูปแบบของ Tracey (2007) ซึ่งได้นำรูปแบบการออกแบบหุปัญญาที่ได้รับการออกแบบ ทบทวนและรับรองโดยผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้ร่วมกับรูปแบบการออกแบบระบบการเรียนการสอน เพื่อรับรองรูปแบบฯ โดยทดลองกับนักออกแบบการเรียนการสอนที่เห็นการปฏิบัติ จำนวน 4 คน

ภาพย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

องค์ประกอบ

2.1 ทุกองค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งประกอบด้วย 9 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 8. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 9. การประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID Model)

2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไม่มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ โดยมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากการศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เน้นการสร้างสรรคโดยนำหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้อง เชื่อถือได้ และองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์และประสบการณ์มาใช้ในวางแผน ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ หรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคม คุ่มค่าทางเศรษฐศาสตร์ปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน ฉะนั้น เนื้อหาวิชาที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น ควรมีลักษณะเนื้อหาวิชา ดังนี้

1. เป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นการสังเคราะห์และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Synthesis and Design) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์ผลงาน จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจัดประกายการคิด ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับองค์ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชาที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของประยุทธ์ สุวรรณศรี (2540) ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม 1 ซึ่งได้บูรณาการแนวคิดและเทคนิค กระบวนการคิดนอกกรอบแทรกในเนื้อหาวิชาดังกล่าวด้วย นอกจากนี้ วิลเลียมส์ (Williams อ้างถึงใน อารี พันธุ์มณี, 2547) ได้สรุปรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในมิติด้านเนื้อหา (Content) ว่าการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้นยังคงยึดหลักสูตรเป็นแกน และจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาของปรภาวัลย์ แพร่วาณิชย์ (2543) ที่นำเนื้อหาสาระรายวิชาตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรและเนื้อหาที่ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าได้ตามความสนใจ มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล
2. เป็นเนื้อหาวิชาที่เน้นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่มักจะมีลักษณะที่ซับซ้อน ต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ในการวิเคราะห์ ออกแบบและแก้ปัญหาเชิงเทคนิคของชิ้นงาน กระบวนการหรือระบบงานจริงในอุตสาหกรรม โดยเริ่มจากการรวบรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบการผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก ของ L.M.Brodie and M.Porter (2008) โดยปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ใหม่โดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาคุณลักษณะของบัณฑิต ซึ่งคุณลักษณะหนึ่งที่สำคัญ คือ ความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคนิคการแก้ปัญหา ครอบคลุมความสามารถในการระบุปัญหา การใช้สูตรและการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ การประเมินและการสังเคราะห์ การคิดเชิงนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ การใช้ประโยชน์จากวิธีระบบเพื่อออกแบบและปฏิบัติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) ที่พบว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขาเริ่มต้นจากการพบเห็นปัญหาหรือเกิดแรงบันดาลใจขึ้นก่อน จากนั้นกระบวนการสร้างสรรค์จึงเกิดขึ้น

องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม โดยแสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.2 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.3 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 1.4 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 1.5 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 1.6 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 1.7 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 1.8 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 1.9 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 1.10 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ 2.1 เพื่อให้ผู้เรียนสามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้แบบเฉพาะที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดที่ชัดเจนในรูปแบบการออกแบบพหุปัญญา (Multiple intelligence Design Model) ของ Tracey and Richey (2007) โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เฉพาะเพื่อพัฒนาพหุปัญญาของผู้เรียน และสอดคล้องกับการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้แบบเฉพาะที่มุ่งพัฒนาทักษะการคิดที่ชัดเจนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิษฐ์ (2543) โดยมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้เฉพาะของรูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อให้นักศึกษาพยาบาลเกิดความเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

องค์ประกอบที่ 3 กลยุทธ์การเรียนการสอนสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning) ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เริ่มต้นจากการกำหนดและนำเสนอกรณีศึกษาที่เป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากรู้อยากเห็นในปัญหานั้นๆ ซึ่งจะช่วยจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากทฤษฎี สอดคล้องกับงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) ที่พบว่ากระบวนการคิดสร้างสรรค์ในทุกสาขา เริ่มต้นจากการพบเห็นปัญหาหรือเกิดแรงบันดาลใจขึ้นก่อน จากนั้นกระบวนการสร้างสรรค์จึงเกิดขึ้น

การกำหนดกลยุทธ์การเรียนการสอนให้หลากหลาย สามารถกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ เช่น วิธีสอนแบบโครงงาน (Project-based learning) และวิธีสอนโดยใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) เป็นต้น และจากผลการวิจัยพบว่า การใช้วิธีสอนแบบโครงงาน โดยจัดกิจกรรมการคิดประดิษฐ์ในโครงงานการออกแบบทางวิศวกรรม-

ศาสตร์ในรายวิชาควบคู่กับการสอนโดยใช้กลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สามารถกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และสามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และสอดคล้องกับการใช้วิธีสอนแบบโครงงานในงานวิจัยของ Sheppard and Jenison (1996) โดยใช้วิธีสอนแบบโครงงาน ซึ่งเป็นโครงงานการออกแบบ มีการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและให้โจทย์ปัญหาแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

รูปแบบที่ใช้กลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1. วิธีการกำหนดและนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 2. วิธีการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 3. วิธีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 4. วิธีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับข้อมูลเพื่อวางแผนแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 5. วิธีการระบุวัตถุประสงค์ของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 6. วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ 7. วิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ 8. วิธีการประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 9. วิธีการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 10. วิธีการประเมินต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 11. วิธีการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 12. วิธีการประยุกต์ใช้ต้นแบบหรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ 13. วิธีการเขียนและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ และจากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนในกลยุทธ์ที่สำคัญ คือ ขั้นตอนที่ 6 วิธีการเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากการหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ จะต้องใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการเขียนวิธีการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นระบบในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของ Wallas (1949) Guilford (1970) Lawson (2006) Stouffer, et al. (2004) Beyerlein et al. (2004) Seyyed (2005) ซึ่งในสถานการณ์ปัญหา มักจะใช้ทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และหลากหลายเสมอ และสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาของ Vidal (2009) โดยศึกษาความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักแก้ปัญหา ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อมนุษย์ประสบกับปัญหา มักจะใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีการแก้ปัญหาเสมอ ฉะนั้น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จึงมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับกลยุทธ์การเรียนการสอนในงานวิจัยของทิพวัลย์ ปัญจะวัต (2548) ซึ่งเป็นกลยุทธ์การเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ปัญหา การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน ซึ่งเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ารูปแบบการเรียนการสอนแบบอื่นๆ และสอดคล้องกับกลยุทธ์การเรียนการสอนในงานวิจัยของ Chen et al. (2005) โดยใช้การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ และสอดคล้องกับกลยุทธ์การเรียนการสอนในงานวิจัยของ Stouffer, et al.

(2004) ซึ่งได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ พบว่าการจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบ มักจะใช้กลยุทธ์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เสมอ และใช้หลักการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยกำหนดโจทย์ปัญหาปลายเปิดในทุกแบบฝึกหัด เน้นกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ระหว่างเนื้อหาในรายวิชาและวิธีการแก้ปัญหาที่อยู่ในขอบข่ายของสาขาวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น

การควบคุมการเรียนด้วยวิธีการ ดังนี้ 1. ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้ 2. ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้ 3. อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง และติดตามการเรียน โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้อันผู้เรียน และจากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมกิจกรรมตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดไว้ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และสามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน เนื่องจากกิจกรรมที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนต้องทำอย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบที่ 4 บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของผู้เรียน สอดคล้องกับบทบาทสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ของประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (Malakul, 1974) ได้แก่ บทบาทของครูในการส่งเสริมหรือเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งบทบาทที่สำคัญของอาจารย์ผู้สอน คือ การจัดการเรียนการสอนตามกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนครบ 13 ขั้นตอนตามกลยุทธ์ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และสามารถออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และมีประเด็นที่น่าสนใจ ดังนี้

1. อาจารย์ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ จิตภาพและสังคมภาพให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในงานวิจัยของประภาวิทย์ แพรวานิชย์ (2543) ได้แก่ จัดทรัพยากรในการเรียน สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้ความคิด ฟังความรู้สึกรู้สึกนึกคิดหรือการตัดสินใจของผู้เรียนเอง ให้กำลังใจ สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง และมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ และสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในการสนับสนุนและส่งเสริมพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนของจิธร แหวนทอง (2539) โดยอาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศให้เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ใช้สื่ออุปกรณ์ วิธีสอนหลากหลายวิธี เพื่อฝึกให้เด็กมีโอกาสคิดอย่างอเนกนัยหรือการคิดหลายทิศ หลายทาง และหลักการที่สำคัญในการจัดกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ก็คือ อาจารย์ผู้สอนต้องพยายามให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น มีใจเปิดกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น พยายามคิดแก้ปัญหาเอง โดยอาจารย์ผู้สอนคอยกระตุ้น

ให้คิด ให้กำลังใจ ให้เวลาเพียงพอในการคิดไตร่ตรอง ผู้เรียนจะได้แนวคิดและเกิดประสบการณ์ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองด้วย

2. อาจารย์ผู้สอนควรวางแผนกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าโดยให้มีกิจกรรมที่แปลกใหม่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่ คิดจินตนาการ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีใจเปิดกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น พยายามคิดแก้ปัญหา เชื่อมั่นในตนเองและกล้าตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ได้แก่ เป็นผู้วางแผน

3. อาจารย์ผู้สอนควรเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตลอดจนให้คำปรึกษาทุกขั้นตอนการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ได้แก่ เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator)

4. อาจารย์ผู้สอนควรประยุกต์ใช้เครื่องมือเว็บเพื่อทำกิจกรรมบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยพบว่า การประยุกต์ใช้เครื่องมือเว็บให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ออนไลน์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ เฟสบุ๊ก (Facebook) ซึ่งถือเป็นช่องทางหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้รับเว็บไซต์ สอบถามข้อสงสัยในการเรียน การทำโครงการและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5. อาจารย์ผู้สอนควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและเกิดประสบการณ์ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเองด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนน้อยเกินไป ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ

6. อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผลในรูปแบบใหม่ จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ขั้นตอน วิธีการเรียนการสอนและการประเมินผลในรูปแบบใหม่ ทำให้เกิดความสนใจและอยากเรียนรู้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในงานวิจัยของปวีณา สุจริตธนารักษ์ (2548) ได้แก่ อธิบายแนะนำขั้นตอน กระบวนการเรียนการสอน ดูแลให้คำปรึกษา และแนะนำเนื้อหาวิชา

7. อาจารย์ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โดยยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และเสริมแรงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยให้คะแนน ให้คำชมเชย ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที ทำท่าย ลงโทษ การตำหนิ ให้รางวัล ทั้งนี้ ควรเน้นให้เกิดการเสริมแรงภายในแรงจูงใจภายในตัวผู้เรียน และจากผลการวิจัยพบว่า การสร้างแรงจูงใจโดยยกตัวอย่างการนำความรู้

ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้การนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้สถานการณ์ปัญหา การเสริมแรงโดยให้คะแนนร้อยละ 20 สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนสนใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น การเสริมแรงโดยให้รางวัล สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้ และมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และผู้เรียนด้วยกันมากขึ้น การเสริมแรงโดยการท้าทาย สามารถเสริมแรงให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทำมากขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของอาจารย์ผู้สอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ได้แก่ สร้างแรงจูงใจ

บทบาทที่สำคัญของผู้เรียน คือ

1. ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมระดมสมอง เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่มเพื่อหาทางวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาร่วมกัน และจากการวิจัยพบว่าการเข้าร่วมกิจกรรมระดมสมองและการเขียนแผนผังทางปัญญา ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการ แนวคิดใหม่ๆ ที่หลากหลายร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น จนสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมได้ ซึ่งสอดคล้องกับบทบาทของผู้เรียนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ได้แก่ ร่วมระดมสมอง แสดงความคิดเห็น แนวทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ฝึกการสร้างแผนผังทางปัญญา และสอดคล้องกับบทบาทของผู้เรียนในงานวิจัยของ Stouffer, et al. (2004) โดยจัดกลุ่มขนาดเล็กให้ผู้เรียนระดมสมอง ช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ตามโจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้ บันทึกวิธีการต่างๆ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งการระดมสมอง การทำงานเป็นทีมและการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อนจะช่วยกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

2. ผู้เรียนเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ และจากการวิจัยพบว่าการหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ ผู้เรียนจะต้องใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม จึงทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับบุคลิกภาพของบุคคลที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตในงานวิจัยของทิพัลย์ ปัญจะวัต (2548) ได้แก่ เป็นนักคิด นักวิเคราะห์ นักสร้างนวัตกรรม มีแนวคิดแปลกใหม่เป็นของตนเอง

3. ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับกลุ่มเพื่อนทั้งในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม และจากการวิจัยพบว่าการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับกลุ่มเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

องค์ประกอบที่ 5 กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่จัดการเรียนการสอนในห้องเรียน โดยเน้นการใช้กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อถ่ายทอด ทำความเข้าใจประเด็นและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้เครื่องมือเว็บสนับสนุนการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัย ซึ่งเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ การกำหนดสัดส่วนของการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะเนื้อหาวิชา และการออกแบบการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอน และในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนทั้งเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ควรแทรกทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในทุกกิจกรรม เพื่อนำไปสู่ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งต้องใช้เวลาและต่อเนื่อง ได้แก่

1. การใช้กรณีตัวอย่าง (Case study) เป็นกิจกรรมการศึกษาแนวทางจากกรณีศึกษาต่างๆ ซึ่งเป็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นจริง สามารถเข้าใจได้ทันทีหรือกรณีที่เป็นปัญหาของสังคม ณ ขณะนั้น เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง (Work integrated learning) ชาวสถานการณ์ปัจจุบัน โครงการวิจัย หรือโครงการศึกษานำร่องด้านวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศและต่างประเทศ เป็นต้น หรือนำบางส่วนของปัญหาจริงหรือปัญหาจริงบางเรื่องในปัจจุบันมาแปลงให้ง่ายขึ้นหรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย แล้วให้ผู้เรียนหาแนวทางหรือคำตอบใหม่ๆ ในการแก้ไขปัญหาให้เหมาะสมพัฒนาโจทย์หรือปัญหาโดยไม่จำกัดกรอบการแก้ปัญหา ให้หาคำตอบได้หลากหลายวิธีการ หากปัญหาในอดีตยังเป็นปัญหาที่น่าสนใจ อาจจะใช้ปัญหาในอดีตก็ได้ จากผลการวิจัยพบว่า การนำเสนอปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์จากกรณีที่เกิดขึ้นจริง ทำให้หาคำตอบได้ทันที และสามารถเรียนรู้ตามขั้นตอนของการเรียนการสอนตามกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของกรณีตัวอย่างในงานวิจัยของประภาวิทย์ แพรวานิชย์ (2543) โดยลักษณะของกรณีตัวอย่างที่นำมาใช้ในการเรียนมีลักษณะบูรณาการความรู้ในศาสตร์ที่เรียนและเหมาะสมกับระดับ ประสบการณ์ ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน มีลักษณะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและวิเคราะห์สร้างสรรค์ กรณีตัวอย่างควรเริ่มจากกรณีที่ยาก มีประเด็นการอภิปรายไม่มากนัก ไปสู่กรณีที่มีความซับซ้อนและลุ่มลึก และสอดคล้องกับการใช้กรณีศึกษาในงานวิจัยของ Chen et al. (2005) โดยใช้กรณีศึกษาร่วมกับการอภิปรายกลุ่ม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหกรรม และสอดคล้องกับการใช้กรณีศึกษาในงานวิจัยของ Stouffer, et al. (2004) ซึ่งได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ พบว่า กรณีศึกษาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning) และนำมาใช้เป็นโจทย์ปัญหาในการทำโครงการทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น ควรจะเป็นปัญหาที่น่าสนใจในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่ๆ ซึ่งเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

2. การใช้คำถาม (5W1H: Who What Where When Why และ How) เป็น

กิจกรรมที่กระตุ้นและส่งเสริมกระบวนการคิดของนิสิตนักศึกษาได้เป็นอย่างดี อาจารย์ผู้สอนควรเริ่มจากการปลูกฝังความกล้าคิด กล้าแสดงออกและกล้าสร้างสรรค์ผลงาน โดยการตั้งคำถามง่าย ๆ เพื่อให้ นิสิตนักศึกษาได้ฝึกคิดและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เป็นที่ยอมรับของผู้อื่นด้วย เมื่อฝึกฝนจนเกิดเป็นลักษณะนิสัยกล้าคิด กล้าแสดงออก นิสิตนักศึกษาจะสามารถพัฒนาความคิดและสร้างสรรค์ผลงานได้มากขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการนำเนื้อหาวิชามาตั้งคำถาม โดยใช้เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H) และเน้นคำถาม How (อย่างไร) และ Why (ทำไม) ในการฝึกคิด อาจารย์ผู้สอนเปิดโอกาสและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พยายามตอบคำถามด้วยตนเอง ให้ความสำคัญในการตอบคำถามและไม่เฉยค้ำตอบเร็วจนเกินไป จากผลการวิจัยพบว่า การใช้คำถาม ทั้งในเนื้อหาวิชาและเนื้อหาวิชาที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับการใช้คำถามในงานวิจัยของประยุทธิ์ สุวรรณศรี (2540) โดยใช้คำถามเป็นตัวเร้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดตามรูปแบบการคิดโดยใช้วิธีบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาวิชาที่สอน ซึ่งก่อให้เกิดผลต่อการเรียนรู้ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชาและในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้เทคนิคการคิดนอกกรอบ แล้วใช้เนื้อหาวิชาเป็นคำถามหรือเป็นสิ่งเร้าสร้างเป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดตามแนวคิดดังนั้น เมื่อผู้เรียนมีความคิดนอกกรอบก็จะมีความคิดสร้างสรรค์ และเมื่อมีทักษะในการสร้างสรรค์รวมเข้ากับทักษะด้านอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ก็สามารถสร้างหรือผลิตผลงานจากความคิดประกอบกันได้ออกมาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของสุวิทย์ มูลคำ (2547) โดยสนับสนุนให้ผู้เรียนถามคำถามหรืออาจารย์ผู้สอนใช้คำถามนำกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด และสอดคล้องกับการใช้คำถามในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพร่วานิชย์ (2543) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวความคิดสร้างสรรค์

3. การคิดประดิษฐ์ (Inventive thinking) เป็นกิจกรรมที่เน้นการออกแบบหรือ

ผลิตผลงานสร้างสรรค์ที่มาจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้น กระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ จึงมีความสำคัญประกอบกันในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า การคิดประดิษฐ์เป็นกิจกรรมการทำโครงการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ในรายวิชา ทำให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ความสามารถในรายวิชาที่เรียน รายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยต่างๆ ประสบการณ์ทางวิศวกรรมศาสตร์ รวมทั้งทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อใช้ในการออกแบบหรือผลิตผลงานตามกระบวนการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งผลงานที่ได้เรียกว่าผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างหรือผลิตผลงานในงานวิจัยของประยุทธิ์ สุวรรณศรี (2540) โดยใช้ในการสร้างหรือผลิตผลงานจากความคิดสร้างสรรค์และทักษะด้านอื่นๆ ทางวิทยาศาสตร์ประกอบกันจนได้ออกมาเป็นความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

4. การเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) เป็นกิจกรรมที่สะท้อนความคิดของผู้เรียน โดยการเขียนหัวข้อหรือคำหลักไว้ตรงกลางของกระดาษเปล่า รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อหรือคำหลัก เขียนข้อมูลย่อยแตกสาขาออกมารอบทิศทางจากหัวข้อหรือคำหลัก โดยจัดกลุ่มประเด็นที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกันโดยใช้สี รูปภาพหรือเส้น เป็นการระบุถึงลักษณะการเชื่อมโยง การเน้นหรือการลำดับ หรือใช้ลูกศร รหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ในการแสดงการเชื่อมโยงความคิด จากผลการวิจัยพบว่า การเขียนแผนผังทางปัญญา ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกเชื่อมโยงความรู้ ความสามารถในรายวิชาที่เรียน รายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยต่างๆ ประสบการณ์ทางวิศวกรรมศาสตร์ รวมทั้งทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อใช้ในการหาแนวคิดและวิธีการใหม่ๆ ในการแก้สถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการใช้แผนผังทางปัญญาในงานวิจัยของ ประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ซึ่งเน้นด้านการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความคิดที่อิสระและมีความคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาสร้างแผนผังทางปัญญา รวมทั้งได้นำการเรียนรู้แบบนำตนเอง การเรียนรู้อย่างมีความหมาย แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) และความคิดสร้างสรรค์กับแผนผังทางปัญญามาประกอบในกระบวนการเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษาเกิดความเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของ Vidal (2009) ได้แก่ แผนผังทางปัญญา (Mind mapping) ซึ่งเป็นการใช้ภาพและสัญลักษณ์ในการเขียนโครงสร้างหรือแนวทางการแก้ปัญหาในกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยเขียนสถานการณ์ปัญหาที่ศึกษาไว้ตรงกลางของกระดาษ และเขียนคำหลักในการเสนอแนวคิด 1 เส้น ต่อ 1 แนวคิด มีการเชื่อมโยงคำหลักกับแนวคิดย่อยต่างๆ และใช้สี สัญลักษณ์ในการเน้นความสำคัญของแนวคิด ควรให้อิสระในการคิดอย่างเต็มที่

5. การระดมสมอง (Brain storming) เป็นเทคนิคเพื่อรวบรวมทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยมีหลักการ คือ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความเห็นทั้งของตนเองและของผู้อื่น เพื่อเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป โดยให้ออกสาในการคิดอย่างอิสระที่สุด พยายามหาคำตอบให้ได้ เพื่อให้มีทางเลือกและวิธีการแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะที่หลากหลาย พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่ โดยผสมผสานและปรับปรุงความคิดในระหว่างการอภิปรายผู้เรียนควรพิจารณาความคิดของตนเองและของเพื่อนตามลำดับ เพื่อขยายความคิดให้กว้างไกลออกไป ทั้งนี้ ควรแบ่งกลุ่มย่อยระดมสมอง 4-6 คน โดยจัดกิจกรรมให้มีการระดมสมองทั้งภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม จากผลการวิจัยพบว่า การระดมสมองเป็นการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยจัดกลุ่มระดมสมอง ซึ่งกำหนดขนาดของกลุ่มเป็นกลุ่มละ 4-5 คน ตามลำดับเลขที่ของรหัสประจำตัวนิสิต เพื่อกระจายให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีความเก่งและอ่อนรวมกัน การระดมสมองเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับเพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่มเพื่อหาทางวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการ แนวคิดใหม่ๆ ที่หลากหลายร่วมกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันมากขึ้น จนสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และการทำงานเป็นทีมได้ ซึ่งสอดคล้องกับการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยของ ประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) โดยคัดเลือกนักศึกษาในรายกลุ่มย่อยด้วยวิธีการกระจายให้นักศึกษาในแต่ละกลุ่มมีความเก่งและอ่อนปนกัน และ

แต่ละกลุ่มไม่ควรมากกว่า 5 คน เพื่อให้ นักศึกษามีการร่วมมือกันแสดงความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และอาจารย์ดูแลได้อย่างทั่วถึง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามแนวความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยของ Chen et al. (2005) โดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำโครงการกลุ่มละ 4 คน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ และสอดคล้องกับการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในงานวิจัยของ Stouffer, et al. (2004) โดยจัดกลุ่มขนาดเล็กให้ผู้เรียนระดมสมอง ช่วยกันหาวิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ตามโจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้ บันทึกวิธีการต่างๆ และนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งการระดมสมอง การทำงานเป็นทีมและการมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อนจะช่วยกระตุ้นการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ เป็นการจัดการเรียนการสอนตามหลักการเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction) ในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ เช่น ใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ ห้องสนทนา (Chat room) ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging) ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) เฟสบุ๊ก (Facebook) และใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) สนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) กระดานข่าว (Web boards) บล็อก (Blog) ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) วิกี (Wiki) เฟสบุ๊ก (Facebook) ควรพิจารณาวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาว่าจะนำเครื่องมือเว็บใด มาประยุกต์ใช้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ (Unit) หัวข้อ (Topic) และเน้นการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมที่กระตุ้นความคิด เช่น กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และได้มีส่วนร่วมมากที่สุดในการสำรวจ ค้นหา แก้ปัญหา ซึ่งจะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ได้ดี จากผลการวิจัยพบว่า การใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในการส่งงาน และใช้เฟสบุ๊กในการนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนความรู้ ถ้าแสดงความคิดเห็น ถ้าซักถามข้อสงสัยในการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนมากขึ้น และอาจารย์ผู้สอนตอบข้อสงสัยผู้เรียนในทันที ซึ่งเป็นวิธีการเสริมแรงที่ดี สามารถกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และใช้เฟสบุ๊กในการประกาศคะแนนผลงาน สามารถกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ติดตามคะแนนผลงานของตนเองและกลุ่มเพื่อนเสมอ และเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในงานวิจัยของปวีณา สุจริตธนาภิรักษ์ (2548) โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือเว็บในการสื่อสาร จัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิตเป็นอย่างมาก เช่น ใช้ E-mail, Chat room, Webboard ในการอภิปราย และแสดงความคิดเห็น และใช้ Search engine ในการค้นคว้าของนิสิต เป็นต้น และสอดคล้องกับการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในงานวิจัยของอินทรา พรหมพันธุ์ (2550)

โดยจัดกิจกรรมตามกระบวนการเรียนรู้แบบเบรนนเบสตีในวิชาการออกแบบเพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต และใช้เครื่องมือสื่อสารบนเว็บ เช่น E-mail, Chat room, Webboard ในการส่งข้อมูล อภิปราย แสดงความคิดเห็น นำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหาตาม ประเด็นปัญหา และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการดำเนินกิจกรรมของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น และ สอดคล้องกับการใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในงานวิจัยของ L.M.Brodie and M.Porter (2008) โดยจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็น หลัก และใช้เครื่องมือสื่อสารบนเว็บ เช่น E-mail, Discussion boards. Chat room เพื่ออภิปรายและ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการทำโครงการกลุ่ม

องค์ประกอบที่ 6 ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด

สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ให้ ความสำคัญทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ โดยต้องจัดให้มีความสอดคล้องต่อกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ ใน ภาควิชาที่มีเนื้อหาเข้มข้น ควรจัดให้มีการบ้านทางทฤษฎีให้ฝึกฝนทำในลักษณะการเขียนเพื่อให้เกิด ความรู้ ความเข้าใจและต้องเสริมทักษะด้วยการลงมือทำในภาคปฏิบัติจึงจะเข้าใจได้อย่างลึกซึ้ง โดยจัดให้มีการบ้านทางปฏิบัติที่อาจนำมาจากสถานการณ์จริงหรือจำลองให้ผู้เรียนหัดคิดแก้ไขและ เสนอแนวทางในการแก้ไขหรือคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ โดยทำงานเป็นทีมเพื่อให้มีประสบการณ์ ด้านการระดมสมองและการหาทางเลือกแบบต่างๆ ถ้านิสิตนักศึกษามีความเข้าใจที่ลึกซึ้งหรือเห็น ภาพได้ชัดเจน ก็จะนำไปสู่คำถามต่างๆ ซึ่งเป็นตัวนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับ ความเหมาะสมในแต่ละระดับชั้นปีด้วย เช่น ในช่วงปีที่ 1-2 อาจเน้นภาคทฤษฎีมากกว่าภาคปฏิบัติ และใช้ภาคปฏิบัติมากกว่าในชั้นปีที่ 3-4 ซึ่งจะเน้นวิชาที่เน้นไปในทางการใช้งาน ในการกำหนด ระยะเวลาและจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ควรกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนให้เพียงพอต่อการคิดไตร่ตรอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด ประสบการณ์และภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง และสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความสามารถในการ เรียนรู้ของผู้เรียน โดยระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ใช้เวลาประมาณ 10-15 คาบการเรียน ซึ่งในแต่ละคาบการเรียนควรทำกิจกรรมการ เรียนการสอนให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนดไว้ หรือประมาณ 6-8 สัปดาห์ จากผลการวิจัยพบว่า การ กำหนดระยะเวลาและจำนวนคาบการเรียนในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ ใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ 16 คาบการเรียนหรือ 16 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับระยะเวลาที่ใช้ ในการฝึกกิจกรรมการเรียนที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) โดยใช้ระยะเวลาฝึกในแต่ละกิจกรรมการเรียนจากรูปแบบการสอนที่เน้นการคิด นอกรอบที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ครั้งละ 50 นาทีต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 13 สัปดาห์หรือ 13 ครั้ง แต่ไม่สอดคล้องกับระยะเวลาที่ใช้ในรูปแบบการสอนเพื่อเพิ่มพูนความสามารถใน การคิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประภาวิทย์ แพร่วานิชย์ (2543) ซึ่งทดลองใช้รูปแบบการสอนเป็น ระยะเวลา 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที เป็นเวลา 30 คาบ เรียน และไม่สอดคล้องกับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมซึนเน็คติคส์ที่มีต่อการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ของในงานวิจัยนริช สุดสังข์ (2544) โดยใช้ระยะเวลาการจัดกิจกรรมซึนเน็คติคส์ใน

บทเรียนมัลติมีเดียที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ผลงานในวิชาการ ออกแบบอุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้เวลาเรียน ทฤษฎี 1 คาบเรียนและปฏิบัติ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวม 4 คาบเรียนต่อสัปดาห์ รวม เวลาทั้งสิ้น 28 คาบเรียน

องค์ประกอบที่ 7 สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการ คิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำรา ประกอบการเรียนที่ส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเอง เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทาง วิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ คำอธิบายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ หรือวิธีการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอ นอกจากการนำเสนอ ข้อความ (Text) ควรนำเสนอแผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจ ง่ายขึ้น สไลด์ประกอบการบรรยาย เน้นการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ รวมทั้งตัวอย่างประกอบการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ลักษณะการนำเสนอสไลด์ควรเชื่อมโยง (Synchronized) ระหว่างวีดิทัศน์ (Video clips) เสียง (Audio clips) ข้อความ (Text) แผนภูมิ (Chart) แผนภาพ (Diagramme) เพื่ออธิบายข้อมูลให้เข้าใจง่ายขึ้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เน้นการ นำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ นำเสนอ ภาพนิ่งเกี่ยวกับตัวอย่างของผลงานสร้างสรรค์หรือผลงานของวิศวกรที่มีชื่อเสียง ภาพเคลื่อนไหว เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการสาธิตการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ แบบฝึกหัด เน้นการถามตอบเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและฝึกปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ อย่างต่อเนื่องสอดคล้องตามช่วงเวลา โดยใช้กรณีศึกษา สถานการณ์ปัจจุบัน สถานการณ์จำลอง สถานการณ์จริง เป็นต้น แหล่งข้อมูลเพื่อค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศ ได้แก่ แหล่งข้อมูลทาง อินเทอร์เน็ต ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์ ห้องสมุดสถาบันการศึกษา บุคคลและผู้นั้นในศาสตร์นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อมูลและทันสมัย ที่สุด บุคคลและผู้นั้นในศาสตร์นั้น เช่น ผู้เชี่ยวชาญ นักประดิษฐ์ทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ การ สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับวงการสาขานั้นเพื่อรับทราบประสบการณ์จริง หน่วยงานภาคราชการ สถาบันวิจัย องค์การเอกชนที่เกี่ยวข้องทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เอกสาร จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชานั้น ข้อมูลได้จากการชมโทรทัศน์ การประชุมวิชาการ การ สัมมนาที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้อง การศึกษาดูงานนอกสถานที่ สถานประกอบการ บริษัท หน่วยงาน ภายนอก จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมองเห็นแนวทางในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้เป็นอย่างดี และ มีการพิจารณาข้อมูลสารสนเทศที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ด้วย จากผลการวิจัยพบว่า การใช้สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ ได้แก่ เอกสาร หนังสือและตำราประกอบ การเรียน สไลด์ประกอบการบรรยาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชามากขึ้นและใช้ประกอบการแก้ สถานการณ์ปัญหา ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ทำให้ผู้เรียนเห็นภาพตัวอย่าง กรณีตัวอย่าง ทำให้ผู้เรียน

เข้าใจด้วยภาพและเป็นการกระตุ้นความสนใจ กระตุ้นความคิดของผู้เรียนได้ดี แบบฝึกหัด ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด กระตุ้นความอยากรู้ กระตุ้นความคิดของผู้เรียนได้ดี และข้อมูลสารสนเทศ สามารถค้นหาและรวบรวมและพิจารณาข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูล และประยุกต์ใช้ข้อมูลสารสนเทศนั้นในการแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งสอดคล้องกับสื่อการเรียนของรูปแบบการสอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์ (2543) ได้แก่ หนังสือ ตำราและเอกสารต่างๆ ที่จะส่งเสริมการศึกษาด้วยตนเองและอุปกรณ์ในการเขียนแผนผังทางปัญญาที่จะใช้ในการทำงานกลุ่มและงานรายบุคคลเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับสื่อการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์ของสมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544) ได้แก่ สื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับแบบฝึกหัดในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) ซึ่งแบบฝึกเป็นสิ่งเร้าที่สำคัญที่สามารถกระตุ้นให้นักศึกษาได้ใช้ความคิดและคิดในปริมาณที่มาก สามารถคิดออกไปจากกรอบของความคิดเดิม และทราบแนวคิดเดิมที่เป็นอุปสรรคต่อความคิดใหม่และเกิดการคิดได้ เป็นจำนวนความคิดที่มีปริมาณมาก หรือคิดได้หลายแง่หลายมุม แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

องค์ประกอบที่ 8 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นผลจากประสบการณ์การเรียนรู้หรือจากการตอบสนองเงื่อนไขรอบตัว ฉะนั้น บุคคลที่อยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ต่างกันจึงมีความคิดสร้างสรรค์ไม่เท่ากัน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางกายภาพ (physical environment) เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนทางกาย จึงควรจัดสถานที่เรียนหรือห้องปฏิบัติการที่เน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น ควรจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย ควรเว้นช่องทางเดินให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นิสิตนักศึกษาได้อย่างสะดวก ควรจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอต่อความต้องการ ควรจัดวัสดุและอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการคิดค้นประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ควรจัดมุมกาแฟหรืออาจตกแต่งภายในสถานที่เรียนให้มีบรรยากาศเสมือนห้องทำงานวิศวกร ควรจัดให้มีจุดบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ WIFI ZONE เพื่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศ และจากผลการวิจัยพบว่า การจัดห้องเรียน โต๊ะ เก้าอี้ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์หรือวิธีการเรียนการสอนและกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม ทั้งกลุ่มใหญ่และกลุ่มย่อย เว้นช่องทางเดินให้อาจารย์ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นิสิตนักศึกษาได้อย่างสะดวก จัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ที่สนับสนุนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนให้เพียงพอต่อความต้องการ ควรจัดวัสดุและอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการคิดค้นประดิษฐ์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มีบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษาค้นคว้าข้อมูลสารสนเทศ และมีข้อค้นพบใหม่คือ การจัดให้ผู้เรียนนั่งหน้าให้เต็มก่อน ช่วยให้ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น

ดูแลผู้เรียนได้อย่างสะดวกทั่วถึง ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของสภาพแวดล้อมในห้องเรียนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์ (2543) โดยจัดบรรยากาศด้านกายภาพ (Physical Climate) เริ่มจากการจัดโต๊ะและเก้าอี้หลาย ๆ รูปแบบ เพื่อปรับ เปลี่ยนสภาพให้เหมาะสมกับสถานการณ์ รวมทั้งไม่ให้เกิดความจำเจ และอาจารย์สามารถเดินได้รอบเพื่อการสังเกตพฤติกรรมและให้คำปรึกษาแก่นักศึกษาได้สะดวก และสอดคล้องกับลักษณะสภาพแวดล้อมของผู้เรียนที่เอื้อต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์ของสมศักดิ์ ภูวิภาตาวรรณ (2544) โดยมีลักษณะการจัดห้องเรียน ดังนี้ 1. จัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 2. จัดพื้นที่ส่วนตัวให้ผู้เรียนในระหว่างผลิตงานสร้างสรรค์ 3. การมีสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในงานวิจัยของ ปวีณา สุจริตธนารักษ์ (2548) โดยจัดให้มีการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางจิตภาพ (psychological environment) เป็น

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในทางบวก ทางลบหรือเป็นสิ่งที่มากระทบความรู้สึกนึกคิดของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่เป็นกายภาพหรือเกิดจากบุคคล จึงควรจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย อิสระ เป็นกันเอง ตลอดจนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย เพื่อให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และกล้าแสดงออก ควรจัดบรรยากาศให้มีความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกันโดยไม่มีการแข่งขัน เพื่อให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากที่สุด ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ และจากผลการวิจัยพบว่า การจัดบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกผ่อนคลาย อิสระ เป็นกันเอง ตลอดจนรู้สึกอบอุ่น ปลอดภัย ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้และกล้าแสดงออก การจัดบรรยากาศให้มีความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีอิสระทางความคิดและการกระทำ รวมทั้งให้ผู้เรียนพิจารณาสิ่งต่างๆ ด้วยมุมมองที่หลากหลาย ให้ความอบอุ่นและความสนใจต่อปัญหาของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองและมีการยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ เน้นให้ผู้เรียนเกิดความภูมิใจในผลงานของตนเอง ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของบรรยากาศในชั้นเรียนในงานวิจัยของ ประภาวัลย์ แพร่วาณิชย์ (2543) โดยจัดบรรยากาศด้านอารมณ์ (Emotional Climate) ซึ่งผู้เรียนจะสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนได้ดี เมื่อผู้เรียนมีความรู้สึกว่าตนเองมีคุณค่า มีพลัง รู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม รู้จักเคารพตนเองและผู้อื่น บรรยากาศแห่งความไว้วางใจและการสนับสนุนซึ่งกันและกัน สถานการณ์การเรียนแบบร่วมมือกันโดยไม่มีการแข่งขัน ทำให้ผู้เรียนคิดแบบยืดหยุ่น สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเอง และควรมีความยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้ สอดคล้องกับลักษณะสภาพแวดล้อมผู้เรียนของ สุวิทย์ มูลคำ (2547) โดยสนับสนุนให้เด็กมีความเชื่อมั่นตนเอง ความเคารพตนเอง ความกระหายใคร่รู้ ให้อิสระเสรี ความยุติธรรม ความเคารพในความคิดเห็นของเด็ก ให้เด็กมั่นใจว่าจะไม่ถูกลงโทษหากมีความคิดที่แตกต่างจากครู หรือคิดว่าครูไม่ถูกต้อง ยอมให้เด็กล้มเหลวหรือผิดพลาดโดยไม่เกิดอันตราย แต่ต้องฝึกให้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่ผ่านมา และสอดคล้องกับหลักการส่งเสริมความคิด

สร้างสรรค์ของกรมิวิชาการ (2534) ได้แก่ ยอมรับคุณค่าและความสามารถของบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข แสดงและเน้นให้เห็นว่าความคิดของผู้เรียนมีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ให้ความเข้าใจและเห็นใจในตัวผู้เรียน และความรู้สึกของผู้เรียน อย่างพยายามกำหนดแบบเพื่อให้ทุกคนมีความคิดและบุคลิกภาพเดียวกัน อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัลเฉพาะผลงานที่มีผู้ทดลองทำเป็นที่ยอมรับกันแล้ว ควรให้ผลงานแปลกใหม่มีโอกาสได้รับรางวัลและคำชมบ้าง ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเอง โดยยกย่องเมื่อใช้จินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า กระตุ้นและส่งเสริมให้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ ส่งเสริมให้ถามและให้ความสนใจต่อคำถาม รวมทั้งชี้แนะแหล่งคำตอบ ตั้งใจและเอาใจใส่ความคิดแปลกๆ ของผู้เรียนด้วยใจเป็นกลาง ฟังระลึกเสมอว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะต้องใช้เวลา และค่อยเป็นค่อยไป บรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พบความคิดใหม่ๆ และสามารถพัฒนาศักยภาพทาง ด้านความคิดสร้างสรรค์ให้เจริญก้าวหน้าตามขีดความสามารถของผู้เรียน และสอดคล้องกับหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของ Carl R. Rogers (1954) โดยเสนอแนะการสร้างบรรยากาศที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ควร มีลักษณะสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) ความรู้สึกปลอดภัยทางจิต (Psychological Safety) ได้แก่ การยอมรับในคุณค่าของแต่ละบุคคลอย่างไม่มีเงื่อนไข การยอมรับความสามารถและเชื่อมั่นในตัวผู้เรียนอย่างไม่มีเงื่อนไข ทำให้ผู้เรียนสามารถพบสิ่งต่างๆ ที่มีคุณค่า กล้าลองและสร้างความสำเร็จใหม่ๆ ให้แก่ตนเองและทำได้เองโดยไม่มีใครกระตุ้น สร้างบรรยากาศที่ไม่มีการวัดผลและประเมินผลจากภายนอก เมื่อไม่มีการวัดผลจากภายนอกหรือมาตรฐานอื่นๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง และกล้าแสดงออกทั้งความคิดและกระทำอย่างสร้างสรรค์ และความเข้าใจ ถ้าอาจารย์ผู้สอนเห็นใจและเข้าใจความรู้สึกของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกปลอดภัย กล้าสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ 2) ความเป็นอิสระทางจิต (Psychological Freedom) เป็นการให้อิสระทางความคิด ความรู้สึกแก่ทุกคน ส่งเสริมความเปิดเผย ไม่กลัวต่อความเปลี่ยนแปลงและสภาพการณ์ใหม่ๆ กล้าที่จะยอมรับกับความผิดพลาด นำไปสู่การประเมินภายในตนเอง และสามารถสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ขึ้นมาได้ด้วยตนเอง

3. สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ (Sociological environment) เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อผู้เรียนอันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การประพฤติปฏิบัติต่อกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติหรือเป็นไปตามระเบียบกฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทางสังคมภาพ โดยคำนึงถึงการมีปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ผู้เรียนและบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น จากผลการวิจัยพบว่า การมีปฏิสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอาจารย์ผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของบรรยากาศในชั้นเรียนในงานวิจัยของประภาวิทย์ แพรวานิชย์ (2543) โดยจัดบรรยากาศด้านสมอง (Mental Climate) ซึ่งเป็น

กิจกรรมต่างๆ ที่ผู้สอนจัดทำขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดแบบต่างๆ เช่น คิดแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล คิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดแปลกใหม่และคิดจินตนาการ เป็นต้น

องค์ประกอบที่ 9 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

เนื่องจากวิธีการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตทั้งในชั้นเรียนและบนเว็บ มักจะประเมินในมิติ ดังนี้ 1. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking process) 2. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking production) ซึ่งสอดคล้องกับการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของ Howard et al. (2008) ซึ่งส่วนใหญ่ในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้น เน้นศึกษากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีกระบวนการที่ใกล้เคียงกับกระบวนการสร้างสรรค์เป็นอย่างมาก และเน้นศึกษาผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีผลงานที่ใกล้เคียงกับผลงานสร้างสรรค์เช่นกัน

1. กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking process) เป็นการประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีลักษณะเป็นข้อสอบอัตนัย โดยมีสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นโจทย์กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการทดสอบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ดังนี้ 1. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 2. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ (Creative process) ของ Harold H. Anderson (1959) ซึ่งการประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่ผ่านมา มักให้ความสำคัญที่ผลงานสร้างสรรค์ แต่มักมองข้ามกระบวนการในการคิดประดิษฐ์ผลงานเหล่านี้ นั่นออกมา และสอดคล้องกับการวัดกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ และยึดกรอบแนวคิดและทฤษฎีของกิลฟอร์ด ทอร์แรนซ์และเดอโบโน กล่าวคือ พิจารณาความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นเรื่องของการคิดอเนกนัย เป็นเรื่องของความคิดที่ไวต่อปัญหา เป็นเรื่องของการเชื่อมโยงความคิด และเป็นความสามารถทางสมองในการคิดนอกกรอบของความคิดเดิม แล้วนำความคิดหลากหลายดังกล่าวมาสร้างสรรค์ผลงานเพื่อให้เกิดประโยชน์ในทางสร้างสรรค์ และสอดคล้องกับการประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) โดยใช้แบบประเมินกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้สร้างสรรค์ และแบบรายงานกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้สร้างสรรค์ และสอดคล้องกับแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์ของ Cropley (2000) ซึ่งได้ศึกษาและรวบรวมแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เพื่อตอบ

คำถามการวิจัยว่าแบบวัดทางความคิดสร้างสรรค์เหมาะกับการประยุกต์ใช้หรือไม่ โดยเน้นศึกษา ลักษณะของแบบวัด เนื้อหาในการวัดและการประยุกต์ใช้แบบวัด ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะของแบบ วัดทางความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้มากในวงการศึกษาและวิจัย คือ แบบเขียนตอบ ซึ่งครอบคลุมมิติ ของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทั้งหมด และสอดคล้องกับลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) โดยพัฒนาแบบทดสอบวัดความ สามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาลขึ้นมาใช้เอง เน้นการส่งเสริมการคิดที่หลากหลาย หรือคิดนอกเนกนัย จึงพัฒนาแบบทดสอบที่มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ โดยพยายามให้ได้คำตอบมากที่สุด และแปลกแตกต่างจากผู้อื่นมากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด และสอดคล้องกับวิธีการวัดความคิด สร้างสรรค์ในงานวิจัยของปีณา สุจริตธนารักษ์ (2548) ควรให้โจทย์กระตุ้นให้แสดงความคิดเห็น โดยใช้เทคนิคการตั้งปัญหาที่กระตุ้นการคิดจากเดิมไปสู่ความคิดใหม่ และการใช้แบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญา บัณฑิต โดยทดสอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการใช้แบบทดสอบ ความคิดสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) ประภาวัลย์ แพรวานิชย์ (2543) ปีณา สุจริตธนารักษ์ (2548) ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ (2550) ยินทรา พรหมพันธุ์ (2550) Stouffer, et al. (2004) และ Chen et al. (2005) โดยให้นิสิตใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน

2. ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking production) เป็นผลงานที่มาจากกระบวนการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหลักฐานของการกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้นกระบวนการคิด สร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์ จึงมีความสำคัญประกอบกันในการประเมินกระบวนการของ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมมิติในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรม- ศาสตร์ ดังนี้ 1. มิตินวภาพ (Novelty) ได้แก่ ความคิดริเริ่มและความน่าประหลาดใจ 2. มิติการ แก้ปัญหา (Resolution) ได้แก่ การมีคุณค่า ความสมเหตุสมผลและการใช้ประโยชน์ 3. มิติการต่อ เต็มเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) ได้แก่ การจัดส่วนประกอบและการ เป็นที่เข้าใจได้ ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ (Creative production) ของ Harold H. Anderson (1959) ซึ่งเป็นการประเมินงานหรือหลักฐานของกระบวนการในการคิด ประดิษฐ์ผลงาน การกระทำหรือผลสำเร็จ ฉะนั้น กระบวนการและผลงานจึงมีความสำคัญประกอบกัน และสอดคล้องกับการวัดผลผลิตสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) โดยใช้แบบ วัดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งวัดผลผลิตของการนำความคิดมาสู่การปฏิบัติในการแก้ปัญหาจากโครงการน วิทยาศาสตร์ จะวัดด้วยแบบวัดความสามารถในการคิด 2 มิติ คือ มิติด้านความสามารถในการคิด โดยพิจารณาจากกระบวนการคิดของนักศึกษาที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ในด้านการคิด และมิติด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาของโครงการนี้สามารถแก้ปัญหา ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพเพียงใด และสอดคล้องกับการประเมินผลงานการ สร้างสรรค์ในงานวิจัยของวีรพล แสงปัญญา (2547) โดยใช้แบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์ของผู้ สร้างสรรค์ และสอดคล้องกับแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ของ Cropley (2000) ซึ่งได้ ศึกษาและรวบรวมแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า นักจิตวิทยาได้

พัฒนาแบบประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมักจะใช้มาตรวัดที่อาศัยการจำแนกความหมายของคำเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์ (The Creative Product Semantic Scale) ในการประเมินผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ของ O'Quin and Besemer (1989) Gallimore (2004) Howard et al. (2008) ได้แก่ มิติภาพ มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (original) มโนทัศน์ด้านความน่าประหลาดใจ (Surprising) มโนทัศน์ด้านการเพาะความคิด (Germinal) มิติการแก้ปัญหา มโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า (Valuable) มโนทัศน์ด้านความสมเหตุสมผล (Logical) มโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful) มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ มโนทัศน์ด้านการจัดส่วน ประกอบ (Organic) มโนทัศน์ด้านความประณีตสวยงาม (elegant) มโนทัศน์ด้านความซับซ้อน (Complex) มโนทัศน์ด้านการเป็นที่เข้าใจ (Understandable) มโนทัศน์ด้านความมีฝีมือและความชำนาญ (Well crafted) และสอดคล้องกับแบบประเมินผลงานการออกแบบของนริช สุตสังข์ (2544) โดยมีเกณฑ์การประเมิน 3 ด้าน ดังนี้ 1. ผลิตภัณฑ์นวัตกรรม (Innovation product) หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีแนวคิดริเริ่มเป็นครั้งแรก โดยกำหนดแนวทางการประเมิน 2. ผลิตภัณฑ์ดัดแปลง (modification product) หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์เดิมที่มีการปรับปรุงในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง 3. ผลิตภัณฑ์เลียนแบบ (imitative product) หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเลียนแบบผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งในแง่การตลาด และสอดคล้องกับการพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน (Product) ของปวีณา สุจริตนารักษ์ (2548) โดยผลงานนั้นต้องเป็นงานที่แปลกใหม่และมีคุณค่าและการใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยประเมินผลงานสร้างสรรค์หลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับการใช้แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ในงานวิจัยของประยุทธ สุวรรณศรี (2540) โดยวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากโครงการวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในระยะหลังการทดลอง

ขั้นตอน

3.1 ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนหลักและขั้นตอนย่อยของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) 2. การออกแบบ (Design) 3. การผลิตและพัฒนา (Production and Development) 4. การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง (Testing and Verification) 5. การประเมินผล (Evaluation Instructions) 6. การควบคุมและติดตามการเรียน (Monitoring) ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนหลักของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) 2. การออกแบบ (Design) 3. การพัฒนา (Development) 4. การนำไปใช้ (Implementation) 5. การประเมินผล (Evaluation) ซึ่งซีล (Seels, 1990) ได้ให้ชื่อขั้นตอนหลักทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ว่า Generic ID Model โดยกล่าวว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นกระบวนการค้นหาสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบเป็นกระบวนการเขียนรายละเอียดว่า

ควรจะเรียนรู้อย่างไร ขั้นตอนการพัฒนาเป็นกระบวนการเรียน การผลิตวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการ เรียนรู้ ขั้นตอนการนำไปใช้เป็นขั้นตอนการนำเอาโครงการที่จัดทำมาแล้วไปใช้ในบริบทของสภาพที่เป็นจริง ส่วนขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นตอนการประเมินผลเป็นกระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับความเหมาะสม ความพอเพียงในการสอนหรือการนำโครงการที่จัดทำมาแล้วไปใช้ และสอดคล้องกับวารินทร์ รัชมี พรหม (2542) ได้อธิบายว่ากระบวนการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนอย่างเป็นระบบนั้น มี ผู้ออกแบบไว้อย่างหลากหลายจึงมีรูปแบบต่างๆ ที่มีขั้นตอนไม่เท่ากัน แต่โดยทั่วไปแล้วจะอยู่ใน ขอบเขตของขั้นตอนหลักทั้งสิ้น กระบวนการที่เป็นขั้นตอนต่างๆ นั้น เกิดจากการที่มีการออกแบบและ พัฒนาระบบการสอนจะต้องเป็นของระยะต่างๆ ซึ่งแต่ละระยะหรือแต่ละขั้นตอนจะมีผลลัพธ์และมีการ ส่งทอดต่อไปยังขั้นตอนต่อไป ดังนั้น ตอนสุดท้ายของทุกขั้นตอนจึงมีการประเมินผลเกิดขึ้นเรียกว่า การประเมินผลเพื่อการปรับปรุงเพื่อนำผลไปปรับปรุงขั้นตอนต่อไปด้วย ซึ่งรูปแบบของการออกแบบ และพัฒนา ระบบการสอนที่หลากหลายและมีขั้นตอนต่างๆ กันไปก็จะรวมอยู่ในขั้นตอนหลักได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การวิเคราะห์ (Analysis) เกี่ยวกับปัญหา ความต้องการ กิจกรรม ผู้เรียนและแหล่ง ทรัพยากรการเรียน 2. การออกแบบ (Design) ด้านวัตถุประสงค์ เนื้อหาและสื่อการเรียนการสอน 3. การพัฒนา (Development or Production) ด้านเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและแบบ ประเมินต่างๆ 4. การนำไปทดลองใช้ (Implementation) โดยการดำเนินการและบริหารการเรียนการ สอน 5. การประเมินผลหรือการควบคุม (Evaluation or Control) โดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert review) รายบุคคล (One to one) กลุ่มเล็ก (Small group) หรือภาคสนาม (Field test or operational tryout) โดยมีสิ่งสำคัญคือการนำข้อมูลย้อนกลับไปปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น โดยมีขั้นตอนย่อยของรูปแบบการ ออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนๆ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของรูปแบบการออกแบบและ พัฒนา การเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลที่ได้จาก ขั้นตอนนี้ต้องส่งไปยังขั้นตอนอื่นๆ ฉะนั้น การดำเนินการในขั้นตอนนี้จึงค่อนข้างละเอียดและใช้ เวลานาน โดยครอบคลุมการวิเคราะห์องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนการสอน การวิเคราะห์ เนื้อหาวิชา การวิเคราะห์วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การวิเคราะห์กลยุทธ์การเรียนการสอน การ วิเคราะห์บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา การวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนการ สอน การวิเคราะห์ระยะเวลาในการจัด การเรียนการสอน การวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนหรือ ทรัพยากรการเรียน การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการ ประเมินทักษะการคิด และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาระบบการเรียนการ สอนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการวิเคราะห์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการ สอนโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การวิเคราะห์เนื้อหา การเลือกเนื้อหา การวิเคราะห์การสอน การวิเคราะห์ผู้สอน การวิเคราะห์ผู้เรียน การวิเคราะห์กิจกรรม การคัดเลือกสื่อ การสอน การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม การประเมินผลการเรียนของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542), ทิศนา แคมมณี (2543), Glasser (1962), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlach & Ely (1980), Brown et al.

(1985), Knirk & Gustafson (1986), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการวิเคราะห์ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ และการออกแบบวางแผนเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องสัมพันธ์กับรายวิชาของตนเองลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนใหญ่ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลองปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา ไม่พบว่ามีการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวกับขั้นตอนการวิเคราะห์ดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบการเรียนการสอนสามารถทำได้ 2 วิธีการ ดังนี้ 1. วิเคราะห์จากเอกสารหลักฐานทางการศึกษา 1.1 เอกสารหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต 1.2 เอกสารรายงานทางราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น ผลการประเมินคุณภาพนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถิติเกี่ยวกับการเรียนการสอน เป็นต้น 2. วิเคราะห์จากเอกสารวิชาการและรายงานวิจัย 2.1 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเพื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว 2.2 เอกสาร ตำราและรายงานวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID) ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหาของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542), ทิศนา แคมมณี (2543), IDI (1962), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Knirk & Gustafson (1986), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน องค์ประกอบของการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เช่น เนื้อหาวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และการประเมินทักษะการคิด

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดไว้ โดยวางแผนและออกแบบการเรียนการสอนตามข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 เน้นการดำเนินการออกแบบและวางแผนการสอนตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ และนำผลการออกแบบที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การออกแบบเนื้อหา รายวิชา การกำหนดเนื้อหา การกำหนดจุดมุ่งหมาย การกำหนดวิธีการเรียน/กิจกรรมการเรียน การกำหนดเวลาเรียน การพัฒนาและเลือกวัสดุการสอน หรือทรัพยากรในการสอน การคัดเลือกสื่อการสอน การกำหนดสถานที่เรียน การประเมินผลก่อนเรียนและการประเมินผลการเรียนของวารินทร์ รัชสีพรหม (2542), ทิศนา ขัมมณี (2543), Glasser (1962), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlach & Ely (1980), Brown et al. (1985), Knirk & Gustafson (1986), Leshin et al. (1992), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001) และสอดคล้องกับการกำหนดจุดประสงค์ของรูปแบบการสอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวาณิชย์ (2543) โดยการกำหนดจุดประสงค์ของรูปแบบการสอนที่จะเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาให้มีความสอดคล้องกับรายวิชาที่ใช้รูปแบบการสอน ตามที่ผู้สอนมีการกำหนดต้นร่างผลงานที่สอดคล้องมาก่อนโดยคณะกรรมการรายวิชา แล้วนำมาวางแผนร่วมกับนักศึกษาให้นักศึกษารับทราบและให้แสดงความคิดเห็น หรือเพิ่มเติมในส่วนที่นักศึกษาสนใจ และสอดคล้องกับการกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมในงานวิจัยของประยูทธ สุวรรณศรี (2540) โดยกำหนดระยะเวลาในการทำกิจกรรมในรูปแบบการสอนที่เน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลาฝึกในแต่ละกิจกรรม ครั้งละ 50 นาทีต่อสัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 13 สัปดาห์ และสอดคล้องกับการกำหนดระยะเวลาในการทดลองใช้รูปแบบการสอนในงานวิจัยของประภาวัลย์ แพรวาณิชย์ (2543) โดยกำหนดระยะเวลาในการทดลองใช้รูปแบบการสอนเป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ สัปดาห์ละครั้ง ครั้งละ 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 60 นาที เป็นเวลา 30 คาบเรียน รูปแบบการสอนนี้ จึงจะมีประสิทธิผลในการเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา และสอดคล้องกับการกำหนดระยะเวลาในการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียในงานวิจัยของนริช สุตสังข์ (2544) โดยกำหนดระยะเวลาในการทดลองใช้บทเรียนมัลติมีเดียในการจัดกิจกรรมซิเน็คติคส์เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยใช้เวลาเรียนทฤษฎี 1 คาบเรียนและปฏิบัติ 3 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที) รวม 4 คาบเรียนต่อสัปดาห์ รวมเวลาทั้งสิ้น 28 คาบเรียน จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการออกแบบของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น ซึ่งเป็นขั้นตอนการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ มาเขียนในประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไม่พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการออกแบบดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus)

ขั้นตอนที่ 3 การผลิตและพัฒนา (Production and Development) เป็นขั้นตอนที่นำ ข้อมูลที่ได้รับจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาดำเนินการผลิตและพัฒนา และนำผลการผลิตและพัฒนาที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของ รูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การพัฒนา และเลือกวัสดุการสอนหรือทรัพยากรในการสอน การพัฒนาแบบทดสอบของวารินทร์ รัชสีพรหม (2542), ทิศนา แชมมณี (2543), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPIED (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlach & Ely (1980), Brown et al. (1985), Knirk & Gustafson (1986), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการผลิตและพัฒนาของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เท่านั้น ซึ่งเป็นขั้นตอนการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 การออกแบบสื่อการเรียนการสอนเพื่อ พัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ มาดำเนินการผลิตและพัฒนา จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ ผ่านมา พบว่า ไม่พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตและพัฒนาดังกล่าว ผลการวิจัยนี้ จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ สื่อการเรียน การสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้อุปกรณ์และเครื่องมือในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ 1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิต นักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต 2. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผล งานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการเรียนการสอน (Conduct Instruction) เป็นขั้นตอนที่นำรูปแบบ การเรียนการสอน (Instructional Model) หรือประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus) ที่ พัฒนาขึ้นจากการออกแบบในขั้นตอนที่ 2 มาจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชา และนำผลการจัดการเรียนการสอนที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอน ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การจัดกิจกรรมสนับสนุน/เสริมทักษะ การพัฒนาแบบทดสอบ การ ควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียนของวารินทร์ รัชสีพรหม (2542), ทิศนา แชมมณี (2543), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPIED (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlach & Ely (1980), Brown et al. (1985), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารายวิชาเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เท่านั้น ซึ่ง เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มาจัดการเรียนการสอน จาก

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไม่พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับขั้นตอนการทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริงดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผลการประเมินความสัมพันธ์ สอดคล้องและตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากประเมินการจัด การเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะ การคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จากการจัดการเรียนการสอนในขั้นตอนที่ 4 มาดำเนินการประเมินผล โดยเน้นการประเมินกระบวนการ จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา เพื่อให้ทราบว่า อาจารย์ผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามที่ออกแบบหรือวางแผนไว้หรือไม่ และการทดสอบ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ทราบว่านิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ที่ได้รับการเรียนการสอน ตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา มีคะแนนการทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์วิศวกรรมศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันหรือไม่ และนำผลการประเมินที่ได้ไป ปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการ ออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การประเมินผลก่อน เรียน การประเมินผลการเรียนของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542), ทิศนา แชมมณี (2543), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlarch & Ely (1980), Brown et al. (1985), Knirk & Gustafson (1986), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการประเมินผลของรูปแบบการออกแบบและ พัฒนาการเรียนการสอนเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับ นิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตเท่านั้น ซึ่งเป็นการประเมินกระบวนการ จัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาและทดสอบทักษะ การคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จาก การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไม่พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับขั้นตอนการ ประเมินผลดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จาก ขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผลการประเมินกระบวนการจัดการเรียนการสอนและผลการทดสอบทักษะการคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และผลประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ขั้นตอนที่ 6 การควบคุม (Control) เป็นขั้นตอนที่ควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยเน้นการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา และนำผลการควบคุมที่ได้ไปปรับปรุงเพื่อพัฒนาการออกแบบการเรียนการสอนต่อไป ทั้งนี้ ถ้าอาจารย์ผู้สอนไม่ดำเนินการเรียนการสอนตามตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา ที่ออกแบบหรือวางแผนไว้ จะไม่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ การควบคุมของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542), ทิศนา แคมมณี (2543), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), Klausmeier & Ripple (1971), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlarch & Ely (1980), Brown et al. (1985), Leshin et al. (1992), Seels & Glasgow (1998) จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการควบคุมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นแบบเฉพาะ (Specific Model) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรม-ศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต เท่านั้น ซึ่งเป็นการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไม่พบว่ามีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการควบคุมดังกล่าว ผลการวิจัยนี้จึงไม่สอดคล้องกับงานวิจัยใด และเป็นข้อค้นพบใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผลการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา

ในแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต มีการวิเคราะห์ผลที่ได้จากขั้นตอนทั้งหมด ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การผลิตและพัฒนา การจัดการเรียนการสอน การประเมินผลและการควบคุม เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับในการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของรูปแบบการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยทั่วไป (Generic ID Model) ได้แก่ ข้อมูลย้อนกลับของวารินทร์ รัชมีพรหม (2542), ทิศนา แคมมณี (2543), Glasser (1962), IDI (1962), Knirk & Gentry (1971), IPISD (1978), Gagne' & Briggs (1979), Gerlarch & Ely (1980), Brown et al. (1985), Knirk & Gustafson (1986), Seels & Glasgow (1998), Dick & Carey (2001), The Morrison, Ross & Kemp Model (2001)

2. ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

2.1 รายวิชาที่ใช้ในการศึกษาผลการดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) รหัสวิชา 2103-313 จำนวน 3 หน่วยกิต ดำเนินการสอนโดยคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งมีผลการประเมินและรับรองรูปแบบการเรียนการสอนฯ ว่ามีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก และได้รับการคัดเลือกจากผลการประเมินและรับรองว่ามีความเหมาะสมที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาของวิชาที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์นั้น กล่าวคือ ควรเป็นวิชาที่มีเนื้อหาเน้นการสังเคราะห์และออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Synthesis and Design) ซึ่งมีกิจกรรมการเรียนการสอนที่สำคัญ คือ การสร้างสรรค์ผลงาน จึงจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการจุดประกายการคิด ออกแบบ สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ และค้นหาแนวทางแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการ ควบคู่ไปกับการบ่งชี้ความรู้ทางวิศวกรรมหรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

2.2 อาจารย์ผู้สอนได้ดำเนินการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ รายวิชาการออกแบบระบบทางกล 1 (Mechanical System Design I) ประจำภาคการเรียนที่ 1/2553 ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยดำเนินสอนทุกวันจันทร์ พุธและศุกร์ เวลา 11.00 น. ถึง 12.00 น. ณ ตึก 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ หรือ 16 คาบการเรียน และระหว่างการจัดการเรียนการสอน อาจารย์ผู้สอนได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนและประยุกต์ใช้เว็บเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากขึ้น เช่น กิจกรรมการนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนเว็บเทคโนโลยี เช่น เฟสบุ๊ก (Facebook) ซึ่งถือเป็นช่องทางหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนเว็บ สอบถามข้อสงสัยในการเรียน การทำโครงการและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งการปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนและประยุกต์ใช้เว็บเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มากขึ้น ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่สามารถปรับกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนในระหว่างการจัดการเรียนการสอนตามประมวลรายวิชาฯ ได้ตลอดเวลา อย่างต่อเนื่อง และจากการสอบถามความคิดเห็นของนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า นิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความพึงพอใจโดยรวมในการเรียนการสอนรายวิชานี้ อยู่ในระดับมาก และนิสิตสาขาวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ลักษณะนี้อีก ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนว่า

การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นี้มีประสิทธิภาพ

2.3 ผลการทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากผลการวิจัยพบว่า นิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตที่เรียนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งได้รับการออกแบบตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งโดยรวมและทุกด้าน ดังนี้ ด้านความสามารถในการระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ การเขียนวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ การประเมินวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ การสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด การประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหา การปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด การนำไปประยุกต์ใช้ได้ การเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ และมีคะแนนความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์โดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีคะแนนความสามารถในการออกแบบผลงานสร้างสรรค์รายด้าน ดังนี้ มิตินวภาพ (Novelty) มิโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original) อยู่ในระดับปานกลาง มิโนทัศน์ด้านความประหลาดใจ (Surprising) อยู่ในระดับปานกลาง มิติการแก้ปัญหา (Resolution) มิโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า (Valuable) อยู่ในระดับปานกลาง มิโนทัศน์ด้านความสมเหตุสมผล (Logical) อยู่ในระดับปานกลาง มิโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful) อยู่ในระดับปานกลาง และมีมิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis) มิโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ (Organic) อยู่ในระดับค่อนข้างมาก มิโนทัศน์ด้านความเข้าใจได้ (Understandable) อยู่ในระดับปานกลาง

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ เป็นการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยปรับเปลี่ยนบทบาทหรือพฤติกรรมการสอนตามกลยุทธ์การเรียนการสอน สอนเนื้อหาวิชาที่สอดแทรกหรือบูรณาการกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนในระหว่างดำเนินการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน ใช้สื่อการเรียนการสอนที่กระตุ้นการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ปรับระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่จะส่งผลให้นิสิตนักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มตามศักยภาพนั้น ต้องมีการออกแบบวางแผนที่ดี โดยอาจารย์ผู้สอนต้องออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนสำคัญ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์อย่างเป็นระบบ และการออกแบบวางแผนเชื่อมโยงแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องสัมพันธ์กับรายวิชาของตนเองและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนา

ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการ ออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จนครบทุกขั้นตอน และต้องได้รับการประเมินและรับรองโดย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ด้านการจัดการเรียนการสอนทาง วิศวกรรมศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในระดับดีขึ้น และ มีการเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ที่ได้ ออกแบบไว้ จึงจะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ อย่างเต็มตามศักยภาพของตนเอง และจากการสอบถามความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนสาขา วิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาซึ่งสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ พบว่า อาจารย์ผู้สอนสาขา วิศวกรรมศาสตร์มีความพึงพอใจโดยรวมในการเรียนการสอนรายวิชานี้ อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความคิดเห็น ว่า ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ลักษณะนี้อีก ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนว่าการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน รายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นี้มีประสิทธิภาพ

2.4 อาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์มีความสามารถด้านการออกแบบการเรียนการสอนมากขึ้น หลังจากดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามรูปแบบการออกแบบและ พัฒนา การเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะของนักออกแบบการเรียน การสอนของ The International Board of Standards for Training, Performance and Instruction (IBSTPI) (Richey et al., 2001) ได้แก่ สมรรถนะของนักออกแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย สมรรถนะพื้นฐานและความเชี่ยวชาญของนักออกแบบการเรียนการสอน (Professional Foundations) ได้แก่ 1. การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ ในรูปแบบการสื่อสารด้วยภาพ ภาษาพูดและภาษาเขียน 2. ประยุกต์งานวิจัยและทฤษฎีในปัจจุบันเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับการออกแบบการเรียน การสอน 3. ประยุกต์ใช้ทักษะเกี่ยวกับการวิจัยพื้นฐานในโครงการออกแบบการเรียนการสอน สมรรถนะการวางแผนและวิเคราะห์ (Planning and Analysis) ได้แก่ 1. ออกแบบหลักสูตรหรือ โปรแกรม 2. เลือกและใช้เทคนิคที่หลากหลายในการสรุปเนื้อหาวิชา 3. ระบุและอธิบายลักษณะของ กลุ่มเป้าหมาย 4. วิเคราะห์ลักษณะของสภาพแวดล้อม 5. วิเคราะห์ลักษณะของเทคโนโลยีที่มีอยู่และ เทคโนโลยีใหม่ และการประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน 6. พิจารณาองค์ประกอบของ สถานการณ์ก่อนการแก้ปัญหาและกลยุทธ์การออกแบบขั้นสุดท้าย สมรรถนะการออกแบบและการ พัฒนา (Design and development) ได้แก่ 1. เลือก ปรับปรุงหรือสร้างรูปแบบการออกแบบและ พัฒนาให้เหมาะสมกับโครงการที่กำหนดให้ 2. เลือกและปรับปรุงวัสดุการเรียนการสอนที่มีอยู่ 3. พัฒนาวัสดุการเรียนการสอน 4. ประเมินผลและประเมินการเรียนการสอนและผลกระทบของการ ประเมิน และสมรรถนะการดำเนินการและการจัดการ (Implementation and management) ได้แก่ 1. วางแผนและดำเนินการตามโครงการออกแบบการเรียนการสอน 2. ส่งเสริมการทำงานร่วมกัน ความเป็นทีมงานและความสัมพันธ์ระหว่างผู้มีส่วนร่วมในโครงการออกแบบ 3. จัดเตรียมสำหรับการ ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพของผลงานการเรียนการสอนและโปรแกรม

ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปและการอภิปรายผลการวิจัย มีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ มีดังนี้

1.1 การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนนี้ คณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ บุคลากรที่เกี่ยวข้องและผู้ที่มีสนใจ สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาของตนเองได้อย่างตรงตามความต้องการและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เนื่องจากการนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ อย่างเป็นระบบ ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบหลักที่สำคัญ กระบวนการหรือขั้นตอนที่ชัดเจนในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนแนวทางในการปฏิบัติที่เข้าใจง่าย

1.2 การนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนนี้ ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความสำคัญของกลุ่มผู้ใช้ เพื่อให้คณาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์ บุคลากรที่เกี่ยวข้องและผู้ที่มีสนใจ สามารถนำรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ ไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาของตนเองได้ด้วยตนเอง จึงแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.2.1 กลุ่มผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ควบคู่กับคู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนฯ ประกอบกัน เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้สำนวนภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสมสำหรับผู้ใช้งานเบื้องต้น มีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน และมีตัวอย่างประกอบการออกแบบการเรียนการสอนทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจและเห็นภาพของขั้นตอนการออกแบบ

1.2.2 กลุ่มผู้ใช้ที่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ควบคู่กับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นสูงต่อไป ซึ่งได้แก่ การผลิตสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชาที่ได้ออกแบบไว้ และนำผลการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดมาใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

1.3 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรเลือกรายวิชาที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้

1.4 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรบูรณาการกลยุทธ์การเรียนการสอนให้ครบทุกขั้นตอน เพื่อให้เกิดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบและเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน

1.5 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรกำหนดระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างเพียงพอและเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนมีระยะเวลาในการคิด การออกแบบผลงานสร้างสรรค์ และไม่เพิ่มภาระงานให้ผู้เรียนมากเกินไป

1.6 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่น่าสนใจ และสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด โดยใช้หลักการสร้างแรงจูงใจที่ได้นำเสนอในรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนฯ

1.7 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรใช้เทคโนโลยีเว็บที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย ณ ขณะนั้น เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีเว็บที่กลุ่มตัวอย่างคุ้นเคยและใช้เป็นประจำจะช่วยสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

1.8 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรผลิตและออกแบบสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจ และสอดคล้องกับปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในปัจจุบัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจปัญหาดังกล่าว

1.9 การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ควรผลิตและออกแบบเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ เพื่อประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

1.10 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ อาจารย์ผู้สอนควรแจ้งให้ผู้เรียนทราบเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนเปิดรับและปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนแบบใหม่ และอาจารย์ผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาทักษะการคิด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดระยะเวลาของการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

1.11 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ อาจารย์ผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทั้งทางกายภาพ จิตภาพและสังคมภาพ ให้เหมาะสมกับกลยุทธ์การเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มตามศักยภาพ

1.12 การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนฯ ควรมีการควบคุมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่ออกแบบไว้ เพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มตามศักยภาพ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป มีดังนี้

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการนำเสนอรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวิจัย ดังนี้

2.1 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายและพัฒนาคุณภาพบัณฑิตให้ตรงตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบัณฑิต

2.2 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดอื่น เช่น การคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงวิจารณ์ญาณ การคิดเชิงระบบ การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงวิพากษ์ เป็นต้น เนื่องจากทักษะการคิดเป็นทักษะที่สำคัญของคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์

2.3 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิด โดยแบ่งระดับการพัฒนาทักษะการคิด เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ในทุกรายวิชา เช่น การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ควรแบ่งระดับการพัฒนาทักษะการคิดเป็น 2 ระดับ คือ ระดับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน เหมาะกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในกลุ่มรายวิชาพื้นฐาน ระดับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เหมาะกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในกลุ่มรายวิชาสังเคราะห์และการออกแบบ เป็นต้น

2.4 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงกลุ่มผู้ใช้หรือผู้ออกแบบการเรียนการสอนเป็นสำคัญ ดังนี้

2.4.1 กลุ่มผู้ใช้ที่ไม่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ควรสร้างคู่มือและใบงานการออกแบบการเรียนการสอนประกอบกัน เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ด้วยตนเอง โดยใช้สำนวนภาษาที่เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับผู้ใช้เบื้องต้น มีการอธิบายรายละเอียดอย่างชัดเจน และมีตัวอย่างประกอบการออกแบบการเรียนการสอนทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจและเห็นภาพของขั้นตอนการออกแบบ

2.4.2 กลุ่มผู้ใช้ที่มีทักษะการออกแบบการเรียนการสอน ควรสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน เน้นให้ผู้ใช้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นสูงต่อไป ซึ่งได้แก่ การผลิตสื่อการเรียนการสอน การพัฒนาแบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทั้งในห้องเรียนและบนเว็บ ตลอดจนการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชาที่ได้ออกแบบไว้ และนำผลการจัดการเรียนการสอนทั้งหมดมาใช้เป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

2.5 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนกับอาจารย์ผู้สอนของคณะอื่น เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนของคณะอื่น มีแนวทางการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบมากขึ้น

2.6 ศึกษาแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะและความต้องการของผู้เรียน

2.7 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้อาจารย์ผู้สอนออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้นและรวดเร็วขึ้น และยังเป็นการลดภาระงานของอาจารย์ได้อีกด้วย ซึ่งจะส่งผลให้อาจารย์สนใจการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนมากขึ้น

2.8 สร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนในลักษณะเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอธิบายองค์ประกอบและขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างละเอียด และมีตัวอย่างประกอบ เพื่อให้อาจารย์ผู้สอนสามารถเรียนรู้และดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนได้ด้วยตนเอง

2.9 ควรสร้างรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กมล ธรรมบุตร. 2549. วิศวกรรมเอเปค (APEC ENGINEERING). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.thaiengineering.com>. [2550, ธันวาคม 21]
- กรกช อุตตวิริยะนุภาพ. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างกรมที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมผลิตนักศึกษากับการพัฒนาตนเองของนิสิตนักศึกษาในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาด้านบริหารศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, กองแผนงานและสารสนเทศ กระทรวงแรงงาน. 2548. (ร่าง) ทิศทางและประมาณการความต้องการแรงงานฝีมืออุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย พ.ศ. 2547-2552. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.dsd.go.th/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19&Itemid=1 [2550, ธันวาคม 21]
- กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. อุตสาหกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ชี้อายุศาสตร์ศึกษา. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.prachachat.net/> [2551, พฤษภาคม 22]
- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2534. ความคิดสร้างสรรค์หลักการทฤษฎีการเรียนรู้การสอนการวัดผลประเมินผล. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2548. เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- กิตติศักดิ์ ดียา. 2549. การจัดการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ของสถาบันอุดมศึกษาของรัฐและเอกชน ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2548. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3(1) (มกราคม-มิถุนายน 2549): 60-72.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545. การคิดเชิงสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมิเดีย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545. ลายแทงนักคิด. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมิเดีย.
- เกษม พิพัฒน์ปัญญากุลและอึ้ง เปรมปรีดี. 2550. การพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต เอกสารประกอบการสัมมนาวิศวกรรมวิจัยครั้งที่ 3 (28-29 กรกฎาคม 2550)
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2540. ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสแควร์.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. 2544. รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพมหานคร: รัตนพรชัย.
- คณะกรรมการการอุดมศึกษา, สำนักงาน กระทรวงศึกษาธิการ. 2550. กรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 ปี ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2551-2565) [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.knit.or.th/muatest/muafiles/HEPlan-Final.pdf> [2551, มกราคม 25]

- คณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. 2546. รายงานการศึกษาการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- จริยา สมประสงค์. 2546. การพัฒนาวิีคิดและความคิดสร้างสรรค์ (Developing Thinking Skill and Creative Thinking). วารสารพัฒนบริหารศาสตร์ 43(1) (เมษายน 2546): 213-228.
- จริธร แหวนทอง. 2539. การพัฒนาการอ่านกับการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีความคิดสร้างสรรค์. วารสารพัฒนาหลักสูตร 15(126) (กรกฎาคม-กันยายน 2539): 26-28.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา. 2542. การสอนผ่านเครือข่ายเว็ลด์ ไซด์ เว็บ. วารสารครุศาสตร์ 27(3) (มีนาคม-มิถุนายน 2542): 18-28.
- ชนาธิป พรกุล. 2544. คู่มือครูพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา: การบูรณาการทักษะการคิดซับซ้อนและทักษะการคิดที่เป็นแกนในการเรียนการสอนเนื้อหาสาระ. โครงการวิจัยเรื่อง การนำเสนอรูปแบบเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี สำหรับหลักสูตรครุศึกษา: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์และคณะ. 2542. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546. ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูเวช ชาญสง่าเวช ประเสริฐ อัครประถมพงศ์และวีระพันธ์ รังสีวิจิตรประภา. 2548. การพัฒนาโครงสร้างการศึกษาศาสตร์เพื่อเตรียมพร้อมในการแข่งขันทางอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ณมน จีรังสุวรรณ. 2549. หลักการออกแบบและประเมิน (Instructional Design and Assessment). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. 2544. หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: อรุณาการพิมพ์.
- ทิวัลย์ ปัญจมะวัต. 2548. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิวัลย์ พูลสาริกิจ. 2546. การนำเสนอรูปแบบการฝึกอบรมในงานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเทคโนโลยีการศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิศนา แคมมณี. 2540. ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไอดีเอสแควร์.
- ทิศนา แคมมณี. 2550. รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทศนา แชมมณี. 2550. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไทยเอ็นจิเนียริ่ง. 2549. การจัดอันดับมหาวิทยาลัยไทยด้านวิศวกรรม. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.thaiengineering.com/> [2550, ธันวาคม 22]
- ธัญวิษ วิเชียรพันธ์. 2545. สไตล์การเรียนรู้ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาตรี ในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 25(4) (ตุลาคม-ธันวาคม 2545): 335-345.
- ธีรชัย เนตรถนอมศักดิ์. 2538. การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นักสิทธิ์ คุ้มนาชัย. 2551. แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ของประเทศไทย เพื่อเผชิญความท้าทายในศตวรรษที่ 21. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.eng.psu.ac.th/enghome/document/course_development.pps [2551, สิงหาคม 19]
- นิรัช สุตสังข์. 2544. ผลของกิจกรรมชิ้นนี้คิดสี่ในบทเรียนมัลติมีเดียที่มีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการสร้างสรรค์ผลงานในวิชาการออกแบบอุตสาหกรรมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2545. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7 ฉบับปรับปรุงใหม่. กรุงเทพมหานคร: ชมรมเด็ก.
- บุญเรือง เนียมหอม. 2540. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญส่ง นิลแก้ว. 2542. รายงานวิจัยการติดตามผลบัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- ประกายวัลย์ แพรวานิชย์. 2543. การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาอุดมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประยुทธ สุวรรณศรี. 2540. ผลการสอนตามรูปแบบการสอนเน้นการคิดนอกกรอบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประยูร บุญใช้. 2544. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านสื่อกลางเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาของนักศึกษาในสถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (Malakul, 1974) Malakul, P. 1974. Person logical Correlates of Creative Productivity in Thai Students. Doctoral's Dissertation, University of Wisconsin.
- ปวีณา สุจริตธนารักษ์. 2548. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มณฑลลี ศาสนนันท์. 2550. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- มนต์ชัย เทียนทอง. 2549. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2542. การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายใยแมงมุม. วิทยานิพนธ์การศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฤทัยรัตน์ ธรเสนา. 2546. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบช่วยเสริมศักยภาพเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดขั้นสูงของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฤทัยรัตน์ ธรเสนา. 2549. การใช้รูปแบบการสอนที่ส่งเสริมการคิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลักขณา สรีวัฒน์. 2549. การคิด (Thinking). กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. 2549. รายงานผลการศึกษาความต้องการกำลังคนของกลุ่มอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- วนิช สุวรัตน์. 2547. ความคิดและความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณุช เนตรพิศาลวนิช. 2544. การพัฒนารูปแบบการฝึกอบรมผ่านเว็บด้วยการเรียนแบบร่วมมือแบบกรณีศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับพยาบาลวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรษยา ขาวจันทร์. 2547. การศึกษาติดตามผลบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่: งานวิจัยนโยบายและแผน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2542. การออกแบบและพัฒนากระบวนการสอน. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วารินทร์ แก้วอุไร. 2537. การพัฒนารูปแบบการสอนสำหรับวิชาวิธีสอนทั่วไปแบบเน้นกรณีตัวอย่างเพื่อส่งเสริมความสามารถของนักศึกษาครูด้านการคิดวิเคราะห์แบบตอบโต้ในศาสตร์ทางการสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วีรพล แสงปัญญา. 2540. ตัวแปรทางบุคลิกภาพที่สัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนวัยรุ่นตอนต้นและวัยรุ่นตอนปลาย. ปรินญาณีพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วีรพล แสงปัญญา. 2547. การศึกษานักศึกษาลักษณะ กระบวนการคิดสร้างสรรค์และผลงานการสร้างสรรค์: กรณีศึกษาบุคคลผู้สร้างสรรค์ชาวไทยที่มีผลงานโดดเด่นในสาขาวิทยาศาสตร์ ศิลปะและการศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ. 2550. การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมสำหรับนักศึกษาปริญญาบัณฑิตด้วยกิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการผลิตผลงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาอุดมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชาย ปฐมศิริ. 2547. วิศวกรโยธาในความต้องการของตลาดแรงงาน (SPECIFICATION OF MARKETABLE CIVIL ENGINEER). การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ฉบับ/ครั้งที่ 9/2547. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.eit.or.th/article/show.asp?id=01050009> [2550, ธันวาคม 21]
- สมบัติ ทีฆทรัพย์. 2535. หลักพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2544. เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2537. เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. 2542. มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช.
- สมหวัง คุรุรัตน์. 2540. การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน (Instructional Systems Design and Development). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, โอฟาร์ ไชยประวัติและจาตุรนต์ ฉายแสง. 2548. สมศ.แจ้งผลประเมิน 5 จังหวัด พบนักเรียนด้อยกระบวนการวิเคราะห์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.twp.co.th/news/ndex.asp?nid=172> [2550, สิงหาคม 9]
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2542. หน่วยที่ 13. การประเมินระบบการเรียนการสอน. เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาการการสอน = Instructional science. พิมพ์ครั้งที่ 17. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สรวงสุดา ปานสกุล. 2545. การนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์แบบร่วมมือในองค์กรบนอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ. 2545. การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน (Instructional Systems Design and Development). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุภรณ์ สระตันดี. 2540. สื่อมัลติมีเดียสำหรับการศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์. วารสารสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 3(2) (พฤษภาคม 2540): 26-33.

- สุวิทย์ มูลคำ. 2547. กลยุทธ์การสอนคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. 2549. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพมหานคร: อี เค บุ๊คส์.
- อรพรรณ พรสีมา. 2546. การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน. วารสารสารานุกรม ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 29 (เมษายน 2546): 13-50.
- อัจฉรา สุซารมณี, อรพินทร์ ชูชม และทัศนาก ทองภักดี. 2538. รายงานการวิจัยการศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างการอบรมเลี้ยงดูความคิดสร้างสรรค์และพฤติกรรมกล้าแสดงออก. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- อินทิรา พรหมพันธุ์. 2550. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ แบบเบรนนสต์ในวิชาการออกแบบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาในระดับปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะ ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธุ์มณี. 2547. ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไยใหม่.
- อารี รังสินันท์. 2532. ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ข้าวฟ่าง.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

- Anderson, H.H. 1959. Creativity and Its Cultivation. New York: Happer Q Row, Publishers.
- Arvid R.E. and others. 1987. Engineering fundamentals and problem solving. Singapore: Kim Hup Lee Printing Co Pte Ltd.
- Arvid R.E. and others. 2002. Engineering fundamentals and problem solving. New York: McGraw-Hill.
- Association for Educational Communications and Technology. 1977. Educational technology definition and glossary of terms. Washington, DC: Association for Educational Communications and Technology.
- Basadur, M. 1995. Simplex: A flight to creativity. Canada: The Creative Foundation Education.
- Bell, S. and Fifield, K. 1996. An Introduction to the Storyline Method. Glasgow Scotland: Jordanhill College.
- Benbunan-Fich, R., Hiltz, S.R. and Harasim, L. 2005. The Online Interaction Learning Model: An Integrated Theoretical Framework for Learning Networks. edited by Starr Roxanne Hiltz and Ricki Goldman. 2005. Learning together online: research on asynchronous learning networks. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Beyerlein, S., Cordon, D., Davis, D., Leise, C., and Apple, D. 2004. Hierarchy of cognitive domain learning skills to guide activity design, classroom facilitation, and classroom assessment. Proceeding of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright @ 2004, American Society for Engineering Education.
- Branson, R.K. 1975. Interservice procedures for instructional systems development (IPISD): Executive summary and model. Tallahassee, FL: Center for Educational Technology, Florida State University.
- Brophy, D.R. 1995. The Initial Testing of a Tri-level Matching Theory of Creative Problem Solving (Group Dynamics, Brainstorming). Texas: A&M University.
- Brown., J.W., Lewis, R.B., and Harcleroad, F.F. 1985. AV Instruction: Technology, Media, and Methods. Singapore: Fong and Sons.
- Cole, D.G., Sugioka, H.L., and Yamagata-Lynch, L.C. 1999. Supportive Classroom Environments For Creativity in Higher Education. Journal of Creative Behavior 33(4): 277-293.
- Coon, D. 1986. Introduction to Psychology. 5th ed. St.Pual, Mn.: West.
- Cronbach, L.J. 1970. Essential of psychology testing. 3rd rd. New York: University of Chicago.

- Cropley, A.J. 2000. Defining and Measuring Creativity: Are Creativity Tests Worth Using? (Statistical Data Included) Roeper Review. [Online]. Available from: http://www.accessmylibrary.com/coms2/summary_0286-28741406_ITM [2008, January 21]
- Chen, Chi-kuang, Jiang, Bernard C. and Hsu, Kuang-yiao. 2005. An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students' creativity". European Journal of Engineering Education. 30(2): 191-202.
- Culvenor, J. and Else, D. 1994. Engineering Creative Design. Proceedings of the SA Workcover Centenary Conference "Belts to Bytes", in press.
- Davidson-Shivers and Rasmussen. 2006. Web based learning. New Jersey: Prentice Hall.
- Davis, R.H., Alexander, L.T. and Yelon, S.L. 1974. Learning system design: an approach to the improvement of instruction. New York: McGraw-Hill.
- De Bono, E. 1976. Teaching Thinking. Toronto: Penguin Books.
- Dick, W. 1997. A model for the systematic design of instructional. In Tennyson, R.D., Schott, F., Seel, N.M., and Dijkstra, S. Instructional design: International perspectives: Volume I-Theory, research and methods. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Dick, W., Carey, L., and Carey J. 2001. The systematic design of instructional. 5th ed. New York: Longman.
- Farid, F., El-Sharkawy, A.R., and Austin, L.K. 1993. Managing for creativity and innovation in A/E/C organizations. Journal of Management in Engineering. 9(4): 399-409.
- Fisher, R. 1992. Teaching to think. Great Britain: Simon and Schuster Education.
- Fogarty, R., Bellanca and James. 1990. Teach Them Thinking. Palatine: Publishing.
- Gagne, R.M., and Briggs, L.J. 1979. Principle of Instructional Design. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Gagne, R.M., Briggs, L.J., and Wager, W.W. 1992. Principles of Instructional Design. 4th ed. New York: Harcourt Brace Jovanovich College.
- Gagne, R.M. 1985. The conditions of learning and theory of instruction. 4th ed. San Francisco: Holt, Rinehart and Winston.
- Gallimore, K. 2004. The Impact of Creativity Training on Strategic Thinking. [Online]. Available from: <http://www.cheshire.mmu.ac.uk/bms/home/research/pdf-doc/doc-14.pdf> [2008, February 7]
- Gentry, C.G. 1994. Introduction to instructional development: Process and technique. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Gerlach, V.S. and Ely, D.P. 1980. Teaching and Media: A Systematic Approach. 2nd ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

- Ghosh, S. 1993. An Exercise in Inducing Creativity in Undergraduate Engineering Students through Challenging Examinations and Open-Ended Design Problems. IEEE Transactions on Education: Special Issue on Computation and Computers in Electrical Engineering Education. 36(1) (February): 113-119.
- Glasser, R. 1962. Teaching machine and programmed Learning. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Glenn, M. 1996. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). [Online]. Available from: <http://www.mazur.net/triz/> [2008, February 7]
- Good, C.V. 1973. Dictionary of Education. New York: McGraw-Hill Company.
- Gordon, W.J.J. 1961. Synerctics: The Development of Creative Capacity. New York: Harper and Row.
- Guilford, J.P. 1967. The Nation of Human Intelligence. New York: McCraw-Hill Book.
- Guilford, J.P. 1970. Creative Talents: Their Nature, Uses and Development. Buffalo NY: Bearly Limited.
- Gustafson, K.L. and Branch, R.M. 2002. Survey of Instructional Development Models. 4th ed. Syracuse, New York: ERIC Clearinghouse on Information & Tecchnology, Syracuse University.
- Haik, Y. 2003. Engineering design process. Australia: Thomson Brooks/Cole.
- Hassan, M.A.A., Yusof, K.M., Hamid, M.K.A., Hassim, M.H., Aziz, A.A., and Hassan, S.A.H.S. 2004. A review and survey of Problem-Based Learning application in Engineering Education. In Conference on Engineering Education, Kuala Lumpur, 14-15 December 2004.
- Holtzapple, M.T. and Reece, W.D. 2003. Foundations of Engineering. 2^{ed} ed. Boston: McGraw-Hill.
- Howard, T.J., Culley, S.J. and Dekoninck, E. 2008. Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. Design Studies. 29(2008): 160-180.
- Howell, S.K. 2002. Engineering Design and Problem Solving. 2^{ed} ed. [Online]. Available from: http://ecow.engr.wisc.edu/cgi-in/getbig/ie/415/ceglarek/1lecturenot/lecture-02/triz_glenn_mazur_theoryofinventiveproblemsolving.doc [2008, February 7]
- Jones, T. and Richey, R.C. 2000. Rapid prototyping methodology in action: A developmental study. Educational Technology Research Development, 48(2): 63-80.
- Joyce, B. and Weil, M. 1996. Model of Teaching. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Kearsley, G. 1984. Training and Technology: A Handbook For HRD Professionals. Ontario: Addeeson-Wesley Publishing Company.

- Kellar, J.J., Hovey, W., Langerman, M., Howard, S., Simonson, L., Kjerengtroen, L., Stetler, L., Heilhecker, H., Meyer, L.A., and Kellogg, S.D. 2000. A Problem-Based Learning Approach for Freshman Engineering. Proceeding of the 30th ASEE/IEEE Frontiers in Educational Conference, Boston. October. 2000.
- Keller, J.M. 1987. Development and use of the ARCS model of motivational design. Journal of Instructional Development, 10(3): 2-10.
- Kemp, J.E. 2001. Design effective instruction. New Jersey: Prentice Hall.
- Khan, B.H. 1997. Web based Instructional (WBI). Englewood Cliffs, New Jersey: Education Technology Publications.
- Klausmeier, H.S., and Ripple, R.E. 1971. Learning and human abilities: educational psychology. New York: Harper and Row.
- Knirk, F.G. and Gustafson, K.L. 1986. Instructional technology: a systematic approach to education. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Koontz, F.R., Li, H., and Compura, D.P. 2006. Designing Effective Online Instruction : A Handbook for Web-Based Courses. Oxford: Rowman and Littlefield Educaion.
- Lawson, B. 2006. How designers think: the design process demystified. 4th ed. Oxford: Architectural Press.
- Lee, W.W. and Owens, D.L. 2000. Multimedia-Based Instrudtional Design: Computer-Based Training, Web-Based Training, Distance Broadcast Training. San Francisco: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Lefrancois, G.R. 1988. Phychology for Teaching. 6th ed. California: Wadsworth.
- Leshin, C.B., Pollock, J. and Reigeluth, C.M. 1992. Instructional design Strategies and Tactics. New Jersey: Education Technology Publications.
- Lumsdaine, E. and Lumsdaine, M. 1995. Creative problem solving: thinking skills for a changing world. New York: McGraw-Hill.
- Macmillan, T.T. 1971. The Delphi Technique. Paper presented at the annual meeting of the California Junior Colleges Associations Committee on Research and Development. Monterey, Calif., 3-5 May 1971.
- Marzano, R.J. 1988. Dimension of Thinking. [Online]. Available from: <http://www.learnnc.org/newInc/beacon.nsf> [2007, January 11]
- Masi, B. 2003. The Impact of Faculty-Mentored Versus Web-Guided Engineering Design Experience on Freshman Skills. Proceeding of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright @ 2003, American Society for Engineering Education.

- Moore, G. 2000. Problem Based Learning for the Design Process. [Online]. Available from: http://www.ascilite.org.au/conferences/coffs00/papers/graham_moore.pdf [2008, January 21]
- Morell, L. and Beauchamp, G. 1995. Integration of Skills Development Across the Engineering Curriculum. [online]. Available from: <http://www.mne.psu.edu/lamancusa/papers/asee95sd.pdf> [2008, January 21]
- Moshe, R. 1975. Patterns of problem solving. New Jersey: Prentice-hall, inc, Englewood Cliffs.
- O'Quin, K. and Besemer, S.P. 1989. The development, reliability, and validity of the revised creative product semantic scale. Creativity Research Journal. 20(2): 267-278.
- Osborn, A.F. 1957. Applied imagination: principles and procedures of creative thinking. New York: Scribner.
- Ottosson, S. 2001. Dynamic concept development, a key for future profitable innovations and new product variants. in International Conference on Engineering Design, Glasgow.
- Pahl, G and Beitz, W. 1984. Engineering design. London: The Design Council.
- Piskurich, G.M. 2000. Rapid Instructional Design, Learning ID fast and Right. San Francisco: Jossey.
- Reigeluth, C.M. 1983. Instructional-Design Theories and Models: An Overview of Their Current Status. Hillsdale. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Reigeluth, C.M. and Frick, T.W. 1999. Formative research: A methodology for creating and improving design theories. In C.M. Reigeluth (Ed.), Instructional design theories and models: Volume II-A new paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Rensselaer School of Engineering. 2005. Core renaissance curriculum. [online]. Available from: <http://www.eng.rpi.edu/soe/academicsugcoreren.cfm> [2008, January 21]
- Richey, R.C. 1986. The theoretical and conceptual bases of instructional design. London: Kogan Page.
- Richey, R.C., Fields, D.C., and Foxon, M. 2001. Instructional Design Competencies: The Standards. Third Edition. New York, USA: Syracuse.
- Richey, R.C. 2005. Validating instructional design and development models. In J.M. Spector and D.A.Wiley (Eds.). Innovations in Instructional Technology: Essays in Honor of M. David Merrill. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Rogers, C.R. 1954. Toward a theory of creativity. ETC: A Review of General Semantics. 11: 249-260.
- Ruggiero, V.R. 1988. Teaching Thinking Across the Curriculum. New York: Harper and Row Publishers.

- Salleh, B.M. 2007. Adopting Problem-based Learning in the Teaching of Engineering Undergraduates: A Malaysian Experience. Proceeding of the International Conference on Engineering Education-ICEE, Coimbra, Portugal, September 2007.
- Sara, M.N. 2008. What is Instructional Design? [online]. Available from: <http://www.coe.uh.edu/courses/cuin6373/whatisid.html> [2008, May 7]
- Seels, B. and Glasgow, Z. 1998. Making instructional design decisions. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill, Prentice-Hall.
- Semprevivo, P.C. 1976. Systems analysis: definition process and design. Chicago: Science Research Associates.
- Seyyed, K. 2005. Engineering Design Process. [Online]. Available from: <http://iisme.org/etp/HS%20Engineering-%20Engineering.pdf> [2008, January 21]
- Sheppard, S. and Jenison, R. 1996. Freshman Engineering Design Experience: an Organizational Framework. International Journal of Engineering Education. [online]. Available from: <http://64.233.179.104/scholar?hl=th&lr=&q=cache:bs1nObIKXqoJ:www-adl.stanford.edu/images/freshdes.pdf+related:bs1nObIKXqoJ:scholar.google.com/> [2008, January 21]
- Smith, K.J. 1991. Problem Solving. California: Brooks/Cole Publishing Company, A Division of Wadsworth, Inc.
- Snider, J.G. and Osgood, C.E. 1969. Semantic Differential Technique: A Sourcebook. Chicago: Aldine.
- Sternberg, R.J. 1997. Intelligence and lifelong learning: What's new and how can we use it? American Psychologist. 52(10): 1134-1139.
- Stouffer, W.B., Jeffrey, S.R. and Michael, G.O. 2004. Making The Strange Familiar: Creativity and the Future of Engineering Education. Proceeding of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright © 2004, American Society for Engineering Education.
- Striegel, A. and Rover, D.T. 2002. Problem-Based Learning in an Introductory computer engineering course. Proceeding of the 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Educational Conference, Boston, November 2002.
- Tennyson, R.D., Schott, F., Seel, N.M. and Dijkstra, S. 1997. Instructional design: international perspectives. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Torrance, E.P. 1962. Guiding creative talent. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Torrance, E.P. 1963. Creativity. Washington, D.C.: National Education Association.
- Torrance, E.P. 1965. Rewarding Creative Behavior. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

- Tracey, M.W. and Richey, R.C. 2007. ID Model Construction and Validation: A Multiple Intelligences Case. Educational Technology Research and Development, 55(4): 369–390.
- Tracey, M.W. 2007. Design and development research: a model validation case. Educational Technology Research and Development. [Online]. Available from: <http://www.springerlink.com/content/h8l0676h13h65444/> [2008, January 21]
- University of Colorado at Boulder, Integrated Teaching and Learning Laboratory. 2005. GEEN 1400: First-year engineering projects. [Online]. Available from : <http://itll.colorado.edu/GEEN1400> [2008, January 21]
- University of Michigan, College of Engineering. 2005. Student projects. [Online]. Available from: <http://www.engin.umich.edu/about/studentprojects> [2008, January 21]
- University of South Australia. 1991. A Distance Education Development Model cited in Aggarwal, A. 2003. Web-based education: learning from experience. Information Science Publishing: Idea Group Inc (IGI).
- Vandebona, U. and Attard, M.M. 2002. A Problem-Based Learning approach in a civil engineering curriculum. World Transactions on Engineering and Technology Education. 1(1): 18–34.
- Vidal, R.V.V. 2009. Creativity for problem solvers. AI&Soc. 23: 409–432.
- Voland, G. 1999. Engineering by design. Reading, Mass: Addison-Wesley.
- Wallas, G. 1949. The Art of thought. London: Watts.
- Weston, C., McAlpine, L. and Bordonaro, T. 1995. A model for understanding formative evaluation in instructional design. Educational Technology Research Development. 43(3): 29–48.
- Wyllys, R.E., University of Texas at Austin. 1999. Web-Based Education. [Online]. Available from : <http://www.ischool.utexas.edu/~wyllys/SAEMaterials/WBEandGSLISrevComplete.pdf> [2008, January 21]
- Zvonov V.S. and Kulagin V.S. 2006. New Technologies in e-learning and Creative Pedagogic in Continuous Engineering Education. Proceedings of the 10th IACEE World Conference on Continuing Engineering Education (WCCEE), Vienna University of Technology, Vienna, Austria.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญสำหรับการประเมินความสอดคล้องของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 27 คน ได้แก่

ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 7 คน ได้แก่

- | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.อรพรรณ พรสีมา | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.ประหยัด จิระวรพงศ์ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.เผชญิ กิจระการ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.สุมาลี ชัยเจริญ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาณี เล็งศรี | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนบนเว็บ จำนวน 7 คน ได้แก่

- | | |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย เทียนทอง | คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.วชิระ อินทร์อุดม | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สังคม ภูมิพันธุ์ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก อีระภูธร | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชัย อีระเรืองไชยศรี | โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข | คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ |

7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐานีย์ ธรรมเมธา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 8 คน ได้แก่

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย นำประเสริฐชัย คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ผลเพิ่ม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑล ศาสนนันท์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรยงค์ รุ่งเรืองด้วยบุญ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นพงษ์ สุดภักดี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิตติศักดิ์ ดียา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
7. อาจารย์ธงชัย โจนันท์สดาล คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
8. อาจารย์ยุทธศักดิ์ รุ่งเรืองพลางกูร คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
ธนบุรี

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 5 คน ได้แก่

1. ศาสตราจารย์ ดร.ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ คณะศิลปกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.นริช สุดสังข์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
4. ดร.วีรพล แสงปัญญา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. ดร.สรวิศ ปานสกุล สถาบันการประชาสัมพันธ์
กรมประชาสัมพันธ์

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหา
เชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขา
วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน ได้แก่

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน ได้แก่

- | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ เรืองสุวรรณ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.วิริยะ อินทร์อุดม | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาณี เล็งศรี | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 2 คน ได้แก่

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ ฉันทศิริวรรณ | คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑลี ศาสนนันท์ | คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ จำนวน 1 คน
ได้แก่

- | | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนานุสรณ์ สถาพรวงศ์ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียน
การสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการ
คิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต ประกอบด้วย
ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 คน ได้แก่

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน จำนวน 3 คน ได้แก่

- | | |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ เรืองสุวรรณ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.วิริยะ อินทร์อุดม | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาณี เล็งศรี | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 3 คน ได้แก่

- | | |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ ฉันทศิริวรรณ | คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑล ศาสนนันท์ | คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสาชล ตั้งเสียมวิสัย | คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สำหรับอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์
- แบบสอบถามเพื่อการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้เชี่ยวชาญ
- แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
- แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
- แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
- แบบประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย
สำหรับอาจารย์สาขาวิศวกรรมศาสตร์

สภาพการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ผู้วิจัย นางสาวฐาปณี สีเฉลียว
 นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
 ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วัฒนสุโขประสิทธิ์

ปีการศึกษา 2551

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับสภาพการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

2. แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ตอนที่ 3 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะในการเรียนรู้การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

3. โปรดตอบแบบสอบถามและส่งคืนทางไปรษณีย์ภายในวันที่ 22 เดือนเมษายน พ.ศ.

2552

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ได้แก่ เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการเรียนรู้และการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

2. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

3. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความไวต่อปัญหาและความสามารถทางการคิดในการแก้ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่างๆ อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ โดยใช้ทักษะการออกแบบและแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจนตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ 1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้ และนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

4. การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางความคิดในการแก้ปัญหาโดยรวมความรู้หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหานั้นๆ โดยใช้ความสามารถทางความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายและแตกต่างไปจากเดิม ตลอดจนการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสมที่สุด โดยเน้นระเบียบวิธีทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการกระทำที่ก่อให้เกิดการออกแบบ การผลิตและการใช้งานสิ่งของหรือกระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีหลักการเชิงเทคนิคและเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ และอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และประสบการณ์ ซึ่งการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้

5. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการทักษะการคิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) ซึ่งเป็น การดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยเน้นความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์

6. เครื่องมือบนเว็บ หมายถึง เครื่องมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ได้แก่ การประชุมทางไกลด้วยเสียง การประชุมทางไกลบนเว็บ การประชุมทางไกลผ่านวิดีโอ หอสนทนา ข้อความสำเร็จรูปทันที กระดานข่าว เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ได้แก่ กระดานอภิปราย ปฏิทิน การเชื่อมโยง จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ประกาศเฉพาะกลุ่ม ผลการสำรวจ การจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่ โปรแกรมบทเรียน สตรีมมิ่งมีเดีย สไลด์ประกอบการบรรยาย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การจัดการเอกสาร ได้แก่ ทรัพยากรห้องสมุด การจัดแบ่งรายวิชาตามเวอร์ชัน การควบคุมและอนุญาตใช้ฐานข้อมูล เป็นต้น

7. กรณีศึกษา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากกรณีหรือเรื่องราวต่างๆ ซึ่งสามารถใช้เรื่องจริงหรือเหตุการณ์สมมุติขึ้นจากความเป็นจริง โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อฝึกให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่หรือเสริมสร้างความรู้ให้กว้างขวางและนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

8. สถานการณ์จำลอง หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากสถานการณ์ปัญหา ซึ่งสามารถใช้สถานการณ์จากเรื่องจริงจากสื่อ สิ่งพิมพ์ เหตุการณ์ที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกคิดตั้งคำถาม หาวิธีอธิบาย คิดหาวิธีแก้ปัญหา ประเมินคุณค่าของการกระทำรวมทั้งสร้างทางเลือกที่หลากหลาย

9. เทคนิคการใช้คำถาม หมายถึง การใช้ขอบเขตของคำถามเพื่อช่วยให้เกิดทักษะการคิด โดยยึดหลัก 5W1H คือ Who What Where When Why และ How

10. เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping) หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้มองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลอย่างมีเหตุผล

11. เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้สมาชิกคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดทั้งของตนเองและผู้อื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และเน้นให้สมาชิกพยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป เพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด

12. เทคนิคการใช้หมวกแห่งความคิด 6 ใบ หมายถึง วิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น 6 แบบ ตามความหมายของสีหมวก ได้แก่ สีขาว แทนความคิดที่เป็นกลาง ไม่มีอคติ สีแดง แทนความคิดที่เป็นความรู้สึกและอารมณ์ต่างๆ ทั้งทางบวกและทางลบ สีดำ แทนความคิดในด้านลบ สีเหลือง แทนความคิดด้านบวก สีเขียว แทนความคิดสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ๆ ที่เป็นไปได้ สีน้ำเงิน แทนการควบคุมกลุ่มให้ดำเนินการคิดไปได้ด้วยดี

13. เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced Relationships Morphological Analysis) หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนหาความสัมพันธ์หรือเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของ 2 สิ่งหรือมากกว่าในแบบที่ไม่เคยนำมารวมกัน ไม่สัมพันธ์กันหรือไม่เคยคาดคิดมาก่อน โดยจัดแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ แล้วโยงความสัมพันธ์ส่วนย่อยเข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นให้ผู้เรียนสังเกตและจินตนาการว่ามีอะไรอีกบ้างที่สามารถนำมารวมกันได้ ซึ่งวิธีการนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีจินตนาการกว้างออกไป และสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

14. เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) หมายถึง วิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิด โดยเน้นให้ผู้เรียนออกแบบหรือประดิษฐ์ผลงานที่สร้างสรรค์ออกมา ซึ่งมีเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ คือ ผลงานที่สร้างขึ้นมา และจะเรียกบุคคลนั้นว่ามีความคิดสร้างสรรค์ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้ผลิตผลงานที่สร้างสรรค์ออกมาอย่างสม่ำเสมอ

15. เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique) หมายถึง วิธีการระดมการแก้ปัญหาที่ช่วยให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากขึ้น โดยกอร์ดอน (Gordon, 1971) ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการระดมสมองบางส่วนแล้วเพิ่มเติมกระบวนการส่วนที่เรียกว่า “ความคิดสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการ” ขึ้นมา ซึ่งวิธีการนี้จะไม่มีการชี้แจงปัญหาอย่างละเอียดล่วงหน้าเหมือนวิธีการระดมสมอง แต่จะให้ปัญหาในลักษณะนามธรรมหรือให้คำถามแนวกว้างๆ ก่อน จากนั้นจึงใช้คำถามเจาะจงและแคบลง

16. กิจกรรมการสร้างเรื่อง (Storyline) หมายถึง วิธีการสอนที่เชื่อมโยงหรือผูกเรื่องให้ต่อเนื่องกันเพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหา ทักษะความคิด ทักษะทางสังคม โดยการผูกเรื่องเป็นตอนๆ (Episode) เรื่องแต่ละตอนประกอบด้วยกิจกรรมย่อยจะต่อเนื่องและมีลำดับเหตุการณ์ (Sequence) โดยการตั้งคำถามหลัก (Key Question) ได้แก่ ที่ไหน ใคร ทำอะไร อย่างไร เป็นตัวเชื่อมการดำเนินเรื่องและมีกิจกรรม (Activity) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาของแต่ละตอนและคำถามหลัก กิจกรรมจะส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเห็นทักษะการคิด การวิเคราะห์ และการร่วมมือกันทำงาน การสอนแบบ Story line เป็นการบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการต่างๆ

ผู้เรียนมีโอกาสได้ใช้ประสบการณ์และความคิดของตนเองอย่างเต็มที่ มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดกัน อภิปรายร่วมกัน และเกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง

17. กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้อง สืบค้น เสาะหา สำนวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย ผู้เรียนจึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เองและเก็บข้อมูลไว้ได้อย่างยาวนาน เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ผู้เรียนสามารถนำมาใช้ได้ทันที

18. กิจกรรมซินเน็คติคส์หรือเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบ (Synectics) หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของ 2 สิ่ง โดยการอุปมาอุปไมย ได้แก่ 1. การอุปมาอุปไมยโดยบุคคล โดยนำเอาตัวผู้เรียนไปเปรียบเทียบกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง 2. การอุปมาอุปไมยโดยตรง เป็นการนำสิ่ง 2 สิ่งมาเปรียบเทียบกับกัน 3. การอุปมาอุปไมยแบบคำคู่ขัดแย้ง การนำคำที่ขัดแย้งมาสร้างเป็นคำใหม่ที่ทำให้ความคิดรวบยอดที่แตกต่างไปจากพื้นฐานความคิดเดิม

19. กิจกรรมการสร้างความรู้ (Constructivist) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยจัดการเรียนสอนเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมาจากประสบการณ์เดิมผนวกกับความรู้ใหม่

20. บล็อก (Blog) หมายถึง เว็บไซต์แบบหนึ่ง que ผู้เรียนสามารถบันทึกการเรียนรู้หรือบทความของตนเองได้ ผู้ที่เข้ามาอ่านบล็อกสามารถวิจารณ์หรือแสดงความคิดเห็นต่อบทความนั้นได้ บล็อกจึงมีอิทธิพลต่อการโน้มน้าวจิตใจผู้อ่านสูงมาก

21. วิกิ (Wiki) หมายถึง เว็บไซต์แบบหนึ่งที่อนุญาตให้ผู้เรียนหรือสมาชิกในกลุ่มสามารถเพิ่มและแก้ไขเนื้อหาพร้อมกันได้ ซึ่งบางครั้งไม่จำเป็นต้องลงทะเบียนเพื่อแก้ไข ตัวอย่างเช่น สารานุกรมออนไลน์ วิกิพีเดีย เป็นต้น

22. สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) หมายถึง เทคโนโลยีสื่อที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับชมหรือฟังสื่ออื่นๆ ได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องรอการดาวน์โหลดข้อมูลทั้งหมดให้เสร็จสิ้นก่อน ตัวอย่างเช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน และเติมค่าลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 30 ปี

30 - 35 ปี

36 - 40 ปี

41 - 45 ปี

46 - 50 ปี

51 - 55 ปี

56 - 60 ปี

มากกว่า 60 ปี

3. วุฒิการศึกษาสูงสุด
- ปริญญาตรี ปริญญาโท
- ปริญญาเอก อื่นๆ (โปรดระบุ)
4. สังกัด สาขาวิชา
- ภาควิชา
- สถาบันการศึกษา
5. ท่านมีประสบการณ์ด้านการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่านเป็นระยะเวลาเท่าใด
- ต่ำกว่า 1 ปี 1 - 3 ปี
- 4 - 6 ปี 7 - 9 ปี
- ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
6. ท่านมีประสบการณ์ด้านการสอนโดยใช้เครื่องมือบนเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานข่าว (Web boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) เป็นต้น ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่านเป็นระยะเวลาเท่าใด
- ไม่มีประสบการณ์ ต่ำกว่า 1 ปี
- 1 - 3 ปี 4 - 6 ปี
- 7 - 9 ปี ตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน และเติมคำลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. ท่านเคยจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่านโดยเน้นแบบใด
- เน้นปฏิบัติ เน้นทฤษฎี
- เน้นทั้งสองแบบ
2. ท่านเคยจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่านตามหลักการเรียนรู้ใด
- การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning)
- การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based learning)
- อื่นๆ ได้แก่
3. ในการสอนรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยแนะนำแหล่งวิทยากรและแหล่งข้อมูลใดให้ผู้เรียนบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์
- ห้องสมุดสถาบันการศึกษา
- แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- อื่นๆ ได้แก่

4. ในการสอนแต่ละคาบการเรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยนำเสนอ
บทเรียนด้วยวิธีการใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ถาม ตอบ
- ให้ข้อมูลเกี่ยวกับบทเรียน
- เล่าเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
- ยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน
- แจกกรณีศึกษา
- นำเสนอสถานการณ์จำลอง
- อื่นๆ ได้แก่

5. ในการสอนแต่ละคาบการเรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยใช้เทคนิคการ
จัดการเรียนรู้ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- เทคนิคการใช้คำถาม (5W1H : Who What Where When Why และ How)
- เทคนิคการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)
- เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming)
- เทคนิคการใช้หมวกแห่งความคิด 6 ใบ
- เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced Relationships Morphological Analysis)
- เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking)
- เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)
- อื่นๆ ได้แก่

6. ในการสรุปการเรียนปลายภาคการศึกษาในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยใช้
วิธีการใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนมา
- ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน
- ให้ผู้เรียนนำเสนอความรู้หรือผลงาน
- อื่นๆ ได้แก่

7. ในการประเมินผลการเรียนรู้ของรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยประเมินผลการ
เรียนรู้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้
- ประเมินจากการสัมภาษณ์ผู้เรียน
- ประเมินจากผลงานของผู้เรียน
- ประเมินการแก้ปัญหาาร่วมกัน
- ประเมินทักษะการคิดโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิด
- อื่นๆ ได้แก่

**ตอนที่ 3 สภาพทั่วไปเกี่ยวกับการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน และเติมคำลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยศึกษาปัญหาที่
เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียน
การสอน ด้วยวิธีการ
 - สำรวจสภาพและปัญหาที่ปรากฏด้วยตนเอง
 - สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ผู้สอน ผู้เรียน เป็นต้น
 - ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - อื่นๆ ได้แก่
- เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน
- จัดลำดับความสำคัญของปัญหาการเรียนการสอน
- เขียนแนวทางในการแก้ปัญหาการเรียนการสอน
- อื่นๆ ได้แก่

2. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่
เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับ
 - บุคลิกภาพของผู้เรียน
 - วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน
 - อื่นๆ ได้แก่
- สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับ
 - พื้นฐานความรู้เดิม
 - ความสามารถในการใช้เว็บเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน
 - ทักษะติดต่อรายวิชานี้
 - แรงจูงใจในการเรียนหรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - อื่นๆ ได้แก่
- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ
 - ระดับสติปัญญาของผู้เรียน โดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน
 - การประเมินคุณภาพของผู้เรียน
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

3. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยวิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ศึกษาคำอธิบายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
- ศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามคำอธิบายวิชา
- ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน
- เลือกเนื้อหาที่จะสอน
- จัดลำดับเนื้อหาวิชาจากง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยากซับซ้อน
- แบ่งเนื้อหาที่จะสอนด้วยวิธีการ
 - แบ่งตามประมวลการเรียนรู้รายวิชา
 - แบ่งตามคำอธิบายรายวิชา
 - แบ่งตามหน่วยการเรียนรู้
 - แบ่งตามหัวข้อ
 - แบ่งเป็นรายคาบการเรียนรู้
 - อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดระยะเวลาในการสอนด้วยวิธีการ
 - กำหนดจำนวนคาบการเรียนรู้ในการสอนแต่ละหน่วยการเรียนรู้
 - กำหนดจำนวนคาบการเรียนรู้ในการสอนแต่ละหัวข้อ
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

4. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ระบุพฤติกรรมของผู้เรียนที่จะเกิดขึ้นหลังการเรียนรู้หรือพฤติกรรมที่คาดหวัง
- กำหนดสถานการณ์ที่จะทำให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่คาดหวังออกมาหลังการเรียนรู้
- กำหนดพฤติกรรมของผู้เรียนที่สามารถสังเกตได้หรือวัดได้
- กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่จะยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้
- เขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยวิธีการ
 - เขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา
 - เขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้
 - เขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของคาบการเรียนรู้
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

5. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ได้แก่
- ใช้กรณีตัวอย่าง
 - ใช้คำถาม (5W1H : Who What Where When Why และ How)
 - ใช้ชุดการสอน
 - ใช้หมวกแห่งความคิด 6 ใบ
 - เขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)
 - กิจกรรมการสร้างเรื่อง (Storyline)
 - กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)
 - กิจกรรมซินเน็คติคส์หรือเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบ (Synectics)
 - กิจกรรมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced Relationships Morphological Analysis)
 - กิจกรรมการสร้างความรู้ (Constructivist)
 - กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เป็นรายกลุ่ม ได้แก่
- กระบวนการกลุ่ม
 - ระดมสมอง (Brain storming)
 - เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)
 - อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการ
- เขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
 - เขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละคาบการเรียนรู้
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

6. ถ้าท่านเคยกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่
- ประชุมทางไกลด้วยเสียง (Audio conferencing)
 - ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing)
 - ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing)
 - ห้องสนทนา (Chat room)

- ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging)
- อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่
 - กระดานข่าว (Web boards)
 - กระดานอภิปราย (Discussion boards)
 - ปฏิทิน (Calendar)
 - การเชื่อมโยง (Links)
 - จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)
 - บล็อก (Blog)
 - วิกี (Wiki)
 - ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements)
 - ผลการสำรวจ (Surveys and polls)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่
 - โปรแกรมบทเรียน (Courseware)
 - สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น
 - สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows)
 - หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสาร ได้แก่
 - ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library)
 - ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database)
 - โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine)
 - จัดแบ่งรายวิชาตามเวอร์ชัน (Version tracking)
 - ควบคุมและอนุญาตใช้ฐานข้อมูล (Control permission-based access)
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

7. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่
 - การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning)
 - การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นหลัก (Project-based learning)
 - อื่นๆ ได้แก่

- ศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้**บนเว็บ** ได้แก่
 - การเรียนการสอนบนเครือข่าย (Web-based Instruction)
 - อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้**ในห้องเรียน**
- กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้**บนเว็บ**
- เขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ ได้แก่
 - การเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
 - การเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียนรู้
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

8. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่าน**เคยกำหนดสื่อการเรียนการสอน**อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สื่อการเรียนการสอน**ในห้องเรียน** ได้แก่
 - เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน
 - ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว
 - สไลด์ประกอบการบรรยาย
 - บัตรคำ
 - ชุดการสอน
 - กรณีตัวอย่าง
 - แบบฝึกหัด
 - บทบาทสมมติ
 - อุปกรณ์ในการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping)
 - อื่นๆ ได้แก่
- สื่อการเรียนการสอน**บนเว็บ** ได้แก่
 - เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน
 - ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ
 - สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ
 - สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น
 - คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แบบออนไลน์
 - บทเรียนบนเครือข่าย (Web-based Instruction)
 - อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดสื่อการเรียนการสอน**ในห้องเรียน**ด้วยวิธีการ
 - ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง
 - ออกแบบด้วยตนเอง และส่งให้ทีมงานผลิตและพัฒนาสื่อดำเนินงานต่อ

- ใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูป
- อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดสื่อการเรียนการสอน**บนเว็บ**ด้วยวิธีการ
 - ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง
 - ออกแบบด้วยตนเอง และส่งให้ทีมงานผลิตและพัฒนาสื่อดำเนินงานต่อ
 - ใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูป
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

9. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่าน**เคย**กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่**ใช้ในห้องเรียน** ได้แก่
 - แบบบันทึกของผู้เรียน
 - แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน
 - แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน
 - แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงาน
 - แบบประเมินแฟ้มสะสมงาน ผลงาน
 - แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ
 - แบบทดสอบความสามารถในการคิด
 - อื่นๆ ได้แก่
- ศึกษาเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่**ใช้บนเว็บ** ได้แก่
 - แบบบันทึกอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) เป็นต้น
 - แบบแสดงความคิดเห็นอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ห้องสนทนา (Chat room) กระดานอภิปราย (Discussion boards) จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) การประชุมทางไกลด้วยเสียง (Audio conferencing) การประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing) การประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing) เป็นต้น
 - แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการสังเกตจากการใช้เครื่องมือเว็บ เช่น อีเมล (E-mail) กระดานข่าว (Webboards) บล็อก (Blog) วิกี (Wiki) เป็นต้น
 - แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) ผลการสำรวจ (Surveys and polls) เป็นต้น

- แบบประเมินแฟ้มสะสมงาน ผลงานอิเล็กทรอนิกส์ (E-Portfolio) โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) ผลการสำรวจ (Surveys and polls) เป็นต้น
- แบบประเมินแฟ้มสะสมงาน ผลงานอิเล็กทรอนิกส์ (E-Portfolio) โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements) ผลการสำรวจ (Surveys and polls) เป็นต้น
- แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจออนไลน์ โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น แบบทดสอบออนไลน์ (Test online)
- แบบทดสอบความสามารถในการคิดออนไลน์ โดยใช้เครื่องมือเว็บ เช่น แบบทดสอบออนไลน์ (Test online)
- อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียนด้วยวิธีการ
 - สร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - ใช้เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้มาตรฐาน เช่น แบบทดสอบมาตรฐาน
 - อื่นๆ ได้แก่
- กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้บนเว็บด้วยวิธีการ
 - สร้างเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง
 - ใช้เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้มาตรฐาน เช่น แบบทดสอบมาตรฐานออนไลน์
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

10. ถ้าท่านผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง ท่านคิดว่าจะทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน อย่างไรบ้าง

- ทดลองใช้เป็นรายบุคคล
- ทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก
- ทดลองใช้ในห้องเรียน
- อื่นๆ ได้แก่

11. ถ้าท่านผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเอง ท่านคิดว่าจะทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนด้วยวิธีการใดบ้าง

- สังเกตผู้เรียน
- สัมภาษณ์ผู้เรียน
- สอบถามผู้เรียน
- ทดสอบผู้เรียน
- บันทึกการทดลองใช้

อื่นๆ ได้แก่

12. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้อย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน
- ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน
- ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน
- อื่นๆ ได้แก่

13. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดการควบคุมการเรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง
- อนุญาตให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามความสนใจของตนเอง
- ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้
- ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้
- อื่นๆ ได้แก่

14. ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน
- สอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน
- ทดสอบความรู้ของผู้เรียนด้วยวิธีการ
 - ใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง
 - ใช้แบบทดสอบมาตรฐาน
 - อื่นๆ ได้แก่
- ประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยวิธีการ
 - ใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง
 - ใช้แบบประเมินผลงานมาตรฐาน
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

15. หลังการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านเคยสรุปปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สังเกตปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน
- บันทึกปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- สรุปปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้น
- เขียนข้อเสนอแนะ แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนในครั้งต่อไป

อื่นๆ ได้แก่

16. ถ้าท่านจะจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่าน**คิดว่า**จะจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บเป็นสัดส่วนเท่าไร

- การเรียนการสอนในห้องเรียน 50 % การเรียนการสอนบนเว็บ 50 %
- การเรียนการสอนในห้องเรียน 60 % การเรียนการสอนบนเว็บ 40 %
- การเรียนการสอนในห้องเรียน 70 % การเรียนการสอนบนเว็บ 30 %
- การเรียนการสอนในห้องเรียน 80 % การเรียนการสอนบนเว็บ 20 %
- อื่นๆ ได้แก่

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการสอนตามแนวความคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ลงในช่องว่างตามระดับความเป็นจริง ดังนี้

1. ถ้าท่านจะจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่าน**คิดว่า**จะจัดการเรียนการสอนอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1.1 ท่านจะกำหนดปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ที่สอดคล้องกับปัญหาในปัจจุบันในลักษณะใดบ้าง

- กรณีศึกษา
- สถานการณ์จำลอง
- อื่นๆ ได้แก่

1.2 ท่านจะอธิบายปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างไรบ้าง

- แจกกรณีหรือสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้อ่าน
- เล่าปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ฟัง
- นำเสนอวีดิทัศน์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ดู
- นำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ให้ศึกษา
- อื่นๆ ได้แก่

1.3 ท่านจะให้ผู้เรียนค้นหาและรวบรวมข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลใดบ้าง

- ฐานข้อมูลทางวิศวกรรมศาสตร์
- ห้องสมุดสถาบันการศึกษา
- แหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
- อื่นๆ ได้แก่

1.4 ท่านจะให้ผู้เรียนสร้างต้นแบบ (Prototype) เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ตามที่ได้ออกแบบไว้หรือไม่

- สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ
- ไม่สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบ

อื่นๆ ได้แก่

1.5 ท่านจะให้ผู้เรียนเขียนเอกสารการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์ในรูปแบบใดบ้าง

- รูปเล่มรายงาน
 เอกสารอิเล็กทรอนิกส์
 อื่นๆ ได้แก่

1.6 ท่านจะให้ผู้เรียนนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาวิศวกรรมศาสตร์อย่างไรบ้าง

- นำเสนอหน้าชั้นเรียน
 นำเสนอบนเว็บ
 จัดทำโปสเตอร์เสนอผลงาน
 จัดนิทรรศการเสนอผลงาน
 อื่นๆ ได้แก่

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ลงในช่องว่างตามระดับความเป็นจริง ดังนี้

1. ถ้าท่านจะวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่า จะศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับ
- บุคลิกภาพของผู้เรียน
 - วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน
 - อื่นๆ ได้แก่
- สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับ
- พื้นฐานความรู้เดิม
 - ความสามารถในการใช้เว็บเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน
 - ทักษะคิดต่อรายวิชานี้
 - แรงจูงใจในการเรียนหรือแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์
 - อื่นๆ ได้แก่
- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ
- ระดับสติปัญญาของผู้เรียน โดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน
 - การประเมินคุณภาพของผู้เรียน
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

2. ถ้าท่านจะจัดสถานที่เรียนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่าจะจัดสถานที่เรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- จัดห้องเรียนเน้นการบรรยาย
- จัดห้องปฏิบัติการเน้นการทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น
- อื่นๆ

3. ถ้าท่านจะจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่าจะจัดเตรียมสื่อหรืออุปกรณ์การเรียนการสอนใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- สื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่
 - เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน
 - ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว
 - สไลด์ประกอบการบรรยาย
 - บัตรคำ
 - ชุดการสอน
 - กรณีตัวอย่าง
 - แบบฝึกหัด
 - บทบาทสมมติ
 - อุปกรณ์ในการเขียนแผนผังทางปัญญา (Mind Mapping)
 - อื่นๆ ได้แก่
- สื่อการเรียนการสอนบนเว็บ ได้แก่
 - เอกสาร หนังสือและตำราอิเล็กทรอนิกส์ประกอบการเรียน
 - ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่นำเสนอบนเว็บ
 - สไลด์ประกอบการบรรยายบนเว็บ
 - สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วิดีทัศน์ (Video clips) เป็นต้น
 - คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แบบออนไลน์
 - บทเรียนบนเครือข่าย (Web-based Instruction)
 - อื่นๆ ได้แก่

4. ถ้าท่านจะเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่าจะเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง
- ออกแบบด้วยตนเอง และส่งให้ทีมงานผลิตและพัฒนาสื่อดำเนินงานต่อ
- เลือกใช้สื่อการเรียนการสอนสำเร็จรูป
- อื่นๆ ได้แก่

5. ถ้าท่าน**จะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้**เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่าน**คิดว่า**จะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้**อย่างไรบ้าง** (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- เล่าประวัติของบุคคลที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์
- เล่าประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน
- ยกตัวอย่างปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์เป็นคำถามนำในการเรียน
- ยกตัวอย่างผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ได้รับรางวัลเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
- ยกตัวอย่างการนำความรู้ทางวิศวกรรมศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาจริง
- อื่นๆ

6. ถ้าท่าน**จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน**เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ท่าน**คิดว่า**จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอน**อย่างไรบ้าง** (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียน**เป็นรายบุคคล**ด้วยวิธีการ
 - ใช้กรณีตัวอย่าง
 - ใช้คำถาม (5W1H : Who What Where When Why และ How)
 - ใช้ชุดการสอน
 - ใช้หมวกแห่งความคิด 6 ใบ
 - เขียนแผนผังทางปัญญา (Mind mapping)
 - กิจกรรมการสร้างเรื่อง (Storyline)
 - กิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)
 - กิจกรรมซินเน็คติคส์หรือเชื่อมโยงสัมพันธ์โดยการเปรียบเทียบ (Synnectics)
 - กิจกรรมวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced Relationships Morphological Analysis)
 - กิจกรรมการสร้างความรู้ (Constructivist)
 - กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking)
 - อื่นๆ ได้แก่
- จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียน**เป็นรายกลุ่ม**ด้วยวิธีการ
 - กระบวนการกลุ่ม
 - ระดมสมอง (Brain storming)
 - เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)
 - อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

7. ถ้าท่านจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ท่านคิดว่าจะใช้เครื่องมือเว็บในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ใช้เครื่องมือในมิติประสานเวลา (Synchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่
- ประชุมทางไกลด้วยเสียง (Audio conferencing)
 - ประชุมทางไกลบนเว็บ (Web conferencing)
 - ประชุมทางไกลผ่านวีดิทัศน์ (Video conferencing)
 - ห้องสนทนา (Chat room)
 - ข้อความสำเร็จรูปทันที (Instant messaging)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในมิติต่างเวลา (Asynchronous tools) ในการสนับสนุนการมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน ได้แก่
- กระดานข่าว (Web boards)
 - กระดานอภิปราย (Discussion boards)
 - ปฏิทิน (Calendar)
 - การเชื่อมโยง (Links)
 - จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)
 - บล็อก (Blog)
 - วิกิ (Wiki)
 - ประกาศเฉพาะกลุ่ม (Group announcements)
 - ผลการสำรวจ (Surveys and polls)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในการจัดการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ได้แก่
- โปรแกรมบทเรียน (Courseware)
 - สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media) เช่น แอนิเมชัน (Animation) เสียง (Audio clips) วีดิทัศน์ (Video clips) เป็นต้น
 - สไลด์ประกอบการบรรยาย (Narrated slideshows)
 - หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-books)
 - อื่นๆ ได้แก่
- ใช้เครื่องมือในการจัดการเอกสารด้วยวิธีการ
- ค้นหาข้อมูลจากทรัพยากรห้องสมุด (Resource library)
 - ค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database)
 - โปรแกรมค้นหาข้อมูล (Search engine)
 - จัดแบ่งรายวิชาตามเวอร์ชัน (Version tracking)

- ควบคุมและอนุญาตใช้ฐานข้อมูล (Control permission-based access)
- อื่นๆ ได้แก่
- อื่นๆ ได้แก่

8. ถ้าท่านจะจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน 1 ภาคการศึกษา ท่านคิดว่า จะกำหนดระยะเวลาในการเรียนจำนวนกี่คาบการเรียน

- ประมาณ 10 - 15 คาบการเรียน
- ประมาณ 15 - 20 คาบการเรียน
- ประมาณ 20 - 25 คาบการเรียน
- ประมาณ 25 - 30 คาบการเรียน
- อื่นๆ ได้แก่

9. ถ้าท่านจะจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ท่านคิดว่า จะกำหนดระยะเวลาในการสอนจำนวนกี่สัปดาห์

- ประมาณ 6 - 8 สัปดาห์
- ประมาณ 8 - 10 สัปดาห์
- ประมาณ 10 - 12 สัปดาห์
- ประมาณ 12 - 14 สัปดาห์
- อื่นๆ ได้แก่

10. ถ้าท่านจะนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่า จะจัดกลุ่มอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- กลุ่ม 2 คน (Pair Group)
- กลุ่ม 3 คน (Triad Group)
- กลุ่มย่อยระดมสมอง 3 - 4 คน (Buzz Group)
- กลุ่มเล็ก 5 - 6 คน (Small Group)
- กลุ่มใหญ่ 15 - 30 คน (Large Group)
- กลุ่มไขว้ จัดกลุ่ม 2 ชั้นตอน (Cross - Over Group)
- กลุ่มแบ่งย่อย จัดกลุ่ม 3 - 4 กลุ่ม (Subgroup)
- กลุ่มพีระมิต จาก 2 - 4 คน ทวีขึ้นไปเรื่อยๆ (Pyramid)
- อื่นๆ ได้แก่

11. ถ้าท่านจะเสริมแรงหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่า จะใช้การเสริมแรงผู้เรียนอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ให้ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของตนเองได้ทันที
- ให้คะแนน
- ให้รางวัลหรือคำชมเชย
- ประกาศยกย่องชมเชย

อื่นๆ ได้แก่

12. ถ้าท่านจะทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่าจะใช้เครื่องมือใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง
โปรดให้เหตุผล

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน
โปรดให้เหตุผล

อื่นๆ

13. ถ้าท่านจะประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ของท่าน ท่านคิดว่าจะใช้เครื่องมือใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง
โปรดให้เหตุผล

แบบประเมินผลงานมาตรฐาน
โปรดให้เหตุผล

อื่นๆ

14. จากประสบการณ์การสอนของท่าน ท่านคิดว่านิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ส่วนใหญ่มีลักษณะการเรียนรู้อย่างไร

ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและสังเกต ไตร่ตรอง มักจะพิจารณาประสบการณ์เชิงรูปธรรมด้วยการคิดหลายๆ ด้านและสรุปความคิดที่มีรายละเอียดซับซ้อน ชอบจินตนาการและชอบแก้ปัญหาด้วยการคิดเป็นกลุ่ม

ชอบเรียนรู้และคิดเชิงนามธรรมและสังเกต ไตร่ตรอง สามารถสร้างทฤษฎีหรือหลักการจากสิ่งที่สังเกตเห็นได้ ชอบรวบรวมข้อมูลอย่างกว้างขวางจากแหล่งต่างๆ แล้วนำมาคิดสรุปด้วยเหตุด้วยผล

ชอบเรียนรู้และคิดเชิงนามธรรมและทดลอง ปฏิบัติ มักจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการกระทำหรือฝึกปฏิบัติเกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวคิด

ชอบเรียนรู้จากประสบการณ์จริงเชิงรูปธรรมและทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติจริงในสถานการณ์ที่ท้าทายใหม่ๆ แต่ในการแก้ปัญหาต่างๆ มักจะเน้นการหาข้อมูลจากบุคคลอื่นๆ มากกว่าการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ชอบเรียนรู้แบบคิดไปทำไป

อื่นๆ (โปรดระบุ)

**ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตาม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ใน
รายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ดังนี้

1. ท่านมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับ**สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ**ในการเรียนการ
สอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไรบ้าง

สภาพปัจจุบัน

.....
.....
.....

ปัญหา

.....
.....
.....

ความต้องการ

.....
.....
.....

อื่นๆ

.....
.....
.....

กรุณาส่งแบบสอบถามคืนภายในวันที่ 22 เดือนเมษายน พ.ศ.2552

ขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง
นางสาวธัญญาณี สีเฉลียว
ผู้วิจัย

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย
สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

**รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา
สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

ผู้วิจัย นางสาวฐาปนี สีเฉลียว
นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วัฒนสุโขประสิทธิ์

ปีการศึกษา 2552

คำชี้แจง

- แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
- แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม
 - ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
- โปรดตอบแบบสอบถามและส่งคืนภายในวันที่ 9 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

- รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง แบบแผนการออกแบบการเรียนการสอนที่ได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระบบ มีการเชื่อมโยงสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันระหว่างองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและบนเว็บที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ได้แก่ เนื้อหาวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน บทบาทของอาจารย์ผู้สอนและบทบาทของนิสิตนักศึกษา กิจกรรมการเรียนการสอน

ระยะเวลาในการจัดการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนหรือทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม การเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะการคิด เพื่อแสดงแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผ่านขั้นตอนหลักของการดำเนินการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ 1. การวิเคราะห์ 2. การออกแบบ 3. การผลิตและพัฒนา 4. การจัดการเรียนการสอน 5. การประเมินผล 6. การควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีหลักการเรียนรู้และการสอนตามแนวคิดการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับการพิสูจน์ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้

2. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

3. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หมายถึง ความไวต่อปัญหาและความสามารถทางการคิดในการแก้ปัญหาหรือเหตุการณ์ต่างๆ อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ โดยใช้ทักษะการออกแบบและแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งแสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจนตามกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ 1. สามารถระบุปัญหาหรือให้คำจำกัดความของปัญหาได้ 2. สามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ 3. สามารถเขียนวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ 4. สามารถวิเคราะห์แต่ละวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ 5. สามารถประเมินวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 6. สามารถสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด 7. สามารถประเมินขั้นตอนหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ 8. สามารถปรับปรุงพัฒนาภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาด 9. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ 10. สามารถเขียนและบรรยายวิธีการแก้ปัญหาได้ และนิสิตนักศึกษาสามารถผสมผสานความคิดให้เกิดเป็นสิ่งที่แปลกใหม่ มีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้

4. การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการทักษะการคิด หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามหลักการการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิด (Thinking-Based Instruction) ซึ่งเป็นการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ วิธีการและเทคนิคการสอนต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสามารถทางการคิดที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมหรือเป็นรูปธรรมที่สามารถบ่งบอกการกระทำของการคิดนั้นๆ ได้อย่างชัดเจน โดยเน้นความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์

5. เทคนิคการสอนให้คิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) หมายถึง วิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิด โดยเน้นให้ผู้เรียนออกแบบหรือประดิษฐ์ผลงานที่สร้างสรรค์ออกมา ซึ่งมีเกณฑ์การวัดความคิดสร้างสรรค์ คือ ผลงานที่สร้างขึ้นมา และจะเรียกบุคคลนั้นว่ามีความคิดสร้างสรรค์ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้ผลิตผลงานที่สร้างสรรค์ออกมาอย่างสม่ำเสมอ

6. เทคนิคการใช้คำถาม หมายถึง การใช้ขอบเขตของคำถามเพื่อช่วยให้เกิดทักษะการคิด โดยยึดหลัก 5W1H คือ Who What Where When Why และ How

7. เทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) หมายถึง วิธีการที่ช่วยให้สมาชิกคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดทั้งของตนเองและผู้อื่น ทั้งนี้เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้สมาชิกได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ และเน้นให้สมาชิกพยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป เพื่อให้ได้คำตอบมากที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ชื่อ - นามสกุล

ตำแหน่ง

สังกัด สาขาวิชา

ภาควิชา

คณะ

สถาบันการศึกษา

เบอร์โทรศัพท์

อีเมล

ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา

วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตและการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าองค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ที่ระบุไว้ในคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัยหรือไม่ และโปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

ค่าคะแนน

ความหมาย

- +1 เมื่อ**แน่ใจ**ว่าการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต **มี**รูปแบบที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
- 0 เมื่อ**ไม่แน่ใจ**ว่าการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต **มี**รูปแบบที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
- 1 เมื่อ**แน่ใจ**ว่าการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต **ไม่มี**รูปแบบที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

1. จากการสอบถามความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนสาขาวิศวกรรมศาสตร์เกี่ยวกับการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตโดยทั่วไปตั้งเอกสารประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการตอบ และให้ท่านพิจารณาว่า การวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มีความเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ ในระดับใด และโปรดแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขปรับปรุง
		+1	0	-1	
องค์ประกอบที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)					
1	ศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย				
	1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับสภาพ ปัญหาและความต้องการของการเรียนการสอนโดยสอบถามผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจารย์ผู้สอน ผู้เรียน เป็นต้น				
	1.2 เขียนปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน				
	1.3 จัดลำดับความสำคัญของปัญหาการเรียนการสอน				
ท่านคิดว่าควรศึกษาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์					
.....					
.....					
.....					
2	ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย				
	2.1 สังเกตลักษณะของผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน				
	2.2 สอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้เดิม				
	2.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับสติปัญญาของผู้เรียนโดยแยกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน				

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
	ท่านคิดว่าควรศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์				
3	วิเคราะห์เนื้อหาวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ก่อน การวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย				
	3.1 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอน				
	3.2 ศึกษาคำอธิบายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต				
	3.3 เลือกเนื้อหาที่จะสอน				
	การแบ่งเนื้อหาที่จะสอนโดยแบ่งตามหัวข้อ				
	กำหนดระยะเวลาในการสอนโดยกำหนดจำนวนคาบการเรียนในการสอนแต่ละหัวข้อ				
	ท่านคิดว่าควรวิเคราะห์เนื้อหาวิชาก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์				
องค์ประกอบที่ 2 การวางแผนและการออกแบบ (Planning and design)					
4	กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ว่าพฤติกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้				
	วิธีการเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้โดยการเขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของรายวิชา				

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
	ท่านคิดว่า ควรกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะ เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์				
5	กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อนการวางแผนการ สอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยศึกษาการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการเรียนเป็นรายบุคคล ได้แก่ 5.1 ใช้กรณีตัวอย่าง 5.2 ใช้คำถาม (5W1H : Who What Where When Why และ How) 5.3 กิจกรรมการคิดประดิษฐ์ (Inventive Thinking) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อสนับสนุนการ เรียนเป็นรายกลุ่ม ได้แก่ ระดมสมอง (Brain storming) วิธีการ กำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอน โดย เขียนรายละเอียดขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอนใน แต่ละคาบการเรียน				
	ท่านคิดว่า ควรกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะ เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์				

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการ พิจารณา			ข้อเสนอ แนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
6	กำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โดยศึกษาวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน ได้แก่ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based learning)				
	การกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ในห้องเรียน				
	การเขียนวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ ได้แก่ การเขียนรายละเอียดขั้นตอนของการสอนในแต่ละคาบการเรียน				
<p>ท่านคิดว่าควรกำหนดวิธีการสอนตามหลักการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>					
7	การกำหนดสัดส่วนของจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและบนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน 80 % บนเว็บ 20 %				
<p>ท่านคิดว่าควรกำหนดสัดส่วนของจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนและ บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์อย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>					
8	การกำหนดสื่อการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยศึกษาสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน ได้แก่				
	8.1 เอกสาร หนังสือและตำราประกอบการเรียน				
	8.2 สไลด์ประกอบการบรรยาย				
	8.3 แบบฝึกหัด				

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการ พิจารณา			ข้อเสนอ แนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
8	วิธีการกำหนดสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน โดย ออกแบบ ผลิตและพัฒนาด้วยตนเอง				
ท่านคิดว่าควรกำหนดสื่อการเรียนการสอนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตาม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์					
องค์ประกอบที่ 3 การผลิตและพัฒนา (Construct and Development)					
9	การกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อน การวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยศึกษา เครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในห้องเรียน ได้แก่				
	9.1 แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ				
	9.2 แบบประเมินผลงาน โครงการหรือโครงงาน				
	9.3 แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน				
	กำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ใน ห้องเรียนด้วยวิธีการสร้างเครื่องมือในการประเมินผลการ เรียนรู้ด้วยตนเอง				
ท่านคิดว่าควรกำหนดเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนใน รายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิด สร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย					

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
องค์ประกอบที่ 4 การทดสอบและพิสูจน์ข้อเท็จจริง (Testing and Verification)					
10	การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลัง การผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยทดลองใช้ใน ห้องเรียน				
ท่านคิดว่าควรทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการ สอนอย่างไร					
11	วิธีการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน หลังการผลิตสื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองโดย 11.1 ทดสอบผู้เรียน 11.2 สังเกตผู้เรียน 11.3 สอบถามผู้เรียน				
ท่านคิดว่าควรทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนหลังการผลิตสื่อการเรียนการ สอนด้วยวิธีการใด					
องค์ประกอบที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)					
12	การกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวาง แผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย 12.1 ประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียน 12.2 ประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างเรียน 12.3 ประเมินผลการเรียนรู้ก่อนเรียน				
ท่านคิดว่าควรกำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตาม หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทาง วิศวกรรมศาสตร์					

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการพิจารณา			ข้อเสนอแนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
องค์ประกอบที่ 6 การควบคุม ตรวจสอบและติดตามการเรียน (Monitoring)					
13	การกำหนดการควบคุมการเรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย				
	13.1 ผู้เรียนต้องศึกษาเนื้อหาตามที่ท่านกำหนดไว้				
	13.2 ผู้เรียนต้องเข้าร่วมกิจกรรมตามที่ท่านกำหนดไว้				
	13.3 อนุญาตให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสนใจของตนเอง				
ท่านคิดว่าควรกำหนดการควบคุมการเรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์					
.....					
.....					
.....					
14	การกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน				
	วิธีการทดสอบความรู้ของผู้เรียนใช้แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง				
	วิธีการประเมินผลงานของผู้เรียนใช้แบบประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยอาจารย์เอง				
ท่านคิดว่าควรกำหนดการตรวจสอบและติดตามการเรียนก่อนการวางแผนการสอนในรายวิชาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตอย่างไร จึงจะเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์					
.....					
.....					
.....					

ข้อ	องค์ประกอบของการวางแผนการสอนในรายวิชา วิศวกรรมศาสตร์ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	ผลการ พิจารณา			ข้อเสนอ แนะเพื่อ การแก้ไข ปรับปรุง
		+1	0	-1	
องค์ประกอบที่ 7 ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)					
15	การสรุปปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียน การสอนหลังการสอนในรายวิชาวิศวกรรมศาสตร์โดย สังเกตปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น				
	สรุปปัญหาอุปสรรคหรือข้อสังเกตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น				
	สอบถามผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน				
ท่านคิดว่าควรสรุปปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนหลังการสอนใน รายวิชาวิศวกรรมศาสตร์อย่างไร					

กรุณาส่งแบบสอบถามคืนภายในวันที่ 9 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552

(ลงชื่อ) ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง
นางสาวธัญญาณี สีเฉลียว
ผู้วิจัย



**แบบทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
สำหรับนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

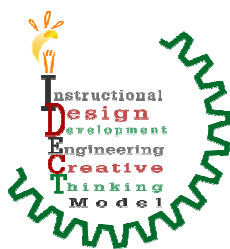
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต **ก่อนเรียน**
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 2 หน้า 12 ข้อ ให้ตอบทุกข้อ กำหนดเวลา 90 นาที คะแนนเต็ม 40 คะแนน
3. อ่านสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่แนบมาอย่างละเอียด
4. อ่านสถานการณ์ปัญหาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์แล้ว ตอบโจทย์ต่อไปนี้ **โดยอ้างอิงความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเอง**

โจทย์คำถาม

1. บอกขอบข่ายของปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์หรือการออกแบบมาจำนวน 2 ประเด็น (2 คะแนน)
2. บอกสาเหตุของการเกิดปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ (2 คะแนน)
3. บอกโครงสร้างของข้อมูลหรือหัวข้อเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาตามประเด็นปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบ (2 คะแนน)
4. ท่านคิดว่าจะแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ได้กี่วิธี **อธิบายรายละเอียดวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบ (4 คะแนน)**
5. อธิบายเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่าง จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ในข้อ 4 ที่เป็นไปได้ ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ และให้เหตุผลประกอบการเปรียบเทียบดังกล่าว (4 คะแนน)
6. ท่านคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ใดในข้อ 4 ที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด ในสถานการณ์ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ตามที่กำหนดให้ และให้เหตุผลประกอบการเลือกวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว (4 คะแนน)

7. ถ้าท่านต้องสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) เพื่อทดสอบวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 6 ท่านจะสร้างอย่างไร อธิบายขั้นตอนการสร้างต้นแบบ (Prototype) หรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)
8. อธิบายขั้นตอนการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 7 และให้เหตุผลประกอบการสร้างต้นแบบดังกล่าว (2 คะแนน)
9. ท่านคิดว่าการทำงานของต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ในข้อ 8 มีจุดเด่น จุดด้อยอย่างไร (4 คะแนน)
10. ในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการสร้างต้นแบบหรือสร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ ท่านคิดว่าวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบภายใต้การควบคุมข้อผิดพลาดอย่างไร อธิบายขั้นตอนการปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว และให้เหตุผลประกอบวางแผนปรับปรุงพัฒนาต้นแบบดังกล่าว (4 คะแนน)
11. ท่านคิดว่าจะนำต้นแบบ (Prototype) หรือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ (Simulation) ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด อธิบายวิธีการประยุกต์ใช้ และยกตัวอย่างประกอบ (4 คะแนน)
12. ถ้าท่านต้องนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์ ท่านคิดว่าจะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างไรให้มีประสิทธิภาพ (4 คะแนน)



**แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
(สำหรับผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์)**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต
2. แบบประเมินฉบับนี้มีจำนวนทั้งหมด 9 หน้า 37 ข้อ ให้ตอบทุกข้อ
3. แบบประเมินฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
 - ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมิน
 - ตอนที่ 2 ประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้ ตรวจสอบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์อย่างละเอียด
4. ตรวจสอบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวแล้ว พิจารณาว่าผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว ออกแบบครอบคลุมเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ อย่างไร
5. ให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้

คำจำกัดความที่ใช้ในการประเมิน

ผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ หมายถึง ผลงานที่เกิดจากความสามารถทางความคิดและการกระทำ โดยผสมผสานองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หลักการเชิงเทคนิคและประสบการณ์ ที่มีระเบียบแบบแผน ถูกต้องและเชื่อถือได้ เพื่อออกแบบ ผลิตผลงานและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งคุณภาพของผลงานดังกล่าวมีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงความพอใจความคิดและการกระทำของตน จนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและคิดได้เองไปจนถึงการค้นพบทฤษฎี หลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 มิติ และ 7 มโนทัศน์ ดังนี้

1. มิตินวภาพ (Novelty) พิจารณาจากกระบวนการใหม่ วิธีการใหม่ วัสดุใหม่หรือมโนทัศน์ใหม่ รวมทั้งการมีอิทธิพลต่อการสร้างผลงานของตนเองและผู้อื่นที่เป็นงานลักษณะเดียวกันในอนาคต ซึ่งประกอบด้วย 2 มโนทัศน์ ดังนี้

1.1 ความคิดริเริ่ม เป็นผลงานการสร้างสรรคที่ไม่เหมือนกับผลงานการสร้างสรรคทั่วไปหรือไม่ซ้ำกับผลงานการสร้างสรรคของผู้อื่นที่มีอายุ ประสบการณ์หรือได้รับการฝึกใกล้เคียงกัน

1.2 ความน่าประหลาดใจ เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความประหลาดใจ ไม่คาดหวังว่าจะพบเห็นงานลักษณะนี้

2. มติการแก้ปัญหา (Resolution) พิจารณาจากระดับความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมตามสถานการณ์ปัญหาของผลงานการสร้างสรรค์นั้น ซึ่งประกอบด้วย 3 มโนทัศน์ ดังนี้

2.1 การมีคุณค่า เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่มีคุณค่าต่อผู้พบเห็นหรือผู้ใช้ ตามเกณฑ์ของความต้องการทางด้านกายภาพ ด้านจิตวิทยาและด้านการดำรงชีวิต

2.2 ความสมเหตุสมผล เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่สร้างด้วยวิธีการที่เหมาะสมและสมเหตุสมผล

2.3 การใช้ประโยชน์ เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในทางปฏิบัติ

3. มติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration and Synthesis) พิจารณาจากความสมบูรณ์ ความซับซ้อน ความประณีต น่าดู แสดงถึงฝีมือและความชำนาญพร้อมทั้งสื่อความหมายได้ ซึ่งประกอบด้วย 2 มโนทัศน์ ดังนี้

3.1 การจัดส่วนประกอบ เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่มีการจัดส่วนประกอบเป็นรูปเป็นร่างที่สมบูรณ์แบบและมีความเป็นหนึ่งเดียวกัน

3.2 การเป็นที่เข้าใจได้ เป็นผลงานการสร้างสรรค์ที่ผู้พบเห็นหรือผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและชัดเจน

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์
คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ชื่อ - นามสกุล

ตำแหน่ง

สังกัด สาขาวิชา

ภาควิชา

คณะ

สถาบันการศึกษา

เบอร์โทรศัพท์

อีเมลล์

ตอนที่ 2 ประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้

การแปลผลการประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ตามคำคุณศัพท์ที่กำหนดให้ มีดังนี้

ค่าคะแนน	ความหมาย
1.00 - 1.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ น้อยที่สุด
2.00 - 2.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ น้อย
3.00 - 3.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ ค่อนข้างน้อย
4.00 - 4.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ ปานกลาง
5.00 - 5.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ ค่อนข้างมาก
6.00 - 6.99	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ มาก
7.00	ลักษณะผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ในมโนทัศน์นั้นอยู่ในระดับ มากที่สุด

ตัวอย่างการให้คะแนนการพิจารณาแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา							ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	1	
มิตินวภาพ (Novelty)									
มโนทัศน์ด้านความคิดริเริ่ม (Original)									
1.	Fresh (ความคิดใหม่)			✓					Over used (ความคิดเก่า)

จากการให้คะแนนการพิจารณาข้างต้น แปลผลแบบประเมินผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ว่า “ลักษณะผลงานการสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับคำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมโนทัศน์ (ความคิดใหม่: Fresh) **ค่อนข้างมาก**”

ได้ **5** คะแนน

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นมีลักษณะตรงหรือใกล้เคียงกับ คำคุณศัพท์ในแบบประเมินแต่ละมิติที่ระบุไว้ในคำจำกัดความที่ใช้ในการประเมินในระดับใด และโปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน และโปรดแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ให้สมบูรณ์นั้น

ข้อมูลของผู้สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์

หมายเลขของผลงานสร้างสรรค์

ชื่อ-นามสกุล ผู้สร้างสรรค์ผลงาน

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์								
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา						ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	
มิตินวภาพ (Novelty)								
มิติต้นด้านความคิดริเริ่ม (Original)								
1.	ความคิดใหม่ (Fresh)							ความคิดเก่า (Over used)
2.	เป็นสิ่งใหม่ (Novel)							เป็นสิ่งที่คาดการณ์ได้ (Predictable)
3.	ความคิดแปลก ประหลาด (Unusual)							ความคิดแบบเดิม (Usual)
4.	มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว (Unique)							สามัญทั่วไป (Ordinary)
5.	เป็นต้นแบบ (Original)							ประเพณีนิยม (ทั่วไป) (Conventional)
ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีมิติต้นด้านความคิดริเริ่ม (Original) สมบูรณ์ขึ้น								
.....								
.....								
.....								
.....								

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์								
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา						ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	
มิตินวภาพ (Novelty)								
มโนทัศน์ด้านความประหลาดใจ (Surprising)								
1.	น่าประหลาดใจ (Surprising)							เหมือนที่เคยเป็นมา, น่าเบื่อ,เก่า (Stale)
2.	น่าประหลาดใจ (Surprising)							เหมือนที่เคยเป็นมา (Customary)
3.	น่าประหลาดใจ, อัศจรรย์ใจ (Astonishing)							ความคิดซ้ำซาก (Commonplace)
4.	น่าทึ่ง (Shocking)							ล้าสมัย (Old fashioned)
5.	น่าประหลาดใจ, อัศจรรย์ใจ (Astounding)							ซ้ำซาก ธรรมดา สามัญ (Common)
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มโนทัศน์ด้านความประหลาดใจ (Surprising) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>								
มิติการแก้ปัญหา (Resolution)								
มโนทัศน์ด้านการมีคุณค่า (Valuable)								
1.	มีคุณค่า (Valuable)							ไม่มีคุณค่า (Worthless)
2.	มีความสำคัญ (Important)							ไม่มีความสำคัญ (Unimportant)
3.	มีความหมาย (Significant)							ไม่มีความหมาย (Insignificant)
4.	มีสาระสำคัญ (Essential)							ไม่มีสาระสำคัญ (Inessential)
5.	เป็นสิ่งจำเป็น (Necessary)							ไม่เป็นสิ่งจำเป็น (Unnecessary)

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา							ระดับน้อยที่สุด
		7	6	5	4	3	2	1	
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีนวัตกรรมด้านกรรมมีคุณค่า (Valuable) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									
<p>มิติการแก้ปัญหา (Resolution)</p> <p>นวัตกรรมด้านความสมเหตุสมผล (Logical)</p>									
1.	ใช้วิธีการสมเหตุสมผล (Logical)								ใช้วิธีการไม่สมเหตุสมผล (Illogical)
2.	ดูสมเหตุสมผล (Makes sense)								ไม่สมเหตุสมผล (Senseless)
3.	ตรงกับปัญหา, ตรงประเด็น (Relevant)								ไม่ตรงกับปัญหา, ไม่ตรงประเด็น (Irrelevant)
4.	ใช้วิธีการอย่างเหมาะสม (Appropriate)								ใช้วิธีการไม่เหมาะสม (Inappropriate)
5.	ใช้วิธีการอย่างเพียงพอ (Adequate)								ใช้วิธีการไม่เพียงพอ (Inadequate)
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีนวัตกรรมด้านความสมเหตุสมผล (Logical) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา						ระดับน้อยที่สุด	
		7	6	5	4	3	2		1
มิตินการแก้ปัญหา (Resolution)									
มโนทัศน์ด้านการใช้ประโยชน์ (Useful)									
1.	ใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Effective)								ใช้ประโยชน์ไม่ได้ (Ineffective)
2.	ใช้ประโยชน์ได้ (Functional)								ใช้ประโยชน์ไม่ได้ (Non functional)
3.	สามารถใช้งานได้ (Operable)								ไม่สามารถใช้งานได้ (Inoperable)
4.	มีประโยชน์ (Useful)								ไม่มีประโยชน์ (Useless)
5.	สามารถใช้งานได้ (Workable)								ไม่สามารถใช้งานได้ (Unworkable)
ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มโนทัศน์ด้านความประหลาดใจ (Surprising) สมบูรณ์ขึ้น									
มิตินการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis)									
มโนทัศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ (Organic)									
1.	เป็นระเบียบ (Ordered)								ไม่เป็นระเบียบ (Disordered)
2.	จัดเตรียมไว้เป็นอย่างดี (Arranged)								ไม่มีการจัดเตรียม (Disarranged)
3.	เป็นระบบ (Organised)								ไม่เป็นระบบ (Disorganised)
4.	มีรูปแบบที่แน่นอน (Formed)								ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน (Formless)
5.	สมบูรณ์ (Complete)								ไม่สมบูรณ์ (Incomplete)

การประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์									
ข้อ	ระดับมากที่สุด	คะแนนการพิจารณา						ระดับน้อยที่สุด	
		7	6	5	4	3	2		1
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีโน้ตศน์ด้านการจัดส่วนประกอบ (Organic) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									
<p>มิติการต่อเติมเสริมแต่งและการสังเคราะห์ (Elaboration & Synthesis)</p> <p>มีโน้ตศน์ด้านความเป็นที่เข้าใจได้ (Understandable)</p>									
1.	มีความหมายชัดเจน (Meaningful)								ไม่มีความหมาย (Meaningless)
2.	สามารถเข้าใจได้ (Understandable)								ซับซ้อน ไม่เป็นที่เข้าใจ (Mystifying)
3.	เป็นที่เข้าใจได้ง่าย (Intelligible)								ไม่เป็นที่เข้าใจ (Unintelligible)
4.	ชัดเจน เข้าใจง่าย (Clear)								กำกวม ไม่ชัดเจน (Ambiguous)
5.	สามารถอธิบายได้ด้วยตัวผลงานเอง (Self explanatory)								ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวผลงานเอง (Unexplained)
<p>ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์นี้อย่างไร จึงจะทำให้มีโน้ตศน์ด้านความเป็นที่เข้าใจได้ (Understandable) สมบูรณ์ขึ้น</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>									

ตอนที่ 3 ประเมินการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

คำชี้แจง โปรดพิจารณาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นโดยละเอียด ทำเครื่องหมาย ✓

ลงใน ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์นั้นให้สมบูรณ์ขึ้น

1. เมื่อท่านตรวจประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวจนครบถ้วนแล้ว ท่านคิดว่า ผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว มีการออกแบบครอบคลุมเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่

- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง ครอบคลุม เป็นเหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง ครอบคลุมบางส่วน เป็นเหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง แต่ไม่ครอบคลุม และไม่เป็นที่เหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ได้ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้อย่างถูกต้องบางส่วน แต่ไม่ครอบคลุม และไม่เป็นที่เหตุเป็นผล
- ออกแบบ สร้างสรรค์ผลงานทางวิศวกรรมศาสตร์ไม่ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

2. เมื่อท่านได้ตรวจประเมินผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวจนครบถ้วนแล้ว โดยภาพรวมท่านเห็นว่าการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าว อยู่ในระดับใด

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ต้องปรับปรุง

ท่านคิดว่าควรปรับปรุงพัฒนาผลงานสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ดังกล่าวอย่างไร จึงจะสมบูรณ์ขึ้น

.....

.....

.....

(ลงชื่อ) ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการจัดการเรียนการสอนทางวิศวกรรมศาสตร์

**รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
 วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา
 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต**

ผู้วิจัย นางสาวฐาปนี สีเฉลียว
 นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
 ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วัฒนสุโขประสิทธิ์

ปีการศึกษา 2553

คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ให้สัมภาษณ์

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ชื่อ - นามสกุล

ตำแหน่ง

สังกัด สาขาวิชา

ภาควิชา

คณะ

สถาบันการศึกษา

เบอร์โทรศัพท์

อีเมล

**ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์**

คำชี้แจง โปรดให้สัมภาษณ์ตามความคิดเห็นของท่าน

**ชื่อรายวิชาที่ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอน
รายวิชา**

เมื่อท่านได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (เดิม)
และประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ (ใหม่)
จนครบถ้วนแล้ว

1. ท่านคิดว่ารายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) ข้อที่
12 จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

2. ท่านคิดว่ารายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) ข้อที่
13 จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

3. ท่านคิดว่ารายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) ข้อที่
14 จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

4. ท่านคิดว่ารายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) ข้อที่
15 จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

5. ท่านคิดว่ารายละเอียดในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) ข้อที่ 16 จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

6. ท่านคิดว่ารายละเอียดแผนการจัดการเรียนการสอนต่อครั้งในรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชา (ใหม่) จะสามารถพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ในช่องว่างตามความเป็นจริง

เมื่อท่านได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอนหรือประมวลการสอนรายวิชาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์จนครบถ้วนแล้ว โดยภาพรวมท่านเห็นว่า

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

.....

.....

(ลงชื่อ)ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง
นางสาวฐาปณี สีเจดีย์
ผู้วิจัย

แบบประเมินและรับรอง
สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

รูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทาง
 วิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษา
 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต

ผู้วิจัย นางสาวฐาปนี สีเฉลียว
 นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
 ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
 คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.อรจรรย์ ณ ตะกั่วทุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วัฒนสุโกประสิทธิ์

ปีการศึกษา 2553

คำชี้แจง

แบบประเมินและรับรองฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินและรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาสาขาวิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต หลังการทดลองใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของผู้ประเมินและรับรอง

คำชี้แจง โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

ชื่อ - นามสกุล

ตำแหน่ง

สังกัด สาขาวิชา

ภาควิชา

คณะ

สถาบันการศึกษา

เบอร์โทรศัพท์

อีเมล

**ตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตาม
หลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของ
นิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต**

คำชี้แจง โปรดพิจารณาและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

เมื่อท่านได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จนครบถ้วนแล้ว ท่านเห็นว่ารูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ มีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

.....
.....
.....

**ตอนที่ 3 การรับรองรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการ
แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิต
นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ลงใน ในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน

เมื่อท่านได้ศึกษารายละเอียดของรูปแบบการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนตามหลักการการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ทางวิศวกรรมศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต จนครบถ้วนแล้ว โดยภาพรวมท่านเห็นว่า

- ดีมาก
 ดี
 พอใช้
 ต้องปรับปรุง

ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไข

.....
.....

(ลงชื่อ)ผู้ทรงคุณวุฒิ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

นางสาวฐาปณี สีเฉลียว

ผู้วิจัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฐาปณี สีเฉลียว เกิดวันที่ 25 มกราคม 2521 ที่จังหวัดมหาสารคาม สำเร็จปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ จากคณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2542 สำเร็จปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เมื่อปีการศึกษา 2544 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 และได้รับทุนพัฒนาอาจารย์ตามโครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อการผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ประจำปี 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย