รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

โดย

นายอมรินทร์ อำพลพงษ์

สนับสนุนโดย

เงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์

พ.ศ. 2558

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education และเปรียบเทียบการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง 2)เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education 3)เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้และการเปรียบเทียบความพึงพอใจหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มประชากรกลุ่มนี้เนื่องจากเป็นผู้เรียนในรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีซึ่งอยู่ภายใต้บริบทของสถานศึกษาที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling) เป็นการเลือกนักเรียน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.4/2 (37 คน) และห้อง ม.4/3 (37 คน) รวม 74 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ในลักษณะห้องเรียนออนไลน์ ใช้ระบบจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Learning Management System, LMS) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน โดยมีการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยใช้ t-test for dependent sample และ 2) แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของหน่วยการเรียนรู้ซึ่งประเมินจากประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2) ได้คะแนน 80.21/80.14 มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 และการเปรียบเทียบการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงพบว่านักเรียนชายได้คะแนน 77.45/77.30 และนักเรียนหญิงได้คะแนน 82.97/82.97 ดังนั้นแสดงว่านักเรียนหญิงเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีประสิทธิภาพสูงกว่านักเรียนชาย และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เมื่อคิดคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การทำกิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนพบว่าผลการเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และในส่วนของความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ผลปรากฏว่า นักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้เทียบผ่านเกณฑ์เฉลี่ย 3.5 และการเปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ABSTRACT

The purpose of this Quasi-Experimental Research is 1) to develop a lesson unit for STEM education and compare unit learning management between male and female students, 2) to compare levels of achievements before and after conducting learning activities in the lesson unit hereby developed compare the achievements before and after the learning activities, and 3) to evaluate students' satisfaction with the lesson unit to compare STEM Education unit satisfaction between male and female students.The population tested in this study is the students from Mathayom 4 (Grade 10) of Chulalongkorn University Demonstration School Secondary Unit. The researcher chooses this population group because they were enrolled in the Design and Technology course, which could be readily conducted within the context of STEM education. For purposive sampling, 37 students from Room M4/2 and 37 students from Room M4/3 were selected for the total of 74 students.

The instrument employed in this experiment is a STEM lesson plan in the topic of Mechanical Cam Design in the Design and Technology course, which was implemented in an online classroom using a learning management system (LMS) via the Internet. The tools used for collecting data are 1) pre-lesson and post-lesson achievement tests, from which the average scores and the standard deviations using t-test for dependent samples are calculated; and 2) a satisfaction survey form for the STEM lesson unit, of which the average score and the standard deviation are used for analysis.

As a result, the quality of the lesson plan, which was assessed based on efficiency of the process and effectiveness of the result (E1/E2), is scored 80.21/80.14, passing the standard level at 80/80 and comparing the learning management unit classes between male and female students found that male students scored 77.45/77.30 and female students scored 82.97/82.97, so the female students studying STEM Education learning management unit were performing higher than male students and higher than the required standards. When considering the average scores from the pre-lesson achievement test, the in-class activities, and the post-lesson test, the researcher finds that the achievement level after the lesson is significantly higher than that before the lesson with the significance level 0.1 and comparing pre-and post-learning achievements between male and female students showed no statistically significant differences at .01 levels. , and the research shows that students were fairly satisfied with the lesson unit, with the satisfaction level passing the average score of 3.5 and comparing satisfaction between male and female students showed a statistically significant difference at .01 level.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์ ปีงบประมาณ 2558 ซึ่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากคณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ที่ให้การสนับสนุนบุคลากรในพัฒนาผลงานวิชาการ

ขอขอบคุณ รศ.ดร.ประกอบ กรณีกิจ รศ.ดร.เนาวนิตย์ สงคราม ผศ.ดร.ชยการ คีรีรัตน์ อ.ดร.รับขวัญ ภูษาแก้ว และนายจิรศักดิ์ สุวรรณโณ ที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคณาจารย์กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี คณาจารย์กลุ่มคอมพิวเตอร์ ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ และคณะผู้บริหารโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรักและความห่วงใย และสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน จนการวิจัยครั้งนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

อมรินทร์ อำพลพงษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1
คำถามวิจัย 6
วัตถุประสงค์การวิจัย 6
สมมติฐานการวิจัย 7
กรอบแนวคิด หรือทฤษฎีพื้นฐานทางการวิจัย 7
ขอบเขตการวิจัย 8
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8
ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย 10

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี(การออกแบบและเทคโนโลยี) 11
สะเต็มศึกษา(STEM Education) 16
กระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม 22
การออกแบบ 23
แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ 32
บทเรียนบนเครือข่าย 37
หน่วยการเรียนรู้ 60

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 75
การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 75
การออกแบบการวิจัย..... 76
ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง..... 76
ขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนา..... 78
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 84
การวิเคราะห์ข้อมูล..... 87

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนชายและนักเรียนหญิงการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical)..... 90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical). 91
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 91
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 92
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 94
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจกลุ่มทดลองต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education..... 99
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 105

5 สรุปผลการวิจัย..... 106
สรุปผลการวิจัย..... 108
อภิปรายผลการวิจัย..... 109
ข้อเสนอแนะ..... 117
รายการอ้างอิง..... 118

ภาคผนวก..... 121
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 122
ภาคผนวก ข แผนการจัดการเรียนการสอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม..... 124
ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนการสอน STEM Education การออกแบบลูกเบี้ยว ในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 148
ภาคผนวก ง แบบทดสอบเรื่องการออกแบบเชิงวิศวกรรมและกลไกพื้นฐาน..... 167
ภาคผนวก จ แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) 182
ภาคผนวก ฉ กิจกรมการเรียนการสอน 1..... 190
ภาคผนวก ช กิจกรมการเรียนการสอน 2..... 198
ภาคผนวก ซ เว็บไซต์หน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวใน ระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี..... 203

ประวัติผู้วิจัย..... 211

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1..... 14
2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนชายและนักเรียนหญิงการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)... 90
3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 91
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนหญิงและนักเรียนชายในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 92
5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 92
6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 93
7 จำนวนและร้อยละของนักเรียนขายและนักเรียนหญิงจำแนกตามภูมิหลัง..... 94
8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามระดับความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 95
9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มทดลองจำแนกตามภูมิหลัง..... 100
10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามระดับความพึงพอใจ กลุ่มทดลองหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 101
11 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)..... 105

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.. 12

2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม..... 22

3 ตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย..... 82

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

STEM Education มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่าขีดความสามารถของประเทศสหรัฐอเมริกา ไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้านดังที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลายๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก โดยพบว่าผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือPISA) และทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือTIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปีค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Delta Kappan ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Bellanca & Brandt, 2010;Dejarnette,2012) นอกจากนั้นนักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ลดจำนวนลง ประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ในการนี้ผลการศึกษาระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานนั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบ STEM Education จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่นๆ ได้ (Rachel, 2008)

ในการนำนโยบายลงสู่การปฏิบัตินั้น พบว่ารัฐบาลได้ทุ่มเทงบประมาณด้าน STEM Education เป็นจำนวนมากมีโรงเรียนต่าง ๆ ในเกือบ 40 รัฐ ที่ใช้ STEM Education มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว (National Research Council of the National Academes, 2011) นอกจากนี้ยังมีการประกาศใช้แผนการศึกษา Education to Innovate เพื่อเร่งกระตุ้นให้STEM Education เป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จ มีการใช้กลยุทธ์ต่างๆ เช่น การประกาศแผนการสร้างกลุ่มครูต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์โดยเรียกว่า STEM Master Teaching Corps ซึ่งนักการศึกษาเหล่านี้จะเป็นผู้นำในการศึกษาด้าน STEM Education จะเป็นผู้ที่ริเริ่มจุดประกายความคิดให้นักเรียน และช่วยให้กลุ่มสังคมของพวกเขา เจริญเติบโตมากขึ้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี, สถาน

เอกอัครราชทูตไทย ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี., 2556) นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ในประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจSTEM Education เช่นกัน เช่น ในประเทศจีน อินเดียฯลฯโดยในปี 2558 ประเทศจีนจะผลิต บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก โดยจำนวนบัณฑิตที่จีนจะผลิตนั้นมีจำนวนเกินครึ่งของที่ทุกประเทศรวมกันผลิต ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของสถานการณ์ STEM Educationในอนาคต ส่วนในประเทศไทยขณะนี้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ก็ได้ให้ความสำคัญและศึกษาแนวทางเพื่อจะได้ใช้ STEM Education ในการเรียนการสอนต่อไป (เอเอสทีวีผู้จัดการออนไลน์, 2556)

การนำ STEM Education มาสู่กระบวนการจัดการศึกษา การนำแนวคิดต่างๆ มาปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการศึกษาเดิมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่นักการศึกษา ผู้ที่เกี่ยวข้อง ครูอาจารย์และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องการนำ STEM Education มาใช้ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกันเพื่อป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลกระทบในการจัดการศึกษาในอนาคต หรือส่งผลให้การใช้ STEM Education ไม่บรรลุเป้าหมายโดยมักมีผู้เข้าใจว่าการสอนด้วย STEM Education เป็นการสอนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทั่วไปจะเน้นที่สองวิชานี้เป็นหลัก นอกจากนั้นยังมีผู้เข้าใจว่า STEM Education หมายถึงการคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชาหรือบางคนก็เข้าใจว่าเป็นการสอนที่เน้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นแกน และนำความรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมมาเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ขึ้น (อภิสิทธ์ธงไชยและคณะ, 2555) ดังนั้น เพื่อให้การนำ STEM Education มาใช้ในประเทศไทยให้บรรลุเป้าหมาย และจุดประสงค์ตามหลักการที่กล่าวไว้ในข้างต้นอย่างมีประสิทธิภาพการทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษาถึงข้อดีและผลการศึกษาวิจัย องค์ประกอบหรือปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการเตรียมพร้อมกับการใช้ STEM Education จึงเป็นสิ่งที่ทุกฝ่ายควรพิจารณา (Rachel, 2008; Bybee,2009; The Wheelock College Aspire Institute, 2010;Bybee, 2011; Rapporteur, 2011; Carr, Bennetti, &Strobe, 2011; ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) หลักสูตร/บทเรียน STEM Education โดยที่การสอนของ STEM Education เป็นการสอนแบบบูรณาการและเป็นนโยบายหลักของการจัดการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาดังกล่าวแล้วข้างต้น หลักสูตร มาตรฐาน และตัวชี้วัดของทั้ง 4 วิชา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์จึงเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาด้วย STEM Education ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานประสบความสำเร็จส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้ ทั้งนี้แต่ละรัฐได้มีหลักสูตร เนื้อหา บทเรียนต่าง ๆ ของ

STEM Educationเพื่อให้ครูผู้สอนทุกระดับสามารถค้นหาและเข้าถึงในสื่อและแหล่งเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ครูสามารถนำหลักสูตรสื่อบทเรียนนั้นไปใช้ได้อย่างสะดวก โดยมีการศึกษาวิจัยและนำผลที่ได้การศึกษาวิจัยนั้นมาเป็นแนวคิดในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณาด้านความพร้อมของหลักสูตรทั้ง 4กลุ่มวิชา ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T)และคณิตศาสตร์(M)เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจะมีการสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์เท่านั้น ดังนั้นการสร้างความชัดเจนต่อเนื่องและสอดคล้องของแต่ละหลักสูตรวิชาจึงมีความสำคัญ เพราะจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้ นอกจากความพร้อมด้านหลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้ว ความพร้อมด้านสื่อ บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินผล ที่ชัดเจน ก็มีความสำคัญทำให้ประเทศไทยสามารถใช้ STEM Education ได้

ทางกระทรวงศึกษาธิการได้มีการกำหนดให้โรงเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษา และระดับมัธยมศึกษา ให้มีการจัดการเรียนการสอน การออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งเป็นสาระที่ 2 ในกลุ่มสาระการงานอาชีพ โดยให้มีการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย ธรรมชาติของเทคโนโลยี กระบวนการเทคโนโลยี และการใช้เทคโนโลยี เพื่อให้ความรู้และพัฒนากระบวนการเรียนรู้ทางด้านการออกแบบและเทคโนโลยีให้กับนักเรียน ซึ่งเป็นสาระที่พัฒนาองค์ความรู้ทางด้าน STEM Education โดยผ่านกระบวนการเทคโนโลยี 7 ขั้นตอน เป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการของมนุษย์ กระบวนการเทคโนโลยีประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (Identify the problem) 2) รวบรวมข้อมูล (Information gathering) 3) เลือกวิธีการ (Selection) 4) ออกแบบและปฏิบัติการ (Design and making) 5) ทดสอบ(Testing) 6) ปรับปรุงแก้ไข (Modification and improvement) 7) ประเมินผล (Assessment) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ขั้นตอนแรกของกระบวนการเทคโนโลยี คือ การกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหาหรือความต้องการหรือสถานการณ์เทคโนโลยีอย่างละเอียด เพื่อกำหนดกรอบของปัญหาหรือความต้องการให้ชัดเจนมากขึ้น ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล การรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น ศึกษาจากตำรา วารสาร บทความ สารานุกรม สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ระดมสมองจากสมาชิกในกลุ่ม โดยควรมีการรวบรวมข้อมูลรอบด้านให้ครอบคลุมปัญหาหรือความต้องการ ซึ่งจะทำให้เราสามารถสรุปวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้

ครบถ้วนสมบูรณ์ขึ้น ขั้นที่ 3 เลือกวิธีการ การเลือกวิธีการ เป็นการพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการมากที่สุด โดยใช้กระบวนการตัดสินใจเลือกจากวิธีการที่สรุปได้ในขั้นรวบรวมข้อมูล ประเด็นที่ควรนำมาพิจารณาคือ ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องกับทรัพยากรที่มีอยู่ ความประหยัด และการนำไปใช้ได้จริงของแต่ละวิธี ขั้นที่ 4 ออกแบบและปฏิบัติการ การออกแบบและปฏิบัติการเป็นการถ่ายทอดความคิดหรือลำดับความคิดหรือจินตนาการให้เป็นขั้นตอน เกี่ยวกับวิธีการ แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยละเอียด โดยใช้การร่างภาพ 2 มิติ การร่างภาพ 3 มิติ การร่างภาพฉาย แบบจำลอง หรือแบบจำลองความคิด และวางแผนการปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอน จากนั้นลงมือสร้างตามแนวทางที่ได้ถ่ายทอดความคิดและวางแผนการปฏิบัติงานไว้ ผลงานที่ได้อาจเป็นชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการ ขั้นที่ 5 ทดสอบ การทดสอบเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการที่สร้างขึ้นว่ามีความสอดคล้อง ตามแบบที่ได้ถ่ายทอดความคิดไว้หรือไม่ สามารถทำงานหรือใช้งานได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร หากผลการทดสอบพบว่า ชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการไม่สอดคล้องตามแบบที่ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานไม่ได้ หรือมีข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข จะต้องมีการบันทึกสิ่งต่างๆ เหล่านี้ไว้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การปฏิบัติงานในขั้นปรับปรุงแก้ไขต่อไป ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงแก้ไข เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากขั้นทดสอบว่าควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใด ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนกระทั่งชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการสอดคล้องตามแบบที่ถ่ายทอดความคิดไว้ ทำงานหรือใช้งานได้ ในขั้นตอนนี้อาจจำเป็นต้องกลับไปที่ขั้นตอนออกแบบและปฏิบัติการอีกครั้งเพื่อถ่ายทอดความคิดใหม่หรืออาจกลับไปขั้นตอนรวบรวมข้อมูลและเลือกวิธีการที่เหมาะสมอีกครั้งก็ได้ เพื่อให้ได้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการที่เหมาะสมมากขึ้น ขั้นที่ 7 ประเมินผล การประเมินผล เป็นการนำชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้สร้างขึ้นไปดำเนินการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นกำหนดปัญหาหรือความต้องการ และประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ หากผลการประเมินพบว่า ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ ควรพิจารณาว่าจำเป็นต้องแก้ไขในขั้นตอนใดเพื่อนำไปปรับปรุงตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกครั้ง เพื่อทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากที่กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้กระบวนการเทคโนโลยี มี 7 ขั้นตอนดังกล่าว ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ยังไม่ได้ผนวกการจัดการเรียนการสอนการออกแบบและเทคโนโลยีเข้ากับการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ทางผู้วิจัยจึงนำแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. หรือ IPST) เป็นองค์การมหาชนในกำกับของกระทรวงศึกษาธิการ มีหน้าที่หลักในการพัฒนาขีดความสามารถในด้านการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์ของครู และ

เยาวชนไทย โดยได้จัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (National STEM Education Center: NSEC) และศูนย์สะเต็มศึกษาภาค (Regional STEM Education Center: RSEC) ซึ่งกระจายอยู่ใน 12 จังหวัดทั่วประเทศ และได้กำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากกระบวนการเทคโนโลยี 7 ขั้นตอน เป็น การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน ให้เป็นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ซึ่งจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการ กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

จากสิ่งที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education) และจากการศึกษาค้นคว้าแนวทางการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษา และระดับอุดมศึกษาของโรงเรียนในต่างประเทศที่มีการจัดการเรียนการสอนทางด้านสะเต็มศึกษา พบว่าในหลายสถาบันได้มีการนำเอาความรู้พื้นฐานทางด้านกลศาสตร์ (Mechanical) มากผนวกเข้ากับสะเต็มศึกษาเพื่อจัดการเรียนการสอนให้กับผู้เรียน และเมื่อจัดการเรียนการสอนเสร็จจะมีการจัดทำโครงงานในลักษณะการจัดทำโมเดล หรือการทำเป็นกลไกที่สร้างเป็นของเล่น (Mechanical Toy) ซึ่งเป็นการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาพัฒนาโครงงานที่ไม่ต้องใช้งบประมาณมาก และนักเรียนจะสามารถเรียนรู้และจัดทำโครงงานด้านสะเต็มศึกษาผนวกกับความรู้พื้นฐานด้านกลศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่จะนำความรู้ทางด้านกลศาสตร์มาผนวกกับสะเต็มศึกษา จึงได้เลือกความรู้ทางด้านลูกเบี้ยวมาเป็นเนื้อหาหลักในงานวิจัย เนื่องจากลูกเบี้ยวเป็นกลไกในรถยนต์และใช้ในเครื่องกล อุปกรณ์ในหลายอุปกรณ์ ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุน (Rotate Motion)เป็นการเคลื่อนที่เส้นตรง (Linear motion) สามารถทำการศึกษาคำนวณออกแบบและการจัดทำโครงงาน โดยใช้ความรู้ทางด้านสะเต็มศึกษามาพัฒนาออกแบบได้ด้วยตัวนักเรียน

จึงได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์รายวิชา การออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ให้ครูผู้สอน และเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการคิด รู้จักวิเคราะห์ แก้ปัญหา โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ของตนเองในการแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สูงขึ้น ตลอดจนสามารถนำไปปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาตนเอง สังคม และประเทศชาติต่อไป

2. คำถามวิจัย

2.1 หน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical)มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย หน่วยการเรียนรู้ STEM Education ก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันหรือไม่

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education แตกต่างกันหรือไม่

2.4 นักเรียนได้รับการสอนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้หรือไม่

2.5 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ได้รับการสอนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยว ในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)มีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ แตกต่างกันหรือไม่

3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.1 เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education และเปรียบเทียบการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

3.2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education

3.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้และการเปรียบเทียบความพึงพอใจหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

4. สมมุติฐานของการวิจัย

4.1 หน่วยการเรียนรู้แบบ STEM Education มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

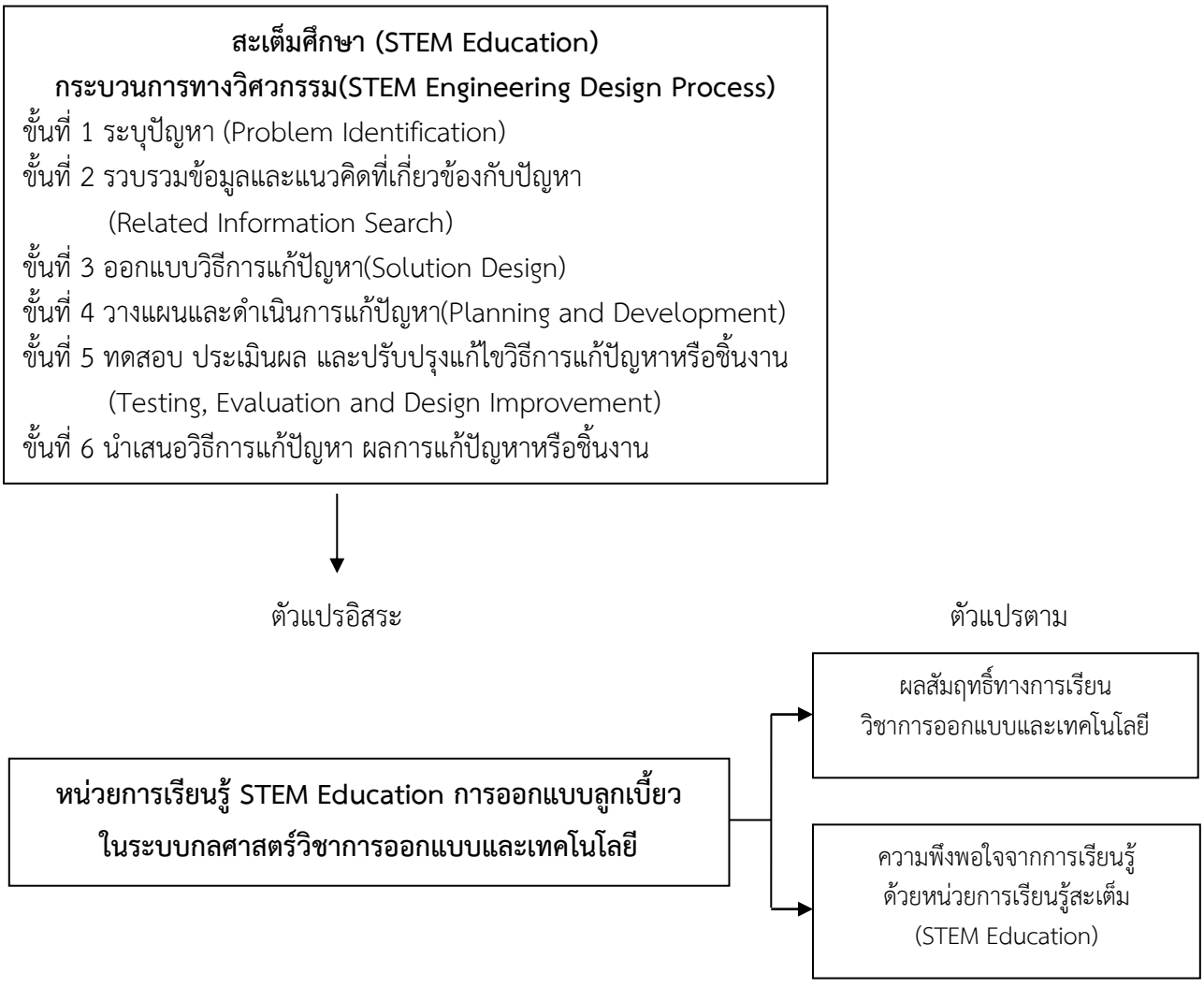
4.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.3 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีความพึงพอใจต่อการเรียนหน่วยการ เรียนรู้ แบบ STEM Education

4.5 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีความพึงพอใจต่อการเรียนหน่วยการ เรียนรู้แบบ STEM Education ไม่แตกต่างกัน

5. กรอบแนวคิด



6. ขอบเขตของการวิจัย

6.1 ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ

การจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2. ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี
- ความพึงพอใจต่อการเรียนหน่วยการเรียนรู้แบบ STEM Education

6.2 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม กลุ่มการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

6.3 กลุ่มตัวอย่าง

1. เลือกนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ได้ผลการเรียนใน รายวิชาหลักประกอบด้วยวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 3.00 ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ดี สำหรับนักเรียนที่จะเป็นกลุ่มศึกษาในงานวิจัย
2. กลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาเป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน คือ
   - ห้อง ม.4/2 จำนวน 37 คน (ชาย 16 คน, หญิง 21 คน)
   - ห้อง ม.4/3 จำนวน 37 คน (ชาย 17 คน, หญิง 16 คน)

   รวม 74 คน

7. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

7.1 <u>การจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)</u>

รูปแบบวิทยาการเรียนรู้แบบหนึ่งที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการ ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์(Science) , เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตน ไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology)

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering)

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

7.2 <u>การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education</u> หมายถึง กระบวนการสร้างหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือผ่านระบบการจัดการเรียนรู้ Moodle Learning Management System ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ การออกแบบการจัดการเรียนการสอน ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน โดยใช้หลักการสะเต็มศึกษา(STEM Education) ซึ่งจะมีการวางแผนการสอนรายหน่วยหรือรายคาบ แล้วออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

7.3 <u>ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u> ผลการเรียนของนักเรียนด้านพุทธิพิสัย (ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์) ในรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งประเมินจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว

7.4 <u>ความพึงพอใจ</u> หมายถึง ระดับความรู้สึกต่อการเรียนหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีภายหลังการทดลอง

7.5 <u>ประสิทธิภาพของบทเรียน</u> หมายถึง คุณภาพของบทเรียน ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้แสดงให้เห็นได้จากประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2)ของบทเรียน e-Learning โดยกำหนดไว้ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของนักเรียน ซึ่งจะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งเป็นค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการวิจัยสิ้นสุดลง ซึ่งจะต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

7.6 <u>การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี</u> หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี และกลศาสตร์พื้นฐานมาบูรณาการเข้าด้วยกัน โดยใช้หลักการของสะเต็มศึกษา(STEM Education) จะศึกษาเกี่ยวกับระบบเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี ผลกระทบเทคโนโลยี วัสดุและเครื่องมือพื้นฐาน กลไกไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ความรู้สะเต็มศึกษา การทำงานของกลไกพื้นฐาน การเคลื่อนที่ของกลไกพื้นฐานในระบบแมคคานิกส์ และการออกแบบลูกเบี้ยว(Cams)ในระบบกลศาสตร์

7.7 <u>การออกแบบ</u> หมายถึง การถ่ายทอดรูปแบบจากความคิดออกมาเป็นผลงานที่ผู้อื่นสามารถมองเห็น รับรู้ หรือสัมผัสได้ เพื่อให้มีความเข้าใจในผลงานร่วมกัน โดยนำความรู้สะเต็มศึกษา และกลศาสตร์พื้นฐาน มาบูรณาการกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อจัดทำโครงงานการออกแบบลูกเบี้ยว (Cams)

7.8 <u>ลูกเบี้ยว(Cams)</u> หมายถึง ชิ้นส่วนทางกลศาสตร์ที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่แบบหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น

8. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

8.1 ประโยชน์ในเชิงวิชาการด้านครุศาสตร์ หรือศึกษาศาสตร์

- เป็นตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนวิชาออกแบบเทคโนโลยีให้กับโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาทั่วประเทศ
- ได้กระบวนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)รายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี
- ส่งเสริมความสามารถในการออกแบบและเทคโนโลยี
- ปลูกฝังทักษะพื้นฐานทางด้านการออกแบบและเทคโนโลยีให้กับนักเรียนเพื่อให้เป็นผู้ผลิตหรือผู้สร้างเทคโนโลยีด้วยตนเองในอนาคต

8.2 ประโยชน์ในเชิงการนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหา/พัฒนาการจัดการเรียนการสอน หรือการครุศึกษา

- สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ผลิต หรือสร้างเทคโนโลยีด้วยตัวนักเรียนเอง
- ได้เครือข่ายการจัดการเรียนการสอนวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี
- นักเรียนเห็นความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

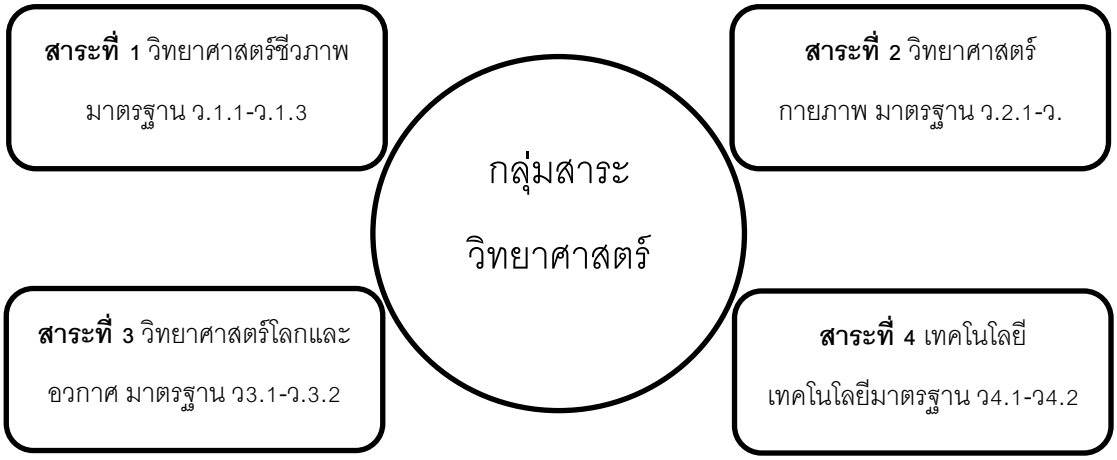
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวกับโดยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี)
2. สะเต็มศึกษา(STEM Education)
3. กระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม(Engineering Design Process)
4. การออกแบบ
5. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
6. บทเรียนบนเครือข่าย
7. หน่วยการเรียนรู้

1. <u>ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี(การออกแบบและเทคโนโลยี)</u>

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มี ความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียน เป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพ ที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูล หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

- วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
- วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
- เทคโนโลยี

1. การออกแบบและเทคโนโลยี

เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. วิทยาการคำนวณ

เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยมีรายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ แผนการสอน ดังนี้

<u>สาระที่ 4 เทคโนโลยี</u> มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน อย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยมีตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	1. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่ จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจ และ สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา เทคโนโลยี	- ระบบทางเทคโนโลยีเป็นกลุ่มของส่วนต่างๆตั้งแต่สองส่วนขึ้นไปประกอบเข้าด้วยกันและทำงาน ร่วมกันเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยในการทำงาน ของระบบทางเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย ตัวป้อน (input) กระบวนการ (process) และ ผลผลิต (output) ที่สัมพันธ์กันนอกจากนี้ ระบบทางเทคโนโลยีอาจมีข้อมูลย้อนกลับ (feedback) เพื่อใช้ปรับปรุงการทำงานได้ตาม วัตถุประสงค์โดยระบบทางเทคโนโลยีอาจมี ระบบย่อยหลายระบบ (sub-systems) ที่ทำงาน สัมพันธ์กันอยู่และหากระบบย่อยใดทำงาน ผิดพลาดจะส่งผลต่อการทำงานของระบบอื่นด้วย - เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีสาเหตุหรือปัจจัย มาจากหลายด้าน เช่น ปัญหา ความต้องการ ความก้าวหน้าของศาสตร์ต่าง ๆ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สิ่งแวดล้อม
	2. ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อ สังคม รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทาง ปัญญา	- ปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม เช่น ปัญหาด้านการเกษตร อาหาร พลังงาน การขนส่ง สุขภาพและการแพทย์การบริการ ซึ่งแต่ละด้านอาจมีได้หลากหลายปัญหา - การวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจ เงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจนจากนั้นดำเนินการสืบค้นรวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา

	โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา	- การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้ หลากหลายวิธีเช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน - ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอมีหลากหลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน - การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะช่วยให้การทำงาน สำเร็จได้ตามเป้าหมาย และลดข้อผิดพลาดของ การทำงานที่อาจเกิดขึ้น
	3. ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผล ของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้ กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอ แนวทางการพัฒนาต่อยอด	- การทดสอบและประเมินผลเป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหาเพื่อหาข้อบกพร่องและดำเนินการปรับปรุง โดยอาจ ทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ - การนำเสนอผลงานเป็นการถ่ายทอดแนวคิด เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงาน และชิ้นงานหรือวิธีการที่ได้ซึ่งสามารถทำได้ หลายวิธีเช่น การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การจัด นิทรรศการ การนำเสนอผ่านสื่อออนไลน์หรือ การนำเสนอต่อภาคธุรกิจ เพื่อการพัฒนาต่อยอด สู่งานอาชีพ
	4. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหา หรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	- วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ สังเคราะห์โลหะ จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติ เพื่อเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน - การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์เช่น LDR sensor เฟือง รอก คาน วงจรสำเร็จรูป - อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน หรือ พัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ ให้ถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้ง รู้จักเก็บรักษา

2. <u>สะเต็มศึกษา(STEM Education)</u>

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึงองค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริง ที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่างๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึงโครงการหรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนของคำว่า STEM มีผลให้มีการใช้และให้ความหมายของคำนี้แตกต่างกันไป (Hanover Research, 2011, p.5) เช่น มีการใช้คำว่า STEM อ้างอิงถึงกลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

สะเต็มศึกษา คือแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับ การพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ท้าทายความคิดของนักเรียน และ (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือ แนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ๆที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556: 3) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษา สายวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการการเรียน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีคุณภาพชีวิต

ที่ดีในยุคประชาคมอำเซียน พรทิพย์ ศิริภัทรชัย. (2556: 50) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา(Interdisciplinary Integration) ระหว่างสาขาวิชาต่างๆได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S) , เทคโนโลยี (Technology: T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering :E) และคณิตศาสตร์(Mathematic:M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอน หลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้น ต้องใช้ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ

<u>แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)</u>

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (Dejarnette, 2012; Wayne., 2012; Breiner, et al., 2012; ธวัช ชิตตระการ, 2555; รักษพล ธนานุวงศ์, 2556; อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2555 อ้างโดย พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556: 50)

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์(M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ(Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้ผู้เรียน สนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนเทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจวิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับ องค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์(Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept)ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า

น้อยกว่าเล็กกว่าใหญ่กว่าฯลฯ ประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้ STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- ด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา
- ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ ฯ ล ฯ
- ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

<u>ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)</u>

Gonzalez และ Kuenzi (2012: summary) ไดให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไววาหมายถึง การเรียนการสอนหรือการเรียนรูในสาขาวิทยาศาสตร เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรูทั้งที่เปนทางการ เชน ในหองเรียน และไมเปนทางการ เชน โปรแกรมแบบฝกหัด

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556: 16) ไดให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไววาคือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร เทคโนโลยี และคณิตศาสตรในทุกระดับชั้น ตั้งแตอนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไมเนนเพียงการทองจำสูตรเพียง อยางเดียว แตสะเต็มศึกษาจะฝกใหผูเรียนรูจักคิด การตั้งคำถาม แกปญหาและสรางทักษะการหาขอมูล และการวิเคราะหขอคนพบใหม ๆ ทำใหผูเรียนรูจักนำองคความรูจากวิทยาศาสตรและคณิตศาสตร สาขาตาง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุงแกปญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต เสนีวงศ(2556: 30) ไดให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไววาเปน แนวการจัดการศึกษาที่เนนการบูรณาการวิทยาศาสตร เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตรและคณิตศาสตร โดยเนนการนำความรูไปใชในการแกปญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม ที่เปน ประโยชนตอการดำเนินชีวิตและอาชีพ

พรทิพย ศิริภัทราชัย (2556: 49) ไดใหความหมายของสะเต็มศึกษาไววา คือ การสอนแบบบูรณาการขามกลุมสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหวางศาสตรสาขาตางๆ ไดแก วิทยาศาสตรเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตรและคณิตศาสตร โดยนำจุดเดนของธรรมชาติตลอดจน วิธีการสอนของแตละสาขาวิชามาผสมผสานกันอยางลงตัว เพื่อใหผูเรียนนำความรูทุกแขนงมาใชในการแกปญหาการคนควาและการพัฒนาสิ่งตาง ๆ ในสถานการณโลกปจจุบัน

สุพรรณีชาญ ประเสริฐ (2557: 4) ไดใหความหมายของสะเต็มศึกษาไววา เปน แนวทางการจัดการเรียนรูที่มาบูรณาการ วิทยาศาสตร เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร และ ขณะเดียวกันตองมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ตองการ หรือคาดหวังใหเกิดขึ้นกับการเรียนรูเนื้อหาดวยพฤติกรรมเหลานี้รวมถึงการกระตุนใหเกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู การสำรวจตรวจสอบ 10 การคิดอยางมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรูหรือการทำงานแบบรวมมือ

ชลาธิป สมาหิโต (2557: 1) ไดใหความหมายของสะเต็มศึกษา ไววาเปนรูปแบบ การจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุมสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระอันไดแก วิทยาศาสตร เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร และ คณิตศาสตร โดยนำลักษณะธรรมชาติของแตละสาระวิชาและ กระบวนการจัดการเรียนรูใหกับผูเรียนมาผสมผสานกันเพื่อใหผูเรียนไดเกิดการเรียนรูและพัฒนาทักษะ ที่สำคัญและจาเปนอีกทั้งยังตอบสนองตอการดารงชีวิตอยูในยุคปจจุบันและโลกอนาคต จากความหมายของสะเต็มศึกษา สามารถสรุปไดวาสะเต็มศึกษา คือ การจัดการ เรียนรูที่มีการบูรณาการศาสตรเนื้อหาความรูวิทยาศาสตร เทคโนโลยีและคณิตศาสตรโดยผานกระบวน การทางวิศวกรรมศาสตร โดยเนนใหผูเรียนนำความรูในภาคทฤษฎีมาใชแกปญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น สงผลใหผูเรียนเห็นความสำคัญของความรูดานวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีอันเปนสิ่งสำคัญที่เปนความรู และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

<u>จุดมุงหมายของการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)</u>

สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี(2557:4)

1. ผูเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห คิดสรางสรรค แกปญหาในชีวิตจริงและสรางนวัตกรรมที่ใชสะเต็มเปนพื้นฐาน
2. ผูเรียนเรียนรูอยางมีความสุขและมองเห็นเสนทางการประกอบอาชีพในอนาคต
3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตรคณิตศาสตรและเทคโนโลยีสูงขึ้น
4. ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรูตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยางมั่นใจ
5. สสวท. ไดรูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุมสาระอื่น ๆ ที่ เกี่ยวของเพิ่มพูนโอกาสใหผูเรียนไดเรียนรูวิทยาศาสตร คณิตศาสตร และเทคโนโลยีในบริบทที่ หลากหลายมีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนดานสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะชวยยกระดับ รายไดของชาติใหสูงกวาระดับรายไดปานกลางในอนาคต สรุปไดวาการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็น

การจัดการเรียนรูเพื่อ ตอบสนองความต่องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษยที่มีความสามารถทางดานวิทยาศาสตรและ เทคโนโลยี ซึ่งถือเปนทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแขงขันกับ ประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเปนการจัดการเรียนรูที่สงเสริมให่นักเรียนเกิดทักษะทางดานความรูควบคูไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นตอการใชชีวิตและการทำงานในอนาคตตอไป

<u>บทบาทของผูสอนตอการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)</u>

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64-65) ได่กลาวถึงบทบาทของผูสอนของการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดลอมที่ตื่นเตน นาสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อสงเสริมใหผูเรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแกปญหาในสถานการณจริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรูตามแนวสะเต็มศึกษา ที่ทาทายความรู ความสามารถกระบวนการคิดและการแกปญหาของผูเรียน โดยใชสถานการณที่เปนปญหาในโลกปจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ใหผูเรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรูแบบบูรณาการใน 3 สาระ ไดแก สาระวิทยาศาสตร คณิตศาสตร และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรูแบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสรางสถานการณที่เปนปญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและทาทายกระบวนการคิดของผูเรียนเพื่อกระตุนใหผูเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใชวิธีการทางวิทยาศาสตรและสามารถสรางองคความรูได่ ดวยตนเอง

6. เป็นโคช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุนใหผูเรียนคิด

<u>การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)</u>

เป็นการประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผูเรียนโดยใชวิธีการที่หลากหลายและใหข้อมูลย่อนกลับระหวางและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใชการสื่อสารเชิงบวก

Edward (2013:12-15) ไดเสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผูสอนใชวิธีการจัดการเรียนรูแบบสืบเสาะหาความรู(Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร ผูสอนสามารถประเมินผูเรียนดังนี้ คือ

1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ

1.2 การปฏิบัติการทดลอง

1.3 การรายงานผลการทดลอง

1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใชในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ

2.1 การระดมความคิด

2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ

2.3 การทำงานเป็นทีม.

เหตุผลที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ประเทศไทยกำลังประสบปัญหาเกี่ยวกับการศึกษาคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี หลายประการที่สำคัญ ได้แก่ จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีลดลง ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับ นานาชาติบ่งชี้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ยประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ เหมาะสมกับการผลิตและการบริการ ที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูง ตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community– AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคนทางด้านนี้ ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจและสังคมยุคเออีซี

ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity)การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยเพิ่ม โอกาสในด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่า เพราะนวัตกรรมใหม่ๆที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ของโลกล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2. ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more students to technological fields) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยัง ขาดแคลนอีกมาก

3. ด้านความมั่นคง (National Security) การเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยสร้างเสริม ความมั่นคงให้กับประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์(Cyber security) ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างมาก

4. ด้านสุขภาพ(Enhancing Health) ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้ STEM ช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนขึ้น เพราะมีเทคโนโลยีในการรักษาโรคภัย ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคร้ายต่าง ๆ ได้เร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทัน

3. <u>กระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม</u>

กระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ภาพที่ 2 ขั้นตอนกระบวนการออกแบบทางด้านวิศวกรรม

<u>ขั้นที่ 1</u> ระบุปัญหา (Problem Identification)

<u>ขั้นที่ 2</u> รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

<u>ขั้นที่ 3</u> ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

<u>ขั้นที่ 4</u> วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

<u>ขั้นที่ 5</u> ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

<u>ขั้นที่ 6</u> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

1. <u>ระบุปัญหา (Problem Identification)</u>

เป็นการทำความเข้าใจปัญหา หรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. <u>รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)</u>

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. <u>ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)</u>

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. <u>วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)</u>

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

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

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการด้านวิศวกรรม 6 ขั้นตอนข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการออกแบบด้านวิศวกรรมจะมีจุดเด่นที่ชัดเจน คือ การจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม หรือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการ หรือกระบวนการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. การออกแบบ

การถ่ายทอดรูปแบบจากความคิดออกมาเป็นผลงานที่ผู้อื่นสามารถมองเห็น รับรู้ หรือสัมผัสได้ เพื่อให้มีความเข้าใจในผลงานร่วมกัน โดยนำความรู้สะเต็มศึกษา และกลศาสตร์พื้นฐาน มาบูรณาการกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อจัดทำโครงงานการออกแบบลูกเบี้ยว(Cams) ประกอบด้วย

4.1 การถ่ายทอดความคิดและการเขียนแบบเบื้องต้น

1. การถ่ายทอดความคิด

เป็นการสื่อสารแนวคิดหรือแสดงผลของการออกแบบที่ใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้เป็นรูปธรรมเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการถ่ายทอดความคิดสามารถทำได้โดยใช้แผนที่ความคิด ภาพร่างต้นแบบและแบบจำลอง เป็นผลงานตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการเทคโนโลยีจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการรูปแบบการถ่ายทอดความคิด แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การถ่ายทอดความคิดเป็นชิ้นงาน

การแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามกระบวนการเทคโนโลยีจะเกิดร่องรอยการทำงานซึ่งเป็นผลงานที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการเทคโนโลยีจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ ได้แก่ แผนที่ความคิดภาพร่าง ต้นแบบ และแบบจำลองแนวทางการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ

1.2 การถ่ายทอดความคิดเป็นวิธีการ

สิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกรูปแบบหนึ่ง คือ วิธีการซึ่งการที่จะสื่อสารหรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการที่คิดค้นมาได้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจนั้นสามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองความคิด

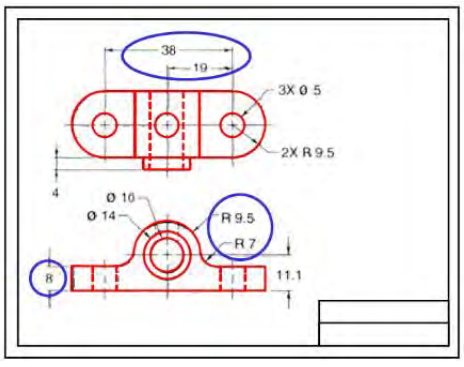
2. <u>เทคนิคการเขียนแบบเบื้องต้น</u>

นักเรียนจะต้องนำความเข้าใจในรายวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ (เครื่องกลอย่างง่าย) คณิตศาสตร์ (การคำนวณทางเรขาคณิต และรูปร่าง) เทคโนโลยี (กระบวนการเทคโนโลยี และการใช้โปรแกรมช่วยในการออกแบบ) ควบคู่กับกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ เช่น สร้างอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวัน หรือประดิษฐ์เครื่องมือที่คอยตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งก่อนที่จะลงมือสร้างสิ่งเหล่านี้ขึ้นมาได้ นักออกแบบ รวมทั้งวิศวกร ในฐานะเป็นจะต้องนำสิ่งที่ตนเองคิดอยู่ในสมองสร้างออกมาเป็นภาพเพื่อสื่อสารกับผู้อื่น

เพื่อให้เห็นภาพ และนำมาพิจารณาว่า สิ่งของที่จะผลิตนั้นสามารถผลิตได้จริงหรือไม่ มีความแข็งแรงทางวิศวกรรมเพียงพอหรือยัง ผลิตออกมาแล้วคุ้มทุนกับที่ลงทุนไปหรือไม่ ซึ่งโดยปกติภาพที่สร้างออกมาครั้งแรกจากความคิดที่เกิดขึ้นในสมองนั้นจะเป็นภาพสเกตช์ก่อนเพราะสามารถสร้างขึ้นมาได้อย่างรวดเร็วและสามารถแก้ไขแบบที่คิดไว้ได้ง่าย จากนั้นเมื่อเกิดความมั่นใจในแบบที่คิดไว้ พร้อมที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

3. <u>องค์ประกอบของแบบ</u> ประกอบด้วย

1. ภาษาภาพ (graphics language) ได้แก่ รูปร่าง รูปทรง เส้นต่าง ๆ
2. ภาษาข้อความ (word language) ได้แก่ ข้อความบอกรายละเอียด และตัวเลขบอกขนาดหรืออัตราส่วน



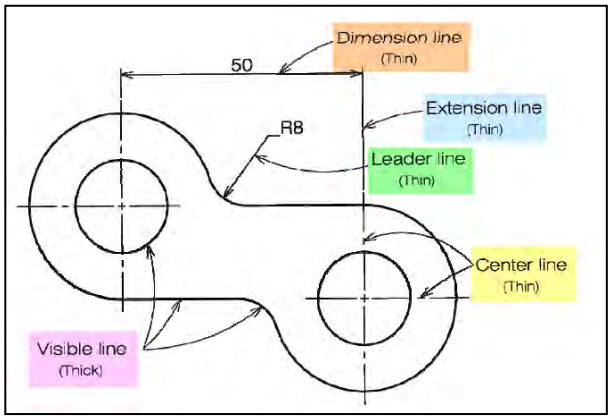
องค์ประกอบของแบบ

ที่มา : เอกสารประกอบคำสอน พื้นฐานการเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. รูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ

ในการเขียนแบบ จะต้องมีการใช้เส้น หรือสัญลักษณ์อย่างหนึ่งที่จะทำให้เกิดความเข้าใจให้ตรงกันในแบบงานนั้นๆ โดยเส้นมีหลายลักษณะแทนความหมายต่าง ๆ

ชื่อ	ลักษณะของเส้น	ขนาดของเส้น	การใช้ในงานเขียนแบบ
เส้นเต็มหนา (visible line)	———	0.5	ใช้เป็นเส้นขอบ สัน เหลี่ยม หรือมุมของ รูปส่วน ที่มองเห็น
เส้นเต็มบาง (dimension line)	———	0.25	ใช้เป็นเส้นกำหนดขนาด เส้นลูกศรชี้งาน เส้นแสดงลายตัดเส้นช่วยกำหนดขนาด
เส้นมือเปล่า	~~~	0.25	ใช้เป็นเส้นแสดงของรอยตัดงานในที่จำเพาะ
เส้นประ (hidden line)	- - - - -	0.25	ใช้เป็นเส้นขอบ สัน เหลี่ยม หรือมุมของ รูปส่วน ที่มองไม่เห็น
เส้นศูนย์เล็ก (center line)	—·—·—	0.25	ใช้แสดงแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง แสดงแนวกึ่งกลางของชิ้นงานทีสมมาตรกัน



5. การกำหนดขนาด

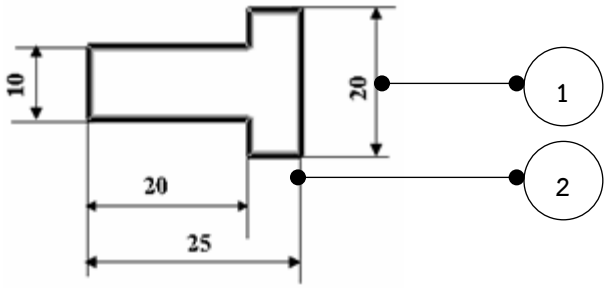
คือ การให้รายละเอียดเพิ่มเติมในแบบงาน ซึ่งจะทำให้เราทราบสัดส่วนขนาด ความกว้าง ความยาว ความลึกหรือสูงของชิ้นงาน ว่ามีระยะเท่าไร นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

1. ประเภทของเส้นที่ใช้

เส้นกำหนดขนาด คือ เส้นที่แสดง ระยะความยาวของขนาดที่ต้องการแสดงให้เห็น

เขียนด้วยเส้นเต็มบาง มีหัวลูกศรที่ปลายทั้ง 2 ข้าง

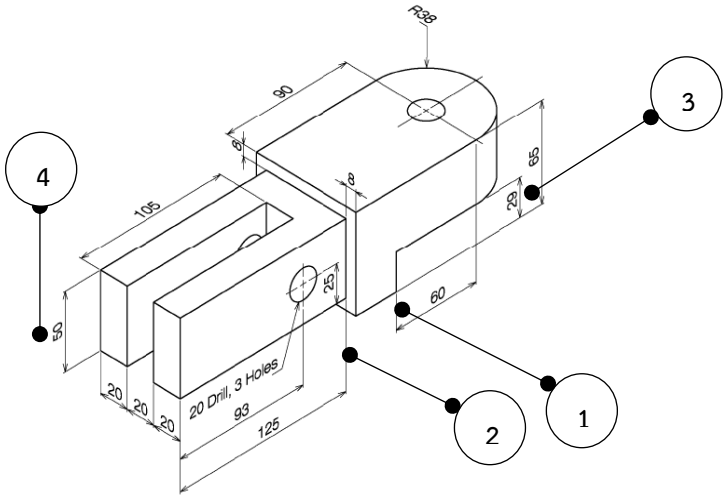
<u>เส้นช่วยกำหนดขนาด</u> คือ เส้นที่ลากต่อออกจากขอบหรือเหลี่ยมสันของงาน เพื่อกำหนดช่วงระยะความยาวให้กับเส้นกำหนดขนาด ซึ่งใช้เขียนด้วยเส้นเต็มบางเช่นกัน



<u>หมายเลข 1</u> คือ เส้นกำหนดขนาด

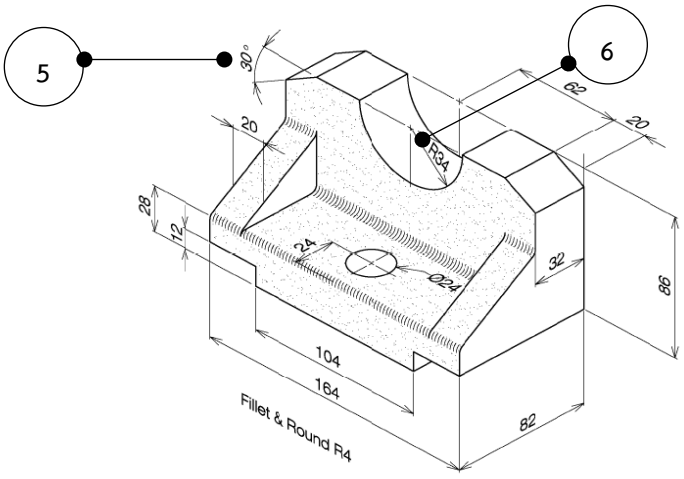
<u>หมายเลข 2</u> คือ เส้นช่วยกำหนดขนาด

2. หลักการกำหนดขนาด โดยสังเขป ประกอบด้วยหลักการต่างๆ ดังต่อไปนี้



หลักการใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด

1. เส้นกำหนดขนาดควรห่างจากแบบงาน ประมาณ 10 มิลลิเมตร และเส้นถัดไปควรห่างจากเส้นแรก ประมาณ 7 มิลลิเมตร
2. เส้นช่วยกำหนดขนาดจะตั้งฉากกับเส้นกำหนดขนาด
3. เส้นกำหนดขนาดที่สั้นกว่า จะอยู่ด้านในใกล้กับเส้นรอบรูปงาน
4. ตัวเลขอยู่กึ่งกลางเส้น ส่วนในแนวดิ่งต้องวางตัวเลขหันหัวไปทางซ้ายมือ



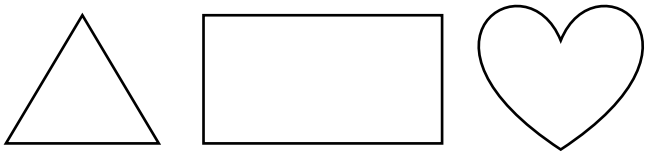
5. การกำหนดขนาดมุมต้องเป็นเส้นโค้งและอยู่กึ่งกลางระหว่างมุม
6. การกำหนดขอบรัศมีต้องชนขอบงานพอดี

6. <u>ภาพร่าง(Sketch)</u>

เป็นวิธีการหนึ่งในการถ่ายทอดความคิด โดยการลำดับความคิดหรือจินตนาการในสิ่งที่เราต้องการจะอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดของตนเอง ภาพร่างเป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

1. ภาพร่าง 2 มิติ(two-dimensional sketch)
2. ภาพร่าง 3 มิติ(three-dimensional sketch)
3. ภาพฉาย(Multiview Projection)

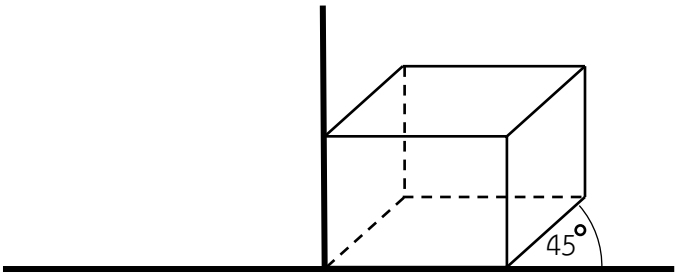
1. ภาพร่าง 2 มิติ (Two-dimensional sketch)
เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดประกอบด้วยด้านกว้าง และด้านยาว



2. ภาพร่าง 3 มิติ(Three-dimensional sketch)

เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดประกอบด้วยด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูงหรือความลึก มี 3 ประเภท คือ 1. ภาพออบลิค (Oblique) 2. ภาพไอโซเมตริก(Isometric) 3. ภาพเปอร์สเปคทีฟ(Perspective) โดยมีรูปแบบการเขียนแบบของแต่ละประเภท ดังนี้

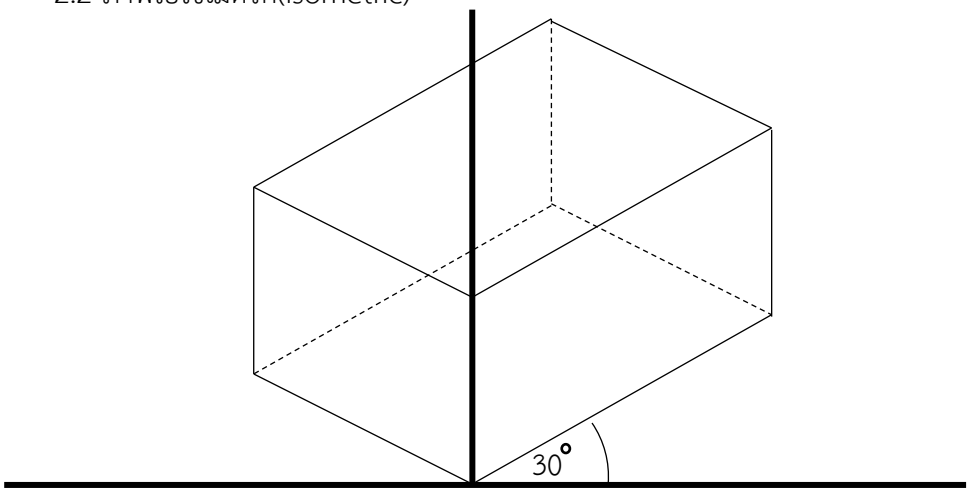
2.1 ภาพออบลิค (Oblique)



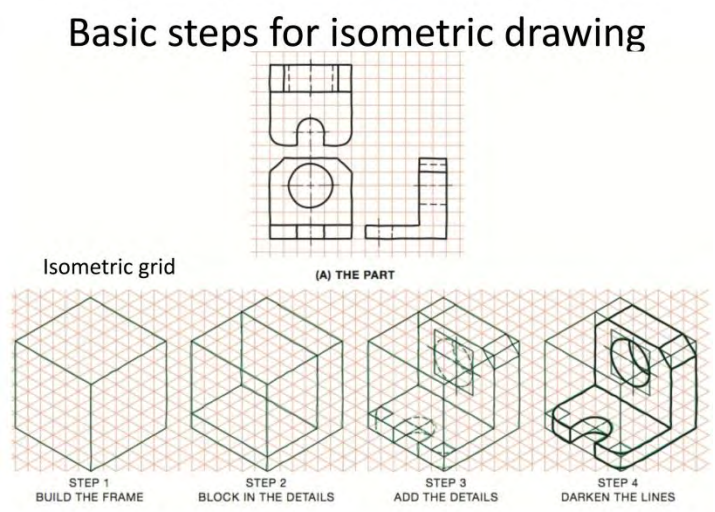
- สร้างเส้นแกน X และเส้นแกน Y(เส้นหนา)
- สร้างเส้นโดยใช้แนวแกน X และเส้นแกน Y เป็นแนวการสร้างภาพร่างที่มองจากด้านหน้าชิ้นงาน

- เส้นแนวลึกจะทำมุม 45 องศาขนานกันทุกเส้น
- เส้นภายในภาพเป็นเส้นประ

2.2 ภาพไอโซเมตริก(Isometric)



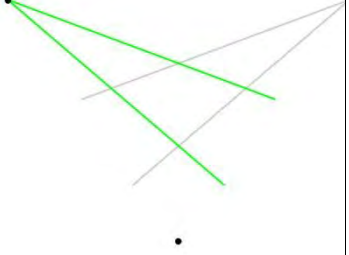
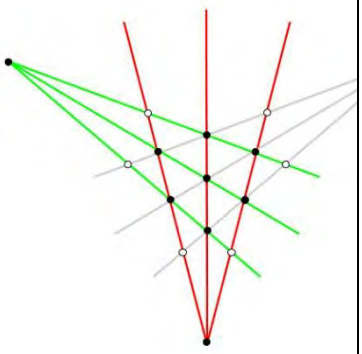
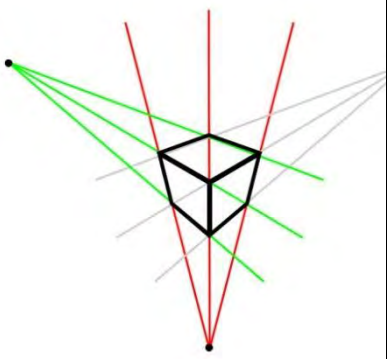
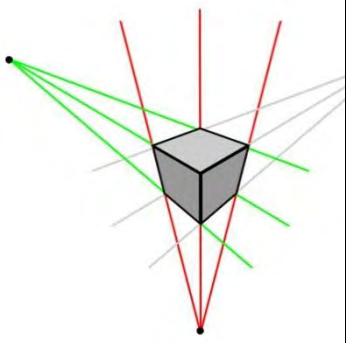
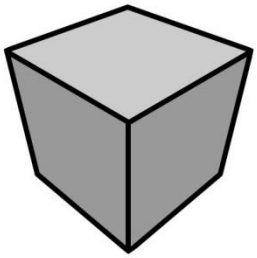
- สร้างเส้นแกน X และเส้นแกน Y(เส้นหนา)
- เส้นฝั่งซ้ายและฝั่งขวาทำมุด 30 องศา
- เส้นภายในภาพเป็นเส้นประ



ขั้นตอนพื้นฐานการเขียนแบบ isometric

สืบค้นจาก : https://www.pinterest.com/pin/32158584816692303/

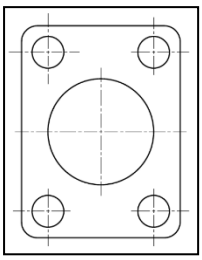
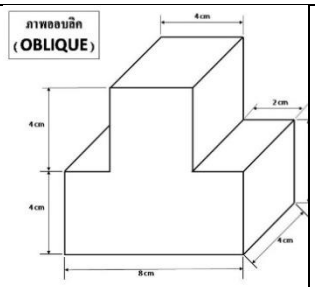
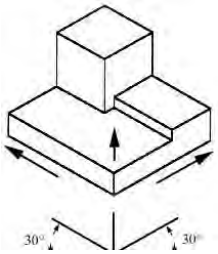
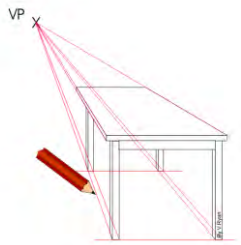
2.3 ภาพเปอร์สเปคทีฟ(Perspective)

1. กำหนดจุด 3 จุด	2. สร้างเส้นสองเส้นต่อหนึ่งจุดบน	3. สร้างเส้นกลางและเส้นล่าง 3 เส้น
		
4. สร้างเส้นหนาให้เป็นกล่อง	5. ระบายสี	6. ลบเส้นออก
		

ขั้นตอนพื้นฐานการเขียนแบบเปอร์สเปคทีฟ(Perspective)

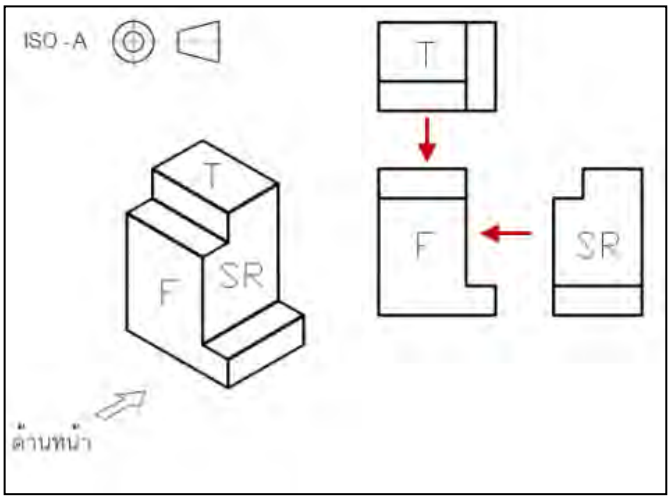
สืบค้นจาก : http://www.how-to-draw-funny-cartoons.com/3-point-perspective.html

โดยสรุปลักษณะของภาพทั้ง 3 แบบที่ใช้ในงานเขียนแบบแสดงได้ดังนี้

			
ภาพร่าง 2 มิติ	**ภาพออบลิค**	**ภาพไอโซเมตริก**	**ภาพเปอร์สเปคทีฟ**

3. ภาพฉาย (Multiview Projection)

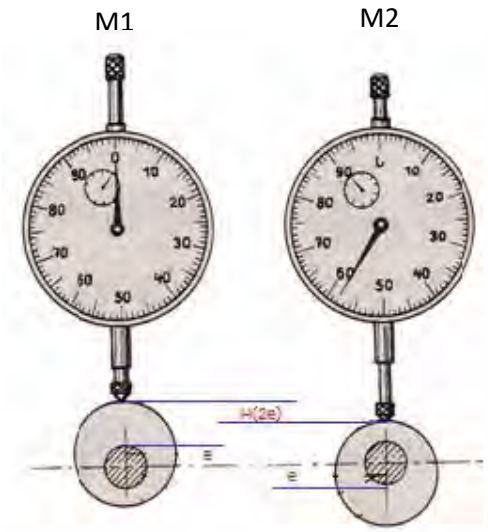
เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องกา ประกอบด้วย ภาพด้านหน้า(Front) ภาพด้านข้าง(Side) และภาพด้านบน(Top) แสดงขนาด และหน่วยในการวัดเพื่อสามารถนำไปสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองได้



แสดงมุมมองของภาพฉาย ทั้ง 3 ด้าน

4.2 พื้นฐานการคำนวณลูกเบี้ยวเพื่อทำการออกแบบและจัดทำโครงงาน

1. <u>สูตรคำนวณระบบส่งกำลังด้วยลูกเบี้ยว</u> การคำนวณระบบส่งกำลังด้วยลูกเบี้ยวนิยมคำนวณหาระยะที่ลูกเบี้ยวสามารถส่งกำลังได้โดยสามารถพิจารณาได้ดังนี้



แสดงลักษณะของคัปปลิง(ที่มา : สมปอง มากแจ้ง. 2533,41)

M1 คือ ช่วงที่ลูกเบี้ยวขยับอยู่ในระยะสูงสุด , M2 คือ ช่วงที่ลูกเบี้ยวขยับอยู่ในระยะต่ำสุด

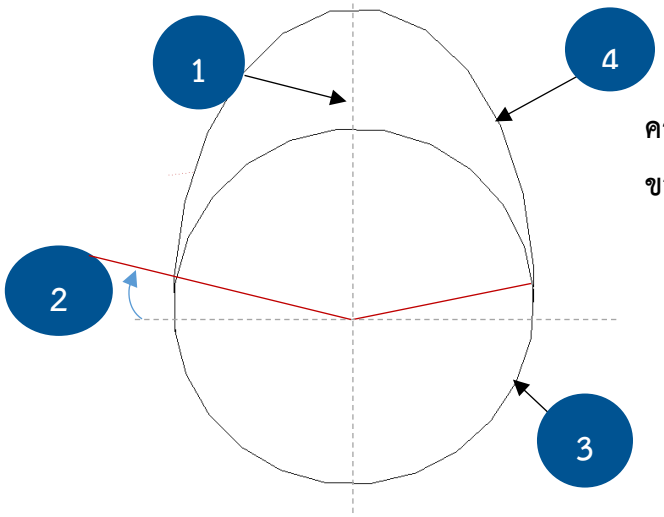
ดังนั้นเพลาลูกเบี้ยวจะมีระยะเยื้องศูนย์ที่มีค่าเท่ากับ ช่วง e และเมื่อขยับขึ้นลงต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับช่วง H ระยะเยื้องศูนย์ของลูกเบี้ยว 2e = H ดังนั้นระยะเยื้องศูนย์หาได้จาก

เมื่อ $e = \frac{2}{H}$

e = ระยะเยื้องศูนย์ของลูกเบี้ยว , H = ระยะเคลื่อนสูงสุดของลูกเบี้ยว

2. สูตรคำนวณระยะทางที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่

ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานโดยใช้กลไกจากลูกเบี้ยว จึงจำเป็นต้องมีการคำนวณหาระยะทางที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ขึ้นและลงตามรูปร่างต่างๆของลูกเบี้ยว ในที่นี้จะได้ กล่าวถึงการคำนวณเฉพาะลูกเบี้ยวแบบวงรีรูปไข่



ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับส่วนต่างๆของลูกเบี้ยว

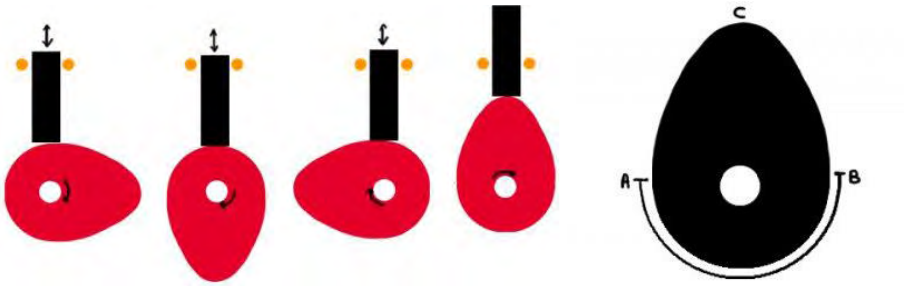
1. จมูก (ยอดของลูกเบี้ยว)
2. มุมยกของลูกเบี้ยว
3. วงกลมฐาน
4. ทางลาด

อาศัยความสัมพันธ์ของความยาวรอบรูปของวงกลมฐาน มุมยกของลูกเบี้ยว และความสูงของยอดลูกเบี้ยว ดังนี้

จากสูตร $y = \frac{h}{2}[1 - \cos(\pi \frac{\theta}{\beta})]$

y คือ ระยะที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ได้
h คือ ความสูงของยอดลูกเบี้ยว
β คือ มุมยกของลูกเบี้ยว
θ คือ มุมที่ลูกเบี้ยวหมุนไป

การคำนวณหาระยะทางที่ลูกเบี้ยวรูปไข่ เคลื่อนที่แบบซิมเปิ้ลฮาร์มอนิก



จากภาพ แสดงการเคลื่อนของตัวตามที่เคลื่อนที่ไปตามผิวของลูกเบี้ยวได้ ระยะทางเท่ากับ ความยาวของเส้นรอบรูปของลูกเบี้ยวนั้นๆ

การคำนวณหาความเร็วที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่แบบซิมเปิ้ลฮาร์มอนิก

จากสูตร $$v = \frac{\pi}{\beta}\frac{h}{2}[sin\frac{\pi\theta}{\beta}]$$

v คือ ความเร็วที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ β คือ มุมยกของลูกเบี้ยว

h คือ ความสูงของยอดลูกเบี้ยว θ คือ มุมที่ลูกเบี้ยวหมุนไป

การออกแบบ เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับการถ่ายทอดความคิดและการเขียนแบบเบื้องต้นกับพื้นฐานการคำนวณลูกเบี้ยว เพื่อทำการออกแบบและจัดทำโครงงาน ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับการบูรณาการความรู้ในด้าน ๆ และนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ท้าทายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา และการออกแบบจะเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

5. <u>แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ</u>

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรง แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อมโดยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงจึงสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้ พจนานุกรมฉบับบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 กล่าวไว้ว่า"พึง" เป็นคำช่วยกริยาอื่น หมายความว่า "ควร"เช่น พึงใจ หมายความว่า พอใจ ชอบใจ และคำว่า "พอ" หมายความว่า เท่าที่ต้องการ เต็มความต้องการ ถูกชอบ เมื่อนำคำสองคำมาผสมกัน"พึงพอใจ" จะหมายถึง ชอบใจ ถูกใจ ตามที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับ Wolman

(1973) อ้างโดย ภนิดา ชัยปัญญา (2541) กล่าวถึง ความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกที่ได้รับความสำเร็จตามมุ่งหวังและความต้องการ นักวิชาการได้ให้ความหมายของความพึงพอใจต่างๆ พอสรุปได้ดังนี้

ความหมายของความพึงพอใจ

ชริณี เดชจินดา (2535, หน้า 6) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือปัจจัยที่เกี่ยวข้องความรู้สึกพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง ความรู้สึกดังกล่าวจะลดลงและไม่เกิดขึ้นหากความต้องการหรือจุดมุ่งหมายนั้นไม่ได้รับการตอบสนอง

สง่า ภู่ณรงค์ (2540, หน้า 9) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจหมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมาย หรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ปริญญา จเรรัชต์และคณะ (2546, หน้า 3) กล่าวไว้ว่าความพึงพอใจ หมายถึงท่าที ความรู้สึกหรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติร่วมปฏิบัติ หรือได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติโดยผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้งสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจจากความหมายของความพึงพอใจดังกล่าว พอสรุปความได้ว่าความพึงพอใจเป็นทัศนคติอย่างหนึ่ง ที่เป็นนามธรรมเป็นความรู้สึกส่วนตัวทั้งทางด้านบวกและลบขึ้นอยู่กับการได้รับการตอบสนองเป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรมในการแสดงออกของบุคคลที่มีผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ทวีพงษ์ หินคำ (2541, หน้า 8) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่าเป็นความชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งสามารถลดความตึงเครียดและตอบสนองตามความต้องการของบุคคลได้ ทำให้เกิดความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น

ธนียา ปัญญาแก้ว (2541, หน้า 12) ได้ให้ความหมายว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจจะเกี่ยวกันกับลักษณะของงาน ปัจจัยเหล่านี้นำไปสู่ความพอใจในงานที่ทำ ได้แก่ ความสำเร็จ การยกย่องลักษณะงาน ความรับผิดชอบ และความก้าวหน้า เมื่อปัจจัยเหล่านี้อยู่ต่ำกว่า จะทำให้เกิดความไม่พอใจงานที่ทำ ถ้าหากว่างานให้ความก้าวหน้า ความท้าท้าย ความรับผิดชอบ ความสำเร็จและการยกย่องแก่ผู้ปฏิบัติงานแล้ว พวกเขา จะพอใจและมีแรงจูงใจในการทำงานเป็นอย่างมาก

วิทย์ เที่ยงบูรณธรรม (2541, หน้า 754) ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึงความพอใจ การทำให้พอใจ ความสาแก่ใจ ความหนำใจ ความจุใจ ความแน่ใจ การชดเชย การไถ่บาปการแก้แค้น สิ่งที่ชดเชย

วิรุฬ พรรณเทวี (2542, หน้า 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหมายกับสิ่งหนึ่ง สิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

กาญจนา อรุณสุขรุจี (2546, หน้า 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงต่อความต้องการของบุคคลจึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

อเนก สุวรรณบัณฑิต และคณะ(2548: 145)กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงกระบวนการที่กระตุ้นให้บุคคลเคลื่อนไหวหรือแสดงพฤติกรรมไปยังจุดหมายหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้โดยมี แรงจูงใจเป็นตัวผลักดันมีความต้องการสิ่งจูงใจและแรงขับ เข้ามาเกี่ยวข้องโดยมีกระบวนการ ในการจูงใจอย่างเป็นลำดับขั้น

พิสุทธา อารีราษฎร์(2550 : 176)กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกของบุคคล ที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยเฉพาะ ความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และบรรลุถึงความมุ่งหมาย ที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2556 :840)กล่าวว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ

Phillip B. Applewhite (1965, p 6) ได้ให้ความหมาย ของความพึงพอใจไว้ว่าเป็นความสุข ความสบายที่ได้รับจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เป็นความสุขความสบายที่เกิดจากการเข้าร่วมได้รู้ได้เห็นในกิจกรรมนั้น ๆ ร่วม ได้รู้ได้เห็นในกิจกรรมนั้นๆ

Benjamin B. Wolman (1973, p 384) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่าหมายถึงท่าทีทั่ว ๆ ไปที่เป็นผลมาจากท่าทีที่มีต่อสิ่งต่างๆ 3 ประการ คือ 1. ปัจจัยที่เกี่ยวกับกิจกรรม 2. ปัจจัยที่เกี่ยวกับบุคคล 3. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

Risser (1975, p 45-51) กล่าวว่า ความพึงพอใจของแต่ละคนเกิดจากการได้รับประสบการณ์ หรือบรรลุในสิ่งที่คาดหวัง

Campbell (1976, p 117-124) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในที่แต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือรู้สึกว่าสมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นการตัดสินของแต่ละบุคคล

Donabedian (1980) กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้รับบริการ หมายถึง ผู้บริการประสบความสำเร็จในการทำให้สมดุล ระหว่างสิ่งที่ผู้รับบริการให้ค่ากับความคาดหวังของผู้รับบริการ และประสบการณ์นั้นเป็นไปตามความคาดหวัง

จากความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดสรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่าเป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

ทฤษฎีหลักการและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

วิชัย เหลืองธรรมชาติ (2531, หน้า 9) ได้ให้แนวความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ คือ พึงพอใจจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนองซึ่งมนุษย์ไม่ว่าอยู่ในที่ใดย่อมมีความต้องการขั้นพื้นฐานไม่ต่างกัน

สุเทพ พานิชพันธุ์ (2541, หน้า 5) ได้สรุปถึงสิ่งจูงใจ ที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความ ความพึงพอใจไว้ดังนี้

3. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุได้แก่เงินสิ่งของเป็นต้น

4. สภาพทางกายที่ปรารถนา คือสิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย

5. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึงสิ่งต่างๆที่สนองความต้องการของบุคคล

6. ผลประโยชน์ทางสังคม คือความสัมพันธ์ฉันท์มิตรกับผู้ร่วมกิจกรรมอันจะทำให้เกิดความผูกพันความพึงพอใจ และสภาพการอยู่ร่วมกันอันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคมซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่ดีที่ชอบที่พอใจหรือที่ประทับใจ ของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับโดยสิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการทั้งด้านร่างกายและจิตใจ บุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่าง และมีความต้องการหลายระดับซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ การจัดการเรียนรู้ใด ๆ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจการเรียนรู้นั้น จะต้องสนองความต้องการของผู้เรียน

ประสาท อิศรปรีดา (2547 : 11)กล่าวถึง ทฤษฎีและแรงจูงใจที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานของเฮอร์เบิร์ก(Herzberg) มีดังนี้ 1. ปัจจัยกระตุ้น เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงานซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจ เช่น ความสำเร็จการได้รับการยอมรับนับถือความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน 2. ปัจจัยค้ำจุนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับ สิ่งแวดล้อมในการทำงาน และมีหน้าที่ให้บุคคล เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคตสถานะของอาชีพ สภาพการทำงาน เป็นต้น

ทิศนา แขมมณี(2554 :69)กล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ มีดังนี้

ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchical Theory of Motivation) มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอเมื่อได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ความต้องการด้านอื่นก็จะเกิดขึ้นอีก ความต้องการอาจจะซ้ำซ้อนหรือเกิดความต้องการอีกอย่างหนึ่ง ถ้าหากได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอก็จะเกิดแรงจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรมให้สังคม ยอมรับ และสามารถพัฒนาตนไปสู่ขั้นสูงขึ้น จึงนำแนวคิดทฤษฎีนี้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. การเข้าใจถึงความต้องการพื้นฐานของมนุษย์สามารถเข้าใจพฤติกรรมของบุคคลได้ เนื่องจากพฤติกรรมเป็นการแสดงออกถึงความต้องการของบุคคล

2. การช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีจำเป็นต้องตอบสนองความต้องงการพื้นฐาน ที่เขาต้องการแสดงเสียก่อน

3. การจัดการเรียนรู้หากครูค้นหาได้ว่านักเรียนมีความต้องการอยู่ในระดับใด ก็จะสามารถใช้ความต้องการพื้นฐานของนักเรียนมาเป็นแรงจูงใจ ช่วยใหเ้กิดการเรียนรู้ได้ดี

4. การช่วยให้นักเรียนได้รับการตอบสนองความต้องการพื้นฐานอย่างเพียงพอ การให้อิสรภาพและเสรีภาพแก่นักเรียนการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ในการรู้จักตนเองตามสภาพความเป็นจริง

<u>องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ</u>

ประสาท อิศรปรีดา (2547 : 177)กล่าวถึงองค์ประกอบที่ทำใหเ้กิดความพึงพอใจมีดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ได้แก่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาข้อเท็จจริงหรือสังเขปเกี่ยวกับสิ่งนั้น

2. องค์ประกอบด้านอารมณ์ได้แก่ความรู้สึกพอใจไม่พอใจรู้สึกชอบ ไม่ชอบ

3. องค์ประกอบด้านแนวโน้มการกระทำเป็นความพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้น ในทางใดทางหนึ่งคือ พร้อมที่จะช่วยเหลือหรือทำลายขัดขวาง เป็นต้น

<u>การวัดความพึงพอใจ</u>

บุญเรือง ขจรศิลป์ (2529) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่า ทัศนคติหรือเจตคติเป็นนามธรรมเป็นการแสดงออกค่อนข้างซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดทัศนคติได้โดยตรง แต่เราสามารถที่จะวัดทัศนคติได้โดยอ้อม โดยวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทนฉะนั้น การวัดความพึงพอใจก็มีขอบเขตที่จำกัดด้วย อาจมีความคลาดเคลื่อนขึ้นถ้าบุคคลเหล่านั้นแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดโดยทั่ว ๆ ไป

ภณิดา ชัยปัญญา (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้ หลายวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถกระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถาม ดังกล่าว อาจถามความพอใจในด้านต่าง ๆ

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจทางตรง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจะได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคล

4. เป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กริยา ท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

ปริญญา จเรรัชต์และคณะ (2546, หน้า 5) กล่าวว่ามาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธีได้แก่

1. การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การบริการการบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดกิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

จากแนวคิดของนักวิชาการข้างต้น สรุปว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการคือ ความรู้สึกอารมณ์ ที่มีความสุข ความยินดี ทางจิตใจที่เกิดขึ้นเป็นผู้รับบริการ ซึ่งความรู้สึกดังกล่าวเกิดจาก การที่ผู้รับบริการได้รับการตอบสนองความต้องการเป็นผู้ตอบสนองเองหรือผู้อื่นตอบสนองให้ ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นระดับใดขึ้นอยู่กับปริมาณการรับสนองความต้องการที่เกิดขึ้นได้ครบถ้วน เพียงใด โดยใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต

6. <u>บทเรียนบนเครือข่าย</u>

<u>ความหมายของบทเรียนบนเครือข่าย</u>

พาร์สัน (Parson,1997 อ้างอิงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2551) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า เป็นการสอนที่นำเอาสิ่งที่ต้องการส่งให้บางส่วนหรือทั้งหมด โดยอาศัยเว็บโดยเว็บช่วยสอนสามารถกระทำได้ ในหลากหลายรูปแบบและหลายขอบเขตที่เชื่อมโยงกัน ทั้งการเชื่อมต่อบทเรียนวัสดุช่วยการเรียนรู้และการศึกษาทางไกล

รีแลน และกิลลานิ (Relan and Gillani,1997 อ้างอิงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า เป็นการกระทำของคณะหนึ่งในการเตรียม การคิดในกลวิธีการสอน โดยกลุ่มคอนสตรัคติวิซึ่มและการเรียนรู้ในสถานการณ์ร่วมมือกัน โดยใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรในเวิล์ด ไวด์ เว็บ

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2542) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า การผนวกคุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัด ด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundary)

วิชุดา รัตนเพียร (2542) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า เป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจ โดยนำเสนอผ่านบริการเวิลด์ ไวด์ เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบ

และสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บ จะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านั้น มาใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

กิดานันท์ มลิทอง (2543) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียน ในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตรหรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่าง ๆ ของการสื่อสาร ที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียงมาใช้ประกอบด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2543) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า การเรียนการสอนที่ใช้เวิลด์ ไวด์ เว็บ เป็นสื่อหรือตัวกลางในการเรียนการสอนร่วมกัน ระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน ในลักษณะของบทเรียนที่ประกอบด้วย เนื้อหา รูปภาพประกอบเสียงและภาพเคลื่อนไหว ผู้สอนและผู้เรียนสามารถใช้เว็บเพจ (Webpage) ในการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น ตอบปัญหา ทำแบบฝึกหัด ข้อสอบและกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ จากจุดเชื่อมต่อเครือข่ายทุกจุดของมหาวิทยาลัยและเชื่อมต่อระยะไกล (Remote Logon) ผ่านโมเด็มโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

สุภาณี เส็งศรี (2543) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นสำหรับการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำจุดเด่นของวิธีการให้บริการข้อมูลแบบ เวิล์ด ไวด์ เว็บมาประยุกต์ใช้ Web Base Instruction จึงเป็นบทเรียนประเภท CAI แบบ On-line คำว่า On-line ในที่นี้หมายความว่า ผู้เรียนเรียนอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ติดต่อผ่านเครือข่ายกับเครื่องแม่ข่ายที่บรรจุบทเรียน

ถนอมพร เลาจรัสแสง (2544) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบัน กับ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหา ในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติ และทรัพยากรของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

สรรรัชต์ ห่อไพศาล (2544) ให้คำนิยามบทเรียนบนระบบเครือข่ายว่า การใช้โปรแกรมสื่อสารหลายมิติ ที่อาศัยประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตและเวิลด์ ไวด์ เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บ เพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้สอนและผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงซึ่งกันและกัน

จากคำนิยามของนักวิชาการ สามารถสรุปได้ว่า WBI (Web based Instruction) หรือบทเรียนบนระบบเครือข่าย มีความหมายว่าการรวมคุณสมบัติของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) กับคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตและเวิลด์ ไวด์ เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอน โดยสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาโดยผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่เชื่อมโยงถึงกันเป็นระบบการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

ประเภทของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย

บทเรียนบนระบบเครือข่าย สามารถแบ่งประเภทและรูปแบบได้ดังนี้

ถนอมพร ตันพิพัฒน์(2539) ได้แบ่งประเภทและรูปแบบของบทเรียนบนระบบเครือข่าย ดังนี้

1. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการสื่อสาร อภิปราย แลกเปลี่ยน สอบถามข้อมูล ข่าวสาร แสดงความคิดเห็น ทั้งกับผู้สนใจศึกษาในเรื่องเดียวกันหรือกับผู้เชี่ยวชาญ สถาบันอุดม ศึกษาในสหรัฐอเมริกาได้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการติดต่อกับครู อาจารย์เพื่อการนัดหมาย ซักถามข้อสงสัย หรือการส่งการบ้านด้วยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เพราะจากประโยชน์หลายประการของจดหมาย ในเรื่องของความได้เปรียบจดหมายปกติที่ต้องใช้เวลาในการรับการส่งหลายวัน แต่การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำได้ในเวลาเพียงไม่กี่นาทีและผู้รับไม่จำเป็นต้องรอรับข้อมูล เพราะจดหมายจะถูกส่งไปรอในกล่องรับจดหมายรอการเปิดอ่านเมื่อใดก็ได้ ทำการเปิดเครื่องบริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นที่นิยมมากในหมู่นักการศึกษา ก็คือ ลิสต์เซิร์ฟ ซึ่งเป็นบริการที่อนุญาต ให้นักการศึกษาสามารถสมัครเป็นสมาชิกของกลุ่มสนทนา ที่มีความสนใจในเรื่องเดียวกับที่เราสนใจ โดยผู้สนใจต้องส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปยังที่อยู่ของกลุ่มสนทนา เมื่อมีผู้ส่งข้อความมายังกลุ่มคอมพิวเตอร์จะคัดลอกและจัดส่งข้อมูล ไปยังสมาชิกที่ร่วมเป็นสมาชิกในกลุ่ม ทำให้เราทราบข้อมูลที่ทันสมัยตลอดเวลาได้ เรียนรู้นานาทัศนะจากผู้เชี่ยวชาญในสาขา และที่สำคัญคือได้แสดงข้อคิดเห็นส่วนตัว และได้ซักถามข้อสงสัยจากสมาชิกในกลุ่ม

2. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อการค้นหาข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักศึกษาสามารถใช้บริการทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการสืบค้นข้อมูลศึกษาค้นคว้าและวิจัยได้หลายวิธี วิธีที่เป็นที่นิยมมากที่สุด คือ ผ่านทางเวิลด์ ไวด์ เว็บ มีข้อมูลในหลายรูปแบบ มีซอฟต์แวร์สำหรับการอ่านข้อมูลที่สมบูรณ์มาก และสามารถเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันใช้งานได้ง่ายและสะดวก ในการหาค้นหาข้อมูลนั้นมีเครื่องมือช่วยค้นหา (Search Machine) การทำงานเพียงกดปุ่มเรียกเครื่องมือขึ้นมา แล้วพิมพ์คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้นลงไป เครื่องก็จะแสดงผลออกมาถ้าต้องการเข้าไปอ่าน ก็กดปุ่มเข้าไปก็จะทำให้ทราบข้อมูลนั้น ๆ ได้บริการทางอินเทอร์เน็ตอื่น ซึ่งนักการศึกษาสามารถใช้ในการสืบค้นข้อมูล ได้แก่ อาร์ซี่ (Archie) และเวส์ (Wais) อาร์ซี่นั้นเป็นบริการช่วยค้นข้อมูลที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ เฉพาะเครื่องที่มีการอนุญาตให้โอนถ่ายแฟ้มข้อมูลได้ ส่วนเว็บนั้นเป็นบริการค้นหาข้อมูลที่มีการทำงานคล้ายกับอาร์ซี่ คือจะต้องอาศัยการต่อเข้าไปยังเครื่องที่ศูนย์บริการก่อน และพิมพ์คำหรือ ข้อความที่ต้องการสืบค้นลงไป แต่จะแตกต่างก็ คือ คำหรือข้อความที่ต้องการสืบค้นที่พิมพ์เข้าไปควรจะเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหา เพราะเว็บจะค้นหาแฟ้มข้อมูลที่มีเนื้อหา ซึ่งมีคำนั้น ๆ ปรากฏอยู่

3. การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในหลักสูตรการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ

3.1 การประยุกต์เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนของหลักสูตรที่มีอยู่เดิม ปัจจุบันนี้ ได้มีการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในหลักสูตรกิจกรรมการสอนกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 การศึกษาทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะช่วยขจัดปัญหาทางด้านการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ ข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ของผู้เรียน

3.3 การเรียนการสอนเกี่ยวกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังคงเป็นไปในลักษณะของการเปิดอบรมหลักสูตรสั้นๆ หรือการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการแก่ประชาชนทั่วไปที่สนใจ แต่ในสถาบันการศึกษาอุดมศึกษาบางแห่งก็ได้เริ่มมีการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชาต่างๆให้แก่นิสิตนักศึกษากันบ้างแล้ว

เจมส์ (James,1997 อ้างอิงใน สุพจน์ แก้วอ่อน, 2553) ได้แบ่งประเภทและรูปแบบของบทเรียนบนระบบเครือข่ายไว้ 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. โครงสร้างแบบค้นหา (Eclectic Structures) ลักษณะของโครงสร้างเว็บไซต์แบบนี้เป็นแหล่งของเว็บไซต์ที่ใช้ในการค้นหา ไม่มีการกำหนดขนาดรูปแบบ ไม่มีโครงสร้างที่ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บไซต์ ลักษณะของเว็บไซต์แบบนี้จะมีแต่การให้ใช้เครื่องมือ ในการสืบค้นหรือเพื่อบางสิ่งที่ต้องการค้นหาตามที่กำหนดหรือโดยผู้เขียนเว็บไซต์ต้องการ โครงสร้างแบบนี้จะเป็นแบบเปิด ให้ผู้เรียนได้เข้ามาค้นคว้าในเนื้อหาในบริบทโดยไม่มีโครงสร้างข้อมูลเฉพาะให้ได้เลือก แต่โครงสร้างแบบนี้จะมีปัญหากับผู้เรียน เพราะผู้เรียนอาจจะไม่สนใจข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้างโดยไม่กำหนดแนวทางในการสืบค้น

2. โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopedic Structures) ถ้าเราควบคุมของสร้างของเว็บไซต์ที่เราสร้างขึ้นเองได้ เราก็จะใช้โครงสร้างข้อมูลในแบบต้นไม้ในการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีเนื้อหาและมีการจัดเป็นบทเป็นตอนจะกำหนดให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้ได้ผ่านเข้าไปหาข้อมูลหรือเครื่องมือ ที่อยู่ในพื้นที่ของเว็บหรืออยู่ภายในและนอกเว็บไซต์จำนวนมากมีโครงสร้างในลักษณะดังกล่าวนี้ โดยเฉพาะเว็บไซต์ทางการศึกษาที่ไม่ได้กำหนดทางการค้าองค์กร ซึ่งอาจจะต้องมีลักษณะที่ดูมีมากกว่านี้ แต่ในเว็บไซต์ต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนกลวิธีด้านโครงสร้างจึงมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน (Pedagogic Structures) มีรูปแบบโครงสร้างหลายอย่างในการนำมาสอนตามต้องการทั้งหมดเป็นที่รู้จักดีในบทบาทของการออกแบบทางการศึกษา สำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องมือมัลติมีเดีย ซึ่งความจริงมีหลักการแตกต่างกันระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับเว็บช่วยสอนนั้นคือความสามารถของ HTML ในการที่จะจัดทำในแบบไฮเปอร์เท็กซ์กับการเข้าถึงข้อมูลหน้าจอโดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

พาร์สัน (Pason, 1997 อ้างอิงใน พิทยา อุมาลี, 2553) ได้กล่าวถึงประเภทและรูปแบบของบทเรียนบนระบบเครือข่ายออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดียว (Stand - Alone Courses) เป็นรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งเข้าไปถึงและเข้าหาได้ โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสารก็สามารถที่จะผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ ลักษณะของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบนี้มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขต มีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้จริง แต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล

2. เว็บช่วยสอนแบบสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียนและมีแหล่งทรัพยากรทางการศึกษาให้มาก เช่น การกำหนดงานให้ทำบนเว็บไซต์ การกำหนดให้อ่าน มีการร่วมกันอภิปราย การตอบคำถาม มีการสื่อสารอื่น ๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ให้ทำในรายวิชามีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ เป็นต้น

3. เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษา หรือ เว็บทรัพยากรการศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นชนิดของเว็บไซต์ที่มีเครื่องมือ วัตถุดิบและรวมรายวิชาต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสถาบันการศึกษาไว้ด้วยกัน และยังรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับสถาบันการศึกษาไว้บริการทั้งหมดและเป็นแหล่ง สนับสนุนกิจกรรมต่างๆทางการศึกษา ทั้งทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ โดยการใช้สื่อที่หลากหลายรวมถึงการสื่อสารระหว่างบุคคลด้วย

โดเฮอร์ตี้ (Doherty, 1998 อ้างอิงใน พิทยา อุมาลี, 2553) แนะนำว่าการเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีวิธีการใช้ 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความภาพกราฟิก ซึ่งสามารถนำเสนอได้อย่างเหมาะสมในลักษณะของสื่อ คือ

1.1 การนำเสนอแบบสื่อทางเดียว เช่น เป็นข้อความ

1.2 การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับภาพกราฟิก

1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วยข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพยนตร์หรือวีดีโอ

2. การสื่อสาร (Communication) การสื่อสารเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ทุกวันในชีวิตซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น

2.1 การสื่อสารทางเดียว โดยดูจากเว็บเพ็จ

2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งอีเมล์โต้ตอบกัน การสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ต

2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งต่อหนึ่งแหล่งไปหลายที่ เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่ กระจายไปหลายแหล่ง เช่น อภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆ ได้รับฟัง หรือการประชุมทางคอมพิวเตอร์

2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บ โดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน

3. การก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ตประกอบด้วย 3 ลักษณะ คือ

3.1 การสืบค้น

3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ

3.3 การตอบสนองของมนุษย์ในการใช้เว็บ

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WBI) มีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถแก้ไข ปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยได้ทันที

2. สามารถนำเสนอเผยแพร่แก่ผู้เรียนได้ตลอดเวลา

3. สามารถให้ตอบโต้ตอบ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและโปรแกรมการเรียนสามารถเก็บข้อมูลและผลการเรียน เพื่อการเรียกดูจากผู้เรียนและผู้สอนได้ตลอดเวลา

แฮนนัม (Hannum, 1998 อ้างอิงใน พิทยา อุมาลี, 2553) ได้แบ่งประเภทของการเรียนบนระบบเครือข่าย ออกเป็น 4 ลักษณะ ใหญ่ ๆ คือ

1. รูปแบบการเผยแพร่ รูปแบบนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 รูปแบบห้องสมุด(Library Model) เป็นรูปแบบที่ใช้ประโยชน์จากความสามารถในการเข้าไปยังแหล่งทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีอยู่หลากหลายโดยวิธีการจัดหาเนื้อหา ให้ผู้เรียนผ่านการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่าง ๆ เช่น สารานุกรม วารสารหรือหนังสือออนไลน์ทั้งหลาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำเอาลักษณะ ทางกายภาพของห้องสมุด ที่มีทรัพยากรจำนวนมหาศาลมาประยุกต์ใช้ ส่วนประกอบของรูปแบบนี้ ได้แก่ สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หนังสือออนไลน์ สารบัญการอ่านออนไลน์ (Online Reading List) เว็บไซต์ห้องสมุด เว็บไซต์งานวิจัย รวมทั้งการรวบรวมรายชื่อเว็บไซต์ที่สัมพันธ์กับวิชาต่าง ๆ

1.2 รูปแบบหนังสือเรียน(Textbook Model)การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบนี้เป็นการจัดเนื้อหาของหลักสูตร ในลักษณะออนไลน์ให้แก่ผู้เรียน เช่นคำบรรยาย สไลด์ นิยามคำศัพท์และส่วนเสริม ผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้เหมือนกับ ที่ใช้ในการเรียนในชั้นเรียนปกติ และสามารถทำสำเนาเอกสารให้กับผู้เรียนได้ รูปแบบนี้ต่างจากรูปแบบห้องสมุดคือรูปแบบนี้จะเตรียมเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะขณะที่รูปแบบห้องสมุดช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจากการเชื่อมโยงที่เอาไว้ ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียนนี้ ประกอบด้วยบันทึกของหลักสูตร บันทึกคำบรรยาย ข้อแนะนำของห้องเรียน สไลด์ที่นำเสนอ วิดีโอและภาพที่ใช้ในชั้นเรียน เอกสารอื่นที่มี ความสัมพันธ์กับชั้นเรียน เช่น ประมวลรายวิชา รายชื่อในชั้น กฎเกณฑ์ข้อตกลงต่าง ๆ ตารางการสอบและตัวอย่างการสอบครั้งที่แล้ว ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชั้นเรียน งานที่มอบหมาย เป็นต้น

1.3 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) รูปแบบนี้จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ โดยนำลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้เป็นการสอนแบบออนไลน์ ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์มีการให้คำแนะนำการปฏิบัติ การให้ผลย้อนกลับ รวมทั้งการให้สถานการณ์จำลอง

2. รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อ เพื่อการสื่อสาร (Computer – Mediated Communications Model) ผู้เรียนสามารถที่จะสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ผู้สอนหรือกับผู้เชี่ยวชาญ โดยรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้แก่จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปรายการสนทนาและการอภิปราย และการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับการเรียนการสอน ที่ส่งเสริมการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

3. รูปแบบผสม(Hybrid Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรูปแบบนี้เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิด คือ รูปแบบการเผยแพร่กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน เช่น เว็บไซต์ที่รวมเอารูปแบบห้องสมุดกับรูปแบบหนังสือเรียนไว้ด้วยกัน เว็บไซต์ที่รวบรวมเอาบันทึกของหลักสูตรรวมทั้งคำบรรยาย ไว้กับกลุ่มอภิปรายหรือเว็บไซต์ ที่รวมเอารายการแหล่งเสริมความรู้ต่าง ๆ และความสามารถของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไว้ด้วยกัน เป็นต้น รูปแบบนี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะได้ใช้ประโยชน์ของทรัพยากร ที่มีในอินเทอร์เน็ต ในลักษณะที่หลากหลาย

4. รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรูปแบบนี้ ห้องเรียนเสมือนเป็นการนำเอาลักษณะเด่นหลาย ๆ ประการ ของแต่ละรูปแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้

ฮิลทซ์ (Hiltz , 1993)ได้นิยามว่าห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่นำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ในลักษณะการเรียนการ สอน แบบร่วมมือ โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน นักเรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษาและกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการ (Khan, 1997) กล่าวถึงห้องเรียนเสมือนว่า เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสารผ่านในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่ม ที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนและผู้สอนจะได้รับความรู้ใหม่ ๆจากกิจกรรมการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือ ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติ มาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยความสามารถต่าง ๆ ของอินเทอร์เน็ตมีส่วนประกอบ คือ ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อแหล่งเนื้อหาเสริม กิจกรรมระหว่าง ผู้เรียนผู้สอน คำแนะนำและการให้ ผลป้อนกลับ การนำเสนอในลักษณะมัลติมีเดีย การเรียนแบบร่วมมือ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างกัน รูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

ถนอมพร เลาหจรัสแสง(2554) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนบนระบบเครือข่าย สามารถทำได้ใน 3 ลักษณะด้วยกันได้แก่

1. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ โดยที่ไม่ต้องมีการเข้าชั้นเรียน
2. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ยังมีการนัดหมายมาเข้าชั้นเรียนบ้าง
3. การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ เพื่อเสริมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติก็ได้

มนชัย เทียนทอง (2545) ได้จำแนกการเรียนการสอนบนระบบเครือข่าย ออกเป็น 3 ประเภท ตามระดับความยาก ได้แก่

1. Embedded WBI เป็นบทเรียนที่นำเสนอด้วยความข้อความและกราฟิกเป็นหลัก จัดว่าเป็นบทเรียน ขั้นพื้นฐานที่พัฒนามาจากบทเรียน CAI/CBT ส่วนใหญ่พัฒนาขึ้นด้วยภาษา HTML (Hypertext Markup Language)

2. IWBI (Interactive WBI) เป็นบทเรียนที่พัฒนาขึ้นจากบทเรียนประเภทแรก เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ กับผู้ใช้หลัก นอกจากจะนำเสนอด้วยสื่อต่าง ๆ ทั้งข้อความ กราฟิกและภาพเคลื่อนไหวแล้ว การพัฒนาบทเรียนในระดับนี้จึงต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 ได้แก่ ภาษาเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) เช่น Visual Basic, Visual C++ รวมทั้งภาษา HTML, Perl เป็นต้น

3. IMMWBI (Interactive Multimedia WBI) เป็นบทเรียน WBI ที่นำเสนอโดยยึดคุณสมบัติทั้ง 5 ด้านของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเสียง และการปฏิสัมพันธ์ จัดว่าเป็นระดับสูงสุด เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์เพื่อจัดการทางด้านภาพเคลื่อนไหว และเสียงของบทเรียนโดยใช้เว็บเบราเซอร์นั้น มีความยุ่งยากมากกว่าบทเรียนที่นำเสนอแบบใช้งานเพียงลำพัง ผู้พัฒนาบทเรียนจะต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วยเพื่อให้การตรวจปรับของบทเรียน จากการมีปฏิสัมพันธ์เป็นไปด้วยความรวดเร็วและราบรื่น เช่น การเขียน คุกกี้ (Cookies) ช่วยสื่อสารข้อมูลระหว่างเว็บเซิร์ฟเวอร์กับตัวบทเรียนที่อยู่ในไคลเอนท์ ตัวอย่างของภาษาที่ใช้พัฒนาบทเรียนระดับนี้ได้แก่ Java Script, ASP และ PHP เป็นต้น

จากแนวคิดของนักวิชาการหรือนักการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการนำเสนอสื่อ ที่เป็นข้อความ กราฟิก และสื่อประเภทมัลติมีเดียต่างๆ โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น การดูจากเว็บเพ็จ การส่งอีเมล์โต้ตอบ การสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถสื่อสารจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแหล่ง หรือ การสื่อสารจากหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่งได้

<u>การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-based Instruction)</u>

การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย หมายถึง การผนวกคุณสมบัติ ไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่าย เวิลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อสร้างเสริมสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundary)

การใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียในการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายนั้น หมายถึง การสนับสนุนศักยภาพการเรียนด้วยตนเองตามลำพัง กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเลือกสรรเนื้อหาบทเรียนที่นำเสนออยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งเป็นเทคนิคการเชื่อมโยงเนื้อหาหลัก ด้วยเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้อง รูปแบบการเชื่อมโยงนี้เป็นได้ทั้งการเชื่อมโยงข้อความไปสู่เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้อง หรือสื่อภาพ และเสียง การเชื่อมโยงดังกล่าวจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนด้วยตนเอง โดยเลือกลำดับเนื้อหาบทเรียนตามความต้องการ และเรียนตามกำหนดเวลาที่เหมาะสมและสะดวกของตนเอง

ส่วนการใช้คุณสมบัติของเครือข่ายเวิลด์ ไวด์ เว็บ หมายความถึง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนหรือผู้เรียนอื่นเพื่อการเรียนรู้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในเวลาเดียวกัน หรือ ณ สถานที่เดียวกัน (Human to Human Interaction) เช่นผู้เรียนนัดหมายเวลา และเปิดหัวข้อการสนทนาผ่านโปรแกรมประเภท Synchronous Conferencing System เช่น IRC (Internet Relay Chat) หรือผู้เรียนสามารถตามหัวข้อและร่วมการสนทนาในเวลาที่ตนเองสะดวกผ่านโปรแกรมประเภท Asynchronous Conferencing Systemเช่น E-mail Bulletin Board System หรือ Listserv การปฏิสัมพันธ์เช่นนี้เป็นไปได้ทั้งลักษณะบุคคลต่อบุคคล (Person to Person) ผู้เรียนกับกลุ่ม (Person to Group) หรือกลุ่มต่อกลุ่ม (Group to Group)

<u>ลักษณะของการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย</u>

การเรียนการสอนบนระบบเครือข่าย มีวิธีการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไปตามแนวคิดของนักวิชาการและนักการศึกษาดังนี้

พาร์สัน (Pason, 1997) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. แบบรายวิชาอย่างเดียว (Stand - Alone Courses) เป็นรายวิชาที่มีเครื่องมือและแหล่งเข้าไปถึงและเข้าหาได้ โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ตอย่างมากที่สุด ถ้าไม่มีการสื่อสารก็สามารถที่จะผ่านระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารได้ ลักษณะของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบนี้ มีลักษณะเป็นแบบวิทยาเขต มีนักศึกษาจำนวนมากที่เข้ามาใช้จริง แต่จะมีการส่งข้อมูลจากรายวิชาทางไกล

2. แบบสนับสนุนรายวิชา (Web Supported Courses) เป็นรายวิชาที่มีลักษณะเป็นรูปธรรม ที่มีการพบปะระหว่างครูกับนักเรียน และมีแหล่งทรัพยากรทางการศึกษาให้มาก เช่น การกำหนดงานให้ทำบนเว็บไซต์ การกำหนดให้อ่าน มีการร่วมกันอภิปราย การตอบคำถาม มีการสื่อสารอื่น ๆ ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ มีกิจกรรมต่าง ๆ ที่ให้ทำในรายวิชา มีการเชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรอื่น ๆ เป็นต้น

3. แบบศูนย์การศึกษา หรือเว็บทรัพยากรการศึกษา (Web Pedagogical Resources) เป็นชนิดของเว็บไซต์ที่มีเครื่องมือ วัตถุดิบและรวมรายวิชาต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสถาบันการศึกษาไว้ด้วยกัน และยังรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับสถาบันการศึกษาไว้บริการทั้งหมด และเป็นแหล่งสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ทางการศึกษา ทั้งทางด้านวิชาการและไม่ใช่วิชาการ โดยการใช้สื่อที่หลากหลายรวมถึงการสื่อสารระหว่างบุคคลด้วย

เจมส์ (James, 1997 อ้างอิงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2551) ตามแนวคิดบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

1. โครงสร้างแบบค้นหา (Eclectic Structures) ลักษณะของโครงสร้างเว็บไซต์แบบนี้เป็นแหล่งของเว็บไซต์ที่ใช้ในการค้นหา ไม่มีการกำหนดขนาด รูปแบบ ไม่มีโครงสร้างที่ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กับเว็บไซต์ ลักษณะของเว็บไซต์แบบนี้จะมีแต่การให้ใช้เครื่องมือ ในการสืบค้นหรือเพื่อบางสิ่งที่ต้องการค้นหา ตามที่กำหนดหรือโดยผู้เขียนเว็บไซต์ต้องการ โครงสร้างแบบนี้จะเป็นแบบเปิด ให้ผู้เรียนได้เข้ามาค้นคว้าในเนื้อหาในบริบท โดยไม่มีโครงสร้างข้อมูล เฉพาะให้ได้เลือกแต่โครงสร้างแบบนี้จะมีปัญหากับผู้เรียน เพราะผู้เรียนอาจจะไม่สนใจข้อมูลที่ไม่มีโครงสร้าง โดยไม่กำหนดแนวทางในการสืบค้น

2. โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopedic Structures) ถ้าเราควบคุมของสร้างของเว็บไซต์ที่เราสร้างขึ้นเองได้ เราก็จะใช้โครงสร้างข้อมูลในแบบต้นไม้ในการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีเนื้อหาและมีการจัดเป็นบทเป็นตอน จะกำหนดให้ผู้เรียนหรือผู้ใช้ได้ผ่านเข้าไปหาข้อมูลหรือเครื่องมือ ที่อยู่ในพื้นที่ของเว็บหรืออยู่ภายในและนอก เว็บไซต์จำนวนมากมีโครงสร้างในลักษณะดังกล่าวนี้ โดยเฉพาะเว็บไซต์ทางการศึกษาที่ไม่ได้กำหนดทางการค้าองค์กร ซึ่งอาจจะต้องมีลักษณะที่ดูมีมากกว่านี้ แต่ในเว็บไซต์ต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเรียน กลวิธีด้านโครงสร้างจึงมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. โครงสร้างแบบการเรียนการสอน (Pedagogic Structures) มีรูปแบบโครงสร้างหลายอย่างในการนำมาสอนตามต้องการ ทั้งหมดเป็นที่รู้จักดีในบทบาทของการออกแบบทางการศึกษาสำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องมือมัลติมีเดีย ซึ่งความจริงมีหลักการแตกต่างกันระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเว็บช่วยสอนนั้น คือความสามารถของ HTML ในการที่จะจัดทำในแบบไฮเปอร์เท็กซ์กับการเข้าถึงข้อมูลหน้าจอ โดยผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

แฮนนัม (Hannum, 1998 อ้างอิงใน ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2541) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ออกเป็น 4 คือ

1. รูปแบบการเผยแพร่ รูปแบบนี้สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 รูปแบบห้องสมุด (Library Model) เป็นรูปแบบที่ใช้ประโยชน์จากความสามารถ ในการเข้าไปยังแหล่งทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีอยู่หลากหลายโดยวิธีการจัดหาเนื้อหาให้ผู้เรียนผ่านการเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมต่าง ๆ เช่น สารานุกรม วารสารหรือหนังสือออนไลน์ทั้งหลาย ซึ่งถือได้ว่าเป็นการนำเอาลักษณะ ทางกายภาพของห้องสมุด ที่มีทรัพยากรจำนวนมหาศาลมาประยุกต์ใช้ ส่วนประกอบของรูปแบบนี้ ได้แก่ สารานุกรมออนไลน์ วารสารออนไลน์ หนังสือออนไลน์ สารบัญการอ่านออนไลน์ (Online Reading List) เว็บไซต์ห้องสมุด เว็บไซต์งานวิจัย รวมทั้งการรวบรวมรายชื่อเว็บไซต์ที่สัมพันธ์กับวิชาต่าง ๆ

1.2 รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบนี้เป็นการจัดเนื้อหาของหลักสูตร ในลักษณะออนไลน์ให้แก่ผู้เรียน เช่น คำบรรยาย สไลด์ นิยามคำศัพท์และส่วนเสริม ผู้สอนสามารถเตรียมเนื้อหาออนไลน์ที่ใช้ เหมือนกับที่ใช้ในการเรียนใน

ชั้นเรียนปกติ และสามารถทำสำเนาเอกสารให้กับผู้เรียนได้ รูปแบบนี้ต่างจากรูปแบบห้องสมุดคือรูปแบบนี้จะเตรียมเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนโดยเฉพาะ ขณะที่รูปแบบห้องสมุดช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาที่ต้องการจากการเชื่อมโยงที่เอาไว้ส่วนประกอบของรูปแบบหนังสือเรียนนี้ประกอบด้วยบันทึกของหลักสูตร บันทึกคำบรรยาย ข้อแนะนำของห้องเรียน สไลด์ที่นำเสนอ วิดีโอและภาพที่ใช้ในชั้นเรียน เอกสารอื่นที่มีความสัมพันธ์กับชั้นเรียน เช่น ประมวลรายวิชา รายชื่อในชั้น กฎเกณฑ์ข้อตกลงต่าง ๆ ตารางการสอบ และตัวอย่างการสอบครั้งที่แล้ว ความคาดหวังของชั้นเรียน งานที่มอบหมาย เป็นต้น

1.3 รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Instruction Model) รูปแบบนี้จัดให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ได้รับ โดยนำลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประยุกต์ใช้เป็นการสอนแบบออนไลน์ ที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์มีการให้คำแนะนำการปฏิบัติ การให้ผลย้อนกลับ รวมทั้งการให้สถานการณ์จำลอง

2. รูปแบบการสื่อสาร (Communication Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อเพื่อการสื่อสาร (Computer – Mediated Communications Model) ผู้เรียนสามารถที่จะสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ผู้สอนหรือกับผู้เชี่ยวชาญ โดยรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มอภิปรายการสนทนาและการอภิปราย และการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้ที่มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

3. รูปแบบผสม (Hybrid Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รูปแบบนี้ เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิด คือ รูปแบบการเผยแพร่กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน เช่น เว็บไซต์ที่รวมเอารูปแบบห้อง สมุดกับรูปแบบหนังสือเรียนไว้ด้วยกัน เว็บไซต์ที่รวบรวมเอาบันทึกของหลักสูตรรวมทั้งคำบรรยาย ไว้กับกลุ่มอภิปรายหรือเว็บไซต์ ที่รวมเอารายการแหล่งเสริมความรู้ต่าง ๆ และความสามารถของจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไว้ด้วยกัน เป็นต้น รูปแบบนี้มีประโยชน์เป็นอย่างมากกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะได้ใช้ประโยชน์ของทรัพยากร ที่มีในอินเทอร์เน็ตในลักษณะที่หลากหลาย

4. รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom Model) การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรูปแบบนี้ ห้องเรียนเสมือนเป็นการนำเอาลักษณะเด่นหลาย ๆ ประการของแต่ละรูปแบบที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้

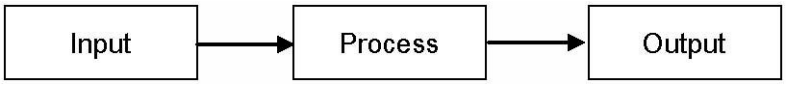
ฮิลทซ์ (Hiltz,1993) ได้นิยามว่าห้องเรียนเสมือนเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ที่นำแหล่งทรัพยากรออนไลน์มาใช้ในลักษณะการเรียนการสอนแบบร่วมมือ โดยการร่วมมือระหว่างนักเรียนด้วยกัน นักเรียนกับผู้สอน ชั้นเรียนกับสถาบันการศึกษา และกับชุมชนที่ไม่เป็นเชิงวิชาการ (Khan, 1997)

เทอรอฟฟ์ (Turoff, 1995) กล่าวถึงห้องเรียนเสมือนว่า เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ที่ตั้งขึ้นภายใต้ระบบการสื่อสาร ผ่านในลักษณะของการเรียนแบบร่วมมือ ซึ่งเป็นกระบวนการที่เน้นความสำคัญของกลุ่มที่จะร่วมมือทำกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนและผู้สอนจะได้รับความรู้ใหม่ ๆ จากกิจกรรมการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อมูล ลักษณะเด่นของการเรียนการสอนรูปแบบนี้ก็คือ

ความสามารถในการลอกเลียนลักษณะของห้องเรียนปกติมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยความสามารถต่าง ๆ ของอินเทอร์เน็ตมีส่วนประกอบคือ ประมวลรายวิชา เนื้อหาในหลักสูตร รายชื่อแหล่งเนื้อหาเสริม กิจกรรมระหว่าง ผู้เรียนผู้สอน คำแนะนำและการให้ผลป้อนกลับการนำเสนอในลักษณะมัลติมีเดีย การเรียนแบบร่วมมือ รวมทั้งการสื่อสารระหว่างกัน รูปแบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเรียน โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่

ภาสกร เรืองรอง (2543) ได้กล่าวถึง บทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไว้ว่า “WBI เป็นการจัดการศึกษาในรูปแบบ Web Knowledge Based On Line เป็นการจัดสภาวการณ์การเรียนการสอน ในรูปแบบOn Line โดยมีข้อกำหนด” ซึ่งการจะเป็น WBI จะต้องมี่สิ่งต่อไปนี้อย่างสมบูรณ์ ได้แก่

1. ความเป็นระบบ (System)



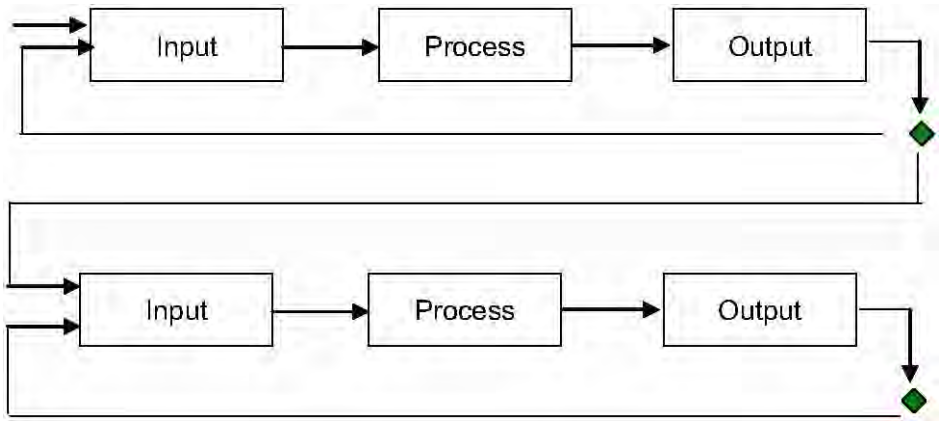
Education System On Internet

Input ได้แก่ ผู้เรียน ผู้สอน วัตถุประสงค์การเรียน สื่อการสอน ฐานความรู้ การสื่อสารและกิจกรรม การประเมินผลอื่น ๆ ฯลฯ

Process ได้แก่ การสร้างสถานการณ์หรือการจัดสภาวะการเรียนการสอน โดยใช้วัตถุดิบจาก Input อย่างมีกลยุทธ์หรือตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

Output ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ซึ่งได้จากการประเมิน

2. ความเป็นเงื่อนไข เป็นการกำหนดเงื่อนไขในการเรียน เช่น กำหนดเงื่อนไขว่าเมื่อเสร็จสิ้นจากการเรียนแล้ว จะต้องทำแบบประเมินการเรียน หากทำแบบประเมินผ่านตามคะแนนที่กำหนดไว้ก็สามารถไปศึกษาบทเรียนต่อไป แต่ถ้าไม่ผ่านตามเงื่อนไขจะต้องเรียนซ้ำจนกว่าจะผ่าน เป็นต้น



3. การสื่อสารและกิจกรรม การสื่อสารและกิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดการปฏิสัมพันธ์ เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เข้าสู่เป้าหมายได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้ E-mail, Chat, Web board เป็นต้น เพื่อติดต่อผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเมื่อเกิดข้อสงสัย

4. การกำหนดแหล่งความรู้ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน Learning Root โดยมีเงื่อนไข เช่น แหล่งความรู้ภายนอกที่มีความยากเป็นลำดับหรือเกี่ยวข้องกับหัวข้อการเรียนเป็นลำดับการกำหนด Learning Root ใช้เทคนิค Frame ช่วยชี้นำทางให้แก่ผู้เรียน

Badrul (1998) ได้ทำการศึกษาวิจัยและนำเสนอการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย งานวิจัยได้สรุปลักษณะเด่นของ Web-based Instruction ไว้ดังนี้

1. มีลักษณะเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และมีลักษณะเป็นสื่อประสม ซึ่งออกแบบให้ผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันสามารถเรียนรู้ได้จากสื่อที่หลากหลาย

2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ ไม่มี ข้อจำกัดทางด้านระยะทาง

3. ทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงความรู้และสารสนเทศทั่วโลก จากที่ใดก็ได้

4. การพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้บนเครือข่ายสามารถใช้ภาษาโปรแกรมที่เป็นมาตรฐาน คือ ภาษา HTML (Hypertext Markup Language) ซึ่งทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกันสามารถเข้าถึงข้อมูลได้

5. เป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยไม่จำกัดเวลา และเป็นสื่อการสอนที่ได้รับการปรับปรุงให้ทันสมัยตลอดเวลา

6. เครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นตัวกลางที่ผู้เรียนและผู้สอนติดต่อสื่อสารจากที่ หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ทำให้เกิดมุมมองและเกิดความเข้าใจในวัฒนธรรม ของบุคคลอื่น ๆ ได้

7. เครือข่ายคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดความได้เปรียบในด้านแหล่งการเรียนรู้ซึ่งทำให้สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์และความชำนาญการต่าง ๆ ได้

8. ผู้เรียนสามารถที่จะควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้ความสนใจของผู้เรียนเองได้

9. ผู้เรียนได้รับความสะดวก สามารถเรียนรู้จากระบบโดยไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียน รวมทั้งผู้สอนไม่ต้องมีตารางสอน เกิดความยืดหยุ่นในการจัดการเรียนการสอน

10. การเรียนรู้บนเครือข่าย มีองค์ประกอบครบถ้วนทั้งบทเรียน แบบทดสอบ ผู้เรียนสามารถที่จะดำเนินกิจกรรมการเรียนโดยผู้เรียนเองตามความสนใจ

11. เป็นสื่อที่ง่ายต่อการใช้ และสามารถติดต่อสื่อสารระหว่างกันได้สะดวกรวดเร็ว

12. การออกแบบการเรียนรู้สนองต่อการเรียนรู้ตามสภาพที่แท้จริง ภายใต้โลกแห่งความเป็นจริง ปัญหาและสิ่งที่เกิดขึ้นจะสัมพันธ์และสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

13. ข้อจำกัดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างทั้งทางด้านเพศ ภาษา หรืออื่น ๆ ไม่ใช่อุปสรรคต่อการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียน

14. ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนการสอนหรือการผลิตบทเรียนอื่น ๆ แล้วเป็นสิ่งที่คุ้มค่าต่อการลงทุน

15. กิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถผสมผสานได้โดยการจัดการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้

16. เป็นการเรียนรู้ที่มีทั้งรูปแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ

17. เป็นการสร้างบรรยากาศของชั้นเรียนที่เสมือนจริง ผู้เรียนทุกคนที่สนใจ สามารถเข้ามาเรียนโดยไม่มีขอบเขตหรือข้อจำกัด เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศจำลองสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนต้องการ โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในชั้นเรียน กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นเสมือนการสร้างห้องเรียนเสมือนซึ่งเป็นการรวบรวมบทเรียนออนไลน์ ซึ่งใช้เรียนที่ไหนก็ได้ เวลาใดก็ได้ ตามความสะดวกของผู้เรียน บทเรียนมีให้เลือกมากมาย และเชื่อมโยงไปยังบทเรียนอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวเนื่องกัน

จากที่นักวิชาการ และนักการศึกษาต่างๆ ได้กล่าวถึงแนวคิดการเรียน บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถสรุปได้ดังนี้ การเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบ่งออกเป็นหลายประเภท ประกอบด้วย แบบรายวิชาอย่างเดียว แบบสนับสนุนรายวิชา และ แบบศูนย์การศึกษา โดยมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบค้นหา แบบสารานุกรม และ แบบการเรียนการสอน ซึ่งบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการจัดสภาวการณ์การเรียนการสอน ในรูปแบบออนไลน์ วัสดุการเรียนรู้บนเว็บได้แก่สื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น บทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สไลด์อิเล็กทรอนิกส์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

<u>หลักการออกแบบและการสร้างบทเรียนบนระบบเครือข่าย</u>

การออกแบบอย่างมีคุณภาพ เพื่อดึงดูดผู้ใช้ การเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะต้องศึกษารายละเอียดหลักการและข้อปฏิบัติหลายด้าน เพื่อนำมาใช้สร้างการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีคุณสภาพ (ธวัชชัย ศรีสุเทพ, 2554) ได้มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านแบ่งการออกแบบโครงสร้างของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ออกมาในลักษณะที่ใกล้เคียงกันโดยรูปแบบของลินซ์และฮอร์ตัน แห่งศูนย์สื่อการเรียนการสอนระดับสูงมหาวิทยาลัยเยล (Yale University) ซึ่งมีชื่อเสียงในด้านการออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความชัดเจนและครอบคลุมมากที่สุด สรุปโครงสร้างของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ออกเป็น 4 รูปแบบใหญ่ ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างแบบเรียงลำดับ (Sequential) เป็นโครงสร้างแบบธรรมดาที่ใช้กันมากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการจัดระบบข้อมูล ข้อมูลที่นิยมจัดด้วยโครงสร้างแบบนี้ มักเป็นข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเรื่องราวตามลำดับของเวลา หรือในลักษณะการดำเนินเรื่องจากเรื่องทั่ว ๆ ไป ไปสู่การเฉพาะเจาะจงเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือแม้กระทั่งลักษณะการเรียงลำดับตามตัวอักษร อาทิ ดรรชนี สารานุกรม หรืออภิธานศัพท์ อย่างไรก็ตามโครงสร้างแบบนี้เหมาะกับเว็บที่มีขนาดเล็ก เนื้อหาไม่ซับซ้อน เพื่อเป็นการบังคับให้นักเรียนเปิดหน้าไปตามลำดับที่ตายตัว

2. โครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical) เป็นวิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่ง ในการจัดระบบโครงสร้างที่มีความซับซ้อนของข้อมูล โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนต่าง ๆ และมีรายละเอียดย่อย ๆ ในแต่ละส่วนลดหลั่นกันมา ในลักษณะแนวคิดเดียวกับแผนภูมิองค์กร เนื่องจากผู้ใช้ส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับลักษณะ ของแผนภูมิแบบองค์กรทั่วไปอยู่แล้ว จึงเป็นการง่ายต่อการทำความเข้าใจกับโครงสร้างของเนื้อหาในการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตลักษณะนี้ ลักษณะเด่นเฉพาะของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตประเภทนี้ คือการมีจุดเริ่มต้นที่จุดร่วมจุดเดียวนั่นคือ โฮมเพจ (Homepage) และเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาในลักษณะเป็นลำดับจากบนลงล่าง

3. โครงสร้างแบบตาราง (Grid) โครงสร้างรูปแบบนี้มีความซับซ้อนมากกว่ารูปแบบที่ผ่านมา การออกแบบเพิ่มความยืดหยุ่นให้แก่การเข้าสู่เนื้อหาของผู้ใช้ โดยเพิ่มการเชื่อมโยงซึ่งกันและกันระหว่างเนื้อหาแต่ละส่วนเหมาะ แก่การแสดงให้เห็นความสัมพันธ์กันของเนื้อหา การเข้าสู่เนื้อหาของผู้ใช้จะต้องไม่เป็นลักษณะเชิงเส้นตรง เนื่องจากผู้ใช้สามารถเปลี่ยนทิศทางการเข้าสู่เนื้อหาของตนเองได้ เช่น ในการศึกษาข้อมูลประวัติศาสตร์ เนื้อหามีเหมาะสมกับการออกแบบโครงสร้างลักษณะนี้ จะต้องมีหัวย่อยร่วม นักเรียนสามารถเลือกที่จะเข้าถึงเนื้อหา ในมุมใดก็ได้ไม่ว่าจะเป็นบน ล่าง ซ้าย ขวา

4. โครงสร้างแบบเว็บ (Web) โครงสร้างประเภทนี้จะมีความยืดหยุ่นมากที่สุด ทุกหน้าในการเรียนการสอนบทเครือข่าย อินเทอร์เน็ต สามารถจะเชื่อมโยงไปถึงกันได้หมด เป็นการสร้างรูปแบบการเข้าสู่เนื้อหาที่เป็นอิสระ ผู้ใช้สามารถกำหนดวิธีการเข้าสู่เนื้อหาได้ด้วยตนเอง การเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละหน้าอาศัยการเชื่อมโยงใยข้อความที่มีมโนทัศน์ (concept) เหมือนกันของแต่ละหน้าในลักษณะของไฮเปอร์เท็กซ์หรือไฮเปอร์มีเดีย โครงสร้างลักษณะนี้จัดเป็นรูปแบบ ที่ไม่มีโครงสร้างทีแน่นอนตายตัว (unstructured) นอกจากนี้การเชื่อมโยงไม่ได้จำกัดเฉพาะเนื้อหาภายใน การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น ๆ แต่สามารถเชื่อมโยงออกไปสู่เนื้อหาจากเว็บภายนอกได้

ธวัชชัย ศรีสุเทพ (2544) กล่าวถึงองค์ประกอบของการออกแบบการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญ ทำให้การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ ไว้ดังนี้

1. ความเรียบง่าย การสื่อสารเนื้อหาถึงผู้ใช้ โดยเสนอเนื้อหาเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น

2. ความสมค่าเสมอในรูปแบบเดียวกัน ตลอดทั้งการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รูปแบบของกราฟิก ระบบเนวิเกชั่นและโทนสีควรคล้ายคลึง ตลอดทั้งการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3. ความเป็นเอกลักษณ์ คือ การเลือกรูปแบบของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้สามารถสะท้อนถึงความเป็นเอกลักษณ์และลักษณ์ขององค์กรนั้นได้

4. เนื้อหาที่มีประโยชน์ เนื้อหาถือเป็นสิ่งสำคัญที่สุด จึงควรจัดเตรียมเนื้อหาข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ ให้ถูกต้อง สมบูรณ์ ปรับปรุงให้ทันสมัยอยู่เสมอ

5. ระบบเนวิเกชั่นที่ใช้งานง่าย โดยจะต้องออกแบบและใช้งานสะดวก กราฟิกที่สื่อความหมายและใช้คำอธิบายที่ชัดเจน

6. มีลักษณะที่น่าสนใจ คือ หน้าของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ เช่น คุณภาพของกราฟิกต้องสมบูรณ์ ตัวอักษรอ่านง่ายสบายตา เป็นต้น

7. การใช้งานง่ายอย่างไม่จำกัดควรออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ให้ผู้ใช้ส่วนใหญ่เข้าถึงให้มากที่สุด โดยไม่มีผู้บังคับให้ผู้ใช้ต้องติดตั้งโปรแกรมใด ๆ เพิ่มเติม

8. คุณภาพในการออกแบบควรให้ความสำคัญกับการออกแบบ การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอย่างมาก เพื่อการเรียบเรียงเนื้อหาเป็นระบบ และจัดให้สามารถรองรับข้อมูลที่เพิ่มขึ้นได้

9. ระบบการใช้งานที่ถูกต้อง คือ ระบบการหางานต่าง ๆ ในเว็บไซต์ จะต้องมีความแน่นอนและทำหน้าที่อย่างถูกต้อง

ฮอฟฟ์แมน (Hoffman, 1997) ได้เสนอแนะว่า ในการออกแบบโปรแกรมสอนผ่านเว็บเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้นดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียน (Motivating the Learner)
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is be learned)
3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowledge)
4. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้(Requiring Active Involvement)
5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback)
6. ทดสอบความรู้ (Testing)
7. การนำความรู้ไปใช้ (Providing Enrichment and Remediation)

จากที่กล่าวถึงหลักการออกแบบ และการสร้างบทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถสรุปได้ดังนี้ การเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะต้องศึกษารายละเอียดหลักการและข้อปฏิบัติหลายด้าน เพื่อนำมาใช้สร้างการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีคุณสภาพ ซึ่งมีโครงสร้างของการเรียนการสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหลัก ประกอบด้วย โครงสร้างแบบเรียงลำดับ โครงสร้างแบบลำดับ โครงสร้างแบบตาราง และ โครงสร้างแบบเว็บ โดยองค์ประกอบของการออกแบบให้บทเรียนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพจะต้อง มีความเรียบง่ายความสมค่าเสมอในรูปแบบ มีเอกลักษณ์ เนื้อหามี มีลักษณะที่น่าสนใจ ใช้งานง่าย และสร้างแรงจูใจให้กับนักเรียน

ประโยชน์ของการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบเครือข่าย ได้มีผู้กล่าวถึงดังนี้

ข่าน (Khan,1997) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบอินเทอร์เน็ตไว้ดังนี้ ความเหมาะสมในการเรียนรู้การเรียนการสอนผ่านเว็บ มีความสัมพันธ์กับความต้องการที่จะเรียนรู้ และเวลานักเรียนที่เข้ามาเรียนจะได้รับความรู้ ที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ หากผู้ออกแบบการเรียนการสอนได้เพิ่มแรงจูงใจ และการระลึกถึงความรู้ได้ สิ่งนี้จะเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิตหากผู้เรียนประสงค์ที่จะเรียนรู้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2551) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบอินเทอร์เน็ตไว้ดังนี้

1. จากการสำรวจคุณค่าทางการศึกษา ของกิจกรรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวิทยาลัยครูแบงค์สตรีท (Bank Street college of education) ในพ.ศ. 2536 พบว่ากิจกรรมบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่วยเปิดโลกกว้างให้กับผู้เรียน กิจกรรมการเรียนการสอนบนเครือข่ายมีผลให้ผู้เรียน มีการรับรู้เกี่ยวกับ สังคม วัฒนธรรมและโลก (Social awareness, cultural awareness and awareness about the world) มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอนุญาตให้ผู้เรียน สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้คนทั่วโลกได้อย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันในทันที เช่น บริการแชททอร์ค หรือไม่ทันทีก็ตาม เช่น บริการ อีเมล์ เป็นต้น และยังอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถสืบค้น หรือเผยแพร่ข้อมูลสารสนเทศจากทั่วโลก ได้โดยไม่จำเป็นว่าข้อมูลนั้นจะต้องมาจากแหล่งเดียวกันเสมอไป

2. สามารถจัดหาขุมทรัพย์ข้อมูลสารสนเทศมากมายมหาศาล แก่ผู้เรียนในลักษณะที่สื่อประเภทอื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ กล่าวคือ ไม่ว่าผู้เรียนจะต้องการค้นหาข้อมูลในลักษณะใด เช่น การค้นหาหนังสือหรืออ่านบทคัดย่อ (Abstract) จากห้องสมุดออนไลน์ การเข้าไปอ่านหนังสือนิตยสารต่าง ๆ วรรณกรรม ตำรา วารสาร หรือเอกสารทางวิชาการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การวางแผนโครงการวิจัยเกี่ยวกับปัญหาปัจจุบันกับผู้เรียน อยู่ในสถาบันการศึกษาอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นต่างโรงเรียน ต่างจังหวัดหรือต่างประเทศก็ตาม ก็สามารถใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ ในการนำ มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการได้อย่างง่ายดาย

3. ข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งของกิจกรรม บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็คือ ผลกระทบของกิจกรรมต่อทักษะการคิดอย่างมีระบบขั้นสูง (High-order thinking skills) การคิดเชิงวิเคราะห์ (Critical thinking) การวิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหาและการคิดอย่างอิสระ(Bank Street College of Education) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะธรรมชาติของเครือข่าย ซึ่งเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการคิดเชิงวิเคราะห์ จากการที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นแหล่งรวมข้อมูลมากมาย ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องทำ การวิเคราะห์อยู่เสมอ เพื่อแยกแยะว่าข้อมูลสารสนเทศใด เป็นข้อมูลที่มีสาระ ประโยชน์และข้อมูลสารสนเทศใดเป็นข้อมูลที่ไร้ประโยชน์

4. สนับสนุนการสื่อสารและการร่วมมือกันของผู้เรียน ไม่ว่าจะในลักษณะของผู้ร่วมห้องหรือผู้เรียนต่างห้องเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยกัน เช่น ในการที่ห้องเรียนหนึ่งต้องการที่จะเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับค่าพีเอช (PH) เพื่อส่งไปให้อีกห้องเรียนหนึ่งนั้น ผู้เรียนในห้องแรกจะต้องช่วยกันตัดสินทีละขั้นตอน ในวิธีการที่จะเก็บรวบรวมและการเตรียมข้อมูลอย่างไร เพื่อส่งข้อมูลค่า PH ไปให้ผู้เรียนอีกห้อง โดยที่ผู้เรียนต่างห้องสามารถเข้าใจได้โดยง่าย นอกจากนี้ผู้เรียนที่ใช้บริการข้อมูลเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ก็จะต้องทำงานร่วมกับบรรณารักษ์หรือครูผู้สอนอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ได้มาซึ่งกลยุทธ์การสืบค้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ

5. สนับสนุนกระบวนการสหสาขาวิชาการ (Interdisciplinary approach) กล่าวคือ การนำเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้เชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น นักการศึกษาสามารถที่จะบูรณาการการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ สังคม ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ ฯลฯ เข้าด้วยกันได้อย่างเกี่ยวเนื่องและมีความหมาย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือตัวอย่างของโครงการสำรวจพระอาทิตย์เที่ยงวัน (Noon observation project) นักเรียนที่ร่วมในโครงการนี้นอกจากจะได้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ในบริบทที่มีความหมายแล้ว ยังได้ความเข้าใจในภูมิศาสตร์โลก ได้เรียนรู้ความสำคัญของการวัดจากประสบการณ์จริง ได้คุณค่าของการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและได้ฝึกการเขียนรายงานอีกด้วย

6. ช่วยขยายขอบเขตของห้องเรียนออกไป เพราะผู้เรียนสามารถที่จะใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการสำรวจปัญหาต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมีความสนใจ เช่น ในการเรียนเกี่ยวกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผู้เรียนสามารถเลือกสำรวจปัญหาที่พบเห็นในชุมชนของตนเองได้ ไม่ว่าจะเป็นปัญหามลภาวะทางน้ำ อากาศ ฝุ่นหรือขยะ ฯลฯ ซึ่งเป็นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง และมีความหมายกับตนมากกว่าการเรียนในห้องตามปกติ นอกจากนี้ การที่ผู้เรียนได้ใช้เครือข่ายในการเรียนของตน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งอาจมีความคิดเห็นที่แตกต่างกับตนได้นั้น ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะมองปัญหานั้น ๆ ในหลายแง่มุมอีกด้วย

7. การที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตอนุญาตให้ผู้เรียน สามารถเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่ให้คำ ปรึกษาได้ และการที่ผู้เรียนมีความอิสระในการเลือกศึกษาสิ่งที่สนใจ ถือเป็นแรงจูงใจสำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนรู้ของผู้เรียน

8. ผลพลอยได้จากการที่ผู้เรียน ทำโครงการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตรงนี้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสที่จะทำความคุ้นเคยกับโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ บนคอมพิวเตอร์ไปด้วยในตัว เช่น โปรแกรม ประมวลผลคำ เป็นต้น

ไพรัช ธัชยพงษ์ (2541) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบเครือข่ายไว้ดังนี้ คุณสมบัติและปัจจัยต่าง ๆ ที่อินเทอร์เน็ตมีให้ผู้ใช้ เป็นโอกาสในการนำมาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีสาระสำคัญต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ครู อาจารย์ นักเรียนและนักศึกษา สามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่หลาก หลายหรือเสมือนหนึ่งมี “ห้องสมุดโลก” (Library of the World) เพียงปลายนิ้วสัมผัส ตัวอย่างเช่น ครูและนักเรียนสามารถค้นหาหรือสืบค้นข้อมูล จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ได้ทั่วโลก โดยไม่มีข้อจำกัด ทางด้านสถานที่และเวลา (Anywhere & Anytime) คณาจารย์และนักเรียนที่ด้อยโอกาสอันเนื่องมาจากความห่างไกล ทุรกันดาร ขาดแหล่งข้อมูลห้องสมุดที่ดีสามารถค้นหาข้อมูลข่าวสารและความรู้ได้อย่างเท่าเทียมกันมากยิ่งขึ้น เด็กนักเรียนเองสามารถร่วมกันผลิตข้อมูลในแขนงต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์พืช ธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ชุมชน ศิลปวัฒนธรรม ท้องถิ่น ภูมิปัญญาชาวบ้านเพื่อเผยแพร่แลกเปลี่ยนกับเด็กทั่วโลก ในขณะที่ครูสามารถนำเนื้อหาทางวิชาการที่มีประโยชน์ เช่น บทความทางวิชาการ เอกสารการสอนลงในเว็บไซต์ เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาและแลกเปลี่ยนภายในวงการซึ่งกันและกัน

2. พัฒนาการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งมีผลสืบเนื่องมาจากการที่อินเทอร์เน็ตสามารถให้บริการไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีความสะดวก รวดเร็ว แม่นยำและง่ายต่อการใช้ ทำให้เกิดการสื่อสารเพิ่มมากขึ้นในระบบการศึกษา ทั้งนี้เป็นการสื่อสารระหว่างครูกับครู ครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเอง

3. ได้ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการให้การบ้าน รับการบ้านและตรวจส่งคืนการบ้าน ในขณะเดียวกันการสื่อสารระหว่างนักเรียน สามารถช่วยส่ง เสริมการทำงานกลุ่ม การปรึกษาหารือกับครูและเพื่อนนักเรียนในเชิงวิชาการ ตลอดจนการติดต่อกับเพื่อนทั้งในและต่างประเภท

4. เปลี่ยนบทบาทของครูและนักเรียน การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน จะทำให้บทบาทของครูปรับเปลี่ยนไป จากเน้นความเป็น “ผู้สอน” มาเป็น “ผู้แนะนำ” มากขึ้น ในขณะที่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน จะเป็นการเรียนรู้ “เชิงรุก” มากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากฐานข้อมูลในอินเทอร์เน็ตเป็นปัจจัยบวกที่สำคัญ ที่จะเอื้ออำนวยให้นักเรียนสามารถเรียนและค้นคว้า

แฮนนัม (Hunnum,1998) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบเครือข่ายไว้ว่า เป็นการนำเสนอถึงความทันสมัยเนื้อหาที่ใช้แบบการเรียนการสอนผ่านเว็บ ต้องสามารถปรับปรุงให้ทันสมัยให้แก่ผู้เรียน ประโยชน์ที่ได้รับจะสามารถ นำมาประยุกต์เข้ากับหลักสูตรให้ทันสมัยตลอดเวลา ความสามารถในการประชาสัมพันธ์เว็บ ให้โอกาสแก่นักเรียนที่จะเสนองาน ที่ได้รับมอบหมายบนเว็บได้ อีกทั้งนักเรียนยังมีโอกาสที่จะมอง เห็นผลงานของผู้อื่น และเพิ่มแรงจูงใจภายนอกโดยการใช้การทำงานของนักเรียน ได้เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี เนื้อหาที่นักเรียนเรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมและเพิ่มแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้ นักเรียนได้รับประสบการณ์และฝึกฝนทักษะได้จากเทคโนโลยี อันหลากหลาย

อธิปัตย์ คลี่สุนทร (2442) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนระบบเครือข่ายไว้ดังนี้

1. ครู อาจารย์ผู้สอนสามารถพัฒนาคุณภาพบทเรียน หรือแนวคิดในสาขาวิชาที่สอน โดยการเรียกดูจากสถาบันการศึกษาอื่น ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาวิชาการ คู่มือครู แบบฝึกหัด ซึ่งบางเรื่องสามารถคัดลอกนำมาใช้ได้ทันที เนื่องจากผู้ผลิตแจ้งความจำนงให้เป็นของสาธารณชน นำไปใช้ได้ (Public Mode) ในทางกลับกันครู อาจารย์ที่มีแนวคิด วิธีการสอน คู่มือการสอนที่น่าสนใจ สร้างความเข้าใจได้ดีกว่าผู้อื่น ก็สามารถนำเสนอเรื่องดังกล่าวในเว็บไซต์ของสถาบันตนเอง เพื่อให้ ผู้อื่นศึกษาใช้งานได้ ส่วนหนึ่งของเรื่องดังกล่าวอาจจะทำ เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปหรืออยู่ในรูปของซีดีรอม(Compact Disc-Read Only Memory)ซึ่งโดยทั่ว ๆ ไปเรียกกันว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีทั้งช่วยสอนวิชาทั่ว ๆ ไป และช่วยสอนวิชาที่เกี่ยวกับวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์โดยตรง

2. นักเรียน นักศึกษาสามารถเข้าถึงการเรียนการสอน ของครู อาจารย์จากต่างสถาบัน และอาจแลกเปลี่ยนข้อมูลที่สถาบันตนเองยังไม่มี เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบของวิชาต่าง ๆ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ภาพงานศิลปะหรือสารคดีที่เกี่ยวข้องวิชาภูมิศาสตร์ ฯลฯ เป็นต้น

3. ข้อมูลต่าง ๆ ทางการบริหารการจัดการ สามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลได้ เช่น ทะเบียนประวัตินักเรียน วิชาที่เรียน ผลการเรียน การแนะแนวการศึกษาต่อและอาชีพ หรือการย้ายถิ่นที่อยู่ นอกจากนี้อาจจะบรรจุข้อมูลของครู อาจารย์ เงินเดือน คุณวุฒิ การอบรมฝึกฝน ความรู้ความสามารถพิเศษ ฯลฯ เป็นต้น ลงไปในเว็บไซต์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวอาจมีภาพถ่ายประกอบ ทำให้ฝ่ายบริหารสามารถติดตามแลกเปลี่ยนข้อมูลตามความจำเป็น เพื่อดูแลนักเรียนและอาจารย์ สามารถพัฒนาตนเองได้สูงสุดตามศักยภาพของแต่ละคน ระบบข้อมูลเช่นนี้เรียกกันว่า ข้อมูลการบริหารการจัดการ

4. งานวิจัย ผู้เรียนและครูผู้สอนสามารถค้นหาเรื่องราวที่สนใจ จะศึกษาค้นคว้าวิเคราะห์ วิจัยโดยเฉพาะในส่วนที่เป็นวรรณคดีที่เกี่ยวข้อง (Review of Literature) เพื่อดูว่ามีใครบ้างที่ได้ศึกษาค้นคว้าเอาไว้ เพื่อนำมาผลสรุปมาอ้างอิงหรือนำมาเป็นตัวแบบศึกษาค้นคว้าต่อ อย่างไรก็ตามงานบางเรื่องอาจจะต้องเสียค่าใช้จ่ายบ้าง ซึ่งสามารถจ่ายได้ผ่านบัตรเครดิตเนื่องจากเป็นงานที่มีลิขสิทธิ์ทางปัญญา แต่เอกสารส่วนมากทั้งงานวิจัยและเอกสารทั่วไปที่ค้นคว้าได้ จะเป็นเรื่องที่เปิดเผยแก่สาธารณชนทั่วไปโดยไม่คิดมูลค่า

5. การประมวลผลหรือการทำงาน โดยใช้เครื่องอื่นจากบริการของอินเทอร์เน็ต รวมถึงการขอใช้เครื่องที่มีศักยภาพสูงทำงานบางงานให้เราได้ หากได้รับอนุญาตหรือเราเป็นสมาชิกอยู่ ดังนั้นงานประมวลผลหรืองานคำนวณที่ต้องการความรวดเร็ว และมีความซับซ้อนสูงก็สามารถใช้บริการนี้ได้ สถานศึกษาบางแห่งอาจมีเครื่อง ที่มีสมรรถนะไม่สูงพอที่จะทำงานบางงาน ก็สามารถทำงานที่เครื่องของตนเองแต่ส่งงาน ข้ามเครื่องไปให้ศูนย์ใหญ่หรือศูนย์สาขาช่วยทำงานให้ และส่งผลงานนั้นกลับมายังจอคอมพิวเตอร์ของเจ้าของงาน

6. การเล่นเกมเพื่อลับสมองและฝึกความคิดกับการทำงานของมือ ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีเกมให้เล่นแทบทุกระดับ โดยที่ส่วนหนึ่งของเกมดังกล่าวจะเปิดให้เล่นโดยไม่คิดมูลค่า ซึ่ง

ผู้เรียนอาจเข้าลองศึกษาวิธีการและลองเล่นกับเพื่อนร่วมชั้น หรือเล่นกับเพื่อนต่างสถาบันได้โดยสะดวก อย่างไรก็ตามการเล่นเกมควรมีข้อน่าพิจารณาว่า เล่นเพื่อฝึกสมองหรือคลายความเครียดนั้น จะเป็นประโยชน์มากกว่าทุ่มเท เสียเวลาเพื่อจะเอาชนะการเล่นในเกมแต่เพียงอย่างเดียว

7. การศึกษางานด้านศิลปวัฒนธรรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เนื่องจากสังคมโลกเป็นสังคมที่ประกอบไปด้วยผู้คนหลายเชื้อชาติ ซึ่งแต่ละชนชาติล้วนมีภาษา ขนบธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม สภาพความเป็นอยู่ สภาวะเศรษฐกิจตลอดจนแนวคิดที่แตกต่างกันแต่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การศึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ เพื่อนำส่วนที่ดีและเหมาะสมของบางสังคม มาประยุกต์ ใช้ให้กับสังคมของตนสามารถทำได้โดยง่าย โดยที่ผู้เรียน ครู อาจารย์รวมถึงผู้สนใจทั่วไป อาจจะใช้เวลาส่วนหนึ่งเพื่อดูข้อมูลหรือรับฟังเรื่องราว อีกทั้งดูภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อที่จะนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ประกอบการเรียน การสอน หรือการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ณัฐกร สงคราม (2543) ได้เปรียบเทียบถึงข้อดีการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม มีรายละเอียดดังนี้

1. ความยืดหยุ่นและความสะดวกสบาย (Flexibility and Convenience) นักเรียนสามารถ ที่จะเข้าไปเรียนในหลักสูตร โดยไม่มีข้อจำกัดเวลาและสถานที่ ลักษณะทางกายภาพของห้องเรียนมักจะมีการกำหนดตารางเวลาตายตัว แต่ถ้าหากใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บแล้ว จะลดปัญหาในเรื่องของการกำหนดเวลา สถานที่และราคาค่าใช้จ่ายบางประการลงไปได้

2. ความเหมาะสมในการเรียนรู้ (Just–in–time Learning) การเรียนการสอนผ่านเว็บมีความสัมพันธ์กับความต้องการที่จะเรียนรู้และเวลา นักเรียนที่เข้ามาเรียนจะได้รับความรู้ที่มีความสำคัญและมีประโยชน์ หากผู้ออกแบบการเรียนการสอนได้เพิ่มแรงจูงใจ และการระลึกถึงความรู้ได้ สิ่งนี้จะเป็นสิ่งที่สำคัญเพราะผู้เรียน สามารถเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต หากพวกเขาประสงค์ที่จะเรียนรู้

3. การควบคุมผู้เรียน (Learner Control) ในสภาพการเรียนรู้แบบนี้ ลักษณะการควบคุม การเรียนการสอนผ่านจากผู้สอนไปสู่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะตัดสินใจและกำหนดเส้นทางการเรียนตามความต้องการของตนเอง

4. รูปแบบมัลติมีเดีย (Multimedia Format) เวิลด์ ไวด์ เว็บจะมีการนำเสนอเนื้อหาของหลักสูตร โดยใช้สื่อมัลติมีเดียที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นข้อความ เสียง วีดิทัศน์และการสื่อสารในเวลาเดียวกัน ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอ ได้ตามความยืดหยุ่นของเวิลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อให้การเรียนเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

5. แหล่งทรัพยากรข้อมูล (Information Resource) ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับแหล่งทรัพยากรข้อมูลมี 2 ตัวแปร คือ จำนวนและความหลากหลายของเนื้อหาที่มีอยู่ในเว็บ ข้อมูลได้มาจากหลาย ๆ แหล่ง เช่น การศึกษา ธุรกิจหรือรัฐบาล ฯลฯ จากทั่วทุกมุมโลก ถือได้ว่าเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และเป็นที่เก็บข้อมูลได้หลากหลายชนิด ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจะต้องออกแบบ ให้ผู้ เรียนได้เข้าถึงแหล่งทรัพยากร ซึ่งไม่ได้มีอยู่ในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม ตัวแปรที่สอง คือ ข้อความหลายมิติ

(Hypertext) ซึ่งช่วยในการเข้าไปค้นหาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ได้อย่างง่ายดายกว่าการค้นหาข้อมูลในชั้นเรียนแบบดั้งเดิม

6. ความทันสมัย (Currency) เนื้อหาที่ใช้เรียนในชั้นเรียน แบบการเรียนการสอนผ่านเว็บ สามารถปรับปรุงให้ทันสมัยได้อย่างง่ายดาย แหล่งทรัพยากรอื่น ๆ ที่มีอยู่บนเว็บ โดยมากมักจะมีความทันสมัย ดังนั้นผู้สอนในชั้นเรียนแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บนี้ สามารถจะเสนอข้อมูลที่มีความทันสมัยให้แก่ผู้เรียน ประโยชน์ที่ได้รับจะสามารถนำมาประยุกต์เข้ากับหลักสูตร ให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

7. ความสามารถในการประชาสัมพันธ์ (Publishing Capabilities) เว็บได้ให้โอกาสแก่นักเรียนที่จะเสนองานที่ได้รับมอบหมายบนเว็บได้ อีกทั้งนักเรียนยังมีโอกาสที่จะมองเห็นผลงานของผู้อื่น และเพิ่มแรงจูงใจภายนอกโดยการใช้การทำงานของนักเรียนได้

8. เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี (Increase Technology Skills) นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนผ่านเว็บจะได้เพิ่มพูนทักษะทางเทคโนโลยี เนื้อหาที่นักเรียนเรียนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเหมาะสมและเพิ่มแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ให้นักเรียนได้เพิ่มพูนความรู้นักเรียนจะได้รับประสบการณ์และฝึกฝนทักษะ ได้จากเทคโนโลยีอันหลากหลาย

สุภาณี เส็งศรี (2543) ได้กล่าวว่า ข้อดีประการสำคัญที่สุดของ WBI คือสามารถทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา และอีกประการหนึ่งของการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ยังเปิดโอกาสให้มีการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนได้ตลอดเวลา โดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E–mail) หรือการสนทนาสดหน้าจอ (Chat) หรือการประชุมหน้าจอ (E–conference) เป็นต้น

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544) ได้กล่าวว่า การสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีข้อดีอยู่หลายประการ คือ

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียน ในเวลา และสถานที่ที่ต้องการ
2. ส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา
3. ส่งเสริมแนวคิดในเรื่องการเรียนรู้ตลอดชีวิต สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ สนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยง สิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง
5. ช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุด เนื่องจากเป็นแหล่ง ข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลกโดยไม่จำกัดภาษา
6. สนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรียนจะถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง
7. เอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ทั้งปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและหรือผู้สอน และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอน

8. เปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในสถาบันในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก

9. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงาน ของตนสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย และเห็นผลงานของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10. ผู้สอนสามารถเลือกเนื้อหา หลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกสบาย ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม และเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ

สรรรัชต์ ห่อไพศาล (2554) ได้กล่าวว่า เป็นมิติใหม่ของเครื่องมือและกระบวนการในการเรียนการสอน ได้แก่

1. การเรียนการสอนสามารถเข้าถึง ทุกหน่วยงานที่มีอินเทอร์เน็ตติดตั้งอยู่
2. การเรียนการสอนกระทำได้ โดยผู้เข้าเรียนไม่ต้องทิ้งงานประจำเพื่อมาเข้าชั้นเรียน
3. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน เช่น ค่าที่พัก ค่าเดินทาง
4. การเรียนการสอนกระทำได้ตลอด 24 ชั่วโมง
5. การจัดสอนหรืออบรมมีลักษณะที่ผู้เข้าเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เกิดกับผู้เข้าเรียนโดยตรง
6. การเรียนรู้เป็นไปตามความก้าวหน้าของผู้รับการเรียนการสอนเอง
7. สามารถทบทวนบทเรียนและเนื้อหาได้ตลอดเวลา
8. สามารถซักถามหรือเสนอแนะ หรือถามคำถามได้ด้วยเครื่องมือบนเว็บ
9. สามารถแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างผู้เข้ารับการอบรมได้โดยเครื่องมือสื่อสารในระบบ อินเทอร์เน็ตทั้งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-mail)หรือห้องสนทนา (Chat Room)หรืออื่น ๆ
10. ไม่มีพิธีการมากนัก

จากความคิดเห็นของนักวิชาการและนักการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของบทเรียนบนเครือข่าย คือ

1. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกคน ทุกที่และทุกเวลา (anywhere and anytime) เพียงแต่มีคอมพิวเตอร์ต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตก็สามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้
2. ลดข้อจำกัดความแตกต่างของโอกาส ในการเรียนของแต่ละบุคคล
3. เพิ่มทักษะทางเทคโนโลยี
4. เป็นระบบเปิด (Open System) ซึ่งเข้าถึงแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้อื่นๆได้
5. อภิปรายโต้ตอบหรือการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับเนื้อหาได้อย่างอิสระโดยไม่ถูกควบคุม
6. แสดงความคิดเห็นของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่
7. ลดต้นทุนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

8. ควบคุมกิจกรรมการเรียนตามความถนัดและความสนใจผู้เรียน(Learner Controlled)

9. นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia) ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้

10. เกิดการกระตือรือร้นในการใฝ่รู้และค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้ส่งเสริมการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนบนเครือข่ายสามารถสรุปได้ว่า ครูสามารถพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเข้าถึงการเรียนการสอนของครู ได้ง่ายยิ่งขึ้น ข้อมูลต่าง ๆ ทางการบริหารการจัดการ สามารถแลกเปลี่ยนและถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลได้ พัฒนาการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียน ให้มีความสะดวก รวดเร็ว แม่นยำและง่ายต่อการใช้ ทำให้เกิดการสื่อสารเพิ่มมากขึ้นในระบบการศึกษา ทั้งนี้เป็นการสื่อสารระหว่างครูกับครู ครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนเอง

7. <u>หน่วยการเรียนรู้</u>

<u>ความหมายของหน่วยการเรียนรู้</u>

กระทรวงศึกษาธิการ (2553: 14) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่าหมายถึง หน่วยการเรียนรู้ที่ออกแบบโดยใช้มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายและขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการใช้หลักสูตรสถานศึกษาก็คือการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดไปสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2548: 29) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียรู้ว่า หมายถึง ความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ครบวงจร ซึ่งเกิดจากการจำแนกเนื้อหาความรู้จากแต่ละรายวิชาหรือสาระออกจากกัน แล้วนำมากำหนดเป็น “เรื่อง” หรือ “หัวข้อเรื่อง”

นพเก้า ณ พัทลุง (2551: 55) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่า หมายถึง แผนในการจัดการเรียนรู้ ที่ยึดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมาย โดยใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวนมาก อาจเป็นสัปดาห์ถึงหนึ่งเดือน

ธำรง บัวศรี (2531: 253) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่า คือ การประกอบกันของเนื้อหาวิชาที่ถูกคัดเลือกมาภายใต้หัวข้อและจุดประสงค์เดียวกัน มีการใช้กิจกรรม และประสบการณ์หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยเนื้อหาและวิธีการจะต้องมีความหมายต่อผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 130) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่า คือ การจำแนกเนื้อหาความรู้ของแต่ละสาระหรือรายวิชาออกเป็นเรื่อง ๆ จนเกิดเป็นความรู้ที่ครบวงจร

วารี ถิระจิตร (2534: 68) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่า หมายถึง โครงการที่จะมุ่งให้บรรลุผลโดยเฉพาะเจาะจง ผ่านการจัดกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาที่คัดเลือกไว้อย่างดีแล้ว จากนั้นจึงนำมาออกแบบให้สมบูรณ์และทันสมัยยิ่งขึ้น

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2552: 99) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำความคิดรวบยอดหลักต่าง ๆ มาเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ จนเกิดเป็นความรู้ที่คบวงจร แล้วดำเนินการกำหนดชื่อเรื่อง (theme) จากนั้นจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Learning outcome) โดยผู้สอนมีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

สุมน อมรวิวัฒน์ และทิศนา แขมมณี (2526: 60) ได้กล่าวถึงความหมายของหน่วยการเรียนรู้ว่าหมายถึง แผนการเรียนการสอนที่ประมวลแนวคิด ประสบการณ์ วิธีการ เนื้อหา กิจกรรมและสื่อการเรียนเข้าไว้ด้วยกันอย่างสอดคล้องและสัมพันธ์กัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

จากการให้ความหมายของ หน่วยการเรียนรู้ ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง แหล่งที่รวบรวมเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในเรื่อง ที่สอดคล้องและมีความสัมพันธ์ภายใต้จุดประสงค์เดียวกัน มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

<u>ลักษณะของหน่วยการเรียนรู้</u>

จำนง พรายแย้มแข (2529: 85) ได้กล่าวถึงลักษณะของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. เป็นลักษณะที่ผ่านการบูรณาการแล้ว
2. มีพื้นฐานจากความต้องการของผู้เรียนและสังคม
3. คำนึงถึงพัฒนาการและวุฒิภาวะของผู้เรียน โดยยึดจิตวิทยาการเรียนรู้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. เน้นประสบการณ์ชีวิตเกี่ยวกับกระบวนการคิด การกระทำ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ
5. มีการส่งเสริมพัฒนาการทางสังคมของผู้เรียนโดยใช้กลุ่มสัมพันธ์ในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ
6. มีการยืดหยุ่นเกี่ยวกับการใช้ช่วงเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น

นาตยา ปิลันธนานนท์(2545: 51) ได้กล่าวถึงลักษณะของหน่วยการเรียนรู้ว่าในกระบวนการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา เริ่มต้นจากการพัฒนาหลักสูตร รายวิชาต่าง ๆ จัดทำรายละเอียดหรือคำอธิบายรายวิชา หลังจากนั้นผู้สอนจะทำการวิเคราะห์รายละเอียดของรายวิชา ค้นหาสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องเรียน รวมถึงพิจารณาผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องบรรลุ จากนั้นจึงกำหนดหน่วยการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้สอน จึงได้กล่าวว่าหน่วยการเรียนรู้ที่ดี มีคุณภาพควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การสร้างหน่วยการเรียนรู้ควรให้ท้าทาย น่าสนใจสอดคล้องกับประสบการณ์ของผู้เรียน เพื่อให้ความรู้สึกว่าหน่วยการเรียนรู้นั้นมีชีวิต สามารถเข้าไปสัมผัสจับต้องกับสิ่งที่จะเรียนนั้นได้ สามารถนำความรู้จากหน่วยการเรียนรู้นี้ไปใช้ได้ทันทีมีกิจกรรมให้ผู้เรียนสนุกสนานหลายรูปแบบ

2. หน่วยการเรียนรู้ควรเอื้อให้เกิดการวางแผนที่เป็นบูรณาการในกลุ่มสาระหนึ่ง ๆ หรือข้ามกลุ่มสาระหน่วยการเรียนรู้อาจประกอบด้วยหัวข้อย่อยต่าง ๆ หลายหัวข้อ เช่น จากหน่วยการเรียนรู้แยกย่อยไปเป็นหัวข้อ จากหัวข้อหนึ่งแยกย่อยไปเป็นบทเรียน เป็นต้น ดังนั้นเป้าหมายการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จึงควรสะท้อนผลผลิตจากการเรียนที่ให้องค์ความรู้กว้างขวางและหลากหลาย มีลักษณะเป็น Big Idea เป็น Thematic Unit และเป็น Globally Unit เพื่อเอื้อให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนให้เป็นภาพใหญ่

3. การสร้างหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาหนึ่ง ควรมีการวางแผนเป็นอย่างดีทั้งการวางแผนตลอดรายวิชา และการวางแผนภายในหน่วยการเรียนรู้หนึ่ง ผู้สอนควรพิจารณาว่าจุดมุ่งหมายของรายวิชานี้คืออะไร หน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสามารถนำผู้เรียนไปสู่จุดมุ่งหมายหรือไม่ ผู้เรียนจำเป็นต้องรู้อะไรบ้าง ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาอะไร อย่างไรและในช่วงเวลาใดผู้เรียนมีความต้องการและสนใจอะไร ควรมีทักษะความสามารถในเรื่องอะไรบ้าง และในขณะวางแผนนั้นก็ให้พิจารณาด้วยว่า ต้องสร้างหน่วยการเรียนรู้กี่หน่วย มีอะไรบ้างที่จะตอบสนองตามจุดประสงค์ที่วางไว้สาระความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ควรลึกซึ้งแค่ไหน ต้องใช้เวลาเรียนเท่าใดจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์รวมทั้งแหล่งเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้ตลอดจนการใช้สื่อฃและการประเมินผลอย่างหลากหลาย

สุมน อมรวิวัฒน์ และทิศนา แขมมณี (2526: 60) ได้กล่าวถึงลักษณะของหน่วยการเรียนรู้ว่า มีลักษณะคล้ายกับแผนการจัดการเรียนรู้โดยทั่วไปที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีการประมวลเนื้อหาประสบการณ์แนวคิด วิธีการ กิจกรรม และสื่อการเรียนเข้าไว้อย่างกลมกลืนกัน

ธำรง บัวศรี (2531: 254)_ได้กล่าวถึงลักษณะของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 10 ประการดังนี้

1. ต้องสอดแทรกกับความต้องการของผู้เรียน
2. ต้องมีจุดประสงค์ที่มุ่งสู่จุดเดียวกัน ไม่แตกแยกอันก่อให้ขาดความเป็นกลุ่มก้อน
3. ต้องให้ผู้เรียนและผู้สอนทราบได้อย่างชัดเจนว่าจะเริ่มต้นเมื่อใดและจะจบลงเมื่อใด
4. กิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ต้องมีประโยชน์ในด้านการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมองเห็นว่าสิ่งที่ทำนั้นจะนำไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางที่กำหนดไว้
5. สามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ตามสภาพที่เป็นอยู่
6. เป็นหน่วยที่มีกิจกรรมหลากหลายเพื่อสนองความต้องการของผู้เรียน
7. กำหนดจุดประสงค์ไว้ชัดเจน ทำให้ง่ายแก่การประเมิน
8. เป็นหน่วยที่ส่งเสริมความร่วมมือ ในการวางแผนระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

9. เป็นหน่วยที่ส่งเสริมให้มีการกระทำต่อเนื่องกันไปในทางที่เป็นประโยชน์ยิ่งขึ้น

10. เป็นหน่วยที่สมบูรณ์ทั้งในด้ านจุดประสงค์ เนื้อหาวิชาและกิจกรรมมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

เสริมศรี ไชยศร (2528: 114) ได้กล่าวถึงลักษณะของหน่วยการเรียนรู้ว่า หน่วยการเรียนรู้เป็นลักษณะของการวางแผนจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนได้ทันที มีการเรียงลำดับขั้นตอนของเนื้อหาการจัดกิจกรรม และวัสดุเอกสารการสอนตามลำดับขั้นอย่างละเอียดตามลำดับของจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ การจัดหน่วยการเรียนรู้จึงอาจจัดเป็นหน่วยวิชาหรือหน่วยสหวิชา เป็นหน่วยเนื้อหาวิชาหรือเป็นหน่วยที่เน้นประสบการณ์ของเด็กก็ได้ การวางแผนการเรียนการสอนเป็นหน่วยจึงอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การแบ่งเนื้อหาเป็นตอนเรียกว่า หน่วย

2. การวางแผนเนื้อหาแต่ละตอนอย่างเป็นระบบ มีองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งหมดตั้งแต่วัตถุประสงค์ จนถึงการประเมินผลที่ยังไม่มีการสร้างอุปกรณ์อื่น ๆ จะเป็นเอกสารการสอนหรือคู่มือการสอนของวิชาหนึ่ง จะวางแผนเป็นหน่วยแหล่งวิทยาการหรือหน่วยการเรียนการสอนก็ได้

3. หน่วยการเรียนรู้ที่รวบรวมและสร้างอุปกรณ์ไว้สำหรับแต่ละหน่วยเป็นชุด ๆ ไป อาจแบ่งเป็นชุดแหล่งวิทยาการหรือชุดการเรียนการสอนต่าง ๆ มีลักษณะเป็น “ชุด” หรือ“กล่อง” (Kits, Packages หรือ Packets) หรือเป็นบทเรียนสำเร็จรูปก็จะมีลักษณะเป็นเล่มได้ซึ่งอาจมองว่าเป็นแผนเท่านั้น แต่บทเรียนสำเร็จรูปมีองค์ประกอบของหลักสูตรและการสอนอยู่ครบ จึงจัดได้ว่าเป็นหน่วยการเรียนรู้สำหรับที่จะสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แก่เด็กในรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

จากการกล่าวถึงลักษณะของ หน่วยการเรียนรู้ ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้มีลักษณะเป็นการจัดแผนประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีการนำเนื้อหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหลาย ๆ เรื่องมาผสานกัน และจัดวางเป็นลำดับตามความสำคัญของจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา ผ่านการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย โดยแบ่งออกเป็นชุด ๆ เรียกว่า หน่วยย่อย ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยจะมีความสัมพันธ์กัน และเมื่อผู้เรียน เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้จนครบทุกหน่วยย่อย ก็จะบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้นั้น

<u>องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้</u>

ฆนัท ธาตุทอง (2551: 61) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 5 ประการดังนี้

1. กำหนดแนวคิดที่แสดงถึงความเชื่อของผู้สอน ซึ่งจะสะท้อนเป้าหมายของโรงเรียน ลักษณะของผู้เรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยตั้งคำถามในลักษณะว่า “ผู้เรียนต้องเรียนเนื้อหานี้เพื่ออะไร”

2. เป้าหมาย เป็นการอธิบายผลที่คาดหวัง ของผู้เรียนเมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

3. เนื้อหาเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง และต้องสอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของผู้เรียน

4. กิจกรรม เป็นลักษณะของกิจกรรมเดียวที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

5. การประเมิน ต้องมีการประเมินด้วยรูปแบบที่หลากหลาย

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์และคนอื่น ๆ (2545: 70) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ควรตั้งชื่อให้น่าสนใจน่าศึกษา แต่ก็บอกขอบข่ายสาระการเรียนรู้ของหน่วยนั้นได้พอสมควร

2. ชื่อกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพื่อจะบอกว่าหน่วยการเรียนรู้นี้เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ใดจะพิจารณาตรวจสอบได้สะดวกและรวดเร็ว

3. ระดับชั้น เพื่อบอกว่าหน่วยการเรียนรู้นั้นอยู่ในกลุ่มสาระใดและจะจัดการเรียนการสอนในชั้นใด

4. เวลาเรียน ต้องกำหนดให้ได้ว่าหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวจะต้องใช้เวลาในการจัดการเรียนการสอนกี่ชั่วโมง

5. ชื่อหน่วยย่อย หรือชื่อเรื่องในการจัดการเรียนรู้แต่ละหน่วยจะต้องบอกเวลาเรียนในแต่ละหน่วยย่อยไว้

นันท์นภัส รัตนศิลป์ชัย (2553: 300) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 10 ประการ ดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ต้องสะท้อนให้เห็นถึงสาระสำคัญ หรือประเด็นสำคัญหลักในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมได้ซึ่งอาจมาจากกลุ่มสาระเดียวกัน หรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

3. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด ได้จากการวิเคราะห์แก่นความรู้แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้รวมถึงสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้แกนกลาง และสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น (ถ้ามี)

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนวิเคราะห์ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นผลจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์วิเคราะห์ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษาและกลุ่มสาระการเรียนรู้ซึ่งเป็นผลจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

7. ชิ้นงาน/ภาระงาน ต้องสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนจากการใช้ความรู้และทักษะที่กำหนดไว้ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

8. การวัดและประเมินผล กำหนดวิธีการวัดและประเมินผล ตลอดจนเกณฑ์การประเมินที่เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้ครูผู้สอนและผู้เรียนควรร่วมกันสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน หรือการปฏิบัติงาน เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินคุณภาพผู้เรียน

9. กิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน ภาระงาน เกิดทักษะ (สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน) กระบวนการตามธรรมชาติวิชา และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้ซึ่งกำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

10. เวลาเรียน/จำนวนชั่วโมง จะต้องวิเคราะห์ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจำนวนมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่ปรากฏในหน่วยการเรียนจากโครงสร้างรายวิชา

วราพร ศรีสุพรรณ (2549: 46) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ว่าเมื่อสถานศึกษามีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเป็นเป้าหมายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การกำหนดหัวเรื่องที่จะสอน แล้วจึงนำหัวเรื่องนั้นมาจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ ในการนี้ผู้สอนอาจจะเริ่มจากการนำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและสาระการเรียนรู้รายวิชาที่จำเป็น มาวิเคราะห์และเชื่อมโยงกัน แล้วสรุปเขียนเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หัวข้อสาระการเรียนรู้และหัวข้อความรู้ (Sub Conceptขand Topic) ที่สำคัญ พร้อมทั้งจัดทำเป็นผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักและความคิดรองตลอดจนจัดกลุ่มสาระย่อย ๆ ของการเรียนรู้เข้าด้วยกันเพื่อให้มองเห็นจุดเน้นและขอบข่ายสาระการเรียนรู้ที่จะครอบคลุมถึงได้ชัดเจนพร้อมทั้งแสดงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้เกิดขึ้นในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ด้วยในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ จำเป็นต้องระบุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังให้ชัดเจนเพื่อมั่นใจได้ว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นั้นแล้ว ผู้เรียนจะมีศักยภาพอย่างไร สำหรับองค์ประกอบที่ควรกำหนดขึ้นในหน่วยการเรียนรู้ คือ

1. หัวเรื่อง หรือประเด็นคำถามของหน่วยการเรียนรู้
2. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่หน่วยการเรียนรู้นี้จะทำให้บรรลุผล
3. กิจกรรมการเรียนการสอน ในหน่วยการเรียนรู้มีอะไรบ้าง (ลำดับกิจกรรมหรือหน่วยการเรียนรู้อย่างย่อย ๆ)
4. ชิ้นงานหรือภาระงานที่ผู้เรียนปฏิบัติเพื่อให้บรรลุมาตรฐาน

5. เนื้อหาสาระที่จำเป็น

6. บทบาทครูและชุมชน รวมทั้งภาคีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

7. สื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็น รวมทั้งแหล่งข้อมูลที่สนับสนุนการเรียนรู้

8. เกณฑ์การประเมินและการให้คะแนนที่สัมพันธ์กับมาตรฐานที่ระบุไว้

9. ตัวอย่างผลงาน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนเห็นว่างานที่ได้มาตรฐานมีลักษณะอย่างไรและสิ่งที่คาดหวังให้ผู้เรียนทำนั้นเป็นอย่างไร

ธำรงศักดิ์ ธำรงเลิศ (2553: 45) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 8 องค์ประกอบดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ควรสะท้อนให้เห็นถึงสาระสำคัญหรือประเด็นหลักในหน่วยแต่ควรมีลักษณะน่าสนใจ ที่มีความสอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสังคมของนักเรียน เหมาะสมกับวัย ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน

2. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดได้จากการวิเคราะห์จัดเป็นกลุ่มที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกันได้ ทั้งนี้อาจอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ก็ได้

3. สาระสำคัญ ได้จากการวิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางที่นักเรียนจะได้รับจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. สาระการเรียนรู้ คือสิ่งที่ผู้เรียนจะได้รับทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ จากการจัดการเรียนรู้

5. ชิ้นงานหรือภาระงานที่ได้จากความรู้ ความสามารถ และทักษะของผู้เรียนที่กำหนดไว้ โดยจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

6. การวัดและประเมินผล ต้องสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด และชิ้นงาน หรือภาระรวบยอด

7. กิจกรรมการเรียนการสอน

8. เวลาเรียนหรือจำนวนชั่วโมงเรียน ต้องเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดในแต่ละหน่วย

Henson(2550: 85; อ้างถึงใน นพเก้า ณ พัทลุง. 2551: 96) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การกำหนดแนวคิด คือการแสดงแนวคิดของผู้สอนที่จะนำไปสู่เป้าหมายของสถานศึกษา ธรรมชาติของผู้เรียน วิธีการเรียนรู้ และเป้าหมายของชีวิต ผ่านการใช้คำถามเพื่อกำหนดแนวคิดในลักษณะ “ผู้เรียนต้องเรียนเนื้อหานี้เพราะอะไร”

2. เป้าหมาย คือ ความคาดหวังในการจัดการเรียนรู้ของรายวิชาที่ทำการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหา ต้องมีความสำคัญต่อสังคม สอดคล้องต่อความสนใจและความต้องการของผู้เรียนและต้องบรรลุตามวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรม ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ในการจัดการเรียนรู้หลาย ๆ ข้อผ่านการจัดกิจกรรมเดียว

5. การประเมิน ต้องมีความหลากหลาย ทั้งการประเมินผลงาน และประเมินกระบวนการ

เสริมศรี ไชยศร (2526: 128) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. เอกสารประกอบหน่วย จะประกอบด้วย

1.1. เรื่องและความสำคัญของเรื่อง โดยคำนึงถึงความสำคัญของเรื่องที่มีประโยชน์ต่อชีวิตและสังคมของผู้เรียน

1.2. หัวข้อย่อยและเนื้อหา โดยหัวข้อย่อยต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ

1.3. กิจกรรมการเรียนการเสนอแนะ มีนำเสนอไว้หลายรูปแบบ เพื่อให้ครูสามารถเลือกนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

1.4. รายการแหล่งวิทยาการ มีการเขียนรายการของแหล่งวิทยาการให้ละเอียดและสอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม

2. วัสดุอุปกรณ์และเอกสาร ที่รวบรวมหรือสร้างขึ้นจากรายการที่กำหนดไว้ตามเอกสารประกอบหน่วย

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553: 62) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 2 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ต้องสะท้อนให้เห็นถึงสาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด หรือประเด็นหลักในหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ ดังนั้นชื่อหน่วยการเรียนรู้ควรมีลักษณะดังนี้

1.1. น่าสนใจ อาจเป็นประเด็นปัญหา ข้อคำถามหรือข้อโต้แย้งที่สำคัญ

1.2. สอดคล้องกับชีวิตประจำวันและสังคมของผู้เรียน

1.3. เหมาะสมกับวัย ความสนใจและความสามารถของผู้เรียน

2. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ที่นำมาจัดหน่วยการเรียนรู้ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันได้ ซึ่งอาจมาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียวกันหรือต่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดบางตัวอาจต้องฝึกซ้ำเพื่อให้เกิดความชำนาญจึงสามารถอยู่ในหน่วยการเรียนรู้มากกว่าหนึ่งหน่วยได้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

2.1 สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอดได้จากการวิเคราะห์แก่นความรู้แต่ละมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด รวมถึงสาระการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้

2.2 สาระการเรียนรู้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดประกอบด้วยสาระการเรียนรู้แกนกลางและสาระการเรียนรู้ท้องถิ่น

2.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนวิเคราะห์ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551เป็นผลจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดจนสอดคล้องกับทักษะ/กระบวนการตามธรรมชาติวิชา

2.4 คุณลักษณะอันพึงประสงควิเคราะห์ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551จุดเน้นเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษา และกลุ่มสาระการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลจากการนำมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 ชิ้นงาน/ภาระงาน ชิ้นงาน/ภาระงาน ต้องสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนจากการใช้ความรู้และทักษะที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

2.6 การวัดและประเมินผลประกอบด้วยการวัดและประเมินผลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลตลอดจนเกณฑ์การประเมินต้องเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่กำหนดในหน่วยการเรียนรู้ ครูผู้สอนและผู้เรียนต้องร่วมกันสร้างเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน/ภาระงานหรือการปฏิบัติงานเพื่อเป็นแนวทางในกาประเมินคุณภาพผู้เรียน

2.7 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นการกำหนดเทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะนำผู้เรียนไปสู่การสร้างชิ้นงาน ภาระงาน เกิดทักษะ และความสามารถตามสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน กระบวนการตามธรรมชาติวิชา คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ซึ่งกำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้

2.8 เวลาเรียน/จำนวนชั่วโมงเรียนเวลาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะต้องวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้และสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัดที่ปรากฏในหน่วยการเรียนรู้จากโครงสร้างรายวิชาจากการกล่าวถึงองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า หน่วยการเรียนรู้ควรมีองค์ประกอบดังนี้

1) ชื่อหน่วย
2) กลุ่มสาระการเรียนรู้
3) ระดับชั้น
4) ความเป็นมา
5) หลักการ
6) จุดมุ่งหมาย
7) กิจกรรมการเรียนรู้
8) สื่อ/แหล่งเรียนรู้และ
9) การวัดและประเมินผล

ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 92) ได้กำหนดขั้นตอนในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กำหนดจำนวนหน่วยการเรียนรู้โดยนำคำอธิบายรายวิชามากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ถ้าคำอธิบายรายวิชาเขียนเป็นงาน/หัวข้อเรื่อง ดังนั้นแต่ละงาน/หัวข้อเรื่องจะเป็นหน่วยการเรียนรู้โดยอัตโนมัติยกเว้นถ้าเป็นงาน/หัวข้อเรื่องที่มีขอบเขตกว้างมากจะต้องนำจำแนกเป็นงานย่อย แต่ละงานครูผู้สอนจะต้องนำคำอธิบายรายวิชามาวิเคราะห์เป็นงาน/หัวข้อเรื่องก่อน

2. กำหนดลำดับของหน่วยการเรียนรู้โดยเมื่อได้หน่วยการเรียนรู้ทั้งหมดในรายวิชานั้น ๆ แล้วให้นำหน่วยการเรียนรู้เหล่านี้มาจัดลำดับว่าหน่วยใดจะสอนก่อน-หลัง

3. กำหนดประเภทของหน่วยการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ 2 ประเภทคือ หน่วยการเรียนรู้เอกเทศ หรือหน่วยการเรียนรู้ที่ไม่มีการบูรณาการ และหน่วยการเรียนรู้บูรณาการซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องนำความรู้ความสามารถจากงาน/หัวข้อเรื่องอื่นมาใช้

4. กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ต้องมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกำกับประจำหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้มั่นใจว่าเมื่อนักเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วจะต้องเกิดการเรียนรู้ซึ่งแสดงออกด้วยผลงานเชิงประจักษ์ซึ่งสะท้อนความสามารถและความประพฤติและผลงานเชิงเอกสาร ซึ่งสะท้อนความรู้ความเข้าใจ

5. กำหนดสาระการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้เป็นการกำหนดเนื้อหาที่จะสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้โดยระบุชื่อหัวข้อเรื่องที่จะสอนเท่านั้น

6. กำหนดชั่วโมงแต่ละหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ผู้สอนควรกำหนดจำนวนชั่วโมงกำกับไว้ด้วย โดยพิจารณาจากจำนวนชั่วโมง/สัปดาห์ที่สถานศึกษาจัดได้

7. กำหนดจำนวนแผนจัดการเรียนรู้ต่อหน่วยการเรียนรู้ใน 1 หน่วยการเรียนรู้มีแผนจัดการเรียนรู้ได้มากกว่า 1 แผนจัดการเรียนรู้ก็ได้หรือ 1 หน่วยการเรียนรู้มี 1 แผนการเรียนรู้ก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของครูผู้สอน

8. ระบุมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่นักเรียนจะต้องบรรลุเมื่อจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้เพื่อให้ผู้สอนตรวจสอบคุณสมบัติของนักเรียนเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ว่ามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นในข้อใด

ฆนัท ธาตุทอง (2551: 23) ได้กล่าวถึง การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทำความเข้าใจหลักสูตรสถานศึกษา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และคำอธิบายรายวิชา

2. ผู้สอนต้องศึกษาความต้องการและความสนใจของผู้เรียน

3. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น และนำเสนอหัวข้อที่ตนเองสนใจ

4. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันพิจารณาคัดเลือกเรื่องที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด

5. นำหัวเรื่องมาสร้างเป็นแผนภาพความคิด (Mind Mapping)

6. ขยายแผนที่ความคิดเป็นหัวข้อหลัก หัวข้อรอง และหัวข้อย่อย

นพเก้า ณ พัทลุง (2551: 55) ได้กล่าวว่า การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ท้องถิ่นนั้น สามารถทำได้ใน 2 ลักษณะดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้เฉพาะจากรายวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้เดียว

2. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ ประกอบด้วย บูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้และบูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้

ซึ่งขั้นตอนการจัดทำหน่วยการเรียนรู้ท้องถิ่นแต่ละลักษณะนั้น มีประเด็นและรายละเอียดสำคัญที่เหมือนกันและแตกต่างกันไปบ้าง ดังนี้

1. กำหนดหน่วยการเรียนรู้ท้องถิ่น ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของรายวิชาพื้นฐานในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ หรือในหลักสูตรรายวิชาท้องถิ่นที่จัดทำแยกออกจากรายวิชาพื้นฐาน

2. กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้ท้องถิ่นให้ผู้สอนทราบจุดมุ่งหมายสำหรับผู้เรียนอย่างคร่าว ๆ ว่า เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นั้นแล้ว ผู้เรียนจะมีความรู้ทักษะหรือ ความสามารถอื่น ๆ ใดบ้างตามรายละเอียดดังนี้

2.1 หน่วยการเรียนรู้เฉพาะเรื่องภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ผู้สอนสามารถนำผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่เกี่ยวข้องกับเป้าหมายของหน่วยการเรียนจากรายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้นั้น ๆ มาใช้หน่วยการเรียนรู้ได้เลย

2.2 หน่วยการเรียนรู้บูรณาการระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ผู้สอนสามารถนำผลการเรียนรู้จากรายวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่บูรณาการกันมาใช้หน่วยการเรียนรู้ได้เช่นเดียวกัน

3. กำหนดสาระการเรียนรู้เมื่อได้ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ก่อนแล้วอาจกำหนดเป็นเนื้อหาหลักก่อนแล้วค่อยแยกประเด็นย่อยและกำหนดเวลาตามสัดส่วนของเนื้อหาสาระ ทั้งนี้ต้องอยู่ภายในกรอบเวลาของหน่วยการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนด

4. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาศัยแนวคิดในการจัดการเรียนรู้วิธีสอน หรือเทคนิคการสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาสาระเวลาในหน่วยการเรียนรู้ รวมทั้งผู้เรียนด้วย ซึ่งอาจจะใช้แนวคิดเดียวหรือผสมผสานกันก็ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งครูแต่ละคนที่สอนเนื้อหาเดียวกันอาจจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันได้ เพื่อทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

5. กำหนดการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุการเรียนรู้ที่คาดหวังของหน่วยการเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด แน่นอนที่สุดคือ ต้องสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ทุกข้อ นอกจากนั้นยังครอบคลุมถึงวิธีการประเมินผลและเครื่องมือการประเมินผล เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องเชื่อถือได้ อาจจะได้มาด้วยวิธีการได้วิธีการหนึ่งหรือหลาย ๆ วิธีผสมผสานกัน

6. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีองค์ประกอบคล้ายกับหน่วยการเรียนรู้แต่มีรายละเอียดย่อยกว่า อาจจะเป็นแผนการเรียนรู้รายชั่วโมงหรือมากกว่า 1 ชั่วโมงก็ได้ ซึ่งทำได้ 2 ลักษณะคือ

6.1 หน่วยการเรียนรู้เฉพาะเรื่องภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ ในลักษณะนี้โดยปกติครูสอนเพียงคนเดียวตามตารางสอนที่กำหนดไว้

6.2 หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ ครูแต่ละคนสอนวิชาของตนตามตารางสอนเดิม โดยให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่กำหนดในช่วงเดียวกับวิชาอื่น ๆ ครูแต่ละวิชาวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันตามประเด็นที่กำหนด เช่น นำเวลาเรียนทั้งหมดของวิชาที่นำมาบูรณาการกัน มารวมกันและกำหนดเป็นฐานตามวิชาและให้ผู้เรียนศึกษาไปทีละฐานจนครบหรือครูผู้สอนจากทุกรายวิชามาสอนพร้อมกัน

นันท์นภัส รัตนศิลป์ชัย (2553: 303) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. สร้างความรู้ความเข้าใจ

1.1. ควรทำความเข้าใจกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จุดเน้นคุณภาพผู้เรียน สาระการเรียนรู้ท้องถิ่นของเขตพื้นที่การศึกษา (ถ้ามี) หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้ที่รับผิดชอบ และองค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยการเรียนรู้

1.2. ควรศึกษาว่าในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่จะจัดการเรียนรู้นั้นประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้จำนวนเท่าใด สาระการเรียนรู้ที่ได้จากคำอธิบายรายวิชา สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรและธรรมชาติของกลุ่มสาระการเรียนรู้

1.3. ควรรู้วิธีออกแบบหน่วยการเรียนรู้ซึ่งสามารถจัดทำได้หลายลักษณะต้องยึดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด หรือผลการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนหน่วยการเรียนรู้สามารถออกแบบได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 ออกแบบหน่วยการเรียนรู้เริ่มจากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ และวิธีที่ 2 ออกแบบหน่วยงานการเรียนรู้เริ่มต้นจากการกำหนดประเด็น/หัวเรื่องจากสภาพปัญหาหรือสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ

2. วางแผนและจัดทำหน่วยการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องนำตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า ผู้เรียนควรรู้อะไรและควรปฏิบัติอะไรเพื่อให้บรรลุตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ควบคู่กับการวิเคราะห์สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดไว้ว่าผู้เรียนจะบรรลุข้อใดบ้าง

ธำรง บัวศรี (2531: 255) ได้กล่าวขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน

1. คำนำ หลังจากที่ได้เลือกชื่อหน่วยแล้ว สิ่งที่ต้องทำคือ การอธิบายหลักการและเหตุผลในการเลือกหน่วยนี้ โดยชี้ให้เห็นว่าจะช่วยให้ผู้เรียนจะได้รับความรู้อะไรรู้อะไร และจะมีประโยชน์อย่างไรแก่ผู้เรียน ในคำอธิบายควรกล่าวถึงเนื้อหาวิชา และกิจกรรมอย่างกว้าง ๆ ที่หน่วยนี้ครอบคลุมไปถึง รวมทั้งปัญหาที่ผู้เรียนจะได้พบในการเรียนการสอน

2. กำหนดรายการหรือหัวข้อหรือปัญหาย่อย โดยแจงเป็นหัวข้อลงไปว่ามีสิ่งใดบ้างที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ หรือมีปัญหาใดบ้างที่ผู้เรียนต้องแก้ไข

3. กำหนดจุดประสงค์ การกำหนดจุดประสงค์ที่กำหนดขึ้นมานั้น นอกจากจะครอบคลุมพัฒนาการด้านต่าง ๆ แล้วยังต้องอยู่ในวิสัยที่จะทำสำเร็จได้ด้วย

4. กำหนดกิจกรรม และยุทธศาสตร์การเรียนการสอน คำว่ากิจกรรมในที่นี้หมายถึงประสบการณ์ที่จะจัดให้ผู้เรียน ส่วนยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหมายถึง การเลือกวิธีการที่เหมาะสม โดยมีหลักเกณฑ์ที่มีเหตุผลเชื่อถือได้ อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนแบบหน่วยนี้สมควรที่จะจัดกิจกรรมเป็น 3 ขั้น คือ กิจกรรมขั้นที่จะนำไปสู่หน่วย กิจกรรมขั้นดำเนินการ และกิจกรรมขั้นสรุป

5. กำหนดสื่อการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้สื่อหรือไม่อย่างใดอย่างหนึ่ง จึงมีความจำเป็นที่ต้องเตรียมจัดหาไว้

6. กำหนดการประเมินผล เมื่อผู้เรียนได้กระทำสิ่งต่าง ๆ ครบถ้วนตามข้อกำหนดหรือเรียนจบหน่วยแล้ว งานขั้นตอนไปก็คือ การประเมินผลการเรียนรู้ และการประเมินผลโครงการต่าง ๆ ที่ได้กระทำตามที่กำหนดไว้ในหน่วย

7. กำหนดรายการบรรณานุกรม ในตอนท้ายหน่วยควรมีรายการหนังสือต่าง ๆ ที่ผู้สอนและผู้เรียนใช้ประกอบการสอน และอาจมีคำแนะนำอื่นที่เห็นว่าจะเป็นรวมอยู่ด้วย

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2545: 130) ได้กล่าวขั้นตอนพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำสาระการเรียนรู้มาวิเคราะห์แยกเป็นหัวเรื่องย่อย
2. นำหัวข้อย่อยมากำหนดเป็นแผนการเรียนรู้
3. ตั้งชื่อแผนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
4. กำหนดเวลาของแต่ละแผนการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
5. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลให้สอดคล้องกับเวลาและผู้เรียน

เอกรินทร์ สี่มหาศาล (2545: 342) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาคุณภาพผู้เรียนตามที่หลักสูตรคาดหวัง เพื่อใช้เป็นแนวทางกำหนดขอบข่ายสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้
2. วิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
3. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้น เพื่อกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
4. กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้รายปี เพื่อจัดทำข้อมูลและกำหนดเกณฑ์การประกันคุณภาพผู้เรียน

5. กำหนดผลการเรียนรู้รายปีเพื่อใช้เป็นแนวทางเลือกสรรเนื้อหาสาระและรูปแบบกระบวนการเรียนรู้ ให้สอดคล้องสัมพันธ์กันในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

6. กำหนดขอบข่ายการเรียนรู้รายปี เพื่อนำไปจัดทำจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนได้ครอบคลุม เนื้อหาความรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

7. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 6 เพื่อจัดแบ่งหน่วยการเรียนรู้และกำหนดจำนวนเวลาให้เหมาะสมกับขอข่ายเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้

อรนุช อยู่ทิม (2546: 9) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ไว้ 9 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ช่วงชั้น และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จำแนกเป็นมาตรฐานที่จะประเมินด้วยการปฏิบัติภาระงาน มาตรฐานที่จะประเมินโดยการใช้แบบทดสอบ มาตรฐานที่จะประเมินโดยใช้การติดตามเฝ้าสังเกตตลอดภาคเรียน

2. สำหรับมาตรฐานที่กำหนดเป็นการปฏิบัติภาระงาน ต้องคิดว่าผลงานชิ้นนั้นจะออกมาในรูปแบบใดบ้าง และใช้ความรู้ ทักษะและคุณสมบัติอะไรบ้างในการปฏิบัติงาน

3. ใช้กระบวนการระดมความคิดของผู้สอนร่วมกัน

4. ลำดับภาพกระบวนการปฏิบัติงานจากต้นจนจบ

5. พิจารณากระบวนการปฏิบัติงานนั้นว่าสอดคล้องและนำไปสู่มาตรฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

6. กำหนดเกณฑ์การประเมินภาระงาน

7. ออกแบบฟอร์มการประเมินเพื่อเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อการประเมินให้คะแนนและแปลความหมายได้

8. นำไปทดลองใช้และนำผลการใช้มาทบทวน

9. พิจารณาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และประเมินผลเพื่อนำไปใช้ในชั้นเรียน

<u>ประโยชน์ของหน่วยการเรียนรู้</u>

ธำรง บัวศรี (2542: 254) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผสมกลมกลืนกันและมีความหมาย

2. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมหลายอย่าง ซึ่งจะมีผลต่อพัฒนาการของผู้เรียนเป็นอย่างมาก เช่น การอ่าน การพูด การเขียน การฟัง การทดลอง การวางแผนการค้นคว้า และการรายงาน เป็นต้น

3. ช่วยสนองความแตกต่างและความต้องการของผู้เรียนเนื่องจากมีกิจกรรมหลายอย่างที่ผู้เรียนสามารถเลือกทำได้

4. ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพสิ่งที่เรียนเป็นส่วนรวม เนื่องจากได้นำเอาเนื้อหาวิชามาผสมผสานกัน

5. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน เพราะผู้เรียนได้ลงมือกระทำเอง แก้ปัญหาเอง

6. เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแทนที่ผู้สอนจะเป็นดังเช่นการเรียนการสอนบางรูปแบบ

เสริมศรี ไชยศร (2528: 141) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหน่วยการเรียนรู้ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. ทำให้มีการใช้วิธีการแบบบูรณาการซึ่งจะทำให้นักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย เพราะจะมีโอกาสสำรวจองค์ประกอบหลายอย่างที่เกี่ยวกับเรื่องหรือปัญหานั้นติดต่อกันหลายวัน หรือหลายสัปดาห์

2. มีกิจกรรมและการใช้แหล่งวิทยาการต่าง ๆ กัน จะทำให้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของเด็กได้

3. ทำให้เกิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ต่อเนื่อง (Continuity of Learning)

4. เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของเด็ก

5. เปิดโอกาสให้เด็กมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีความรับผิดชอบมากขึ้น

6. ครูสามารถใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้สร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัวเด็กได้มาก

จากการกล่าวถึงการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดทำหน่วยการเรียนรู้ควรมีการดำเนินการเพื่อนำไปสู่กระบวนการวิจัย ดังนี้ 1) ศึกษาหลักสูตร โดยศึกษาองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ของหลักสูตรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ 2) ศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหน่วย เพื่อใช้เป็นเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3)ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการศึกษา เพื่อนำมากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วย เนื้อหาสาระ และจำนวนชั่วโมงในแต่ละหน่วย 4) คัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จัดทำสื่อ ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ 5) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามข้อมูลที่ได้ศึกษาในขั้นตอนข้างต้น 6) นำหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปตรวจสอบหาคุณภาพ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อมุ่งพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเรื่อง “การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม” ดังนั้นเพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. ขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนา
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
7. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. <u>การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

- ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร และงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เกี่ยวกับหลักการพื้นฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
- ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระที่ 4 เทคโนโลยี ประกอบด้วย การออกแบบและเทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แบบเรียนคู่มือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และหนังสือคู่มือประกอบการเรียนวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้
- ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการ และวิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

2. <u>การออกแบบการวิจัย</u>

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง(Quasi-Experimental Research) โดยใช้วิธีแบบกลุ่มเดี่ยวสอบก่อนและหลัง (One Group Pretest Posttest Design) คือกลุ่มที่ใช้หน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งจะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง

สอบก่อนเรียน	**การทดลอง**	**สอบหลังเรียน**
O_1	X	O_2

O_1 = สอบก่อนเรียน(Pretest)

X = การจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

O_2 = สอบหลังเรียน(Posttest)

3. <u>ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง</u>

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง(Quasi-Experimental Research) กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเป็นการศึกษาภายใต้บริบทของสถานศึกษาที่มีการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา(STEM Education)

<u>ขั้นตอนเลือกกลุ่มตัวอย่าง</u>

1. เลือกโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยม เป็นการเลือกแบบการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตทั่วไปที่สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐอื่น ๆ

1.2 กลุ่มตัวอย่างมีทั้งนักเรียนที่เป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราส่วนที่เท่ากัน

1.3 ผู้บริหารและครูให้การสนับสนุน ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2. การเลือกระดับชั้น

2.1 ที่เลือกระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากหลักสูตรได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรูแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 ที่ผู้วิจัยเลือกเพราะเป็นระดับชั้นที่เหมาะกับการลงลึกในเนื้อหาที่เรียน เพื่อสามารถบูรณาการความรู้เกี่ยวกับสะเต็มกับวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน และเกิดประโยชน์กับนักเรียนในการศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น

2.2 เลือกนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 7 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ได้ผลการเรียนใน รายวิชาหลักประกอบด้วยวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 3.00 ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ดี สำหรับนักเรียนที่จะเป็นกลุ่มศึกษาในงานวิจัย

2.3 กลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาเป็นนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน คือ

- ห้อง ม.4/2 จำนวน 37 คน (ชาย 16 คน, หญิง 21 คน)
- ห้อง ม.4/3 จำนวน 37 คน (ชาย 21 คน, หญิง 16 คน)
- รวม 74 คน

3. พฤติกรรมการเรียนของนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

3.1 การจัดการเรียนการสอนจะมีคาบเรียนตั้งแต่ คาบ 0 (07.40-08.30) ถึง คาบ 9 (15.30-16.20)

3.2 วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีเป็นการจัดการเรียนการสอน 2 คาบต่อสัปดาห์

3.3 การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีเป็นการเรียนการสอนผ่านเว็บ โดยนักเรียนไปเรียนที่ห้องปฏิบัติคอมพิวเตอร์

3.4 การทำงานจะเป็นการมอบหมายให้ทำงานในห้องและการทำงานที่บ้านเมื่อทำงานเสร็จจะทำการส่งงานผ่านเว็บโดยใช้เวลาในการทำงาน 1 งาน / 1 สัปดาห์

4. ลักษณะของการบริหารจัดการหลักสูตรและการเรียนการสอนของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

4.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม การจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ม.1-3 และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ม.4-6

4.2 มีการแบ่งกลุ่มการเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. กลุ่มการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์
2. กลุ่มการเรียนศิลป์
   - ศิลป์(ภาษาอังกฤษ-คณิตศาสตร์)
   - ศิลป์(ภาษาอังกฤษ-ภาษาจีน)
   - ศิลป์(ภาษาอังกฤษ-ภาษาญี่ปุ่น)
   - ศิลป์(ภาษาอังกฤษ-ภาษาฝรั่งเศษ)

- ศิลป์(ภาษาอังกฤษ-สังคมศึกษา-ภาษาไทย)

3. กลุ่มการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ห้อง ม.4/1 - ม.4/5 และกลุ่มการเรียนศิลป์ ห้อง ม.4/6 - ม.4/7

4. ขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนา

1. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ก่อนการทดลอง/การจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

- นำแผนการจัดการเรียนรู้ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องเหมาะสม และนำแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนและทางการวัดผล จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00

- นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

- นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

- คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จาก 60 ข้อ คัดเลือกไว้ 50 ข้อ

- นำไปใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มประชากร จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการทดสอบโดยวิธีหาความคงที่ภายใน เปนการทดสอบวาแบบทดสอบแตละขอมีความสัมพันธกับขออื่น ๆ ในฉบับเดียวกันหรือไม และมีความสัมพันธกับแบบทดสอบทั้งฉบับอยางไร โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123))

- นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.2 การดำเนินการทดลอง

- เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บในลักษณะ ระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต(LMS : Learning Management System) ที่มีเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ระบบจัดการรายวิชา ระบบจัดการ ข้อมูลบทเรียน ระบบจัดการการสร้างเนื้อหารายวิชา ระบบจัดการเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ระบบจัดการข้อมูลผู้เรียน ระบบเครื่องมือช่วยจัดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์และจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสื่อสาร Chat, E-mail, Web board รวมไปถึงการเก็บสำรองข้อมูล และการรายงานผลการเรียน

- จัดการเรียนการสอนแบบโครงงานบูรณาการเน้นการลงมือปฏิบัติ โดยมีการสอนเนื้อหาจำนวน 3 ครั้ง และการจัดทำโครงงาน จำนวน 4 ครั้ง(1 ครั้ง/2 คาบ/สัปดาห์)

- แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 7 แผน รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 7 ครั้ง(14 คาบ/2 คาบ/ครั้ง) 1 คาบ/ 50 นาที รวม 12 ช.ม.

1.3 การดำเนินการหลังการทดลอง

ภายหลังจากจัดการเรียนการสอนครบถ้วนตามแผนที่วางไว้ ผู้วิจัยจะดำเนินการ ชี้แจง อธิบาย หรือให้นักเรียนทำอะไรบ้าง

- แบบสอบถามที่นักเรียนได้ให้ความร่วมมือในการตอบจะไม่มีการเผยแพร่ และเป็นความลับ
- ภายหลังการจัดการเรียนการสอนเสร็จ จะดำเนินการส่งงานโครงงานประกอบด้วย

1. ชิ้นงานโครงงานลูกเบี้ยวสะเต็มศึกษา
2. การนำเสนอโครงงาน(Presentation) ประกอบด้วย

การออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

<u>ขั้นที่ 1</u> ระบุปัญหา (Problem Identification)

<u>ขั้นที่ 2</u> รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

<u>ขั้นที่ 3</u> ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

<u>ขั้นที่ 4</u> วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

<u>ขั้นที่ 5</u> ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

<u>ขั้นที่ 6</u> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

3. คู่มือการจัดทำโครงงาน ประกอบด้วย
   - หน้าปก สมาชิก สารบัญ ขั้นตอนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ภาคผนวก แหล่งอ้างอิง ปกหลัง

2. ขั้นตอนและรายละเอียดการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2.1 ขั้นตอนการจัดทำแผนการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1. ศึกษาเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

2. ศึกษาตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระการเรียนรู้การออกแบบและเทคโนโลยี

3. วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม(STEM Education)เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

4. สร้างแผนการเรียนรู้จัดการเรียนรู้ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี โดยมีการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและเทคโนโลยี จำนวน 3 ท่าน ตรวจความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องของจุดประสงค์กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมตามรูปแบบ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 1 ห้องเรียน

7. ปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ให้ถูกต้องเหมาะสม

8. นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 รายละเอียดการเขียนแผนการสอนที่มี ข้อมูลเนื้อหาสาระ (content) ที่เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่วิทยาศาสตร์(Science)เทคโนโลยี(Technology) วิศวกรรม/การออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering) และ คณิตศาสตร์(Mathematics) ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย
   - ด้านความรู้
   - ด้านทักษะและกระบวนการ
   - ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์
3. สาระสำคัญ

4. สาระการเรียนรู้ ประกอบด้วยตารางการแสดงการจัดการความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา(STEM Education)

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	คณิตศาสตร์ (Mathematics)

5. กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
- ขั้นสอนและจัดกิจกรรม ประกอบด้วย ขั้นตอนกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

5.1 ขั้นระบุปัญหา

5.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

5.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

5.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

5.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

- ขั้นสรุป สรุปการจัดการเรียนการสอน และการบูรณาการความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา

วิทยาศาสตร์ (Science)	เทคโนโลยี (Technology)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	คณิตศาสตร์ (Mathematics)

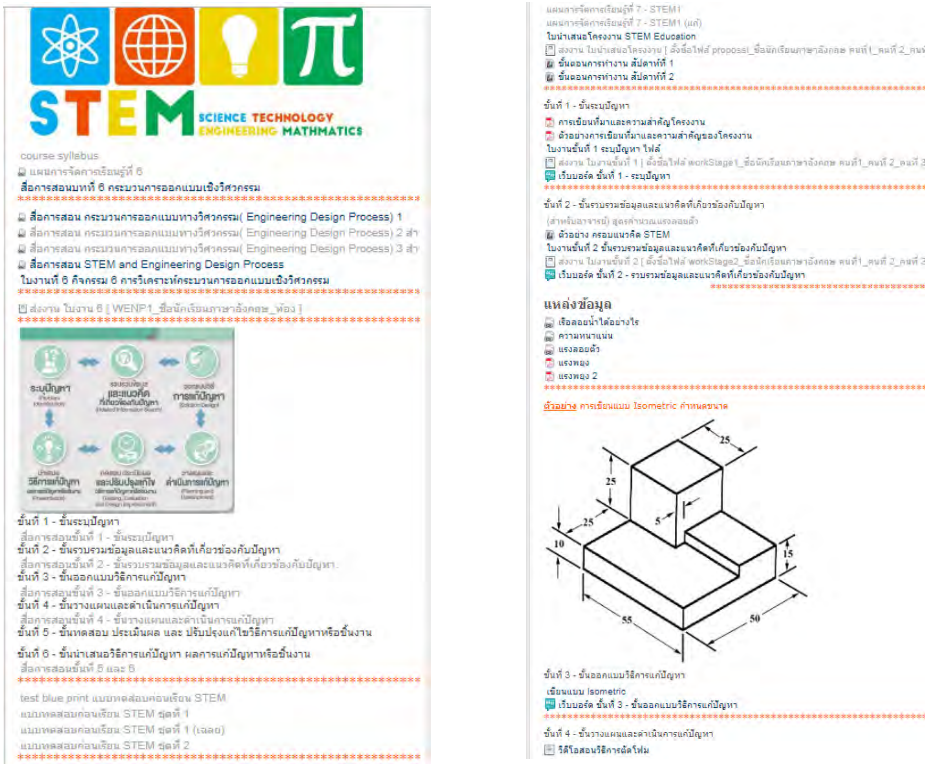
การดำเนินการสอนตามแผนการสอนตามกระบวนการทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์มูเดิล(Moodle)ซึ่งเป็นระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต(LMS : Learning Management System) โดยมีการแบ่งหน้าจอการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละสัปดาห์ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 สื่อประกอบการเรียน

ส่วนที่ 2 ใบงาน

ส่วนที่ 3 ขั้นตอนการเรียนรู้ STEM Education 6 ขั้นตอน

ส่วนที่ 4 แบบทดสอบ หรือ กิจกรรมการเรียนผ่านระบบเครือข่าย



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่าย

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

3. <u>แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน</u>

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีการดำเนินการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

3.2 ศึกษาตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาการเรียน เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้กระบวนการทางปัญญาใหม่ของบลูม ประกอบด้วย 1. จำ (Remembering) 2. เข้าใจ (Understanding) 3. ประยุกต์ใช้ (Applying) 4. วิเคราะห์ (Analyzing) 5. ประเมินค่า (Evaluating) 6. คิดสร้างสรรค์ (Creating)

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4ตัวเลือก โดยมีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ตรงตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จำนวน 60 ข้อ

3.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนและทางการวัดผลจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ภาษาที่ใช้โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.67 – 1.00

2. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อปีการศึกษา 2/2561 มาแล้ว จำนวน 50 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และ มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จาก 60 ข้อ คัดเลือกไว้ 50 ข้อ

5. นำไปใช้กับนักเรียนที่เคยเรียนวิชานี้มาแล้ว และไม่ใช่กลุ่มประชากร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 ของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)) ได้ค่า KR – 20 เท่ากับ 0.74

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพ ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. <u>ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้</u>

4.1 ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 โดยศึกษาองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ของหลักสูตรเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

4.2 ศึกษาข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี เพื่อใช้เป็นเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการศึกษา เพื่อนำมากำหนดเป็นหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ประจำหน่วย เนื้อหาสาระ และจำนวนชั่วโมงในแต่ละหน่วย เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

4.4 คัดเลือกกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จัดทำสื่อ ตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้

4.5 พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามข้อมูลที่ได้ศึกษาในขั้นตอนข้างต้น

4.6 นำหน่วยการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปตรวจสอบหาคุณภาพ โดยจัดส่งให้หัวหน้ากลุ่มสาระและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของหน่วยการเรียนรู้

5. <u>แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)</u> เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

6. <u>การจัดการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์</u>

7. <u>สรุปผลการวิเคราะห์และเขียนรายงาน</u>

5. <u>เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย</u>

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. แผนการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี

<u>เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล</u>

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการสร้างสรุปได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้ (บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และนวลเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม, 2545:221-223 และพิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2545:99-100)

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การวางแผนสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารและงานวิจัย ต่าง ๆ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้สร้างแบบทดสอบ ต้องการค้นคว้าวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่ามีแบบใดบ้าง แบบทดสอบแต่ละชนิดมีวิธีการสร้างและมีข้อดีจำกัด อย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน จะเริ่มเขียนข้อคำถาม ผู้สร้างข้อคำถามจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจน ว่าจะวัดไปเพื่ออะไร จะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 กำหนดเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตรผู้สร้าง แบบทดสอบจะต้องกำหนด ขอบเขตเนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ พฤติกรรมที่จะวัด ในด้านพุทธิพิสัย ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และ ประเมินค่า

1.4 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบและส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์หรืออิงกลุ่มก็ได้ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ หรือจะเป็นทั้งแบบปรนัยและอัตนัยรวมกันก็ได้ ทั้งนี้ ผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้กำหนดลักษณะข้อสอบ ซึ่งได้แก่

1.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัด

1.4.2 ระดับพฤติกรรมของการเรียนรู้ที่จะวัด

1.4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

1.4.4 จำนวนผู้เข้าสอบ

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างแบบทดสอบดำเนินการสอบและ ตรวจข้อสอบ

1.4.6 ความเป็นอิสระในการตอบ ส่วนการกำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบได้แก่ ความยาวของแบบทดสอบ หรือจำนวนของข้อสอบและคะแนน ระยะเวลาที่ใช้ทำแบบทดสอบวิธีดำเนินการสอบ การตรวจ ให้คะแนน การแปลความหมายของคะแนน ตลอดจนค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 การลงมือสร้างข้อสอบ

2.1 ผู้สร้างแบบทดสอบลงมือสร้างแบบข้อสอบ ตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์ ข้อสอบคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนนและการตรวจให้คะแนน

2.2 ตรวจทานข้อสอบผู้สร้างต้องทบทวน แบบทดสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้าง ขึ้นมานั้น มีความถูกต้องครบถ้วน ตามรายละเอียดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร แล้วจัดพิมพ์เป็น ฉบับทดลอง เพื่อนำไปใช้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจข้อสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้

1.1 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 - 5 ท่าน ตรวจความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity)

1.2 ทดลองสอบ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบ (Try Out) กับ นักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่พึ่งเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 50 คนขึ้นไป

1.3 วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบ นำผลการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.4 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบวัดความพึงพอใจ ในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อเป็นกรอบในการสร้างคำถาม

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจโดยใช้ข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า(rating scale) 5 ระดับ จำนวน 65 ข้อคำถาม ซึ่งประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน(10 ข้อ)

ส่วนที่ 2 ด้านความพึงพอใจที่มีต่อการการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา

- ด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้) (20 ข้อ)
- ด้านผู้สอน(5 ข้อ)
- ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education(15 ข้อ)
- ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน(10 ข้อ)
- ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน(5 ข้อ)

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนา(10 ข้อ)

3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจความถูกต้องและเหมาะสมของแบบสอบถาม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ

3.4 นำแบบสอบถามไปใช้การวิจัย โดยนำแบบสอบถามความพึงพอใจให้นักเรียนกลุ่มทดลองกรอกข้อมูลภายหลังเสร็จสิ้นการเรียนหน่วยการเรียนรู้ STEM Education

กระบวนการนำแบบวัดความพึงพอใจไปทดลองใช้ (try out)

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) มาเทียบค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์ ดังนี้

5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วยค่อนข้างมาก

3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

2 หมายถึง เห็นด้วยค่อนข้างน้อย

1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์ดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2534)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.50-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ข้อมูลความเชี่ยวชาญของผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	รายละเอียดผู้เชี่ยวชาญ
รศ.ดร.ประกอบ กรณีกิจ	- อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - ผู้มีประสบการณ์ การสอนและการจัดทำโครงงาน เช่น ได้รางวัลเหรียญเงิน โครงงาน Smart Gaml & Smart Sensors : Mobile laboratory for 21st century learners เข้าร่วมการประกวดนวัตกรรมในงาน 47th International Exhibition of Inventions Geneva ณ สมาพันธรัฐสวิส - เป็นวิทยากร และอาจารย์สอน STEM Education ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รศ.ดร.เนาวนิตย์ สงคราม	- อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - ผู้มีประสบการณ์ การสอนและการจัดทำโครงงาน เช่น ได้รางวัลเหรียญเงิน My Money Blueprint: Kids Saving Box & Saving Application เข้าร่วมการประกวดนวัตกรรมในงาน

	47th International Exhibition of Inventions Geneva ณ สมาพันธรัฐสวิส
	- เป็นวิทยากร และอาจารย์สอน STEM Education ประจำคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผศ.ดร.ชยการ คีรีรัตน์	- ครูผู้สอนที่มีประสบการณ์สอนโครงงานแบบ STEM ในสถานศึกษา
	- วิทยากรและคณะทำงานช่วยงานสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำงานด้าน STEM Education
อ.ดร.รับขวัญ ภูษาแก้ว	- หัวหน้าหน่วยแนะแนวโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
	- ผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตวิทยาการเรียนการสอน
	- อาจารย์ประจำสาขาวิชาบริหารการศึกษา ภาควิชานโยบาย การจัดการและความเป็นผู้นำทางการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
นายจิรศักดิ์ สุวรรณโณ	- ที่ปรึกษาโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
	- ผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำงานด้าน STEM Education

6. <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

6.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)ก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

6.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education) เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.3 การวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมาย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education และเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education โดยทำการทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 และ 4/3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้อง ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนหญิงและนักเรียนชายการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนหญิงและนักเรียนชายในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจกลุ่มทดลองต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education

3.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

1.1 <u>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนชายและนักเรียนหญิงการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)</u>

การทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยนำหน่วยการเรียนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 2 ห้องเรียน ห้อง 4/2 นักเรียนชาย จำนวน 16 คน นักเรียนหญิง จำนวน 21 คน รวม 37 คน และห้อง 4/3 นักเรียนชาย จำนวน 21 คน นักเรียนหญิง จำนวน 16 คน รวม 37 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล<u>นักเรียนชายและนักเรียนหญิง</u>การหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

เพศ	กิจกรรมระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ E1/E2
	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E2	
ชาย	40	30.98	77.45	10	7.73	77.30	77.45/77.30
หญิง	40	33.19	82.97	10	8.30	82.97	82.97/82.97
ค่าเฉลี่ยรวม	40	32.09	80.21	10	8.015	80.14	80.21/80.14

จากตารางที่ 2 แสดงว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) นักเรียนชายมีค่าประสิทธิภาพ 77.45/77.30 และนักเรียนหญิงมีค่าประสิทธิภาพ 82.97/82.97 ดังนั้นแสดงว่านักเรียนหญิงเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education มีประสิทธิภาพสูงกว่านักเรียนชาย และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 และนักเรียนหญิงทำกิจกรรมระหว่างเรียน และทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าสูงกว่านักเรียนชาย เมื่อคิดจากคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

การทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยนำหน่วยการเรียนที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 2 ห้องเรียน ห้อง 4/2 จำนวน 37 คน และห้อง 4/3 จำนวน 37 คน รวม 74 คน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

กิจกรรมระหว่างเรียน			**แบบทดสอบหลังเรียน**			
คะแนนเต็ม	**ค่าเฉลี่ย**	**E1**	**คะแนนเต็ม**	**ค่าเฉลี่ย**	**E2**	**ประสิทธิภาพ E1/E2**
40	32	80.21	10	8	80.14	80.21/80.14

จากตารางที่ 3 แสดงว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) 80.21/80.14 ดังนั้นแสดงว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 เมื่อคิดจากคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

นำผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชายและ

นักเรียนหญิงที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) โดยมีสมมติฐานดังนี้ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ โดยที่ μ_1 และ μ_2 คือ คะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

เพศ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	df	Sig.
	mean	std.	mean	std.			
ชาย	3.70	0.85	7.73	1.02	17.96	36	.000
หญิง	3.70	0.85	8.29	0.91	24.48	36	.000
รวม	3.7	0.71	8.01	1.00	28.96	73	.000

จากตารางที่ 4 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่เรียนจากหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 <u>ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)</u>

นำผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) คะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียนของนักเรียนทดลองที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยมีสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ โดยที่ μ_1 และ μ_2 คือ คะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

สอบ		เพศ		t	df	Sig.
		ชาย (37)	หญิง (37)			
ก่อนเรียน	Mean	3.70	3.70	0.00	72	1.00
	Std.	0.85	0.85			

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนชาย 3.70 และนักเรียนหญิง 3.70 มีค่าเท่ากัน แสดงว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการเรียนพื้นฐานหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 <u>ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)</u>

นำผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) คะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้หลังเรียนของนักเรียนทดลองที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยมีสมมติฐานดังนี้ $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 > \mu_2$ โดยที่ μ_1 และ μ_2 คือ คะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนตามลำดับ

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

สอบ		**เพศ**		**t**	**df**	**Sig.**
		ชาย (37)	**หญิง (37)**			
หลังเรียน	Mean	7.73	8.29	-2.53	72	.014
	Std.	1.02	0.91			

จากตารางที่ 6 พบว่าค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนชาย 7.73 และนักเรียนหญิง 8.29 แสดงว่านักเรียนหญิงมีความสามารถในการเรียนพื้นฐานหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) สูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

<u>ตอนที่ 3</u> ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical)

ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำผลในแต่ละข้อคำถามมาหาค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ดังแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจำแนกตามภูมิหลัง

ภูมิหลัง	กลุ่ม	จำนวน		ร้อยละ	
		ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
แผนการเรียน	วิทยาศาสตร์	37	37	100	100
นักเรียนมีเครื่องพิมพ์	มี	35	33	94.59	89.19
(Printer) ใช้ทำงาน	ไม่มี	2	4	5.41	10.81
มีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้าน	มี	36	35	97.30	94.59
หรือไม่	ไม่มี	1	2	2.70	5.41
มีเครื่องคอมพิวเตอร์	มี	29	33	78.38	89.19
ส่วนตัว	ไม่มี	8	4	21.62	10.81
ที่บ้านมีการเชื่อมต่อ	มี	35	37	94.59	100
อินเทอร์เน็ต	ไม่มี	2	-	5.41	-
ที่บ้านเชื่อมต่อ	มี	37	37	100	100
อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง	ไม่มี	-	-	-	-
ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์	1 – 2 ชั่วโมง	17	19	45.95	51.35
ละประมาณกี่ชั่วโมง	3 – 5 ชั่วโมง	15	15	40.54	40.54
	6 – 10 ชั่วโมง	2	3	5.41	8.11
	> 10 ชั่วโมง	3	0	8.11	-
มีทักษะการสืบค้นข้อมูล	มี	37	35	100	94.59
ผ่านอินเทอร์เน็ต	ไม่มี	-	2	-	5.41
ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้วัน	< 1 ชั่วโมง	22	16	59.46	43.24
ละกี่ชั่วโมง	1 – 2 ชั่วโมง	13	15	35.14	40.54
	2 – 4 ชั่วโมง	-	3	0.00	8.11
	> 4 ชั่วโมง	2	3	5.41	8.11

จากตารางที่ 7 มีนักเรียนหญิงทำแบบสอบถามร้อยละ 100 นักเรียนทุกคนเรียนสายวิทยาศาสตร์ มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 89.19 ไม่มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 10.81 นักเรียนมีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้านร้อยละ 94.59 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ร้อยละ 5.41 มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 89.19 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 10.81 ที่บ้านของนักเรียนทุกคนมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตทุกคน โดยร้อยละ 100 นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 1 – 2 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 51.35 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 3 – 5 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 40.54 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 6 – 10 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 8.11 และไม่มีนักเรียนหญิงที่ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์หนึ่งมากกว่า 10 ชั่วโมง นักเรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตร้อยละ 94.59 ไม่มีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตร้อยละ 5.41 ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมงต่อวันร้อยละ 43.24 ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้ 1– 2 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 40.54 ใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้ 2–4 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 8.11 และใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนรู้ มากกว่า 4 ชั่วโมงร้อยละ 8.11

มีนักเรียนชายร้อยละ 100 นักเรียนทุกคนเรียนสายวิทยาศาสตร์ มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 94.59 ไม่มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 5.41 นักเรียนมีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้านร้อยละ 97.30 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ร้อยละ 2.70 มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 78.38 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 21.62 ที่บ้านของนักเรียนมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตร้อยละ 94.59 ไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดยร้อยละ 5.41 ที่บ้านเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงร้อยละ 100 นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 1–2 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 45.95 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 3–5 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 40.54 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 6–10 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 5.41 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์หนึ่งมากกว่า 10 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 8.11 นักเรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตร้อยละ 100 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมงต่อวันร้อยละ 59.46 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ 1–2 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 35.14 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ 2 – 4 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 0 และใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ มากกว่า 4 ชั่วโมงร้อยละ 5.41

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามระดับความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

ลำดับ	ข้อความ	ชาย		หญิง	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
ด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้)					
1.	มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์เข้าด้วยกันผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.51	0.51	4.46	0.51
2.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	4.41	0.60	4.43	0.65

3.	สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง	4.41	0.69	4.19	0.62
4.	สามารถเรียนรู้ไปโดยไม่ต้องเรียนปรับพื้นฐานเพิ่มเติมจากเดิม	4.49	0.65	4.05	0.74
5.	สามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.35	0.59	4.16	0.65
6.	มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการในการเรียน	4.43	0.50	4.11	0.81
7.	นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	4.38	0.55	4.16	0.60
8.	สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพในอนาคต	4.22	0.71	4.08	0.60
9.	มีความเหมาะสมกับจำนวนหน่วยกิจ(1 หน่วย)	4.14	0.63	3.65	0.59
10.	มีความสอดคล้องกับบริบทและอาชีพของท้องถิ่น	4.27	0.61	3.89	0.70
11.	นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.41	0.55	4.24	0.72
12.	มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับชีวิตประจำวันรวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต	4.43	0.55	4.11	0.70
13.	สร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย	4.59	0.55	4.14	0.59
14.	เตรียมพร้อมนักเรียนที่มีคุณภาพเพื่อเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจในอนาคต	4.32	0.47	4.14	0.59
15.	พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)	4.62	0.49	4.32	0.67
16.	วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	4.51	0.51	4.32	0.63
17.	ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา	4.51	0.56	4.32	0.63
18.	ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา	4.62	0.59	4.32	0.63
19.	ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด	4.49	0.61	4.27	0.65
20.	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม	4.49	0.61	4.14	0.67

	และปลอดภัย				
	ค่าเฉลี่ย	4.43	0.58	4.18	0.65
ด้านผู้สอน					
21.	มีการเตรียมการสอนล่วงหน้า	4.73	0.45	4.70	0.46
22.	มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี	4.62	0.49	4.68	0.47
23.	เข้าสอนและเลิกสอนตรงเวลา	4.70	0.46	4.59	0.50
24.	มีการสอดแทรกคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ ในระหว่างสอน	4.59	0.50	4.49	0.56
25.	มีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้าน STEM Education	4.70	0.46	4.59	0.50
	ค่าเฉลี่ย	4.67	0.47	4.61	0.50
ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education					
26.	มีการสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนการสอน STEM Education	4.59	0.50	4.35	0.48
27.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงและบูรณาการกับรายวิชา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์	4.62	0.49	4.27	0.51
28.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสืบค้นข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	4.51	0.51	4.32	0.58
29.	ใช้สื่อเทคโนโลยีที่สมัยใหม่ประกอบการสอน	4.73	0.45	4.46	0.61
30.	มีกิจกรรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.46	0.51	4.46	0.56
31.	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 7 ขั้นตอน	4.41	0.55	4.43	0.60
32.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปรายซักถามและแสดงความคิดเห็น	4.65	0.48	4.35	0.59
33.	มีกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.54	0.51	4.38	0.55
34.	ผู้สอนใช้สื่อ e-learning มาช่วยเสริมให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	4.70	0.46	4.59	0.50
35.	สื่อที่อาจารย์ใช้ประกอบการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น	4.57	0.50	4.43	0.50
36.	มีการจัดกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ STEM Education	4.51	0.65	4.35	0.54
37.	ผู้สอนจัดทำเนื้อหาการเรียนการสอนที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ STEM Education	4.84	0.37	4.46	0.51
38.	มีกิจกรรมเพื่อสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับ	4.49	0.56	4.49	0.51

	ชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต				
39.	มีกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)	4.59	0.50	4.19	0.46
40.	มีกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	4.54	0.51	4.38	0.55
	ค่าเฉลี่ย	4.58	0.50	4.39	0.54
ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน					
41.	การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) จากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง	4.54	0.56	4.35	0.54
42.	การประเมินมีการผสมผสานไปกับการเรียนการสอน และมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง	4.51	0.51	4.27	0.51
43.	การประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง	4.65	0.48	4.32	0.53
44.	การประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.68	0.47	4.46	0.51
45.	การประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข	4.46	0.51	4.24	0.49
46.	ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่	4.54	0.51	4.38	0.55
47.	การประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเอง และสามารถพัฒนาตนเองได้	4.62	0.49	4.49	0.56
48.	การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้	4.30	0.62	4.27	0.56
49.	ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้	4.54	0.51	4.30	0.52
50.	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน	4.51	0.51	4.35	0.54

	ค่าเฉลี่ย	4.54	0.52	4.34	0.53
ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน					
51.	มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ	4.54	0.56	4.41	0.55
52.	มีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานสะดวกรวดเร็ว	4.54	0.56	4.14	0.48
53.	ห้องเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ STEM Education	4.57	0.55	4.27	0.61
54.	มีห้องเรียน สื่อ สิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเหมาะสมและเพียงพอ	4.35	0.54	4.35	0.54
55.	เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน มีการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	4.57	0.50	4.32	0.47
	ค่าเฉลี่ย	4.51	0.54	4.30	0.52
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.52**	**0.53**	**4.32**	**0.57**

จากตารางที่ 8 จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) 1) ด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้) นักเรียนชายค่าเฉลี่ย 4.43 นักเรียนหญิงค่าเฉลี่ย 4.18 2) ด้านผู้สอน นักเรียนชายค่าเฉลี่ย 4.67 นักเรียนหญิงค่าเฉลี่ย 4.61 3) ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education นักเรียนชายค่าเฉลี่ย 4.58 นักเรียนหญิงค่าเฉลี่ย 4.39 4) ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนนักเรียนชายค่าเฉลี่ย 4.54 นักเรียนหญิงค่าเฉลี่ย 4.34 5) ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน นักเรียนชายค่าเฉลี่ย 4.51 นักเรียนหญิงค่าเฉลี่ย 4.30 จะเห็นว่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนชายที่มีต่อการเรียนหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ในด้านต่างๆ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนหญิงทุกด้าน แสดงว่านักเรียนชายมีความพึงพอใจต่อหน่วยการเรียนรู้มากกว่านักเรียนหญิง และค่าเฉลี่ยของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงผ่านเกณฑ์ 3.5 ในทุกด้านนั้นหมายถึงนักเรียนมีความพึงพอใจมาก หรือมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจกลุ่มทดลองต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education

ผู้วิจัยได้ทำการวัดผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจ กลุ่มทดลองต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำผลในแต่ละข้อคำถามมาหาค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้ดังแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนกลุ่มทดลองจำแนกตามภูมิหลัง

ภูมิหลัง	กลุ่ม	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	37	50
	หญิง	37	50
แผนการเรียน	วิทยาศาสตร์	74	100
นักเรียนมีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงาน	มี	68	92
	ไม่มี	6	8
มีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้านหรือไม่	มี	71	96
	ไม่มี	3	4
มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว	มี	62	84
	ไม่มี	12	16
ที่บ้านมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	มี	72	97
	ไม่มี	2	3
ที่บ้านเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูง	มี	74	100
	ไม่มี	0	-
ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละประมาณกี่ชั่วโมง	1 – 2 ชั่วโมง	36	49
	3 – 5 ชั่วโมง	30	41
	6 – 10 ชั่วโมง	5	7
	มากกว่า 10 ชั่วโมง	3	4
มีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต	มี	72	97
	ไม่มี	2	3
ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้วันละกี่ชั่วโมง	< 1 ชั่วโมง	38	51
	1 – 2 ชั่วโมง	28	38
	2 – 4 ชั่วโมง	3	4
	มากกว่า 4 ชั่วโมง	5	7

จากตารางที่ 9 แสดงว่ามีนักเรียนหญิงทำแบบสอบถามร้อยละ 50 นักเรียนชายร้อยละ 50 รวมเป็นร้อยละ 100 นักเรียนทุกคนเรียนสายวิทยาศาสตร์ มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 92 ไม่มีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงานร้อยละ 8 นักเรียนมีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้านร้อยละ 96 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ร้อยละ 8 มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 84 ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวร้อยละ 16 ที่บ้านของนักเรียนทุกคนมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตร้อยละ 97 ที่บ้านไม่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตร้อยละ 3 ที่บ้าน

เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตความเร็วสูงร้อยละ 100 นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 1 – 2 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 49 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 3–5 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 41 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละ 6–10 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 7 ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์หนึ่งมากกว่า 10 ชั่วโมงคิดเป็นร้อยละ 4 นักเรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตร้อยละ 97 ไม่มีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตร้อยละ 3 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมงต่อวันร้อยละ 51 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ 1–2 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 38 ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ 2–4 ชั่วโมงต่อวันร้อยละ 4 และใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้ มากกว่า 4 ชั่วโมงร้อยละ 7

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามระดับความพึงพอใจ กลุ่มทดลองหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

ลำดับ	ข้อความ	$\bar{X}$	S.D.
ด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้)			
1.	มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์เข้าด้วยกันผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.49	0.50
2.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	4.42	0.62
3.	สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง	4.30	0.66
4.	สามารถเรียนรู้ไปโดยไม่ต้องเรียนปรับพื้นฐานเพิ่มเติมจากเดิม	4.27	0.73
5.	สามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.26	0.62
6.	มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการในการเรียน	4.27	0.69
7.	นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้	4.27	0.58
8.	สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพในอนาคต	4.15	0.66
9.	มีความเหมาะสมกับจำนวนหน่วยกิจ(1 หน่วย)	3.89	0.65
10.	มีความสอดคล้องกับบริบทและอาชีพของท้องถิ่น	4.08	0.68
11.	นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.32	0.64
12.	มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับชีวิตประจำวันรวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต	4.27	0.65
13.	สร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย	4.36	0.61
14.	เตรียมพร้อมนักเรียนที่มีคุณภาพเพื่อเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจในอนาคต	4.23	0.54
15.	พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็น	4.47	0.60

	ทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)		
16.	วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี	4.42	0.57
17.	ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา	4.42	0.60
18.	ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ ช่วยในการออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา	4.47	0.62
19.	ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหาพร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด	4.38	0.63
20.	ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย	4.31	0.66
	ค่าเฉลี่ย	4.30	0.63
ด้านผู้สอน			
21.	มีการเตรียมการสอนล่วงหน้า	4.72	0.45
22.	มีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี	4.65	0.48
23.	เข้าสอนและเลิกสอนตรงเวลา	4.65	0.48
24.	มีการสอดแทรกคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ ในระหว่างสอน	4.54	0.53
25.	มีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้าน STEM Education	4.65	0.48
	ค่าเฉลี่ย	4.64	0.48
ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education			
26.	มีการสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนการสอน STEM Education	4.47	0.50
27.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงและบูรณาการกับรายวิชา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์	4.45	0.53
28.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสืบค้นข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ทั้งภาษาไทย	4.42	0.55

	และภาษาอังกฤษ		
29.	ใช้สื่อเทคโนโลยีที่สมัยใหม่ประกอบการสอน	4.59	0.55
30.	มีกิจกรรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.46	0.53
31.	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 7 ขั้นตอน	4.42	0.57
32.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปรายซักถามและแสดงความคิดเห็น	4.50	0.56
33.	มีกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.46	0.53
34.	ผู้สอนใช้สื่อ e-learning มาช่วยเสริมให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	4.65	0.48
35.	สื่อที่อาจารย์ใช้ประกอบการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น	4.50	0.50
36.	มีการจัดกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ STEM Education	4.43	0.60
37.	ผู้สอนจัดทำเนื้อหาการเรียนการสอนที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ STEM Education	4.65	0.48
38.	มีกิจกรรมเพื่อสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต	4.49	0.53
39.	มีกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)	4.39	0.52
40.	มีกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)	4.46	0.53
	ค่าเฉลี่ย	4.49	0.53
ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน			
41.	การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) จากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง	4.45	0.55
42.	การประเมินมีการผสมผสานไปกับการเรียนการสอน และมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง	4.39	0.52
43.	การประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง	4.49	0.53

44.	การประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	4.57	0.50
45.	การประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข	4.35	0.51
46.	ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่	4.46	0.53
47.	การประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้	4.55	0.53
48.	การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้	4.28	0.59
49.	ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้	4.42	0.52
50.	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน	4.43	0.53
	ค่าเฉลี่ย	4.44	0.53
ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน			
51.	มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ	4.47	0.55
52.	มีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานสะดวกรวดเร็ว	4.34	0.56
53.	ห้องเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ STEM Education	4.42	0.60
54.	มีห้องเรียน สื่อ สิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเหมาะสมและเพียงพอ	4.35	0.53
55.	เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน มีการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว	4.45	0.50
	ค่าเฉลี่ย	4.41	0.55
	ค่าเฉลี่ยรวม	**4.42**	**0.56**

จากตารางที่ 10 จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) จะเห็นว่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อการเรียนหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ในหัวข้อเรื่องต่างๆ มีคะแนนเฉลี่ยผ่านเกณฑ์ 3.5 และกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้) ค่าเฉลี่ย 4.42 ด้านผู้สอนค่าเฉลี่ย 4.64 ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education ค่าเฉลี่ย 4.49 ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนค่าเฉลี่ย 4.44 ด้านปัจจัย

สนับสนุนการเรียนการสอนค่าเฉลี่ย 4.41 สรุปว่าความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มทดลองมีความพึงพอใจมาก หรือนักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

3.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

นำผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test) ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนจากการทดสอบการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) โดยมีสมมติฐาน $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ และ $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ โดยที่ μ_1 และ μ_2คือ ความพึงพอใจนักเรียนชายและความพึงพอใจนักเรียนหญิง

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

เพศ	ความพึงพอใจ		t	df	Sig.
	mean	std.			
ชาย	4.05	0.24	3.31	72.0	.001
หญิง	3.84	0.28			

จากตารางที่ 11 แสดงว่าความพึงพอใจความพึงพอใจของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนจากหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผลวิจัย การอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลของการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น Pre Experimental Design กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากเป็นการศึกษาภายใต้บริบทของสถานศึกษา ที่มีการจัดการเรียนรู้ ในรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ที่มีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน แบบสะเต็มศึกษา(STEM Education) โดยเลือกโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยฝ่ายมัธยมเป็นการเลือกแบบการเลือกแบบจำเพาะเจาะจง(PurposiveSampling) โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างดังนี้โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตทั่วไปที่สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐอื่น ๆ กลุ่มตัวอย่างมีทั้งนักเรียนที่เป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราส่วนที่เท่ากัน ผู้บริหารและครูให้การสนับสนุน ให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี การเลือกระดับชั้นที่เลือกระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากหลักสูตรได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรูแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1 ที่ผู้วิจัยเลือกเพราะเป็นระดับชั้นที่เหมาะกับการลงลึกในเนื้อหาที่เรียน เพื่อสามารถบูรณาการความรู้เกี่ยวกับสะเต็มกับวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี ได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน และเกิดประโยชน์กับนักเรียนในการศึกษา เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เลือกนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน เนื่องจากเป็นนักเรียนที่ได้ผลการเรียนในรายวิชาหลักประกอบด้วยวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ ไม่น้อยกว่า 3.00 ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ดี โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1. เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) 2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 สำหรับนักเรียนที่จะเป็นกลุ่มศึกษาในงานวิจัยเป็นกลุ่มนักเรียนสายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.4/2 จำนวน 37 คน(ชาย 16 คน, หญิง 21 คน) ห้อง ม.4/3 จำนวน 37 คน(ชาย 21 คน, หญิง 16 คน) รวม 74 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองมีจำนวน 1 เครื่องมือคือ แผนการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบ

กลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 2 เครื่องมือ คือ 1.แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี 2. แบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 1. การวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) แบ่งออกเป็น 1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนหญิงและนักเรียนชายการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) และ 1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มทดลองการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)โดยการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน(E1/E2) คือการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) ทำได้โดยการเอาคะแนนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของผู้เรียนทีละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนเป็นร้อยละและการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์(E2) ทำได้โดยการเอาคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทีละคน มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนเป็นร้อยละ โดยกำหนดให้ค่าของ E1/E2 คือมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2. การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) แบ่งออกเป็น 2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแยกนักเรียนหญิงและนักเรียนชายในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(CamsMechanical) 2.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูล ระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) 2.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงในการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample และ 3. การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ภายหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) 3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิงต่อการเรียนหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) 3.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจกลุ่มทดลองต่อการเรียนหน่วยการจัดการ

เรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education 3.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อและภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์เทียบกับเกณฑ์ผ่านจุด 3.5 นั้นคือ ถ้านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.5 หมายความว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิงของคะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ t-test for Dependent Sample

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ได้ผลการสรุปดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

หน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) มีประสิทธิภาพสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 80/80 เมื่อคิดจากคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อคิดจากคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม| ผลปรากฏว่า ผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

3. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผลปรากฏว่า นักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เทียบผ่านเกณฑ์เฉลี่ย 3.5

อภิปรายผล

ผลการวิจัยสามารถสรุปตามจุดมุ่งหมายการวิจัยได้เป็นรายข้อดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

จากการทดลองปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนชายคิดเป็นร้อยละ 30.98 นักเรียนหญิง คิดเป็นร้อยละ 33.19 และกลุ่มทดลองรวมทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงคิดเป็นร้อยละ 32 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหญิงคิดเป็นร้อยละ 8.30 นักเรียนชายคิดเป็นร้อยละ 7.73 และค่าประสิทธิภาพกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนหญิงเท่ากับ 82.97 นักเรียนชายเท่ากับ 77.45 กลุ่มทดลองรวมทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงเท่ากับ 80.21 ค่าประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนหญิงเท่ากับ 82.97 นักเรียนชายเท่ากับ 77.30 และกลุ่มทดลองรวมทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงเท่ากับ 80.14 จะเห็นว่านักเรียนชายจะมีค่าเฉลี่ยและค่าประสิทธิภาพต่ำกว่านักเรียนหญิง ทั้งคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยเหตุผลที่นักเรียนหญิงมีค่าเฉลี่ยกิจกรรมระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนชายนั้นเนื่องจาก นักเรียนหญิงมีทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการรรอ่าน ความละเอียดรอบคอบ ที่ดีกว่านักเรียนชาย ส่วนความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จะมีใกล้เคียงหรือมากกว่านักเรียนชาย อีกทั้งนักเรียนหญิงจะมีกิจกรรมทางด้านวิชาการบ่อยครั้งและมากกว่านักเรียนชาย ทำให้เกิดการเชื่อมโยงและบูรณาการความรู้ในหลาย ๆ ด้าน ส่งผลให้เกิดการคิดวิเคราะห์ ความรับผิดชอบการทำงาน ที่มีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนชาย การทำกิจกรรมระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียนจึงทำได้ดีกว่านักเรียนชาย สอดคล้องกับการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) PISA 2018 เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้ และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือเรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy เมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างเพศ พบว่า ความแตกต่างระหว่างเพศด้านการอ่าน ผลการประเมินในระดับนานาชาติพบว่า PISA 2009 PISA 2012 และ PISA 2015 นักเรียนหญิงมีคะแนนการอ่านสูงกว่านักเรียนชายอย่างมีนัยสำคัญ ใน PISA 2009 นักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่านักเรียนชาย 39 คะแนน PISA 2012 นักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่านักเรียนชาย 38 คะแนน สำหรับ PISA 2015 ผลการประเมินยังคงเป็นในลักษณะเดียวกันนี้ โดยในทุกประเทศ/เขต เศรษฐกิจ นักเรียนหญิงมีคะแนนการอ่านสูงกว่านักเรียนชายและโดยเฉลี่ยในกลุ่มประเทศ OECD นักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่านักเรียนชาย 27 คะแนน สำหรับประเทศ

ไทย ใน PISA 2015 นักเรียนหญิง (423) มีคะแนนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนชาย (392) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (31 คะแนน) ทั้งนี้ความแตกต่างระหว่างเพศของไทยเริ่มมีช่องว่างแคบ ลงเมื่อเทียบกับการประเมินในรอบที่ผ่าน ๆ มา ซึ่งใน PISA 2012 นักเรียนหญิงมีคะแนนสูงกว่าถึง 55 คะแนน โดยนักเรียนชายมีคะแนนลดลง 18 คะแนน และนักเรียนหญิงมีคะแนนลดลงถึง 42 คะแนน หรือมากกว่าครึ่งระดับ สอดคล้องกับ งานวิจัย เรื่อง “การศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะเพื่อพัฒนาศักยภาพการเป็นคนดีคนเก่งของนักเรียนไทย” (2559) โดย อาจารย์ดวงจันทร์ วรคามิน รศ.ดร.ปังปอนด์ รักอำนวยกิจ และผศ.ดร.ยศวีร์ สายฟ้า สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) คณะผู้วิจัยได้สร้างตัวชี้วัดระดับการคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะของนักเรียน ผ่านแบบทดสอบ โดยอิงโครงสร้างมาจากข้อสอบระดับนานาชาติอย่างเช่น PISA ที่เน้นการวัดทักษะการวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำ จากนั้นได้นำตัวชี้วัดนั้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 4 และ ปวช.1 จากทุกภูมิภาค ทั่วประเทศ จำนวน 6,235 คน เพื่อค้นหาว่าสถานการณ์การคิดวิเคราะห์และการมีจิตสาธารณะของเด็กไทยเป็นอย่างไร และมีปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อความคิดวิเคราะห์ของเด็ก ปรากฏว่าปัจจัยด้านบุคคล จากการศึกษาในส่วนของปัจจัยด้านเพศนักเรียนหญิงจะมีความสามารถในการวิเคราะห์มากกว่านักเรียนชาย และพบว่าปัจจัยด้านการใช้เวลา เมื่อพิจารณาการใช้เวลาของนักเรียน พบว่า เมื่อนักเรียนดูโทรทัศน์เพิ่มขึ้น คะแนนคิดวิเคราะห์จะลดลง และเมื่อดูการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ หากนักเรียนเข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการจะทำให้นักเรียนมีคะแนนคิดวิเคราะห์มากขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่เข้าร่วม ในขณะที่การเรียนพิเศษทางวิชาการ เช่น การไปติวตามสถาบันกวดวิชาต่างๆ นักเรียนที่ไปเรียนพิเศษจะมีคะแนนคิดวิเคราะห์มากกว่านักเรียนที่ไม่ได้ไปเรียน แต่เมื่อทำการคิดค่าเฉลี่ยรวมของกลุ่มทดลองรวมทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงคิดเป็นร้อยละ 8 จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน จะได้ค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือค่าประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 80/80 โดยมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกิจกรรมระหว่างเรียนเท่ากับ 80.21 และค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 80.14 ดังนั้นหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนุสสรา เฉลิมศรี(2555) เรื่อง การวิจัยและการพัฒนาสื่อการสอนนาฏศิลปสำหรับครูสอบนาฏศิลป์ ระดับประถมศึกษา ดานเนื้อเพลงและทำนองเพลงแกนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬา ฝายประถม มีประสิทธิภาพ 85.68 / 82.07 สูงกวาเกณฑ มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ขึ้นไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรนาฏ ภูสีฤทธุ์(2550) และอรุณรัตน์ ชารีคา (2549) ที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่าบทเรียนที่มีการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการปรับปรุงคุณภาพหลังจากการทดลองทำให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ที่ตั้งไว้ 80/80 และ กนกทิพย์(2551) ได้ทำวิจัยเรื่องผลการใช้บทเรียนบนเว็บ วิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน เรื่องเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบนเว็บเรื่องเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.16/80.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ ในลักษณะระบบจัดการการเรียนการสอนออนไลน์ ผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต(LMS : Learning Management System) ที่มีเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้สอน ผู้เรียน และผู้ดูแลระบบ ได้แก่ ระบบจัดการรายวิชา ระบบจัดการ ข้อมูลบทเรียน ระบบจัดการการสร้างเนื้อหารายวิชา ระบบจัดการเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ระบบจัดการข้อมูลผู้เรียน ระบบเครื่องมือช่วยจัดการสื่อสารและปฏิสัมพันธ์และจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การสื่อสาร Chat, E-mail, Webboard รวมไปถึงการเก็บสำรองข้อมูล และการรายงานผลการเรียน จัดการเรียนการสอนแบบโครงงานบูรณาการเน้นการลงมือปฏิบัติ โดยมีการสอนเนื้อหา จำนวน 3 ครั้ง และการจัดทำโครงงาน จำนวน 4 ครั้ง(1 ครั้ง/2 คาบ/สัปดาห์) การจัดทำแผนการเรียนรู้ จำนวนทั้งสิ้น 7 แผน รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 7 ครั้ง (14 คาบ/2 คาบต่อครั้ง) 1 คาบ/ 50 นาที รวม 12 ช.ม. การเรียนผ่านหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บที่ทำให้ได้การพัฒนาประสิทธิภาพการเรียนการสอนผ่านเว็บ และได้หน่วยการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่ท้าทาย ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และศักยภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองได้ดีขึ้นเนื่องจากการเรียน การสอนผ่านเว็บช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงบทบาทในการเรียนมากขึ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ยืดหยุ่นสำหรับผู้เรียนทุกคน โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างเต็มตามศักยภาพที่ตนเองมีอยู่ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระส่งผลให้เกิดการเรียนที่กระตือรือร้น ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความกระฉับกระเฉงในการเรียนรู้ และสามารถลดเวลาในการเข้าชั้นเรียนได้นอกจากนี้การเรียนผ่านเว็บยังมีส่วน

สนับสนุนปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน และผู้เรียนกับผู้สอนโดยการติดต่อแบบส่วนตัว ช่วยให้การเรียนรู้ดีขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชุมชนแห่ง การเรียนรู้มากขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม|

จากการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนการสอนผ่านหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการออกแบบและเทคโนโลยีเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับ นัสรินทร์บือซา(2558, น.59) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางคิดสะเต็มศึกษาแล้วพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และวรรณธนะ ปัดชา(2559, น.837) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการ เรียนรู้แบบ สสวท. เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่5ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่านักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 และงานวิจัยสอดคล้องกับ พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างใน การวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียน เคมี สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ Hotelling’s T2 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.

05 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากการจัดการศึกษาในแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM)ที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับ การพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะ 5 ประการได้แก่ (1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ (2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ (3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (4) ท้าทายความคิดของนักเรียน และ (5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อธิบายว่า โดยจุดมุงหมายของการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สถาบันสงเสริมการสอนวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี(2557:4) ประกอบด้วย 1.ผูเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห คิดสราง สรรค แกปญหาในชีวิตจริงและสราง นวัตกรรมที่ใชสะเต็มเปนพื้นฐาน 2.ผูเรียนเรียนรูอยางมีความสุข และมองเห็นเสนทางการประกอบอาชีพในอนาคต

3. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตรคณิตศาสตรและเทคโนโลยีสูงขึ้น 4.ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรูตามแนวทางสะเต็มศึกษาอยางมั่นใจ 5. สสวท. ไดรูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุมสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวของเพิ่มพูนโอกาสใหผูเรียนไดเรียนรูวิทยาศาสตร คณิตศาสตร และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง 6.ประเทศไทยจะมีกำลังคนดานสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะชวยยกระดับรายไดของชาติใหสูงกวาระดับรายไดปานกลางในอนาคต สรุปไดวา การจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เปนการจัดการเรียนรูเพื่อตอบสนองความตองการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษยที่มีความสามารถทางดานวิทยาศาสตรและเทคโนโลยี ซึ่งถือเปนทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแขงขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเปนการจัดการเรียนรูที่สงเสริมใหนักเรียนเกิดทักษะทางดานความรูควบคูไปกับทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเปนตอการใชชีวิตและการทำงานในอนาคตตอไป ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า ผู้วิจัยได้รูปแบบวิทยาการเรียนรู้แบบหนึ่งที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการ ในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์(Science) , เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์

(Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตน ไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering) ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม หลักการของกระบวนการทางวิศกรรมดังกล่าว ได้นำมาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ STEM Education ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือผ่านระบบการจัดการเรียนรู้ Moodle Learning Management System ที่ทำหน้าที่บริหารจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ การออกแบบการจัดการเรียนการสอน ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน โดยใช้หลักการสะเต็มศึกษา(STEM Education) ซึ่งจะมีการวางแผนการสอนรายหน่วยหรือรายคาบ แล้วออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

3. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

นักเรียนมีความพึงพอใจที่ดีต่อการเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เทียบผ่านเกณฑ์เฉลี่ย 3.5 และทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความพึงพอใจนักเรียนชายและนักเรียนหญิง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) เพิ่มเติมจากจุดประสงค์การวิจัย เนื่องจากต้องการดูความพึงพอใจความพึงพอใจของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนจากหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับใด ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ คือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับใด .01

ซึ่งการที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้ เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานการเรียนผ่านหน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง เรื่องการออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical) โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology) ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering) ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering) และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการ

แก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีทำให้เกิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ การช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพคือ วิทยาศาสตร์(Science) ,เทคโนโลยี (Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ คณิตศาสตร์(Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตน ไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 การท้าทายความคิดของนักเรียนรวมทั้งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การศึกษาความพึงพอใจในการเรียนบทเรียนออนไลนพบวา นักเรียนมีเจตคติที่ดีตอการเรียน มีความสนใจในบทเรียนตั้งใจเรียนมีความสนุกสนานเมื่อไดเรียนและชอบทำกิจกรรมในบทเรียน ไดเรียนรูสื่อในบทเรียนอยางหลากหลาย มีทั้งรูปภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว สื่อ ที่มีความหลากหลาย ใช้เทคโนโลยีที่มีความหลากหลาย เช่น การทำกิจกรรมตอบแบบสอบถามผ่านทางมือถือ การทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันผ่านทางระบบเครือข่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนืองเฉลิมและปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคามจำนวน 2 ห้องเรียน 100 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ Hotelling's T2 ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2)นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา มีผมสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับ Tseng และคณะ(2013) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงานมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่บูรณาการSTEM กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้คือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ใน

สถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน 5 แห่ง รวม 30 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญจากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมดแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือความรู้ ทักษะและประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำใช้เพื่อแก้ปัญหาทีเกิดขึ้นจริงได้ สามารถสร้างโลกที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มมากขึ้น สามารถแสดงให้เห็นถึงความหมายของการเรียนรู้และอยากที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเจตคติในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในภายภาคหน้าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของภานุวัฒน์ เกียรตินฤมล (2559, 325) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตสู่ผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาชาวบ้าน ในกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีระดับความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.43 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shi Jer Lou และคณะ (2010) ที่ได้ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและนักเรียนอาชีวศึกษาที่เมืองไต้หวัน ประเทศจีน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยกิจกรรมสะเต็ม ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อในการประเมินของแบบวัดความความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มออกเป็น 4 หัวข้อ ได้แก่ ทัศนคติต่อการเรียนสะเต็ม (STEM Learning Attitude) การออกแบบวัสดุที่ใช้ในการสอนของกิจกรรมสะเต็ม (teachingmaterial design of the STEM activity) วิธีการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL strategy) และเนื้อหาของสะเต็มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด (contents of STEM related concepts) จากผลการวิจัย พบว่า ทั้ง 4 หัวข้อมีคะแนนเฉลี่ยประมาณ 4 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อการเรียนด้วยกิจกรรมสะเต็ม และยังพบว่า การออกแบบวัสดุที่ใช้ในการสอนของกิจกรรมสะเต็ม มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด คือ 4.16 และเนื้อหาของสะเต็มที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด มีคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจน้อยสุด คือ 3.98

ข้อเสนอแนะ

1. **ข้อเสนอแนะทั่วไป**
   1.1 งานที่มอบหมายให้นักเรียนควรมีปริมาณที่พอเหมาะ ไม่มากและไม่น้อยจนเกินไป
   1.2 การนำเสนอให้ฝ่ายวิชาการได้เพิ่มจำนวนหน่วยกิจให้สอดคล้องกับปริมาณเนื้อหาและจำนวนคาบที่เรียนจริง
   1.3 ความรู้ด้านสะเต็มศึกษา(STEM Education)ควรมีการจัดการเรียนการสอนที่มีความต่อเนื่องในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
   1.4 โรงเรียนควรมีการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ทักษะการคิดวิเคราะห์ให้กับนักเรียน

2. **ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**
   2.1 ให้นักเรียนได้มีการจัดทำโครงงานสะเต็มศึกษา(STEM Education)ที่เป็นการแก้ไขปัญหาได้ในชีวิตจริง
   2.2 การสร้างเครือข่ายงานวิจัยสะเต็มศึกษากับโรงเรียนที่มีความประสงค์จะเข้าร่วมในเครือข่าย
   2.3 มีการสนับสนุนสร้างห้องปฏิบัติการสะเต็มศึกษา(STEM Education) เพื่อให้นักเรียนได้มีอุปกรณ์ เครื่องมือในการพัฒนางานวิจัยสู่สากล

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2558). คู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพมหานคร: สกสค. ลาดพร้าว.

ชริณี เดชจินดา. (2535). ความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร.(วิทยานิพนธ์สังคมศาสตร์มหาบัณฑิต).มหาวิทยาลัยมหิดล.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถานเอกอัคร- ราชทูตไทย ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (2556). โอบามาประกาศแผนการใหม่ในการสร้างกลุ่มต้นแบบการสอน STEM (STEM Master Teaching Corps). (2 มีนาคม 2556),ค้นจาก http://www.ostc.thaiembdc.org/ test2012/stnews_Sept12_5

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร 33(2)(เมษายน-มิถุนายน 2556), 49-56.พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). การสร้างและพัฒนาและทดสอบผลสัมฤทธิ์ 7 . กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ธวัช ชิตตระการ. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ผ่านโปรแกรม STEM. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, ค้นจาก www.deansci.com/th/ downloads/stem.pdf

ปริญญา จเรรัชต์ และคณะ.(2546).ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสบียงสัตว์จังหวัด พันธ์ดี ทับทิม และ คณะ. การประเมินความพึงพอใจการบริการและความต้องการ ทรัพยากรสารสนเทศห้องปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเองคณะศึกษาศาสตร์ของนิสิต มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงาน กระทรวงมหาดไทย ในอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.เชียงใหม่.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). การเสริมสร้าง วิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, ค้นจาก http://www.educathai.com/workshop_download_handout_ download.php?id=60&page=4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2014). สะเต็มศึกษา ประเทศไทย. ค้นจาก http://www.stemedthailand.org/

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. (2555). สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2556, ค้นจาก http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMeducation.pdf

เอเอสทีวีผู้จัดการออนไลน์. (2556). โละสอนแบบท่องจำผุด “สะเต็มศึกษา” เรียนวิทย์-เทคโนฯ ปฏิบัติเน้นๆ. ค้นจาก http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9560000005681.

ภาษาอังกฤษ

Applewhite Philip B.(1965).Organizational Behavior. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall.

Bellanca, J., & Brandt, R. (2010). 21st Century skills rethinking how students learn. Bloomington, Solution Tree Press.

Bybee, R. W. (2009). K-12 engineering education standards: opportunities and barriers. Retrieved March 1, 2013, from http://www. nae.edu/File.aspx?id=15165

Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K–12 classrooms understanding: A framework for K–12 science education. Retrieved March 1, 2013, from http://www. nsta.org/about/standardsupdate/resources/ 201112_Framework-Bybee.pdf

Carr, R. L., Bennetti V, L. D., & Strobe, J. O. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 U.S. States: An analysis of presence and extent. Retrieved March 1, 2013, from http://www.nysstemeducation.org/STEM_ Docs/2012K-12STEM_in_USA.pdf

Campbell A.(1976). Subjective measure of well -being. American psychologist.31,117 – 124.

Dejarnette. (2012). America's children: providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. Education, 133(1), 77–84.

Donabedian, A. (1980). Explorations in Quality Assessment and Monitoring: Vol. I. The Definition of Quality and Approaches to Its Assessment. Ann Arbor, MI: Health Administration Press.

Kuder, Frederic G. and M.W. Richardson.(1937).The Theory of the Estimation of Test Reliability,Psychometrika. 2(September 1937).151-160.

NationalResearch Councilof the National Academes. (2011). Successful K-12 STEM education:identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Washington D.C.: The National Academic Press.

Rachel, B. J. (2008). Science, technology, engineering, and math. Retrieved March 5, 2013, from http://www.learning.com/press/ pdf/Science-Technology-Engineering-Mathematics-STEM-Report.pdf

Risser N.L.(1975).Development of an instrument to measure patient satisfaction with nurses andnursing care in primary care setting. Nurs Res; 24(1) :45-51.
Wolman Benjamin B.(1973). Dictionary of Behavioral Science. New York : Van Nostrand Reinhold.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมืองานวิจัย ประกอบด้วย

ลำดับ	ชื่อ - นามสกุล	สาขาวิชา
1.	รองศาสตราจารย์ ดร. ประกอบ กรณีกิจ	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
2.	รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
3.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยการ คีรีรัตน์	เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
4.	อาจารย์ ดร.รับขวัญ ภูษาแก้ว	จิตวิทยาการปรึกษา การแนะแนว ฯ
5.	นายจิรศักดิ์ สุวรรณโณ	ที่ปรึกษาโครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้ากรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ภาคผนวก ข

แผนการจัดการเรียนการสอน

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **วิชา** การออกแบบและเทคโนโลยี (ว31172)

ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2561 **บทที่ 6** กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่าง รวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่าง มีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึง ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ว 4.1 ม.4/1 : วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ด้านทักษะและกระบวนการ : นักเรียนมี

1. ใช้เทคนิคหรือวิธีการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
3. ทักษะการคิดวิเคราะห์
4. ทักษะการคิดสร้างสรรค์
5. ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์: นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
3. ซื่อสัตย์สุจริต
4. มีวินัย

3. สาระสำคัญ

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน เพื่อสร้างแนวทางที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามที่กำหนดไว้ การทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้น สามารถย้อนขั้นตอนกลับไปมาได้ และอาจมีการทางานซ้ำในบางขั้นตอนหากต้องการพัฒนาหรือปรับปรุงผลงานให้ดีขึ้น

4. สาระการเรียนรู้

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 21 ม.ค. 62
วันหมดอายุ 20 ม.ค. 63

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (The Engineering Design Process)

คือ กระบวนการคิดสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่เป็นระบบเน้นการทำสู้ เพื่อหาทางออกที่ตอบโจทย์ความต้องการของมนุษย์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1.ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4.วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อ ใช้ในการแก้ปัญหา

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

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการ ให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2
วันหมดอายุ 2

5. กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนการสอน (5 นาที)

1) ครูทักทายนักเรียน ให้นักเรียนนั่งให้เรียบร้อย จากนั้นให้เปิดคอมพิวเตอร์

เช็คชื่อและติดตามงาน (10 นาที)

2) ครูเช็คชื่อนักเรียน จากนั้นติดตามว่า วันนี้นักเรียนนำอุปกรณ์ที่ได้สั่งไว้ในอาทิตย์ที่แล้วมาหรือไม่ จากนั้น ให้นักเรียนนั่งตามกลุ่มจากที่แบ่งไว้ในครั้งที่แล้ว

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

3) ครูนำสู่บทเรียนด้วยการกล่าวกับนักเรียนว่า "วันนี้ เราจะนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประ ยุต์ใช้กับกระบวนการสอน STEM ในเรื่อง การสร้างโฟมบรรทุกขวดน้ำ"

4) ครูให้นักเรียนเปิดเว็บการเรียนการสอน moodle เพื่อนำใบเสนอโครงการ มาใช้ในกระบวกการออกแบบวิศวกรรม

ขั้นสอนและจัดกิจกรรม (70 นาที)

5) ครูสอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้

ขั้นระบุปัญหา

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ "นักเรียนเป็นวิศวกรที่จะต้องออกแบบและสร้างเรือ สำหรับบรรทุกสิ่งของในช่วงวิกฤตน้ำท่วมให้ได้ปริมาณมากที่สุด และต้องใช้งบประมาณในการสร้างอย่างคุ้มค่า รวมทั้งระบุปริมาณสิ่งของ ที่เรือจะสามารถบรรทุกได้อย่างแม่นยำเพื่อป้องกันไม่ให้เรือจมน้ำจนทำให้สิ่งของเปียกน้ำ"

2. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่ม ออกมาเลือกขวดน้ำไปคนละหนึ่งขวด

3. ครูกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมว่า ให้นักเรียนใช้โฟมแทนการสร้างเรือจริง และโฟมที่นักเรียนสร้างจะต้องสามารถบรรทุกขวดฝ้ที่นักเรียนเลือกไปได้ โดยมีข้อแม้ว่า จะต้องบรรทุกขวดฝ้เพียงแค่ขวดเดียวเท่านั้น และโฟมจะต้องจมลงไปให้เกือบสุดของระดับน้ำ"

4. ครูอธิบายหลักการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงงาน พร้อมยกตัวอย่างการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงงานเครื่องเตือนภัยน้ำท่วม

5. ครูให้นักเรียนทำใบงานขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าขวดพลาสติกนี้ สามารถบรรทุกสิ่งของเข้าไปข้างในขวด ได้มากที่สุด โดยที่ขวดยังไม่จม

2. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องของแรงลอยตัว และ ความหนาแน่น เพื่อให้นักเรียนได้ข้อสรุปว่า "ปริมาตรของ โฟมจะต้องมากกว่าน้ำหนักของขวดน้ำ จึงจะทำให้โฟมไม่จม"

ถ้าต้องการให้สิ่งของลอยน้ำ สามารถคำนวณได้จากสมการต่อไปนี้

แรงลอยตัว >= น้ำหนักของสิ่งของ

$$pV_{\text{โฟม}}g >= (m_{\text{โฟม}}+m_{\text{ขวดน้ำ}})g$$

เนื่องจาก p ของน้ำ มีค่าเป็น 1 และ มวลของโฟม เบากว่ามวลของขวดน้ำมาก จึงให้ มีค่าเป็น 0 ได้ว่า

$$V_{\text{โฟม}} >= m_{\text{ขวดน้ำ}}$$

3. ครูให้นักเรียนทำใบงานขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 ...
วันหมดอายุ 2 ...

ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า "จากการคำนวณ ทำให้นักเรียนได้ทราบว่า ปริมาณสิ่งของที่แพจะบรรทุก ได้สามารถพิจารณาได้จากขนาดของแรงลอยตัวและมวลหนักของวัตถุโดยขนาดของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุที่ลอย มวลต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับมวลหนักของวัตถุ ซึ่งขนาดของแรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับมวลหนักของของเหลวที่ถูก วัตถุแทนที่"

2. ครูให้นักเรียน ออกแบบชิ้นงาน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่างแบบเรือที่จะสร้างขึ้น พร้อมบอกวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้และคาดการณ์ปริมาณสิ่งของที่จะบรรทุกได้ โดยวิธีการออกแบบนั้น ให้ใช้วิธีการเขียนแบบ Isometric ลงใน กระดาษ Grid line ที่ครูแจกให้แต่ละกลุ่ม โดยระหว่างนี้ ครูเดินดูนักเรียนและให้ความช่วยเหลือนักเรียนตามที่จำเป็น

3. หลังจากคำนวณและออกแบบเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนนำแบบมาส่ง และให้ครูตรวจสอบก่อนลงมือทำจริง

4. ครูเน้นนักเรียนว่า ในทุก ๆ ขั้นการทำงาน นักเรียนจะต้องถ่ายคลิปวิดีโอ เพื่อนำเสนอในคาบถัดไป

5. ครูให้นักเรียนเล่น Kahoot! เพื่อประเมินความรู้นักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นที่ 1-3

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1.ครูเปิดคลิปวิดีโอ "การตัดโฟม" ให้นักเรียนดู เพื่อให้นักเรียนสามารถตัดโฟมได้ถูกต้อง จากนั้นอธิบายนักเรียนว่า "เรือที่นักเรียนทำนั้น จะต้องตัดโฟมให้มีความสวยงามและเป็นระเบียบเรียบร้อยและห้ามให้โฟมแตก เป็นเม็ดกลม ๆ ไม่เช่นนั้น จะถือว่าไม่ผ่าน"

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตัดโฟมเพื่อสร้างเรือตามที่ออกแบบไว้ในขั้นที่ 3

3. นักเรียนนำเรือโฟมไปทดสอบ เพื่อดูว่าสามารถทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนนำโฟมไปลอย หากโฟมไม่สามารถลอยได้ ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานและคำนวณปริมาตรใหม่ (นักเรียนกลับไปทำกระบวนการในข้อ 3 และข้อ 4 ใหม่)

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอชิ้นงานของตน โดยการสร้างในรูปแบบของ Microsoft PowerPoint โดยให้นักเรียนเริ่มทำตั้งแต่ขั้นแรก ไปจนถึงขั้นสุดท้าย ว่านักเรียนมีแนวทางในการทำงานอย่างไร พร้อมทั้งมีรูปภาพประกอบในการทำงานด้วย

2. ครูให้นักเรียนส่งใบเสนอโครงงานใน moodle โดยมีระยะเวลาหนึ่งอาทิตย์สำหรับทำงาน

3. ครูให้นักเรียนเล่น Kahoot! เพื่อประเมินความรู้นักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในขั้นที่ 4-6

สรุป (10 นาที)

5) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พร้อมทั้งเชื่อมโยงกับเรื่อง STEM ว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร

6) ครูแจ้งให้นักเรียนแต่ว่า ในคาบถัดไป ให้นักเรียนนำโฟม มาด้วย เพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงานถัดไป

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 ...
วันหมดอายุ 2 ...

- หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education

7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจกิจกรรมท้ายบท	กิจกรรมท้ายบท	คะแนน 7-8 หมายถึง ดีมาก คะแนน 5-6 หมายถึง ดี คะแนน 3-4 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-2 หมายถึง ปรับปรุง
ใช้เทคนิคหรือวิธีการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจใบกิจกรรม	ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education	คะแนน 7-8 หมายถึง ดีมาก คะแนน 5-6 หมายถึง ดี คะแนน 3-4 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-2 หมายถึง ปรับปรุง
ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจใบกิจกรรม	ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education	นักเรียนได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
ทักษะการคิดวิเคราะห์	ตรวจใบกิจกรรม	ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education	
ทักษะการคิดสร้างสรรค์	ตรวจใบกิจกรรม	ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education	
ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ตรวจใบกิจกรรม	ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education	

เกณฑ์การประเมิน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน

	4	3	2	1
อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	วิเคราะห์และอธิบายแนวทางการพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้ง 6 ขั้นตอน	วิเคราะห์และอธิบายแนวทางการพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้อง 4-5 ขั้นตอน	วิเคราะห์และอธิบายแนวทางการพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้อง 2-3 ขั้นตอน	วิเคราะห์และอธิบายแนวทางการพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการได้แต่ไม่สอดคล้องตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หรือถูกต้อง 1 ขั้นตอน
การหาสาเหตุและปัจจัยของปัญหาโดยการวิเคราะห์ด้วยแผนผัง	ใช้แผนผังเพื่อระบุสาเหตุและ ปัจจัยได้สอดคล้องและครอบคลุมกับ ปัญหามีความ ถูกต้องชัดเจน	ใช้แผนผังเพื่อระบุสาเหตุและ ปัจจัยได้สอดคล้องและครอบคลุมกับ ปัญหามีความ ถูกต้องชัดเจน เป็นส่วนใหญ่	ใช้แผนผังเพื่อระบุสาเหตุและ ปัจจัยได้ สอดคล้องและครอบคลุมกับปัญหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ขาดความชัดเจนบางส่วน	ใช้แผนผังเพื่อระบุสาเหตุและ ปัจจัยได้ ไม่สอดคล้องและ ไม่ครอบคลุมกับ ปัญหาและขาดความถูกต้อง
การรวบรวมและสรุปข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา	รวบรวมข้อมูลตามประเด็นที่กำหนดไว้ ได้ข้อมูลถูกต้อง สมบูรณ์ สามารถสรุปข้อมูลในรูปแบบแผนที่ความคิดได้ โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างถูกต้องครบถ้วน	รวบรวมข้อมูลตามประเด็นที่กำหนดไว้ ได้ข้อมูลถูกต้อง สมบูรณ์ สามารถสรุปข้อมูลในรูปแบบแผนที่ความคิดได้ โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลอย่างถูกต้อง	รวบรวมข้อมูลตามประเด็นที่กำหนดไว้และสรุปข้อมูลในรูปแบบแผนที่ความคิดได้ โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล แต่ขาดความถูกต้องบางส่วน	รวบรวมข้อมูลไม่ตรงตามประเด็นที่กำหนดไว้และสรุปข้อมูลในรูปแบบแผนที่ความคิดได้ แต่ความสัมพันธ์ของข้อมูลขาดความถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
การสร้างผลงาน	สร้างผลงานได้ตรงตามแนวคิดที่ออกแบบไว้	สร้างผลงานได้ตรงตามแนวคิดที่ออกแบบไว้เป็นส่วนใหญ่	สร้างผลงานได้ตรงตามแนวคิดที่ออกแบบไว้บางส่วน	สร้างผลงานไม่ได้ตรงกับที่ออกแบบไว้

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 ... 62
วันหมดอายุ 2 ... 63

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1

คุณภาพของผลงาน	ผลงานสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ระบุไว้ได้	ผลงานสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ระบุไว้ได้ เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสามารถแก้ไขปัญหาตามที่ระบุไว้ได้ บางส่วน	ผลงานไม่สามารถแก้ไขปัญหาตามที่ระบุ ไว้ได้
การสร้างแนวคิดในการปรับปรุง แก้ไขผลงาน	สร้างแนวคิดในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้สอดคล้องกับข้อบกพร่องที่พบอย่างหลากหลายและสามารถนำ ไปใช้ปรับปรุงผลงานได้	สร้างแนวคิดในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้สอดคล้องกับข้อบกพร่องที่พบได้และสามารถนำไปใช้ปรับปรุงผลงานได้บางส่วน	สร้างแนวคิดในการปรับปรุงแก้ไขผลงานได้สอดคล้องกับข้อบกพร่องทีพบบางส่วน	สร้างแนวคิดในการปรับปรุงแก้ไขผลงานไม่สอดคล้องกับข้อบกพร่องที่พบ
การใช้เทคนิคหรือวิธีการเพื่อนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	นำเสนอ รายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา ได้ชัดเจน สื่อสาร ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ อย่างครบถ้วน สมบรณ์	นำเสนอรายละเอียดขั้นตอนการแก้ปัญหา ได้ชัดเจน สื่อสาร ให้ผู้อื่นเข้าใจได้	นำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ แต่มีรายละเอียดไม่ชัดเจน	ไม่สามารถนำเสนอขั้นตอนแก้ไขปัญหาได้
ส่งงานตรงตามกำหนดเวลา	-	-	ส่งงานตรงตามกำหนดเวลา	ส่งงานช้ากว่ากำหนดเวลา แต่ไม่เกิน 1 สัปดาห์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน

รหัสวิชา ว31172 **วิชา** การออกแบบและเทคโนโลยี **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่** 2 **ปีการศึกษา**2562

ระดับคะแนน

มากที่สุด	=	5 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 สามารถปฏิบัติได้
มาก	=	4 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 71 – 80 สามารถปฏิบัติได้
ปานกลาง	=	3 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 61 – 70 สามารถปฏิบัติได้
น้อย	=	2 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 51 – 60 สามารถปฏิบัติได้
น้อยที่สุด	=	1 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนต่ำกว่าร้อยละ 50 สามารถปฏิบัติได้

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					รวม
		5	4	3	2	1	(20)
1	นักเรียนช่วยกันตอบคำถามในชั้นเรียน						
2	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น						
3	นักเรียนจดบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้						
4	นักเรียนตรงต่อเวลาในการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย						

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 16 – 20	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 12 – 15	หมายถึง	ดี
คะแนน 9 – 11	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 4 – 8	หมายถึง	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ปรับปรุง

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 21 [illegible] 62
วันหมดอายุ 21 [illegible] 63

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

รหัสวิชา ว31172 **วิชา** การออกแบบและเทคโนโลยี **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2562

ระดับคะแนน

4 คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**อย่างสม่ำเสมอ**

3 คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**บ่อยครั้ง**

2 คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**บางครั้ง**

1 คะแนน หมายถึง นักเรียนปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม**น้อยครั้ง**

กลุ่มที่	การแสดงความคิดเห็น				การยอมรับฟังคนอื่น				การทำงานตามที่ได้รับ				ความมีน้ำใจ				ความสามัคคี				รวม 20
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	คะแนน
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 16 – 20	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 12 – 15	หมายถึง	ดี
คะแนน 9 – 11	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 4 – 8	หมายถึง	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ปรับปรุง

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562

วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

( )

ครูผู้สอน

เลขที่โครงการ 001 / 62

วันที่รับรอง 2 [illegible] 562

วันหมดอายุ 2 3 [illegible] 563

กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

สมาชิก 1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนที่มาและความสำคัญของโครงงานของกลุ่มตนเอง ตามหลักการเขียนที่มาและความสำคัญของโครงงาน ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คำนำ , ส่วนที่ 2 เนื้อเรื่อง และส่วนที่ 3 สรุป

การตั้งชื่อไฟล์ : [workStage1_ชื่อนักเรียนภาษาอังกฤษ คนที่1_คนที่ 2_คนที่ 3_ห้อง] เช่น workStage1_somchai_ somchai2_ somchai3_41.docx

ชื่อโครงงาน : .....

ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

.....
.....
.....
.....

ส่วนที่ 1 คำนำ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ส่วนที่ 2 เนื้อเรื่อง

.....
.....
.....
.....
.....

ส่วนที่ 3 สรุป

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง .....

วันหมดอายุ .....

กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

สมาชิก 1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

การตั้งชื่อไฟล์ : [workStage2_ชื่อนักเรียนภาษาอังกฤษ คนที่1_คนที่ 2_คนที่ 3_ห้อง] เช่น workStage2_somchai_ somchai2_ somchai3_41.docx

นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าขวดพลาสติกนี้ สามารถบรรทุกสิ่งของเข้าไปข้างในขวดได้มากที่สุด โดยที่ขวดยังไม่จม

.....

.....

ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับ ..... และสรุปสิ่งที่นักเรียนได้จากการศึกษา
(ศึกษาเกี่ยวกับ ความสำคัญ และ สูตรที่ใช้ในการแก้ปัญหา)

.....

.....

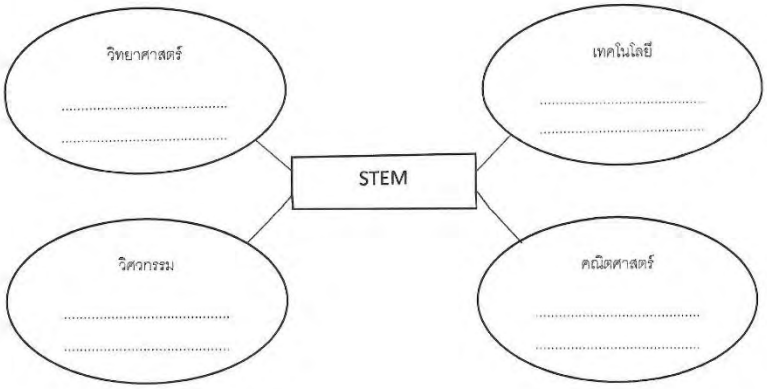
.....

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง 2 [illegible] 562

วันหมดอายุ 2 [illegible] 563

ปัญหาจากขั้นที่ 1 เกี่ยวข้องกับ STEM อย่างไร



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง
วันหมดอายุ

ใบนำเสนอโครงงาน STEM Education

โฟมบรรทุกขวดน้ำ (แรงลอยตัว)

สมาชิก 1. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

2. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

3. ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบโฟมบรรทุกขวดน้ำตามกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.ระบุปัญหา (Problem Identification)

(สภาพปัญหา)

.....

.....

.....

.....

(ทฤษฎี/ผลกระทบของปัญหา)

.....

.....

.....

.....

(สรุป)

.....

.....

.....

.....

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง 2 [illegible] 562

วันหมดอายุ 2 [illegible] 563

2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับนวัตกรรมที่พัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....

2.2 ทฤษฎีหลักการทาง STEM Education

- วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....

- เทคโนโลยี

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง 23 ม.ค. 62

วันหมดอายุ 23 ม.ค. 63

- วิศวกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....

- คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

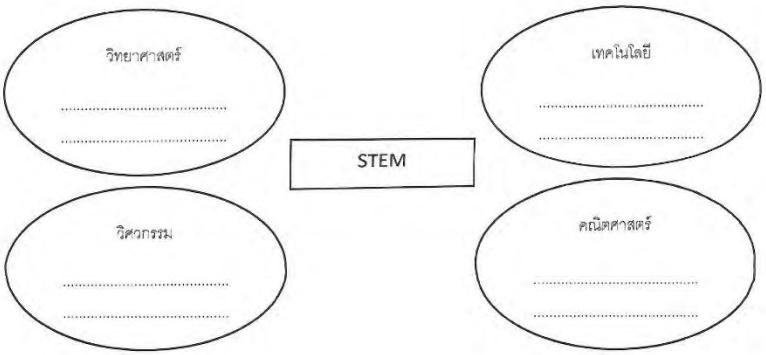
.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....



2.3 การศึกษาตัวอย่างงานประดิษฐ์ งานวิจัย แบบจำลอง ที่เคยมีมาก่อน

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งอ้างอิง :

.....

.....

เลขที่โครงการ 061/62

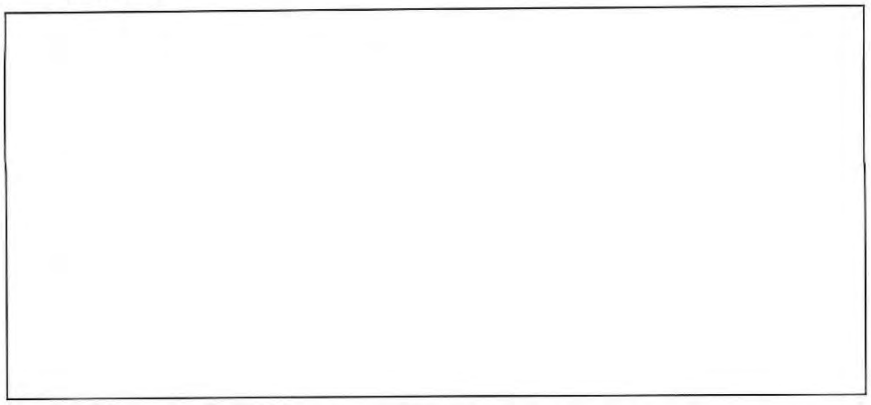
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62

วันหมดอายุ 2 [illegible] 63

3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

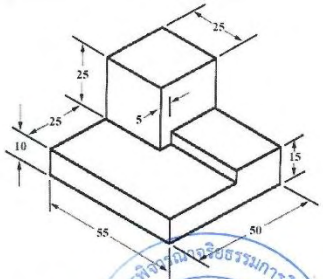
3.1 การเตรียมความพร้อมของการเขียนแบบ

สำหรับคำนวณ



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งประดิษฐ์
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible]
วันหมดอายุ 2 [illegible] 563

3.2 วาดแบบ Isometric บน Grid Line และระบุขนาดในหน่วยเซนติเมตร (วาดแบบในกระดาษที่ผู้สอนแจกให้)



ตัวอย่างการเขียนแบบ Isometric

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 3 [illegible] 2563

4. วางแผน และ ดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

(Testing, Evaluation and Design Improvement)

ดำเนินการขั้นที่ 5 และ 6 หลังจากสร้างชิ้นงานเสร็จแล้ว

.....

.....

.....

.....

.....

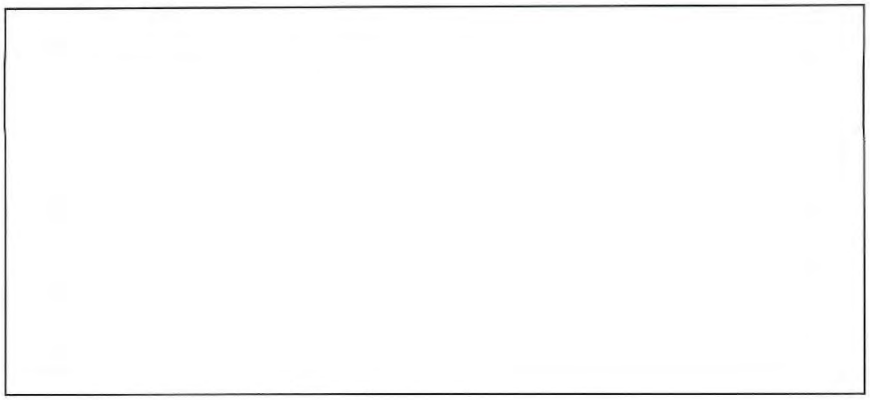
.....

.....

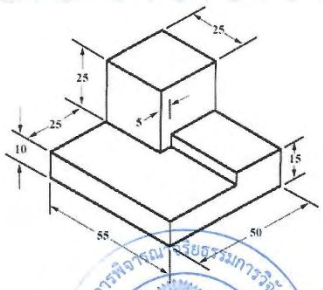
.....

5.1 การเตรียมความพร้อมของการเขียนแบบ (คำนวณพร้อมออกแบบที่ปรับแก้ใหม่ หากโฟมไม่สามารถลอยน้ำได้)

สำหรับคำนวณ



5.2 วาดแบบ Isometric บน Grid Line และระบุขนาดในหน่วยเซนติเมตร (วาดแบบในกระดาษที่ผู้สอนแจกให้)



ตัวอย่างการเขียนแบบ Isometric

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เลขที่โครงการ 061/62

วันที่รับรอง

วันหมดอายุ

ภาคผนวก ค

แผนการจัดการเรียนการสอน

STEM Education การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์(Cams Mechanical)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ **วิชา** การออกแบบและเทคโนโลยี (ว31171)

ภาคเรียนที่ 2 **ปีการศึกษา** 2562 **หน่วยการเรียนรู้** STEM Education การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดารงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ว 4.1 ม.4/1 : วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. อธิบายรูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ
3. จำแนกลักษณะการเขียนแบบได้

ด้านทักษะและกระบวนการ : นักเรียนมี

1. ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. ทักษะการคิดวิเคราะห์
3. ทักษะการเขียนแบบเบื้องต้น

ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์: นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

เลขที่โครงการ 069/62
วันที่รับรอง 2[illegible]
วันหมดอายุ 23 ก.ค. 2563

3. สาระสำคัญ

สะเต็ม (STEM) คำว่า "สะเต็ม" หรือ "STEM" เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่เน้นการบูรณาการ ด้านความรู้ สร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ ท้าทายความคิดของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชาเพื่อ เป็นพื้นฐานในการพัฒนาองค์ความรู้ และพัฒนานวัตกรรมให้เกิดประโยชน์กับสังคม และประเทศชาติ ต่อไป

<u>ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ</u>

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้
2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
3. มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟ (Active learning) ของผู้เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

เป็นรูปแบบวิทยาการเรียนรู้แบบหนึ่ง ที่มุ่งเน้นให้เกิดการบูรณาการในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์(Mathematics) มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ของตน ไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดย มีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Science + Math & Technology)
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Engineering)
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง (Engineering)
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

4. สาระการเรียนรู้

การถ่ายทอดความคิด เป็นการสื่อสารแนวคิดหรือแสดงผลของการออกแบบที่ใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการให้เป็นรูปธรรมเพื่ออธิบายและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการถ่ายทอดความคิดสามารถทำได้โดยใช้แผนที่ความคิด ภาพร่าง ต้นแบบและแบบจำลอง เป็นผลงานตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการเทคโนโลยีจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ

รูปแบบการถ่ายทอดความคิด แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

3.1 **การถ่ายทอดความคิดเป็นชิ้นงาน** การแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามกระบวนการเทคโนโลยีจะเกิดร่องรอยการทำงานซึ่งเป็นผลงานที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มเข้าสู่กระบวนการเทคโนโลยีจนกระทั่งสิ้นสุดกระบวนการ ได้แก่ แผนที่ความคิด ภาพร่าง ต้นแบบ และแบบจำลองแนวทางการแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ

3.2 **การถ่ายทอดความคิดเป็นวิธีการ** สิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการตามกระบวนการเทคโนโลยีอีกรูปแบบหนึ่ง คือ วิธีการ ซึ่งการที่จะสื่อสารหรือถ่ายทอดความคิดของวิธีการที่คิดค้นมาได้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจนั้น สามารถทำได้โดยใช้แบบจำลองความคิด

โดยปกติภาพที่สร้างออกมาครั้งแรกจากความคิดที่เกิดขึ้นในสมองนั้นจะเป็นภาพสเก็ตช์ก่อนเพราะสามารถสร้างขึ้นมาได้อย่างรวดเร็วและสามารถแก้ไขแบบที่คิดไว้ได้ง่าย จากนั้นเมื่อเกิดความมั่นใจในแบบที่คิดไว้ พร้อมที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป

องค์ประกอบของแบบ

ส่วนประกอบของแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

- ภาษาภาพ (Graphics language) ได้แก่ รูปร่าง รูปทรง เส้นต่างๆ
- ภาษาข้อความ (Word language) ได้แก่ ข้อความบอกรายละเอียด และตัวเลขบอกขนาดหรืออัตราส่วน

รูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ

ชื่อ	ลักษณะของเส้น	ขนาดของเส้น	การใช้ในงานเขียนแบบ
เส้นเต็มหนา (visible line)	———	0.5	ใช้เป็นเส้นขอบ สัน เหลี่ยม หรือมุมของรูปในส่วนที่มองเห็น
เส้นเต็มบาง (dimension line)	———	0.25	ใช้เป็นเส้นกำหนดขนาด เส้นลูกศรชี้งาน เส้นแสดงลายตัดเส้นช่วยกำหนดขนาด
เส้นมือเปล่า	~~~	0.25	ใช้เป็นเส้นแสดงของรอยตัดงานในที่จำเพาะ
เส้นประ (hidden line)	- - - - -	0.25	ใช้เป็นเส้นขอบ สัน เหลี่ยม หรือมุมของรูปส่วนที่มองไม่เห็น
เส้นศูนย์เล็ก (center line)	- · - · -	0.25	ใช้แสดงแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง แสดงแนวกึ่งกลางของชิ้นงานที่สมมาตรกัน

เลขที่โครงการ 061 / 62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

ลำดับความสำคัญของเส้น

เนื่องจากเส้นในงานเขียนแบบวิศวกรรมมีหลากหลายรูปแบบและใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เราใช้เส้นต่อเนื่อง (visible line) เพื่อแสดงขอบหรือพื้นผิวของวัตถุที่มองเห็น ใช้เส้นประ (hidden line) เพื่อแสดงขอบหรือพื้นผิวของวัตถุที่ถูกบัง และใช้เส้นยาว-สั้นสลับกัน (center line) เพื่อแสดงแกนของทรงกระบอกหรือแนวสมมาตรของวัตถุ เป็นต้น

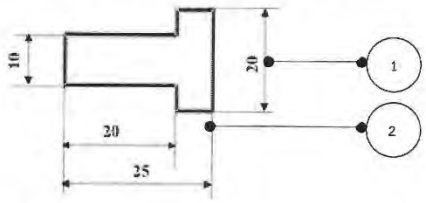
โดยเรามักกำหนดให้เส้น visible line มีความสำคัญมากที่สุด รองมาคือเส้น hidden line และสุดท้ายเป็นเส้น center line ตามลำดับ

รูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ

การกำหนดขนาด คือ การให้รายละเอียดเพิ่มเติมในแบบงาน ซึ่งจะทาให้เราทราบสัดส่วนขนาด ความกว้าง ความยาว ความลึกหรือสูงของชิ้นงาน ว่ามีระยะเท่าไร นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

ประเภทของเส้นที่ใช้

- เส้นกำหนดขนาด คือ เส้นที่แสดง ระยะความยาวของขนาดที่ต้องการแสดงให้เห็น เขียนด้วยเส้นเต็มบาง มีหัวลูกศรที่ปลายทั้ง 2 ข้าง
- เส้นช่วยกำหนดขนาด คือ เส้นที่ลากต่อออกจากขอบหรือเหลี่ยมสันของงาน เพื่อกำหนดช่วงระยะความยาวให้กับเส้นกำหนดขนาด ซึ่งใช้เขียนด้วยเส้นเต็มบางเช่นกัน



การใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด

หมายเล ข 1 คือ เส้นกำหนดขนาด

หมายเล ข 2 คือ เส้นช่วยกำหนด

หลักการใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด

- เส้นกำหนดขนาดควรห่างจากแบบงาน ประมาณ 10 มิลลิเมตร และเส้นถัดไปควรห่างจากเส้นแรกประมาณ 7 มิลลิเมตร
- เส้นช่วยกำหนดขนาดจะตั้งฉากกับเส้นกำหนดขนาด
- เส้นกำหนดขนาดที่สั้นกว่า จะอยู่ด้านในใกล้กับเส้นรอบรูปงาน
- ตัวเลขอยู่กึ่งกลางเส้น ส่วนในแนวดิ่งต้องวางตัวเลขหันหัวไปทางซ้ายมือ

ภาพร่าง (Sketch) เป็นวิธีการหนึ่งในการถ่ายทอดความคิด โดยการลำดับความคิดหรือจินตนาการในสิ่งที่เราต้องการจะอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดของตนเอง ภาพร่างเป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible]
23 [illegible] 2563
วันหมดอายุ

ภาพร่างแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

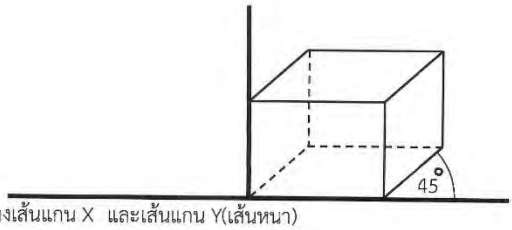
- ภาพร่าง 2 มิติ (two-dimensional sketch)
- ภาพร่าง 3 มิติ (three-dimensional sketch)
- ภาพฉาย (Multiview Projection)

ภาพร่าง 2 มิติ (Two-dimensional sketch) เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดประกอบด้วยด้านกว้าง และด้านยาว

ภาพร่าง 3 มิติ(Three-dimensional sketch)

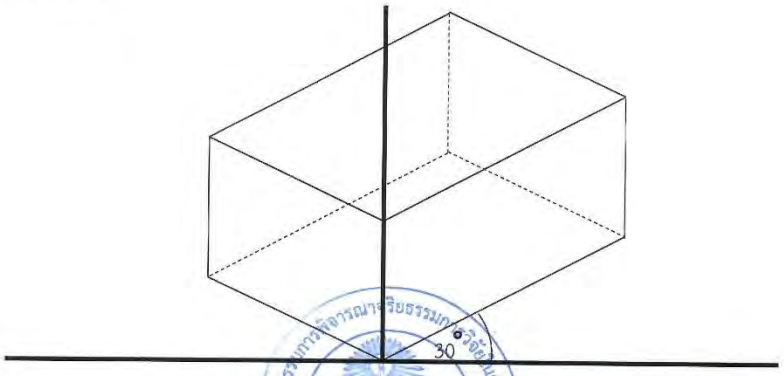
เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดประกอบด้วยด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูงหรือความลึก มี 3 ประเภท คือ 1. ภาพออบลิค (Oblique) 2. ภาพไอโซเมตริก (Isometric) 3. ภาพเปอร์สเปคทีฟ (Perspective) โดยมีรูปแบบการเขียนแบบของแต่ละประเภท ดังนี้

ภาพออบลิค (Oblique)



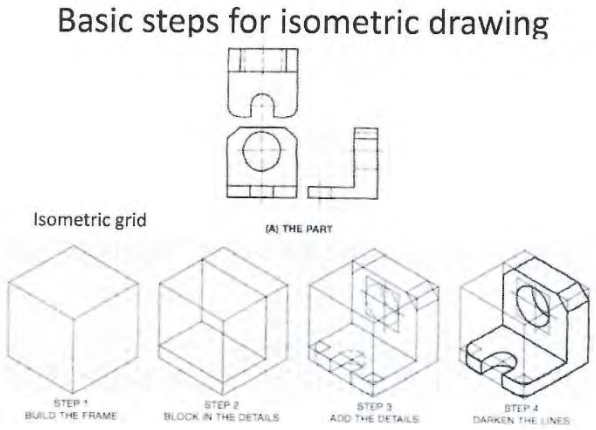
- สร้างเส้นแกน X และเส้นแกน Y(เส้นหนา)
- สร้างเส้นโดยใช้แนวแกน X และเส้นแกน Y เป็นแนวการสร้างภาพร่างที่มองจากด้านหน้าขึ้นงาน
- เส้นแนวลึกจะทามุม 45 องศาขนานกันทุกเส้น
- เส้นภายในภาพเป็นเส้นประ

ภาพไอโซเมตริก(Isometric)

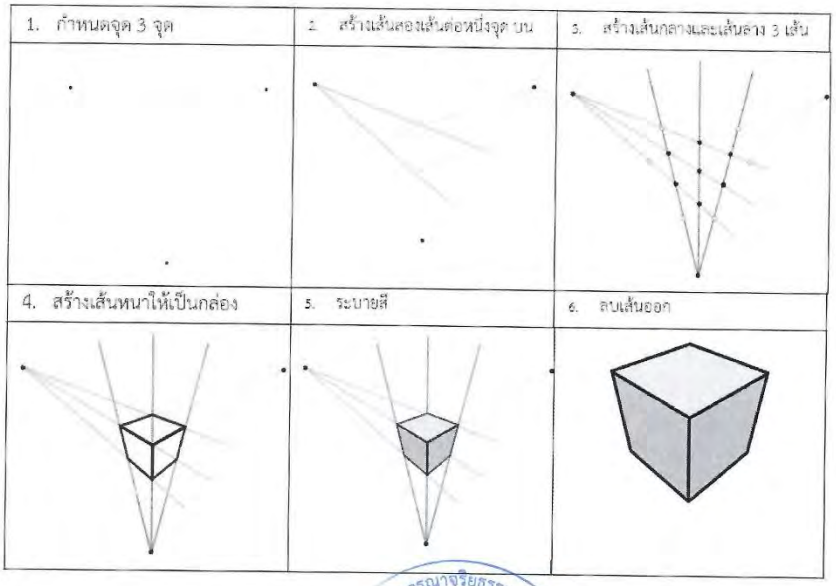


เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2
วันหมดอายุ 23 563

- สร้างเส้นแกน X และเส้นแกน Y(เส้นหนา)
- เส้นฝั่งซ้ายและฝั่งขวาทามุด 30 องศา
- เส้นภายในภาพเป็นเส้นประ

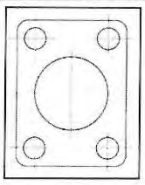
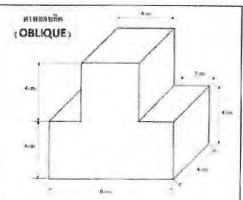
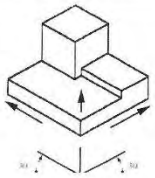


ภาพเปอร์สเปคทีฟ (Perspective)



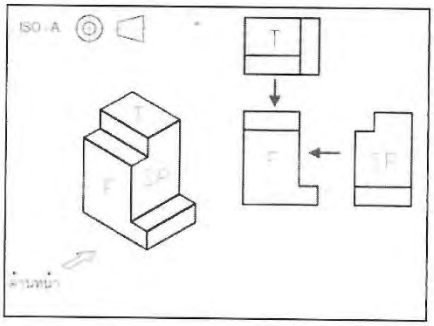
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

โดยสรุปลักษณะของภาพทั้ง 3 แบบที่ใช้ในงานเขียนแบบแสดงได้ดังนี้

ภาพร่าง 2 มิติ	ภาพออบลิค	ภาพไอโซเมตริก	ภาพเปอร์สเปคทีฟ
			

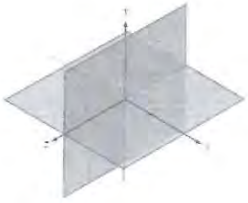
ภาพฉาย (Multiview Projection)

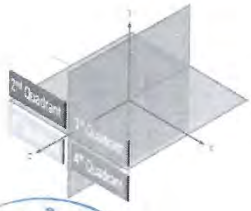
เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการประกอบด้วย ภาพด้านหน้า (Front) ภาพด้านข้าง (Side) และภาพด้านบน (Top) แสดงขนาด และหน่วยในการวัดเพื่อสามารถนำไปสร้างชิ้นงานหรือแบบจำลองได้



ภาพฉายออโธกราฟิก

ภาพฉายแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามควอแรนท์ คือ

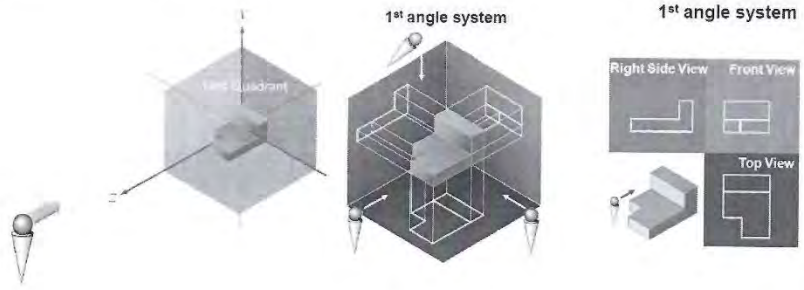




คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งประกาศศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

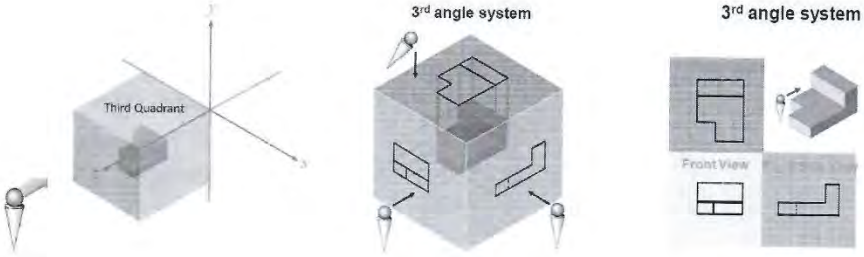
1. การเขียนแบบภาพฉายมุมที่ 1 (First Angle projection)

เป็นการเขียนแบบภาพฉายในควอแรนท์ที่1 ซึ่งนิยมใช้กันมากในแถบทวีปยุโรปและเอเชีย โดยจะมองด้านขวาของรูปเป็นภาพด้านหน้า ซึ่งจะปรากฏอยู่ในระนาบแนวดิ่ง มองภาพด้านข้างซ้ายของรูปเป็นภาพ ด้านข้าง ซึ่งจะปรากฏอยู่ในระนาบด้านข้างในตำแหน่งด้านขวาของภาพสามมิติและภาพด้านบนจะปรากฏอยู่ใน ระนาบแกนนอนในตำแหน่งด้านล่างภาพด้านหน้า



2. การเขียนแบบภาพฉายมุมที่ 3 (Third Angle Projection)

เป็นการเขียนแบบภาพฉายในควอแรนท์ที่ 3 ซึ่งนิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนนาดา โดยมองภาพด้านซ้าย ของรูปเป็นภาพด้านหน้า ซึ่งจะปรากฏอยู่ในระนาบแนวดิ่ง มองภาพด้านข้างขวาของรูปเป็นภาพด้านข้าง ซึ่งจะ ปรากฏอยู่ในระนาบด้านข้างในตำแหน่งด้านขวาของภาพด้านหน้าและภาพด้านบนจะปรากฏอยู่ในระนาบแนวนอน ในตำแหน่งด้านบนภาพด้านหน้า



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible]
วันหมดอายุ 23 [illegible] 563

5. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนการสอน (5 นาที)

1) ครูทักทายนักเรียน ให้ผู้เรียนนั่งให้เรียบร้อย จากนั้นให้เปิดคอมพิวเตอร์

ขั้นเช็คชื่อและติดตามงาน (5 นาที)

2) ครูเช็คชื่อผู้เรียน จากนั้นติดตามงานในสัปดาห์ก่อน ซึ่งเป็นเรื่องของโฟมบรรทุกขวดน้ำ โดยครูบอกนักเรียนให้ส่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ใบงานขั้นที่ 1 การระบุปัญหา
- ใบงานขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล
- การวาดแบบไอโซเมตริกลงในกระดาษ Grid Line
- ชิ้นงานโฟมบรรทุกขวดน้ำ
- วิดีโอการนำเสนอโฟมบรรทุกขวดน้ำ

3) ครูให้นักเรียนเปิด moodle พร้อมไปดาวน์โหลดสื่อการนำเสนอ เรื่อง การถ่ายทอดความคิด

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)

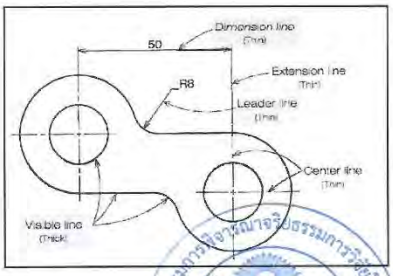
4) ครูทบทวนหัวข้อ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 จนถึงขั้นตอนที่ 6 ว่ามีกระบวนการใดบ้าง และแต่ละกระบวนการมีความสำคัญอย่างไร

ขั้นสอน (35 นาที)

5) ครูบอกนักเรียนว่า "หัวข้อที่เรียนกันในครึ่งเทอมหลังนี้ จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับ การประยุกต์ STEM Education ร่วมกับกลศาสตร์ลูกเบี้ยว โดยเรื่องที่จะเริ่มเรียนกัน เป็นหนึ่งในหัวข้อของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งในขั้นที่ 3 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหานั้น จะได้เรียนเกี่ยวกับ การถ่ายทอดความคิด ก็คือ การนำชิ้นงานที่ตนเองคิดไว้ มาถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจ"

6) ครูอธิบายนักเรียนว่า "**รูปแบบการถ่ายทอดความคิด** แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การถ่ายทอดเป็นชิ้นงานและการถ่ายทอดเป็นวิธีการ โดยครูยกตัวอย่างว่า ชิ้นงาน อย่างเช่น โฟมบรรทุกขวดน้ำที่ได้ทำกันไป ส่วนวิธีการคือ การนำเสนอเพื่อนำวิธีเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหา"

7) ครูอธิบายนักเรียน เรื่อง **องค์ประกอบของแบบและรูปร่างลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ**พร้อมยกตัวอย่าง รูปภาพด้านล่างนี้



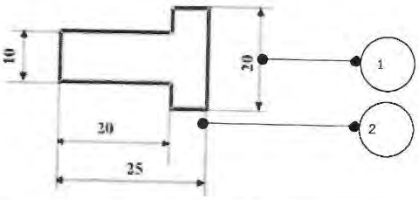
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

เพื่ออธิบายถึงลำดับความสำคัญของเส้นว่าเรามักกำหนดให้เส้น visible line มีความสำคัญมากที่สุด รอง มาคือเส้น hidden line และสุดท้ายเป็นเส้น center line ตามลำดับ

8) ครูบอกนักเรียนว่า**การกำหนดขนาดและประเภทของเส้นที่ใช้** เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่นักเรียนควรเข้าใจในการเขียนแบบ โดยเส้นที่จำเป็นในการกำหนดขนาดมีทั้งหมด 2 แบบคือ

1. เส้นกำหนดขนาด คือ เส้นที่แสดง ระยะความยาวของขนาดที่ต้องการแสดงให้เห็น เขียนด้วยเส้นเต็มบาง มีหัวลูกศรที่ปลายทั้ง 2 ข้าง

2. เส้นช่วยกำหนดขนาด คือ เส้นที่ลากต่อออกจากขอบหรือเหลี่ยมสันของงาน เพื่อกำหนดช่วงระยะความยาวให้กับเส้นกำหนดขนาด ซึ่งใช้เขียนด้วยเส้นเต็มบางเช่นกัน



การใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด
หมายเลข 1 คือ เส้นกำหนดขนาด
หมายเล ข 2 คือ เส้นช่วยกำหนดขนาด

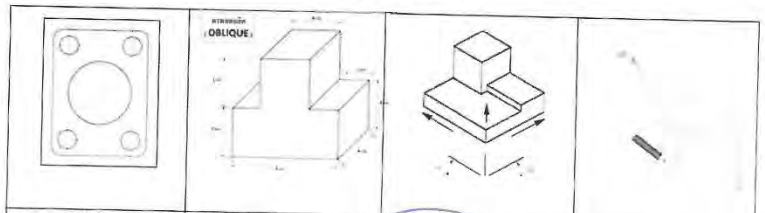
จากนั้นครูอธิบาย **หลักการใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด** เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนแบบได้ถูกต้อง

9) ครูถามนักเรียนว่า "นักเรียนคิดว่า การถ่ายทอดความคิดแบบใดที่จะทาให้ผู้อื่น สามารถเข้าใจแบบที่เราคิดไว้ได้ง่าย" (การใช้ภาพร่าง) โดยครูอธิบายว่า**ภาพร่าง (Sketch)** เป็นวิธีการหนึ่งในการถ่ายทอดความคิด โดยการลำดับความคิดหรือจินตนาการในสิ่งที่เราต้องการจะอธิบายอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจแนวคิดของตนเอง

10) ครูอธิบายภาพร่างในแบบต่าง ๆ ได้แก่ ภาพร่าง 2 มิติ (two-dimensional sketch), ภาพร่าง 3 มิติ (three-dimensional sketch) และ ภาพฉาย (Multiview Projection) โดยในส่วน

- ภาพออบลิค (Oblique) ครูเน้นว่า เส้นแนวลึกจะทำมุม 45 องศาขนานกันทุกเส้น
- ภาพไอโซเมตริก(Isometric) เส้นฝั่งซ้ายและฝั่งขวาทำมุม 30 องศา
- ภาพเปอร์สเปคทีฟ (Perspective) เป็นการวาดภาพโดยเริ่มจากจุด 3 จุด เพื่อให้เป็นเส้นแนวสายตา

โดยสรุปลักษณะของภาพทั้ง 3 แบบที่ใช้ในงานเขียนแบบแสดงได้ดังนี้



ภาพร่าง 2 มิติ	ภาพออบลิค	ภาพไอโซเมตริก	ภาพเปอร์สเปคทีฟ

คณะกรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปการแสดง
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 ... 62
วันหมดอายุ 2 ... 63

11) ครูอธิบายนักเรียน เรื่อง **ภาพฉายออโธกราฟิก** ซึ่งเป็นภาพฉายที่แบ่งตามควอแรนท์ โดยการยกตัวอย่างภาพตามควอแรนท์ 1 และ 3 เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการวาดภาพมากขึ้น

ขั้นประเมินความรู้ (35 นาที)

12) ครูให้นักเรียนเข้า moodle เพื่อดาวน์โหลดงาน เรื่อง การถ่ายทอดความคิด โดยระหว่างนี้ครูเดินดูความเรียบร้อยและให้คำแนะนำนักเรียนเท่าที่จำเป็น

สรุป (10 นาที)

13) ครูสรุปความรู้ เรื่อง การถ่ายทอดความคิด และให้นักเรียนส่งงานใน moodle

6. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- สื่อการเรียนการสอน Microsoft PowerPoint เรื่อง การถ่ายทอดความคิด
- ใบงาน เรื่อง การถ่ายทอดความคิด

7. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมินการผ่าน
อธิบายการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	คะแนน 8-10 หมายถึง ดีมาก คะแนน 6-7 หมายถึง ดี คะแนน 4-5 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-3 หมายถึง ปรับปรุง
อธิบายรูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบ	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	คะแนน 8-10 หมายถึง ดีมาก คะแนน 6-7 หมายถึง ดี คะแนน 4-5 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-3 หมายถึง ปรับปรุง
จำแนกลักษณะการเขียนแบบได้	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	คะแนน 8-10 หมายถึง ดีมาก คะแนน 6-7 หมายถึง ดี คะแนน 4-5 หมายถึง พอใช้ คะแนน 1-3 หมายถึง ปรับปรุง
ทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	ผู้เรียนได้ระดับคุณภาพ ดี ขึ้นไป ถือว่าผ่าน
ทักษะการคิดวิเคราะห์	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	
ทักษะการเขียนแบบเบื้องต้น	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การถ่ายทอดความคิด	กิจกรรม เรื่องการถ่ายทอดความคิด	

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 2 [illegible] 63

แบบประเมินพฤติกรรมนกเรียน

รหัสวิชา ว31171 **วิชา** การออกแบบและเทคโนโลยี **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่** 2 **ปีการศึกษา**2562

ระดับคะแนน

มากที่สุด	=	5 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 80 สามารถปฏิบัติได้
มาก	=	4 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 71 – 80 สามารถปฏิบัติได้
ปานกลาง	=	3 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 61 – 70 สามารถปฏิบัติได้
น้อย	=	2 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนร้อยละ 51 – 60 สามารถปฏิบัติได้
น้อยที่สุด	=	1 คะแนน	หมายถึง นักเรียนจำนวนต่ำกว่าร้อยละ 50 สามารถปฏิบัติได้

ข้อที่	หัวข้อการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน					รวม (20)
		5	4	3	2	1	
1	นักเรียนช่วยกันตอบคำถามในชั้นเรียน						
2	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น						
3	นักเรียนจดบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้						
4	นักเรียนตรงต่อเวลาในการส่งงานที่ได้รับมอบหมาย						

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 16 – 20	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 12 – 15	หมายถึง	ดี
คะแนน 9 – 11	หมายถึง	พอใช้
คะแนน 4 – 8	หมายถึง	ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ปรับปรุง

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 2 [illegible] 63

8. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ใบงาน

การเขียนแบบเบื้องต้น [งานเดี่ยว]

ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามและเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

การตั้งชื่อไฟล์ : [drawing_ชื่อนักเรียนภาษาอังกฤษ_ห้อง] เช่น drawing _somchai_41.docx

1. ส่วนประกอบของแบบทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

.....

.....

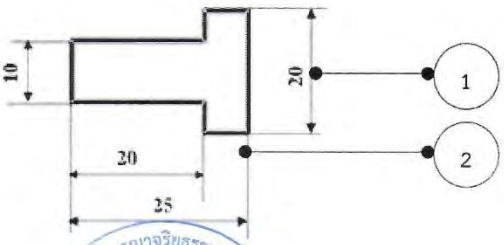
2. ตารางแสดงรูปร่างและลักษณะของเส้นและการใช้สื่อความหมายในงานเขียนแบบ

ชื่อ	ลักษณะของเส้น	ขนาดของเส้น	การใช้ในงานเขียนแบบ

3. การใช้เส้นเพื่อกำหนดขนาด

หมายเลข 1 คือ .....

หมายเลข 2 คือ .....



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 2 [illegible] 63

4. จงเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างภาพร่าง 2 มิติ และภาพร่าง 3 มิติ

.....

.....

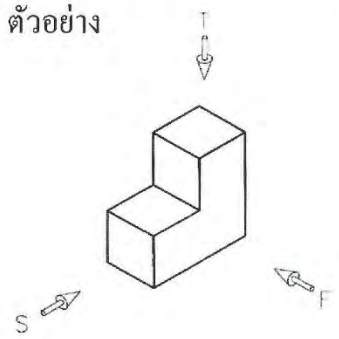
.....

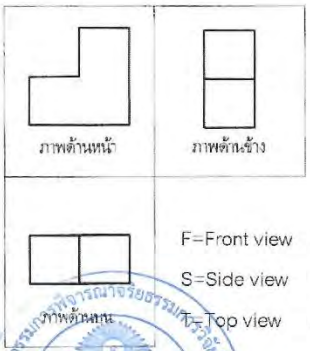
5. ภาพร่าง 3 มิติ (Three-dimensional sketch) มี 3 ประเภท คือ

ประเภทของภาพร่าง 3 มิติ	รูปประกอบ	ลักษณะสำคัญ
1.		
2.		
3.		

6. วาดภาพฉายจากภาพสามมิติแบบไอโซเมตริก ประกอบด้วย ภาพด้านหน้า (Front View) ภาพด้านข้าง (Side View) และภาพด้านบน (Top View)

ตัวอย่าง





F=Front view ภาพด้านหน้า

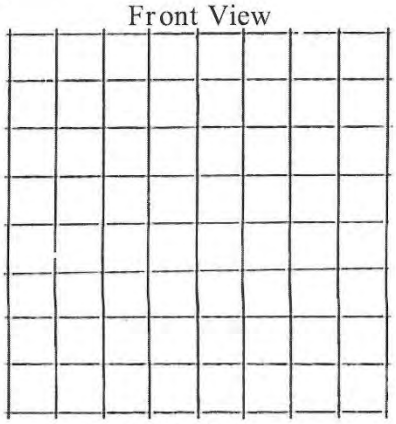
S=Side view ภาพด้านข้าง

T=Top view ภาพด้านบน

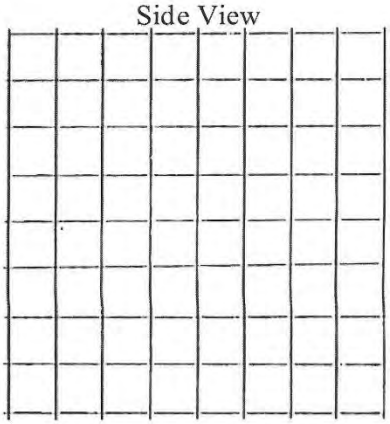
เลขที่โครงการ 061 / 62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

6.1

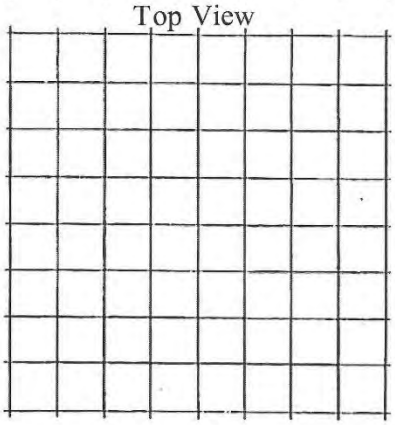
Front View

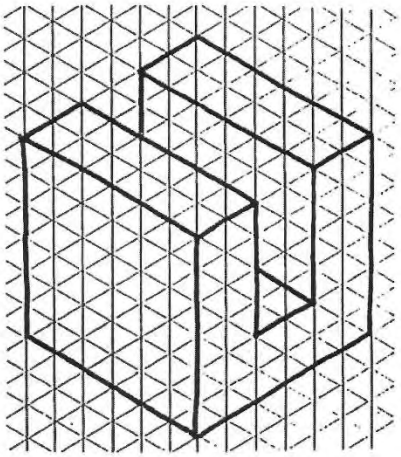


Side View



Top View



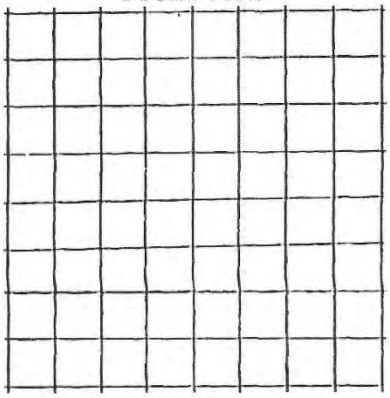


คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งประกอบศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

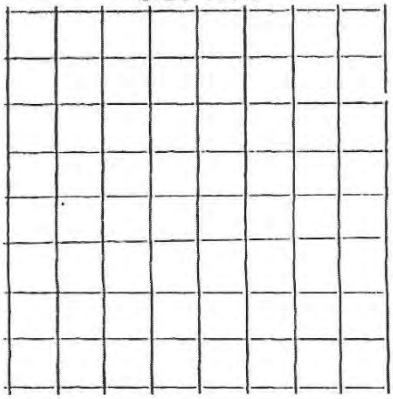
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible]
วันหมดอายุ 2 [illegible]

6.2

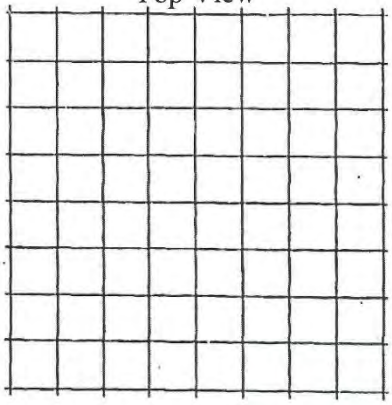
Front View

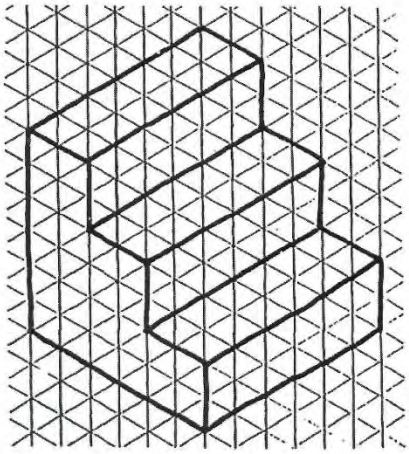


Side View



Top View



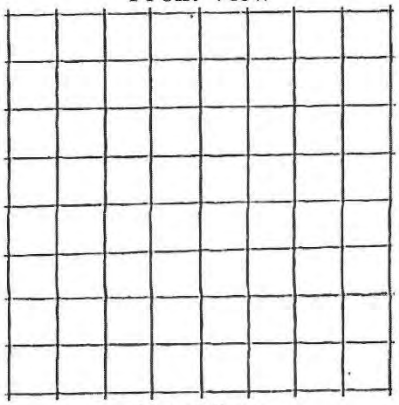


คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

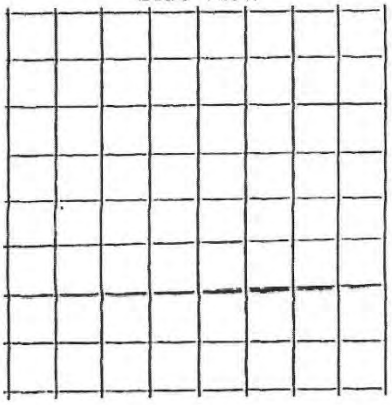
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

6.3

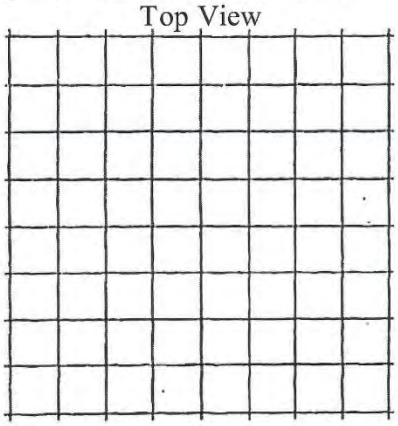
Front View

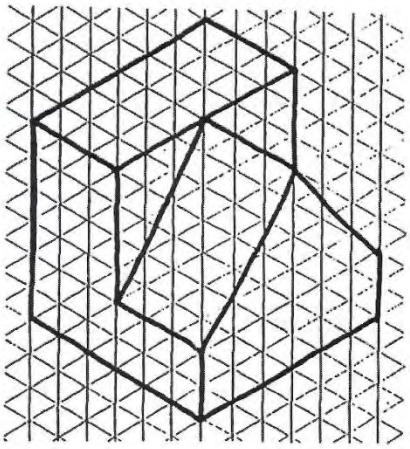


Side View



Top View





คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบเรื่อง การออกแบบเชิงวิศวกรรมและกลไกพื้นฐาน

แบบทดสอบ เรื่อง การออกแบบเชิงวิศวกรรม และ กลไกพื้นฐาน
วิชา ว 31172 การออกแบบและเทคโนโลยี

คำชี้แจง ข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 50 ข้อ
ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว โดยฝนวงกลม ● ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา(STEM Education)
   ก. เป็นการสร้างนวัตกรรมชั่วคราวที่จะต้องแก้ไขขัดเกลาอยู่เสมอ
   ข. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา ในระหว่างการเรียนรู้
   ค. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
   ง. มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟ (active learning) ของผู้เรียน
2. ข้อใดเป็นการเปรียบเทียบทักษะทางด้านสะเต็มของศาสตร์ทั้ง 4 ได้อย่างถูกต้อง
   ก. พัฒนาและใช้โมเดล(วิทยาศาสตร์),พัฒนาและใช้โมเดล(วิศวกรรมศาสตร์),เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ(เทคโนโลยี),ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา(คณิตศาสตร์)
   ข. ตั้งคำถาม(วิทยาศาสตร์),นิยามปัญหา(วิศวกรรมศาสตร์),ตะหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม(เทคโนโลยี),ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา(คณิตศาสตร์)
   ค. วิเคราะห์ข้อมูล(วิทยาศาสตร์),ใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการคำนวณ(วิศกรรมศาสตร์),เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ,ให้คำสำคัญกับความแม่นยำ(คณิตศาสตร์)
   ง. ประเมินและสื่อสารแนวคิด(วิทยาศาสตร์),ประเมินและสื่อสารแนวคิด(วิศวกรรมศาตร์),ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมสิ่งแวดล้อม,พยายามหาวิธีการและใช้โครงงานในการแก้ปัญหา(คณิตศาสตร์)
3. ข้อใดคือความหมายของสะเต็มศึกษา(STEM Education)
   ก. การนำกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน มาใช้ในการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ,รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ,ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ,ลงมือปฏิบัติ,ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ,นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา
   ข. การนำกระบวนการทางวิศวกรรม 6 ขั้นตอน มาใช้ในการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา ,รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ,ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ,วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ,ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง ,นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา
   ค. องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ คือ วิทยาศาสตร์,เทคโนโลยี,วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เน้นการบูรณาการ ด้านความรู้ สร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 มิ.ย. 2562
วันหมดอายุ 23 มิ.ย. 2563

ง. องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ คือ วิทยาศาสตร์,คอมพิวเตอร์,วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เน้นการบูรณาการ ด้านความรู้ สร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ

4. จงเรียงลำดับ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   ก. ระบุปัญหา >>รวมรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา >> ออกแบบการแก้ปัญหา >>วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา >> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา >> ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง
   ข. ระบุปัญหา >>รวมรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา>>ออกแบบการแก้ปัญหา>>วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา >> ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง>> นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา
   ค. ระบุปัญหา >>ออกแบบการแก้ปัญหา>>วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา>>รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา>>ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง>>นำเสนอวิธีแก้ปัญหา
   ง. ระบุปัญหา >>ออกแบบการแก้ปัญหา>>รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา>> วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา>>ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง>>นำเสนอวิธีแก้ปัญหา
5. ข้อใดเป็นประโยชน์ของผังก้างปลา(Fishbone Diagram)
   ก. เป็นผังที่ไว้สำหรับวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการเขียนสาเหตุหลัก และ สาเหตุย่อยเป็นขั้น ๆ ไป
   ข. เป็นผังที่ไว้สำหรับเก็บรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล
   ค. เป็นผังที่ไว้สำหรับดำเนินการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการต่าง ๆ
   ง. เป็นผังที่ไว้สำหรับวิเคราะห์เพื่อหาวิธีในการแก้ปัญหา
6. จากสถานการณ์

"เวลาในการให้บริการเป็นปัจจัยสำคัญของโรงพยาบาลจิตเวช เนื่องจากความล่าช้าในการให้บริการอาจลดโอกาสในการรักษา และผู้รอรับบริการบางรายมีพฤติกรรมรุนแรง คลุ้มคลั่ง หรือทำร้ายผู้อื่นอาจมีอาการกำเริบ ซึ่งสามารถส่งผลต่อชีวิตของผู้รับบริการ หรือส่งผลต่อชีวิตและความปลอดภัยของผู้ที่กำลังรอบริการคนอื่น รวมถึงเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการด้วย" จากข้อความดังกล่าวสามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยข้อใด กำหนดหัวข้อปัญหา และระบุสาเหตุหลักได้ถูกต้องที่สุด เพื่อนำไปเขียนเป็นผังก้างปลา (Fishbone diagram)

   ก. หัวข้อปัญหา: ปัญหาการบริการในโรงพยาบาลจิตเวชและปัญหาผู้ป่วยจิตเวช
   สาเหตุหลัก : 1.โรงพยาบาล 2.ชุมชน 3.งบประมาณ 4. บุคลากรทางการแพทย์
   ข. หัวข้อปัญหา: ปัญหาการบริการในโรงพยาบาลจิตเวช
   สาเหตุหลัก : 1.ผู้ให้บริการ 2.ผู้รับบริการ 3.งบประมาณ 4. บุคลากรทางการแพทย์
   ค. หัวข้อปัญหา: ปัญหาพฤติกรรมคนป่วยจิตเวชในการใช้บริการในโรงพยาบาลจิตเวช
   สาเหตุหลัก : 1.โรงพยาบาล 2.ชุมชน 3.งบประมาณ 4. บุคลากรทางการแพทย์
   ง. หัวข้อปัญหา: ปัญหาพฤติกรรมคนป่วยจิตเวช
   สาเหตุหลัก : 1.โรงพยาบาล 2.ชุมชน 3.งบประมาณ 4. บุคลากรทางการแพทย์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2[illegible]

7. นายต้น เป็นหัวหน้างานการออกแบบและผลิตอุปกรณ์เชียร์งานกีฬาสี ของสีแดง เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านงานช่างมากที่สุด และจะต้องทำการจัดทำโดมเพื่อให้ลีดเดินปรากฏตัวออกมาอย่างยิ่งใหญ่ สวยงาม และเมื่องานจัดทำโดมได้ทำเสร็จก่อนวันกีฬาสี 1 วัน ได้นำไปทดลองการใช้งานกับลีดปรากฏว่าโดมที่ทำ ด้านบนของโดมไม่สามารถรองรับน้ำหนักได้ และบริเวณด้านข้างไม่สามารถทนแรงลมต้านได้จึงได้พังลงมา และเสียหายจนไม่สามารถนำไปใช้ในวันจริงได้ นักเรียนคิดว่านายต้นทำการจัดทำโดมได้ตรงตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมหรือไม่ อย่างไร

   ก. ตรงตามหลักกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพราะนายต้นมีทักษะทางช่างแต่ด้วยปัจจัยทางธรรมชาติและปัญหาจากการขนย้ายจึงทำให้เกิดปัญหาขึ้น
   ข. ตรงตามหลักกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพราะนายต้นได้ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมครบทุกขั้นตอนถึงแม้งานจะไม่สำเร็จ
   ค. ไม่ตรงตามหลักกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพราะนายต้นเป็นนักเรียนที่ทำงานใหญ่เกินตัว และไม่ได้ศึกษางานที่ทำอย่างถ่องแท้
   ง. ไม่ตรงตามหลักกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เพราะนายต้นทำผิดกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมถ้าทำถูกต้องงานกีฬาสีวันจริงต้องใช้งานได้

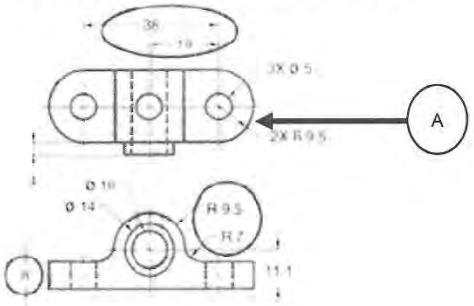
8. กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ช่วยในนักเรียนได้พื้นฐาน ความรู้และทักษะการพัฒนานวัตกรรมในอนาคต ท่านเห็นด้วยหรือไม่
   ก. ไม่เห็นด้วย เพราะเป็นการเรียนที่ใช้เวลาเรียนน้อย ทักษะที่ได้เป็นเพียงทักษะที่ไม่ครบกระบวนการ และการพัฒนานวัตกรรมเป็นเรื่องของอนาคตที่ยังไปไม่ถึง
   ข. ไม่เห็นด้วย เพราะเป็นการเรียนที่มีการปฏิบัติน้อยมาก ถึงแม้จะมีการเรียนกระบวนการออกแบบทางวิศกรรมทั้งหมด ก็ยังไม่สามารถนำความรู้ไปพัฒนานวัตกรรมได้ และการพัฒนานวัตกรรมต้องใช้งบประมาณสูง
   ค. เห็นด้วย เพราะเป็นการเรียนที่ได้ฝึกการเขียนแบบ ก่อนการทำงานจริงสามารถความรู้ และทักษะที่ได้เรียนนำไปใช้ในการพัฒนานวัตกรรมในอนาคตได้
   ง. เห็นด้วย เพราะเป็นการเรียนที่มีกระบวนการ มีระบบ ได้ฝึกปฏิบัติจริงตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อเป็นพื้นฐาน ทักษะ ในการพัฒนานวัตกรรมในอนาคตได้

9. การถ่ายทอดความคิดออกมาในลักษณะของชิ้นงาน สามารถทำได้หลายแบบยกเว้นข้อใด
   ก. การวาดแผนที่ความคิด
   ข. การออกแบบภาพร่างของชิ้นงาน
   ค. การเขียนวิธีการด้วยแบบจำลองความคิด
   ง. การทำต้นแบบชิ้นงาน

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมศาสตร์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 ... 2562
วันหมดอายุ 23 ... 2563

10. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่เหตุผลที่ทำให้นักออกแบบหรือวิศวกรต้องเขียนแบบเบื้องต้นก่อนการสร้างหรือผลิตสิ่งต่าง ๆ
    ก. เพื่อให้ทราบงบประมาณการสร้างและการผลิตเพื่อป้องกันไม่ให้ขาดทุน
    ข. เพื่อนำสิ่งที่ตนเองคิดอยู่ในสมองสร้างออกมาเป็นภาพเพื่อสื่อสารกับผู้อื่น
    ค. เพื่อพิจารณาความแข็งแรงทางวิศวกรรมให้มีความเพียงพอต่อการสร้างหรือการผลิต
    ง. เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและนำแบบที่เขียนไปใช้ต่อได้โดยไม่ต้องอธิบายเพิ่มเติม
11. จากรูป A เป็นส่วนประกอบของแบบทางวิศวกรรมข้อใด

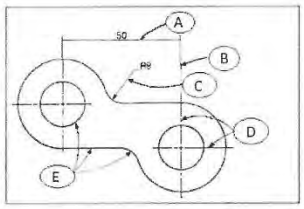


    ก. ภาษาเขียนแบบ (Drawing language)
    ข. ภาษาภาพ (Graphics language)
    ค. ภาษาภาพร่าง (Sketch language)
    ง. ภาษาข้อความ (Word language)

12. "การจะผลิตชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์ หรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ จะต้องมีแบบงานเป็นหลัก แบบงานที่ดีจึงต้องมีลักษณะที่ง่าย กระชับ เที่ยงตรง จึงจะทำให้ผู้ผลิตหรือผู้สร้างเข้าใจ จินตนาการมองเห็นรูปร่าง ขนาด และส่วนประกอบต่างๆ ของชิ้นส่วนงานเหล่านั้นได้" จากข้อความดังกล่าว ข้อใดเป็นการกล่าวถึงความสำคัญของเทคนิคการเขียนแบบเบื้องต้น
    ก. การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรม สำหรับการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัย และอาคารพาณิชย์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย งบประมาณการก่อสร้าง การใช้งานอย่างคุ้มค่า
    ข. การเขียนแบบที่แสดงลักษณะรูปร่าง ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล หรืออุปกรณ์ต่างๆ ว่าประกอบกันอย่างไร ชิ้นส่วน
    แต่ละชิ้นอยู่ตำแหน่งใด ทำให้สามารถวางแผนกระบวนการผลิต และการควบคุมการผลิตให้เป็นไปตามแบบงาน
    ค. การเขียนแบบได้มีการพัฒนาขึ้นมาเรื่อยๆ โดยตลอด ทั้งวิธีการเขียนเพื่อสื่อความหมาย ให้เข้าใจตรงกัน ระหว่างผู้ออกแบบกับช่างเทคนิคผู้ปฏิบัติงาน เช่น แบบภาพฉาย ภาพตัด และการใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการเขียนแบบ
    ง. ก่อนที่จะลงมือสร้างสิ่งเหล่านี้ขึ้นมาได้ นักออกแบบ รวมทั้งวิศวกร ในฐานะเป็นผู้เขียนแบบจะต้องนำสิ่งที่ตนเองคิดอยู่ในสมองเขียนแบบออกมาเป็นภาพ เพื่อสื่อสารกับผู้อื่นให้ตรงตามความต้องการ ก่อนลงมือทำจริง

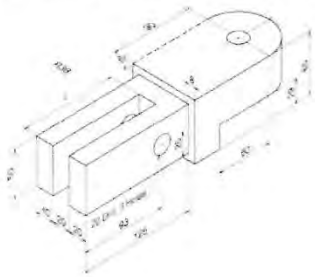
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิ่งประกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

13. จากรูป ข้อใดเป็นลักษณะเส้นแบบ Visible Line และ Leader Line



ก. A และ D
ข. C และ B
ค. E และ C
ง. B และ A

14. จากรูปมีการระบุขนาดผิดรูปร่างและลักษณะของเส้นในงานเขียนแบบกี่จุด อะไรบ้าง



ก. 3 จุด การกำหนด Hidden line ,การกำหนด Visible Line , การกำหนด Dimension Line
ข. 3 จุด การระบุขนาด ,การกำหนด Center line ,การกำหนด Extension Line
ค. 4 จุด การกำหนด Hidden line ,การกำหนด Visible Line ,การกำหนด Dimension Line, การกำหนด Extension Line
ง. 4 จุด การระบุขนาด ,การกำหนด Center line ,การกำหนด Leader Line ,การกำหนด Visible Line

15. ข้อใดกล่าวถึงหลักการกำหนดขนาดไม่ถูกต้อง

ก. ตัวเลขอยู่กึ่งกลางเส้น ส่วนในแนวดิ่งต้องวางตัวเลขหันหัวไปทางซ้ายมือ
ข. เส้นกำหนดขนาดควรห่างจากแบบงาน ประมาณ 10 มิลลิเมตร
ค. เส้นช่วยกำหนดขนาดจะตั้งฉากกับเส้นกำหนดขนาด
ง. เส้นกำหนดขนาดที่สั้นกว่า จะอยู่ด้านนอกใกล้กับเส้นรอบรูปงาน

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

16. ข้อใด ไม่จัดเป็นลักษณะของภาพร่าง

ก. ภาพร่าง 2 มิติ (two-dimensional sketch)
ข. ภาพร่าง 3 มิติ (three-dimensional sketch)
ค. ภาพพิมพ์ (Printmaking)
ง. ภาพฉาย (Multiview Projection)

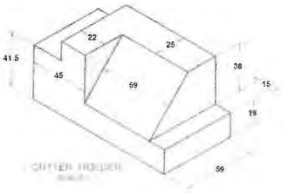
17. จากภาพ เป็นภาพร่าง 3 มิติ ประเภทใด

ก. ภาพออบลิค (Oblique)
ข. ภาพไอโซเมตริก (Isometric)
ค. ภาพเปอร์สเปคทีฟ (Perspective)
ง. ภาพออโธกราฟิก (Orthographic)

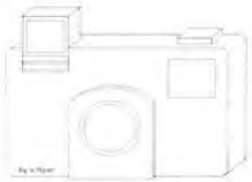
18. ภาพในข้อใดต่อไปนี้ คือภาพของภาพร่าง 3 มิติ แบบภาพไอโซเมตริก (Isometric)

ก.

ข.



ค.



ง.

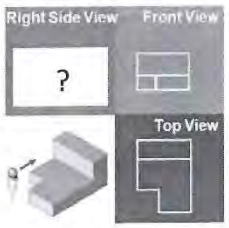
19. ช่างไม้ต้องการผลิตตู้เสื้อผ้าให้ลูกค้า โดยต้องการวาดภาพร่างที่มีลักษณะใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุดตามที่สายตามองเห็นจริง คือระยะที่อยู่ไกลสายตาออกไปจะมีขนาดค่อย ๆ เล็กลง ไปรวมที่จุดจุดหนึ่ง ช่างไม้ควรเลือกวิธีการวาดภาพร่างใดในการออกแบบ

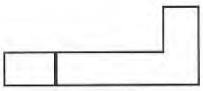
ก. ภาพร่าง 2 มิติ แบบภาพฉาย (Multiview Projection)
ข. ภาพร่าง 2 มิติ แบบภาพไอโซเมตริก (Isometric)
ค. ภาพร่าง 3 มิติ แบบภาพเปอร์สเปคทีฟ (Perspective)
ง. ภาพร่าง 3 มิติ แบบภาพออโธกราฟิก (Orthographic)

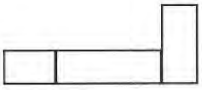
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และสิลปกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

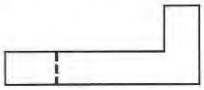
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

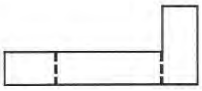
20. จากภาพฉายออโธกราฟิก มุมมอง Right Side View คือข้อใด



ก. 

ค. 

ข. 

ง. 

21. ข้อใดไม่ได้กล่าวถึงความหมายของกลศาสตร์(Mechanics) ได้ถูกต้อง

ก. ศาสตร์ที่ว่าด้วยการอาศัยกลไกการผ่อนแรง กลศาสตร์ และวัสดุ มาพัฒนาและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

ข. อาศัยการทำงานของวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกัน โดยมีสมองกล(คอมพิวเตอร์) เป็นตัวควบคุมระบบ

ค. การบูรณาการวิศวกรรมแขนงต่างๆ เช่น เครื่องกล ระบบ ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ พัฒนาและออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

ง. การพัฒนาประเทศโดยใช้กลไปเพื่อไปขับเคลื่อน พัฒนาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม

22. ข้อใดเป็นการจัดหมวดหมู่การเคลื่อนที่ในระบบกลศาสตร์(Mechanics) ได้อย่างถูกต้อง

ก. การเคลื่อนที่แบบหมุน	ระบบเฟืองเกียร์รถยนต์,ระบบกลไกนาฬิกา, เครื่องเหลาดินสอ
ข. การเคลื่อนที่แบบเส้น	สายพานปั๊มลม, การวิ่งของรถยนต์, กลไกบันไดเลื่อน
ค. การเคลื่อนที่แบบแกว่ง	ลูกตุ้มนาฬิกา,การงอไม้บรรทัดแล้วปล่อย,ระบบกลไกนาฬิกา
ง. การเคลื่อนที่แบบขึ้นลง	ลูกสูบรถยนต์, บันไดเลื่อน, กลไกเครื่องอัดลม

23. กลไกทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวด้านใด

ก. ทิศทาง ความเร็ว และน้ำหนัก

ข. ทิศทาง ความเร็ว และรูปทรง

ค. ทิศทาง ความเร็ว และพลังงาน

ง. ทิศทาง ความเร็ว และตำแหน่ง

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

24. กลไกการทำงานในข้อใด เป็นกลไกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่แบบหมุน (Rotation)
    ก. การทำงานของฟันเฟือง 2 อันที่ทำงานร่วมกัน
    ข. การแกว่งของสะพานแขวน
    ค. การเคลื่อนไหวตามรูปร่างของ Cam
    ง. การเคลื่อนที่ของสายพาน

25. จักรยานใช้ระบบกลไกพื้นฐานประเภทใด
    ก. Cams
    ข. Crank
    ค. Chain and Sprocket
    ง. Cardan gear

26. สิ่งใดเป็นกลไกควบคุมการเคลื่อนที่ของรถจักรยาน
    ก. โซ่
    ข. ล้อ
    ค. สปริง
    ง. ยาง

27. การดึงสมอเรือเดินทะเลขึ้นจากน้ำ ใช้หลักการของเครื่องผ่อนแรงใด
    ก. พื้นเอียง
    ข. ล้อและเพลา
    ค. สกรู
    ง. รอก

ข้อมูลข้างล่างนี้ ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 28

A. เครื่องชั่งสปริงไม่ได้ใช้หลักการของระบบกลไก
B. Input คือ แรงที่ต้านจากสปริงภายในกลไก
C. Process ขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุ และกลไกภายในเครื่อง
D. ชิ้นส่วนต่างๆ ของตาชั่งทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
E. Output คือ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเข็มตาชั่ง
F. Output จะต้องผ่านการประมวลผลจาก Process

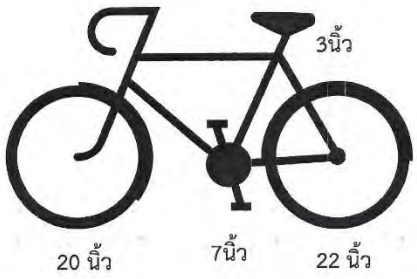
28. จากข้อมูลเครื่องชั่ง ข้อใดถูกต้อง
    ก. A B C D
    ข. A C E F
    ค. B C D E
    ง. C D E F

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 และสิ่งบรรณศาสตร์

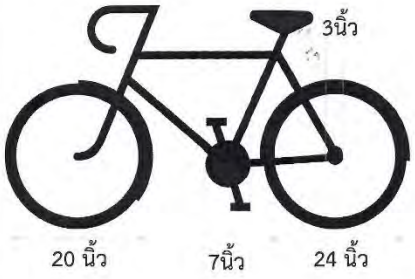
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 563

29. จักรยาน 4 คันดังรูป มีเฟืองล้อหลังและเฟืองบันไดขนาดเท่ากัน แต่มีขนาดล้อแตกต่างกัน เมื่อปั่นบันไดรถจักรยานให้หมุนครบ 1 รอบ จักรยานคันใดจะวิ่งได้ระยะทางมากที่สุด

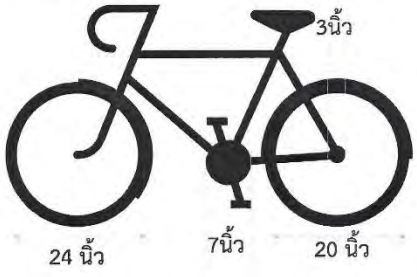
ก.



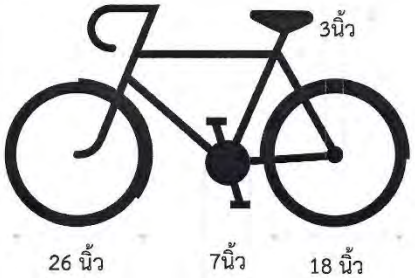
ข.



ค.



ง.



30. ข้อใดบอกความหมายของลูกเบี้ยวที่ไม่ถูกต้อง

ก. เป็นกลไกที่ยึดติดกับเพลาเมื่อเพลาหมุนลูกเบี้ยวก็หมุนทำให้ตัวตามเคลื่อนตามทิศทางที่ต้องการ

ข. ลูกเบี้ยวใช้สำหรับเปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงเส้นเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุน

ค. เป็นกลไกที่ยึดติดกับเพลาเมื่อเพลาหมุนลูกเบี้ยวก็หมุนทำให้ตัวตามเคลื่อนที่ขึ้น-ลง

ง. เป็นกลไกที่เปลี่ยนการส่งถ่ายกำลังจากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 [illegible] 62
วันหมดอายุ 23 [illegible] 63

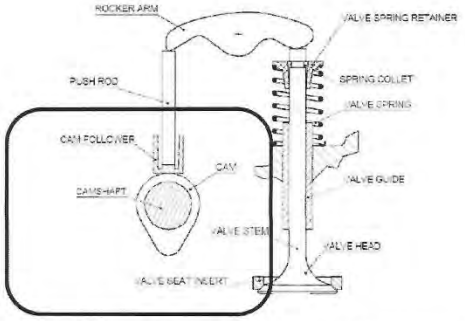
31. ถ้าต้องการเปลี่ยนระยะการเปิด ปิดของวาล์วของระบบรถยนต์ให้สูงขึ้นหรือต่ำลง ข้อใดเหมาะสมที่สุด

ก. การปรับรูปทรงของแขนโยก(Rocket Arm) เพื่อให้มีแรงกดมากขึ้นหรือน้อยลง

ข. การเพิ่มหรือลดขนาดของแกน(Push rod) และแกนของวาล์ว(Valve Guide)

ค. การเปลี่ยนมุมยกของลูกเบี้ยว(Cam) เพื่อให้มุมยกเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ง. การปรับขนาดของวาล์ว(Valve) และความสั้นยาวของสปริง



ลูกเบี้ยว(Cams)ที่ช่วยควบคุมการเปิดปิดวาล์วในระบบรถยนต์

32. ลูกเบี้ยวแบบใด ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องจักรเย็บผ้า เพื่อหน่วงการเคลื่อนที่

ก.

ECCENTRIC

ข.

HEXAGON

ค.

SNAIL

ง.

HEART

33. ข้อใดไม่ใช่การประยุกต์ใช้งานลูกเบี้ยว

ก. ใช้จับยึดชิ้นงาน

ข. ใช้ในการส่งถ่ายกำลัง

ค. ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

ง. ใช้ในการตัดต่อกำลัง

34. ข้อใดถูกต้อง

ก. ลูกเบี้ยว ประกอบด้วย ลูกล้อ ตัวตาม และระบบขับเคลื่อน

ข. จมูก คือ ส่วนที่ยื่นออกมาจากวงกลมฐาน วัดเป็นความสูง

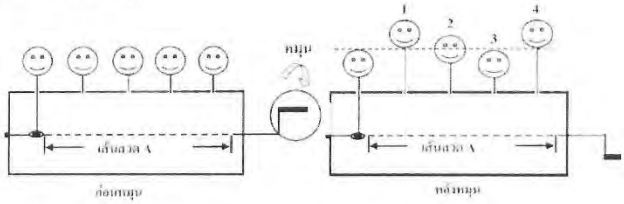
ค. ลูกเบี้ยวที่มีการเร่งและการหน่วงการเคลื่อนที่ คือ แบบวงกลมสมมาตร

ง. จุดหมุนของระบบตัวตาม ต้องอยู่กึ่งกลางของลูกเบี้ยวเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นลูกเบี้ยวประเภทใด

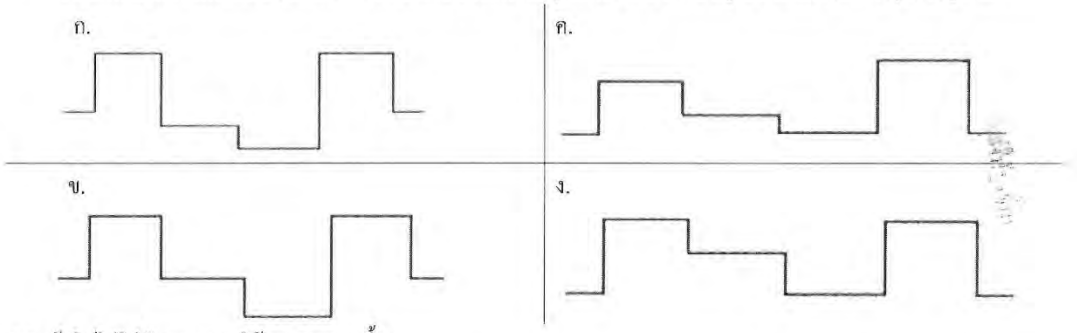
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2 สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 ... 562
วันหมดอายุ 23 ... 563

35. สถานการณ์ : ผูกตุ๊กตาที่มีความสูงเท่ากันไว้กับเส้นลวดที่ดัดให้มีลักษณะเหมือนข้อเหวี่ยงและเมื่อหมุนลวดแล้ว จะทำให้ตุ๊กตาเคลื่อนที่ขึ้นลงดังรูป



จากภาพ ลวด A ที่ดัดแล้ว มีลักษณะเป็นอย่างไร จึงจะทำให้ตุ๊กตาหมายเลข 1-4 อยู่ในตำแหน่ง(หลังหมุน) ดังรูปได้



36. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการใช้งานของลูกเบี้ยว
   ก. ใช้ส่งกำลังจากการเคลื่อนที่แนวเส้นรอบวงเป็นแนวเส้นตรง
   ข. ใช้ส่งกำลังจากการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงเป็นแนวเส้นรอบวง
   ค. ใช้จับยึดชิ้นงานได้สะดวกรวดเร็ว
   ง. ใช้ถอดชิ้นงานได้สะดวกรวดเร็ว

จากภาพ ใช้ตอบคำถามข้อที่ 37-38

37. ส่วนประกอบของชุดลูกเบี้ยวหมายเลข 3 ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง
   ก. ลูกเบี้ยว (Cams)เป็นตัวกำหนดระยะทางการเคลื่อนที่โดยส่วนใหญ่จะยึดติดกับเพลา
   ข. เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในการติดตั้งลูกเบี้ยวและทำให้ลูกเบี้ยวหมุนตาม
   ค. ตัวตาม (Follower) เป็นตัวส่งถ่ายการเคลื่อนที่ตามรูปร่างของลูกเบี้ยว
   ง. ลูกกลิ้ง (Roller) เป็นตัวสัมผัสกับลูกเบี้ยวกับตัวตาม

สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061 / 62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 562
วันหมดอายุ 2 [illegible]

38. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับส่วนประกอบหมายเลข 1

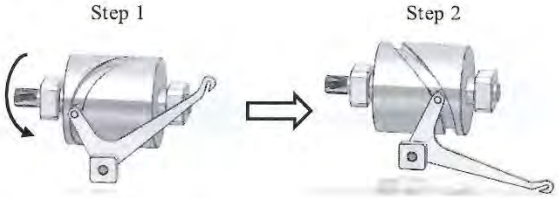
ก. ลูกเบี้ยวบางประเภท อาจไม่ต้องประกอบด้วยชิ้นส่วน 1 สามารถติดตั้งมาอยู่ในชุดเดียวกัน

ข. การประคอง 1 จะต้องเชื่อมต่อกับแกนเพลา เพื่อเป็นตัวขับเคลื่อนให้มีการเคลื่อนไหว จากชิ้นส่วน 3

ค. รูปร่างของ 1 ส่งผลต่อระยะทางการขึ้น และลงของระบบการทำงานของลูกเบี้ยวตามวงรอบการทำงาน

ง. การเคลื่อนไหวของ 1 เคลื่อนไปตามรูปร่างของชิ้นส่วน 2 ขึ้นกับลักษณะการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ

39. จากภาพ เป็นการประยุกต์ใช้กลไกของลูกเบี้ยวแบบ Axial Cylindrical end Cams ข้อใดเป็นการนำเอาหลักการลูกเบี้ยวไปใช้ในอุตสาหกรรมการสร้าง หรือผลิต ได้เหมาะสมที่สุด



Step 1 จุดเริ่มต้น แกนเพลาหมุน ทำให้แกน Linkages ยกขึ้น โดยถูกบังคับการเคลื่อนที่ตามร่อง

Step 2 จุดสุดท้าย แกนเพลาหมุน ทำให้แกน Linkages กดลง โดยถูกบังคับการเคลื่อนที่ตามร่อง

*** เป็นวงรอบตามการหมุนของแกนเพลาอย่างต่อเนื่อง

ก. อุตสาหกรรมการผลิตสายพานเพื่อเป็นชิ้นส่วนรถยนต์

ข. อุตสาหกรรมการผลิตการตอกไข่ไก่เพื่อทำไข่ดาว

ค. อุตสาหกรรมการผลิตทำฝาเปิด ปิดปลากระป๋อง

ง. อุตสาหกรรมการผลิตการเย็บผ้า ทอผ้า

40. ชื่อของลูกเบี้ยวตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ IN LINE

ข. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ OFFSET

ค. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ PIVOT

ง. ลูกเบี้ยวแบบ Positive action

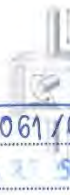
41. ชื่อของลูกเบี้ยวตามรูปภาพด้านล่างข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ IN LINE

ข. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ OFFSET

ค. ลูกเบี้ยวแบบ POSITIVE ACTION

ง. ลูกเบี้ยวรัศมีแบบ PIVOT



คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

42. หากต้องการให้ปากของตุ๊กตามีการเปลี่ยนการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งแบบรวดเร็ว ต้องใช้ลูกเบี้ยวที่มีลักษณะใด

ก. ทรงกลม
ข. ไข่
ค. หัวใจ
ง. ก้นหอย

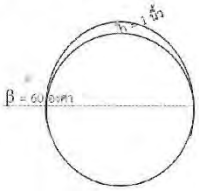
43. ข้อใดกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการคำนวณ ในระบบการทำงานของลูกเบี้ยวไม่ถูกต้อง

จ. ความสูงของยอดลูกเบี้ยว ไม่มีผลต่อระยะทางที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ได้
ฉ. ระยะทางที่ตัวตามเคลื่อนที่ได้ เท่ากับ ความยาวของเส้นรอบรูปของลูกเบี้ยวนั้น ๆ
ช. เมื่อความสูงของยอดลูกเบี้ยว เพิ่มขึ้น ระยะการขึ้นและลง ของระบบตัวตาม จะเพิ่มขึ้น
ซ. ลูกเบี้ยวรูปร่างต่างๆ เมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ จะหมุนครบเป็นรูปร่างส่วนหนึ่งของวงกลม หรือเรียกว่า 1 รอบ (cycle)

44. จากรูปต้องการให้ลูกเบี้ยวดันให้คันชักเกิดการเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 20.5 มิลลิเมตร จงคำนวณหาระยะเยื้องศูนย์ของลูกเบี้ยวนี้

ก. 1.025
ข. 10.25
ค. 0.097
ง. 0.970

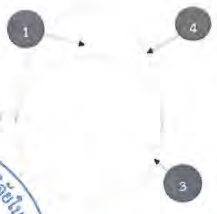
45. ลูกเบี้ยวที่มีความสูง 1 นิ้ว มีมุมยกของลูกเบี้ยวเท่ากับ 60 องศา จงหาระยะที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่เมื่อมุมที่ลูกเบี้ยวหมุนไป θ = 30 องศา



ก. 4.71 in/s
ข. 8.16 in/s
ค. 9.42 in/s
ง. 10.68 in/s

46. ข้อใดเรียงชื่อส่วนต่าง ๆ ของลูกเบี้ยวที่ใช้สำหรับการคำนวณได้ถูกต้อง

ก. 1. ทางลาด 2.มุมยก 3.วงกลมฐาน 4.จมูก
ข. 1. จมูก 2.มุมยก 3.วงกลมฐาน 4.ทางลาด
ค. 1. ทางลาด 2.มุมฐาน 3.วงกลมฐาน 4.จมูก
ง. 1. จมูก 2.มุมฐาน 3.วงกลมฐาน 4.ทางลาด

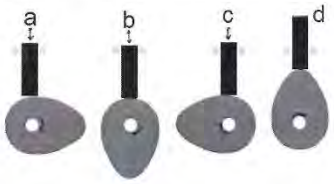


คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 62
วันหมดอายุ 2 [illegible] 63

47. ลูกเบี้ยวใดเคลื่อนที่ได้ระยะทางไกลที่สุด (เมื่อกำหนดให้เป็นลูกเบี้ยวที่มีความสูงเท่ากัน และมีมุมยกเท่ากัน)
    ก. หมุนทำมุม θ = 20 องศา
    ข. หมุนทำมุม θ = 20.5 องศา
    ค. หมุนทำมุม θ = 45 องศา
    ง. หมุนทำมุม θ = 60 องศา

48. จากรูปตำแหน่งใดที่มีการเคลื่อนที่ของแกน Follow ที่มีระดับต่ำสุด และระดับสูงที่สุด

    ก. ตำแหน่งต่ำสุดคือ a,c ตำแหน่งสูงสุดคือ b,d
    ข. ตำแหน่งต่ำสุดคือ a,c ตำแหน่งสูงสุดคือ b,d
    ค. ตำแหน่งต่ำสุดคือ a,b,c ตำแหน่งสูงสุดคือ b,d
    ง. ตำแหน่งต่ำสุดคือ a,b,c ตำแหน่งสูงสุดคือ d



49. ข้อใดอธิบายหลักการทำงานของกังหันน้ำชัยพัฒนาได้ถูกต้อง
    ก. โครงกังหันน้ำรูป 12 เหลี่ยม ซองบรรจุน้ำติดตั้งโดยรอบ จำนวน 6 ซอง รูซองน้ำพรุนเพื่อให้ไม่ให้น้ำไหล
    ข. ซองน้ำจะถูกขับเคลื่อนให้หมุนโดยรอบด้วยเกียร์มอเตอร์ ซึ่งทำให้การหมุนเคลื่อนที่ของซองน้ำ วิดตักน้ำด้วยความหน่วง
    ค. กังหันสามารถวิดน้ำลึกลงไปจากใต้ผิวน้ำ ประมาณ 0.50 เมตร ยกน้ำสาดขึ้นไปกระจายเป็นฝอยเหนือผิวน้ำได้สูงถึง 1 เมตร
    ง. การยกน้ำเหนือผิวน้ำได้สูงถึง 1 เมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศน้อยและส่งผลให้ออกซิเจนสามารถละลายเข้าไปในน้ำได้อย่างช้า ๆ

50. ถ้ากังหันน้ำชัยพัฒนา 1 เครื่อง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนขนาด 2 แรงม้า และกำลังม้าที่ต้องการใช้มีค่าเท่ากับ 9.58 จะต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากี่ตัว จึงจะบำบัดน้ำเสียได้ดีที่สุด
    ก. 4 ตัว
    ข. 5 ตัว
    ค. 8 ตัว
    ง. 10 ตัว

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ และศิลปกรรมศาสตร์
กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

ภาคผนวก จ

แบบวัดความพึงพอใจ

ในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)

แบบวัดความพึงพอใจ
ในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)

คำชี้แจง แบบวัดความพึงพอใจนี้ใช้เพื่อ สอบถามความรู้สึก ความเชื่อ ความคิดเห็น ในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม โปรดพิจารณาประเมินความสอดคล้องของจุดประสงค์งานวิจัย เนื้อหาการเรียน และมาตรฐานและสาระการเรียนรู้ กับความพึงพอใจโดยขอความกรุณาเขียนเครื่องหมาย ✓ลงในแบบประเมินในช่องระดับความคิดเห็นของท่าน โดยกำหนดให้

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

ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน
ส่วนที่ 2 ด้านความพึงพอใจที่มีต่อการการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา
ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงพัฒนา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของนักเรียน

1.	เพศ	☐ ชาย	☐ หญิง
2.	แผนการเรียน	☐ วิทยาศาสตร์	☐ ศิลป์ ฯ
3.	นักเรียนมีเครื่องพิมพ์(Printer) ใช้ทำงาน	☐ มี	☐ ไม่มี
4.	มีคอมพิวเตอร์ใช้ที่บ้านหรือไม่	☐ มี	☐ ไม่มี
5.	มีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว	☐ มี	☐ ไม่มี
6.	ที่บ้านมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	☐ มี	☐ ไม่มี
7.	มีอีเมลส่วนตัวสำหรับการรับส่งงาน	☐ มี	☐ ไม่มี
8.	ใช้คอมพิวเตอร์สัปดาห์ละประมาณกี่ชั่วโมง	☐ 1-2 ชั่วโมง ☐ 6-10 ชั่วโมง	☐ 3-5 ชั่วโมง ☐ มากกว่า 10 ชั่วโมง
9.	มีทักษะการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต	☐ มี	☐ ไม่มี
10.	ใช้เว็บเพื่อการเรียนรู้วันละกี่ชั่วโมง	☐ < 1 ชั่วโมง ☐ 2 - 4 ชั่วโมง	☐ 1-2 ชั่วโมง ☐ มากกว่า 4 ชั่วโมง

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา(STEM Education)

ความหมาย	ระดับคะแนน
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด	5
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก	4
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง	3
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย	2
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด	1

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความรู้สึก ความเชื่อ ความคิดเห็นของตนเองเกี่ยวกับการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาการออกแบบเทคโนโลยี ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มากที่สุด ข้อละ 1 ระดับความคิดเห็น

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
ด้านหลักสูตร(หน่วยการเรียนรู้)							
1.	มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์ เข้าด้วยกันผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม						
2.	จัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)						
3.	สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง						
4.	สามารถเรียนรู้ไปโดยไม่ต้องเรียนปรับพื้นฐานเพิ่มเติมจากเดิม						
5.	สามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้						

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 ก.ค. 2562
วันหมดอายุ 23 ก.ค. 2563

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
6.	มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการในการเรียน						
7.	นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้						
8.	สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพในอนาคต						
9.	มีความเหมาะสมกับจำนวนหน่วยกิจ(1 หน่วย)						
10.	มีความสอดคล้องกับบริบทและอาชีพของท้องถิ่น						
11.	นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน						
12.	มีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับชีวิตประจำวันรวมถึงการประกอบอาชีพในอนาคต						
13.	สร้างแรงบันดาลใจและช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย						
14.	เตรียมพร้อมนักเรียนที่มีคุณภาพเพื่อเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจในอนาคต						
15.	พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)						
16.	วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี						

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 081/62
วันที่รับรอง 24 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 23 ม.ค. 2563

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
4.	มีการสอดแทรกคุณธรรม/จริยธรรม/จรรยาบรรณ ในระหว่างสอน						
5.	มีความรอบรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้าน STEM Education						
ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน STEM Education							
1.	มีการสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการเรียนการสอน STEM Education						
2.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงและบูรณาการกับรายวิชา วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และ คณิตศาสตร์						
3.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการสืบค้นข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ						
4.	ใช้สื่อเทคโนโลยีที่สมัยใหม่ประกอบการสอน						
5.	มีกิจกรรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง						
6.	มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม 7 ขั้นตอน						
7.	มีกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิด ได้อภิปราย ซักถาม และแสดงความคิดเห็น						
8.	มีกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้						
9.	ผู้สอนใช้สื่อ e-learning มาช่วยเสริมให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ						

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์
กลุ่มสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 ม.ค. 2562
วันหมดอายุ 23 ม.ค. 2563

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
10.	สื่อที่อาจารย์ใช้ประกอบการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้ดีขึ้น						
11.	มีการจัดกิจกรรมโดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนรู้ STEM Education						
12.	ผู้สอนจัดทำเนื้อหาการเรียนการสอนที่ให้ความรู้เกี่ยวกับ STEM Education						
13.	มีกิจกรรมเพื่อสร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต						
14.	มีกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ทักษะการทำงานเป็นทีม(collaboration skill) ทักษะการสื่อสาร (communication skill) และความคิดสร้างสรรค์ (creativity)						
15.	มีกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมหรือโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning)						
ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนการสอน							
1.	การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) จากการแสดงออกการกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง						
2.	การประเมินมีการผสมผสานไปกับการเรียนการสอน และมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง						
3.	การประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง						

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2

เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 24 ต.ค. 2562
วันหมดอายุ 23 ต.ค. 2563

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
4.	การประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น						
5.	การประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียนนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข						
6.	ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่						
7.	การประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้						
8.	การประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้						
9.	ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได						
10.	กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน						

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 2
เลขที่โครงการ 061/62
วันที่รับรอง 2 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 2 [illegible] 2563

ลำดับ	ข้อความ	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
ด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน							
1.	มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและเพียงพอ						
2.	มีระบบอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานสะดวกรวดเร็ว						
3.	ห้องเรียนมีบรรยากาศการเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ STEM Education						
4.	มีห้องเรียน สื่อ สิ่งอำนวยความสะดวกอย่างเหมาะสมและเพียงพอ						
5.	เมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน มีการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว						

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

เลขที่โครงการ 061 / 62
วันที่รับรอง 24 [illegible] 2562
วันหมดอายุ 23 [illegible] 2563

ภาคผนวก ฉ

กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน 1

โฟมบรรทุกขวดน้ำ (แรงลอยตัว)

สมาชิก 1. [redacted]
2.
3.
4.
5.

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบ**โฟมบรรทุกขวดน้ำ**ตามกระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

(สภาพปัญหา)

เกิดอุทกภัยทำให้มีความจำเป็นต้องเดินทางหรืออพยพผู้คนผ่านการเดินทางทางน้ำ

(ทฤษฎี/ผลกระทบของปัญหา)

เรือที่มีไม่สามารถอพยพผู้คนได้ทั้งหมดทำให้การอพยพผู้คนเป็นไปอย่างล่าช้า จึงก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆตามมา ทำให้ชาวบ้านที่ยังไม่ได้รับการช่วยเหลือเดือดร้อน

(สรุป)

เมื่อเกิดอุทกภัยไม่สามารถสร้างเรือที่รองรับผู้คนได้เพียงพอ จึงต้องการสร้างแพที่สารถรองรับคนที่มีน้ำหนักแตกต่างกันเพื่อความสะดวกและง่ายต่อการขนย้ายอพยพผู้คนเมื่อเกิดอุทกภัยดังกล่าว

2.รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

2.1 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวกับนวัตกรรมที่พัฒนา

หลักการเกี่ยวกับแรงพยุง โดยใช้หลักของอาร์คีมีดิส คือ 1. ถ้าวัตถุที่ลอยอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว

2. ถ้าวัตถุลอยปริ่มผิวของของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว

3. ถ้าวัตถุจมอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว

โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$F_b = \rho V g$$

โดย ρ คือ ความหนาแน่นของของเหลว
มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
(kg/m^3)

V คือ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่
มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร (m^3)

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดโลก
มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

F_b คือ แรงลอยตัว มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

แหล่งอ้างอิง : https://www.acwallintergroup.co.th/sandwichpanel-5.php

2.2 ทฤษฎีหลักการทาง STEM Education

- วิทยาศาสตร์

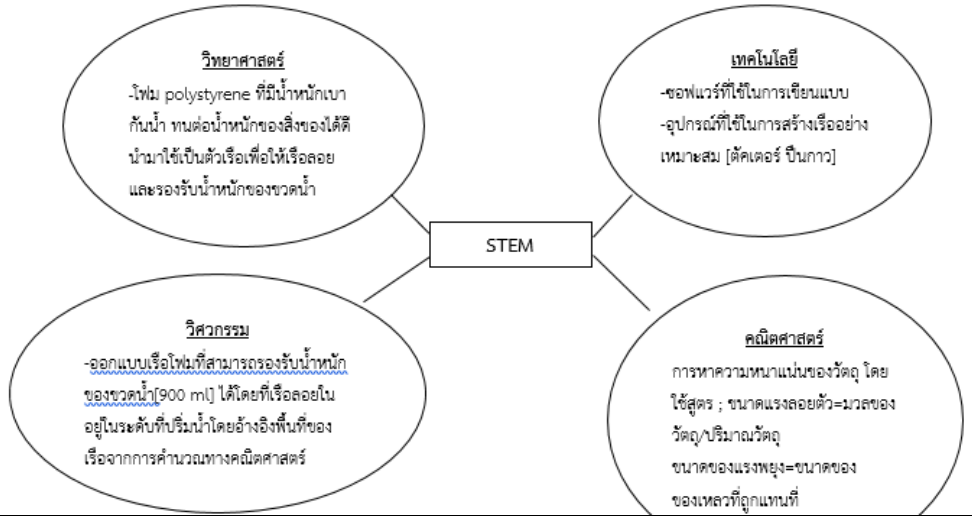
ในการเคลื่อนย้ายขนส่งทางน้ำจำเป็นต้องใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน วัสดุที่เลือกใช้คือโฟม polystyrene ซึ่งมีคุณสมบัติเบา แต่สามารถรับน้ำหนักได้ดี นอกจากนั้นแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนเก็บความเย็นและ

- คณิตศาสตร์

การใช้สูตรความหนาแน่นของวัตถุ โดยมีสูตร

1. ความหนาแน่นของวัตถุ =มวลของวัตถุ/ปริมาตรของวัตถุ
2. ขนาดของแรงพยุง=ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุแทนที่

แหล่งอ้างอิง : https://bit.ly/31qc3fz



3.ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

3.1 การเตรียมความพร้อมของการเขียนแบบ

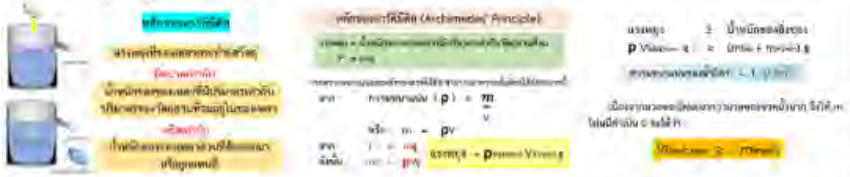
สำหรับคำนวณ

ศึกษาหลักการเกี่ยวกับแรงพยุง โดยใช้หลักของอาร์คีมีดิส

คือ 1. ถ้าวัตถุที่ลอยอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว

2. ถ้าวัตถุลอยปริ่มผิวของของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว

3. ถ้าวัตถุจมอยู่ในของเหลว แสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว



โดยได้กำหนดให้ ขนาดของโฟมคือ ความกว้าง = 25cm ความยาว= 30cm ความหนา= 2.5cm และกำหนดให้โฟมจมลงไปเกินครึ่งหนึ่งของความหนาของโฟม

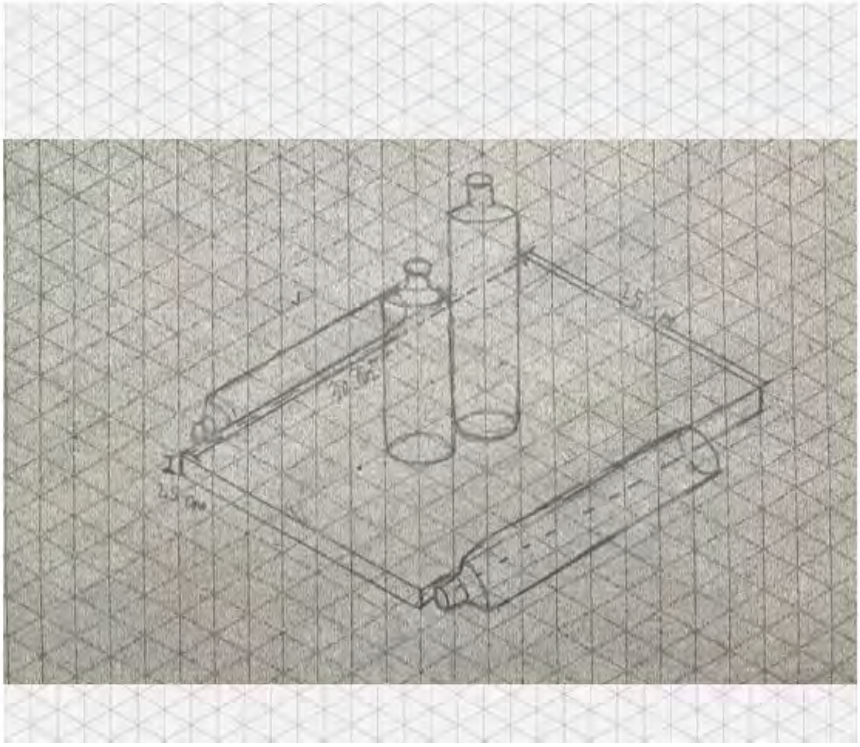
ดังนั้น โฟมจมลงไป 2cm

ปริมาตรส่วนที่จมของโฟม = 25x30x2

= 1,500 cm^3

โดยได้กำหนดให้ ขนาดของขวดน้ำคือ รัศมี = 3cm ความสูง = 19cm

3.2 วาดแบบ Isometric บน Grid Line และระบุขนาดในหน่วยเซนติเมตร (วาดแบบในกระดาษที่แจกให้)



4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

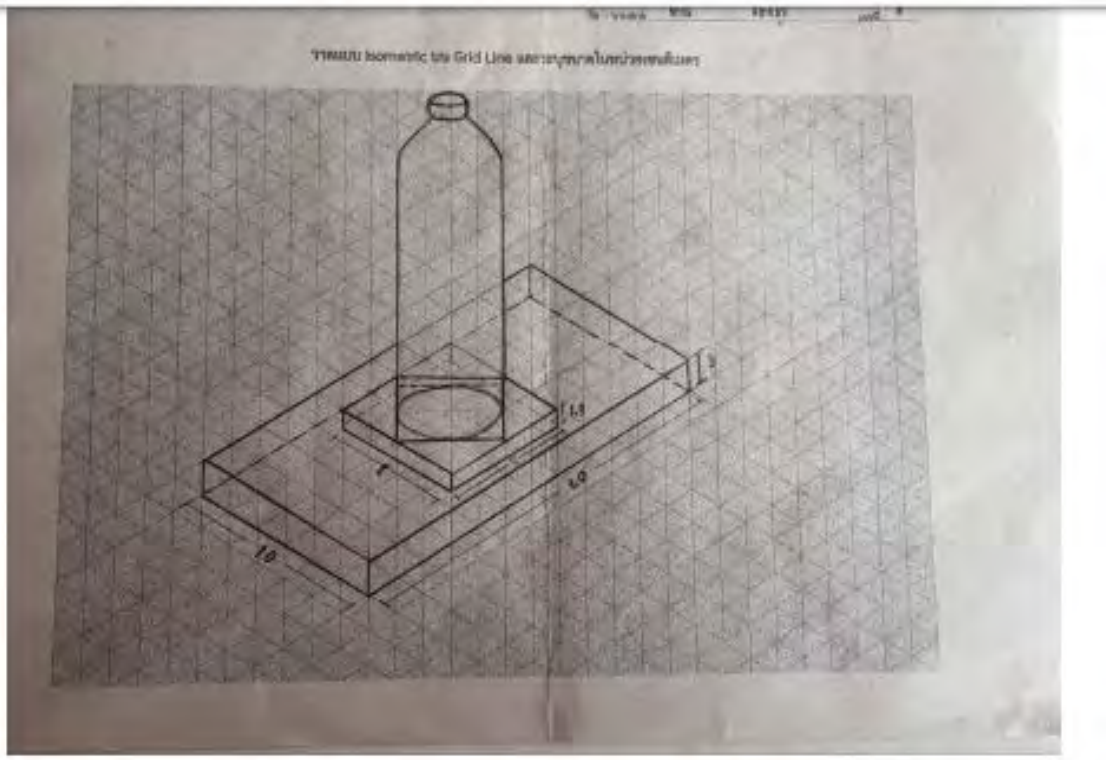
คำนวณสูตรแรงลอยตัว	ทำการคำนวณเพื่อหาขนาดของโฟมที่ต้องใช้ในการสร้างเรือบรรทุก
เตรียมอุปกรณ์	เตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการประกอบเรือ
ออกแบบโฟมบรรทุก	ประกอบเรือบรรทุกตามแบบที่ร่างไว้
ทดสอบการลอยตัว	ทดสอบความสามารถในการลอยตัวของเรือที่ทำการบรรทุกขวดน้ำที่มีปริมาตรที่แตกต่างกันสองขวด
ปรับปรุงแก้ไขเรือ	ปรับปรุงแก้ไขให้เรือสามารถบรรทุกขวดน้ำและจมลงครึ่งหนึ่งของความหนาโฟมหรือปริ่มน้ำ

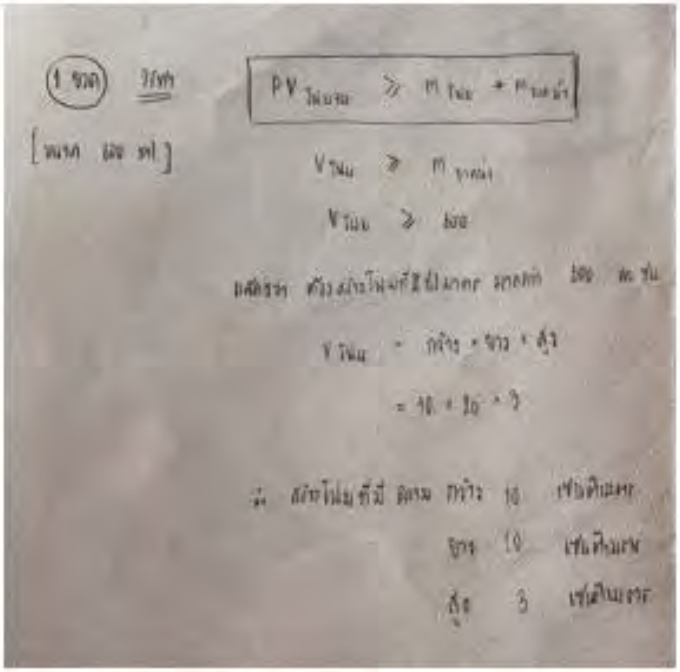
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
(Testing, Evaluation and Design Improvement)

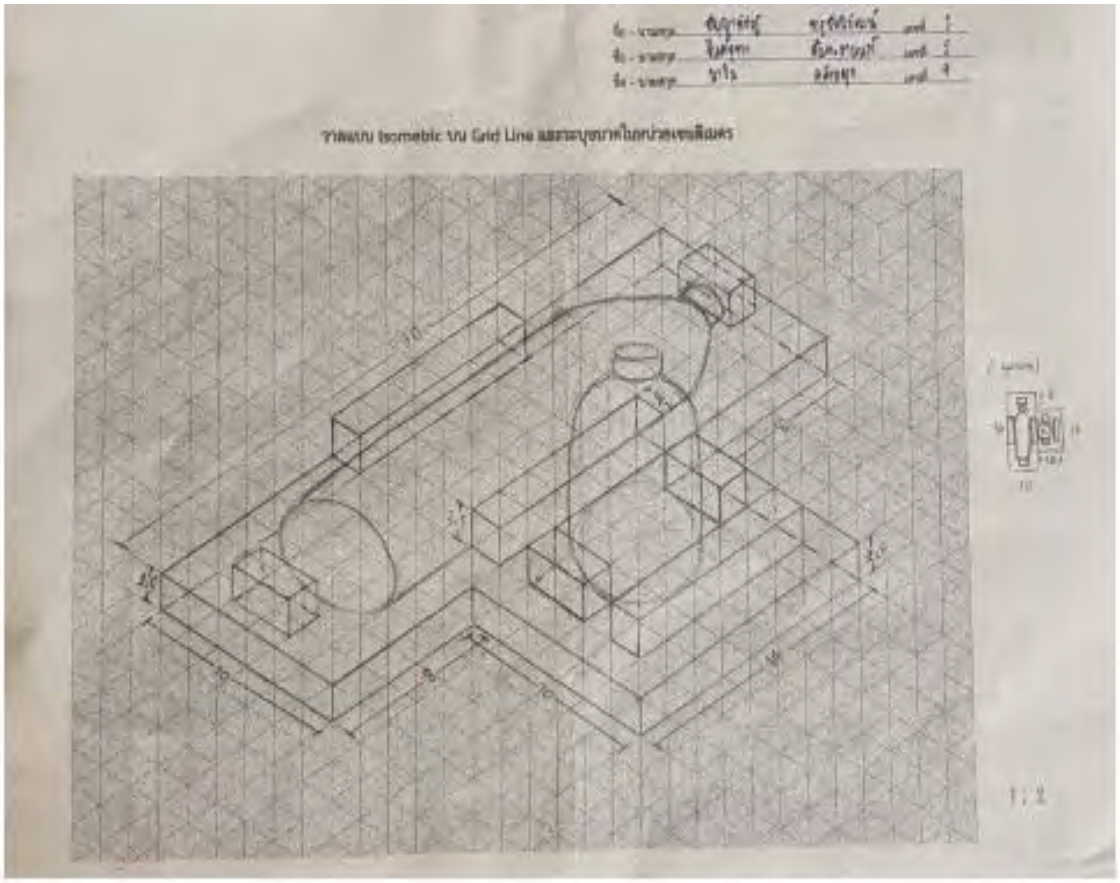
****ดำเนินการขั้นที่ 5 และ 6 หลังจากสร้างชิ้นงานเสร็จแล้ว****
จากการทดสอบการลอยของโฟมบรรทุกขวดน้ำที่มีปริมาตรแตกต่างกัน ซึ่งได้แก่ขนาด 330 มิลลิลิตร และ 660 มิลลิลิตร พบว่าเรือบรรทุกขวดน้ำจมลงไปครึ่งหนึ่งของความหนาโฟม ซึ่งตรงกับความต้องการ

จากการประเมินผลพบว่าขนาดของโฟมส่งผลต่อแรงลอยตัวและความสามารถในการบรรทุกขวดน้ำ เช่นเดียวกับการวางของขวดน้ำซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่ช่วยไม่ให้เรือบรรทุกจม

การปรับปรุงแก้ไขทำโดยการเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการลอยให้กับเรือทำให้เรือสามารถบรรทุกขวดน้ำได้อย่างมั่นคงและลอยได้จริง โดยเพิ่มความแข็งแรงของเรือด้วยการติดกาว และเพิ่มความสามารถในการ


วาดแบบ Isometric ใน Grid Line และระบุขนาดในหน่วยเซนติเมตร
1.5
1.5
2.0
1.0


1 ขวด
วิธีทำ
$PV_{ไม่เกิน} \geq m_{ไม่เกิน} + m_{ของเหลว}$
$V_{ไม่เกิน} \geq m_{ของเหลว}$
$V_{ไม่เกิน} \geq 600$
$V_{ไม่เกิน} = กว้าง \times ยาว \times สูง$
$= 10 \times 10 \times 3$
ดังนั้น ลังกระดาษที่มีขนาดกว้าง 10 เซนติเมตร
ยาว 10 เซนติเมตร
สูง 3 เซนติเมตร



2 จุด ชื่อหัวข้อ

[ขนาด 600 + 330 ml.]

$PV_{โฟมจริง} \geq m_{โฟม} + m_{ของเหลว}$

$V_{โฟม} \geq m_{ของเหลว}$

$V_{โฟม} \geq 330 + 600$

$V_{โฟม} \geq 930$

แล้วเรา หรือ ผู้สร้างโฟม ที่มี ปริมาตร มากกว่า 930 ลบ.ซม.

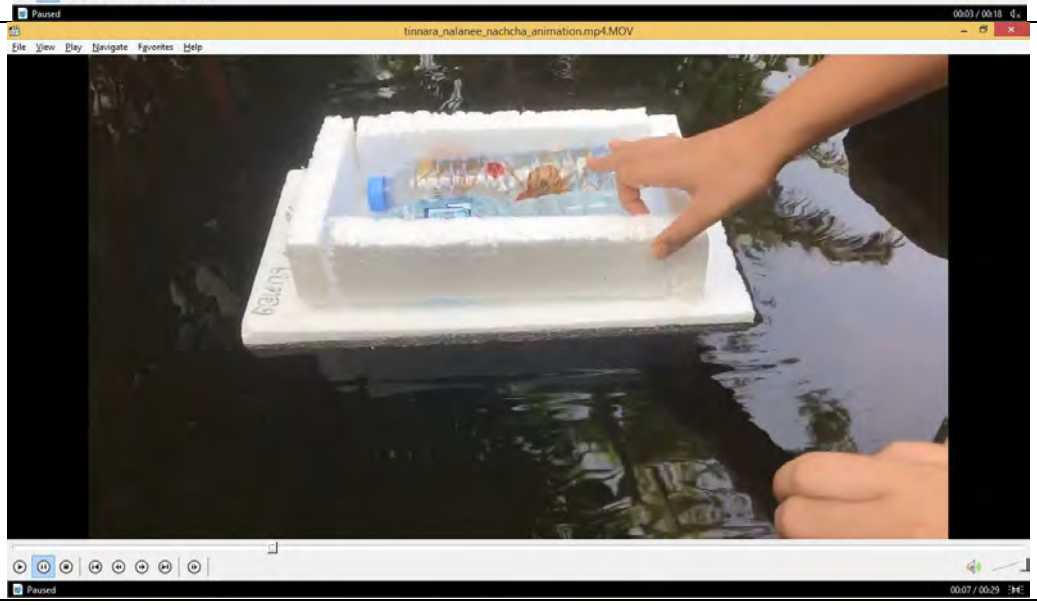
$V_{โฟม}$ = กล่อง + ขวด + ฝา

= $(10 \times 10 \times 2.5) + (10 \times 14 \times 7.5)$

= 750 + 750 = 1,500 ลบ.ซม.

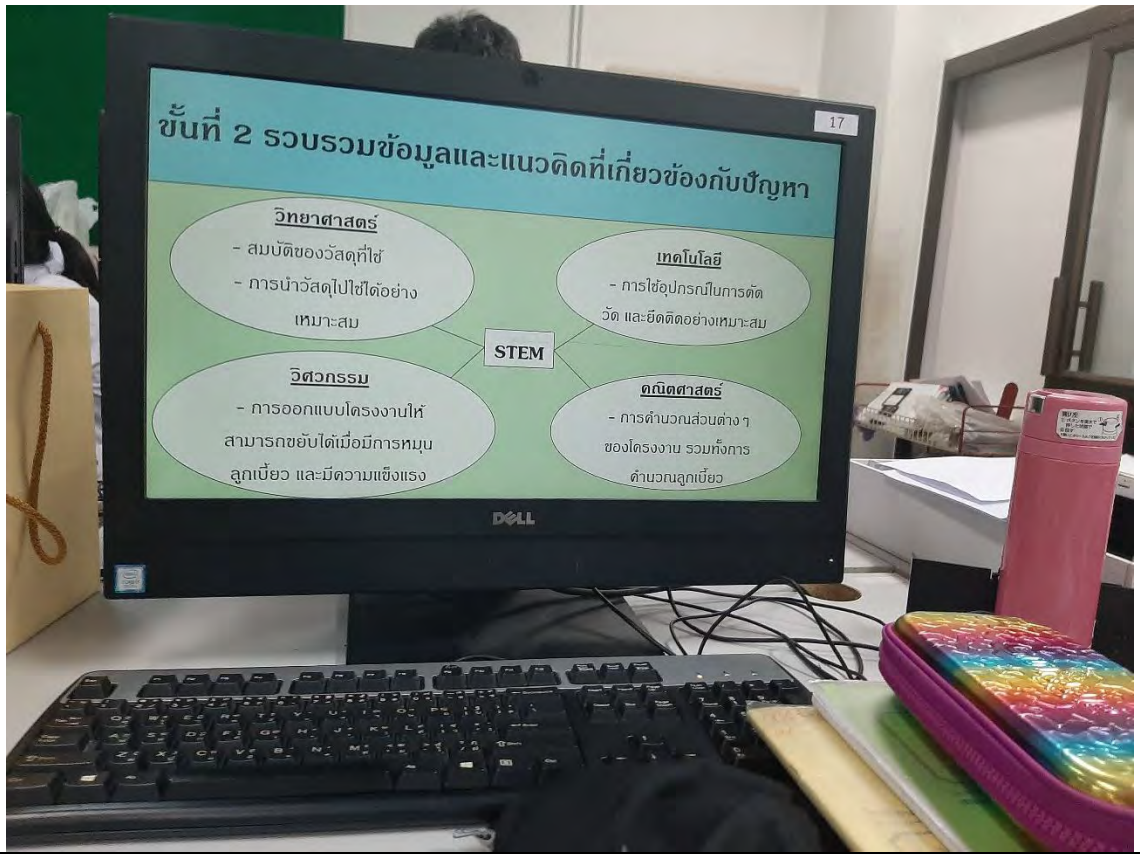
thitrin_panachai.mp4
File View Play Navigate Favorites Help
Paused
00:00 / 00:30

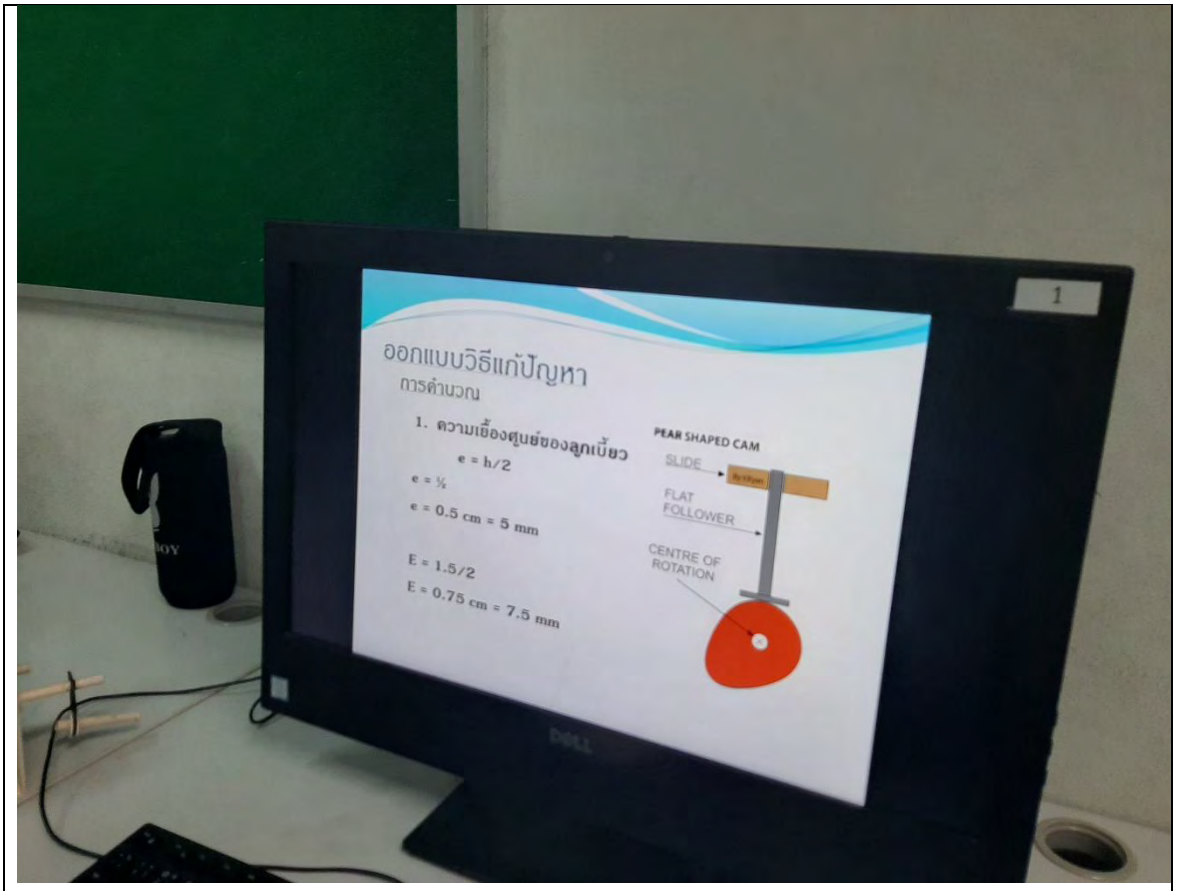
chanidapa_nissara_waralsaya_animation.mp4.mov
File View Play Navigate Favorites Help
Paused
00:03 / 00:18


tinnara_nalanee_nachcha_animation.mp4.MOV
File View Play Navigate Favorites Help
Paused
00:07 / 00:29

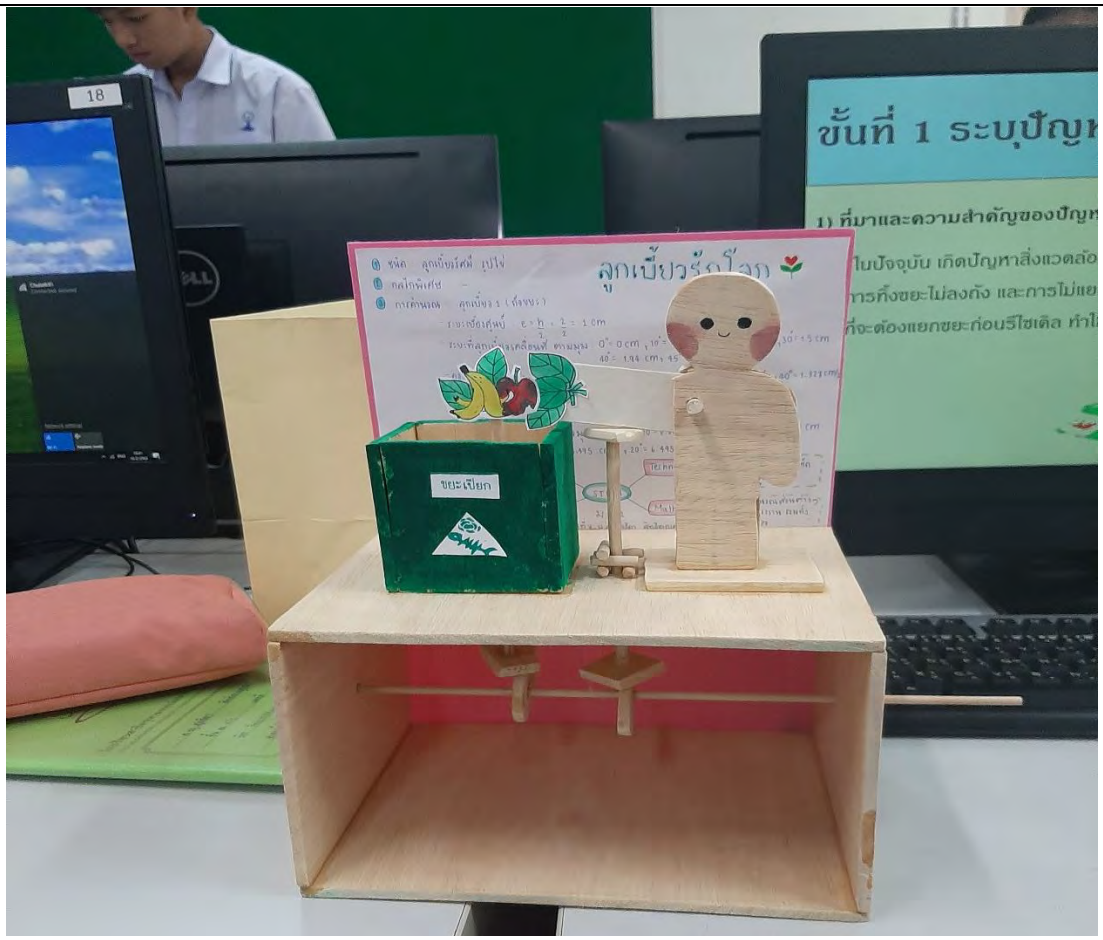
ภาคผนวก ช

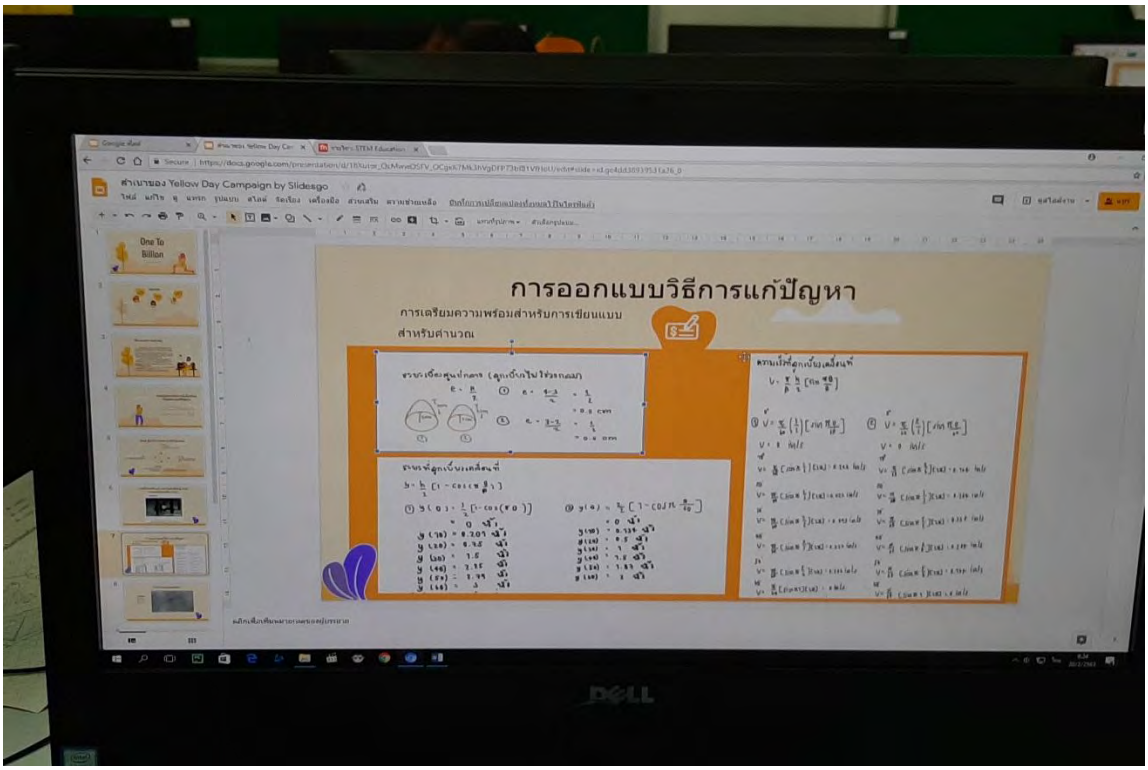
กิจกรรมการจัดการเรียนการสอน 2


17
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
วิทยาศาสตร์
- สมบัติของวัสดุที่ใช้
- การนำวัสดุไปใช้ได้อย่าง
เหมาะสม
เทคโนโลยี
- การใช้อุปกรณ์ในการตัด
วัด และยึดติดอย่างเหมาะสม
STEM
วิศวกรรม
- การออกแบบโครงงานให้
สามารถขยับได้เมื่อมีการหมุน
ลูกเบี้ยว และมีความแข็งแรง
คณิตศาสตร์
- การคำนวณส่วนต่าง ๆ
ของโครงงาน รวมทั้งการ
คำนวณลูกเบี้ยว
DELL


1
ออกแบบวิธีแก้ปัญหา
การคำนวณ
1. ความเยื้องศูนย์ของลูกเบี้ยว
e = h/2
e = ½
e = 0.5 cm = 5 mm
E = 1.5/2
E = 0.75 cm = 7.5 mm
PEAR SHAPED CAM
SLIDE
FLAT FOLLOWER
CENTRE OF ROTATION

32
CMD E-learn


18
ขั้นที่ 1 ระบุปัญ
ขยะเปียก

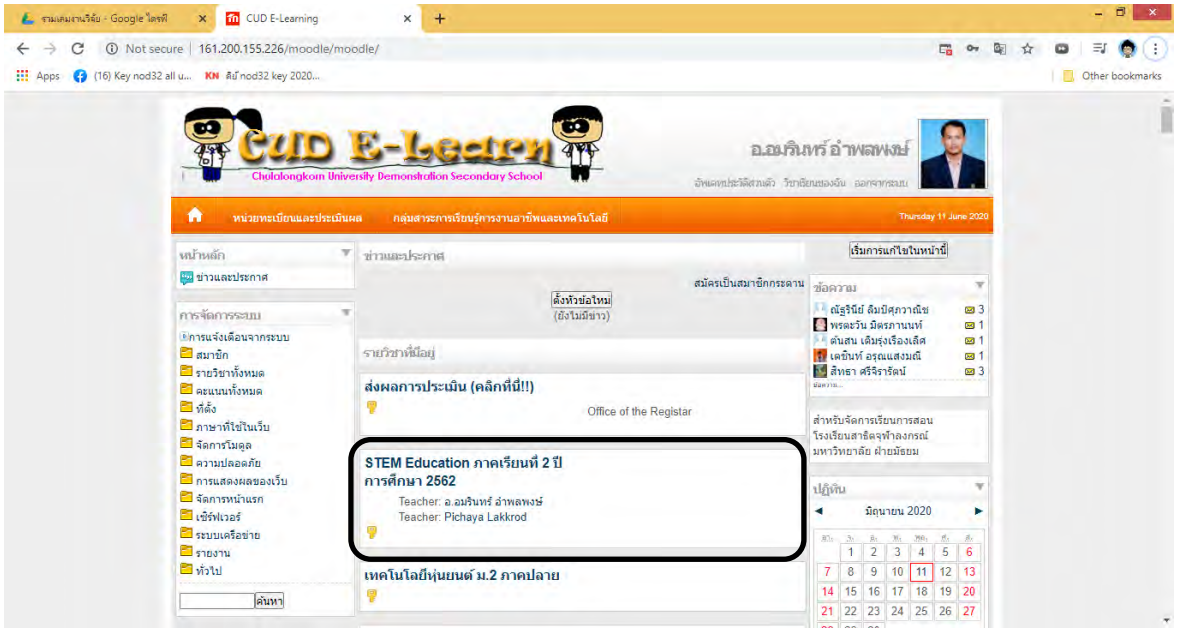

การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
การเตรียมความพร้อมสำหรับการเขียนแบบ
สำหรับคำนวณ

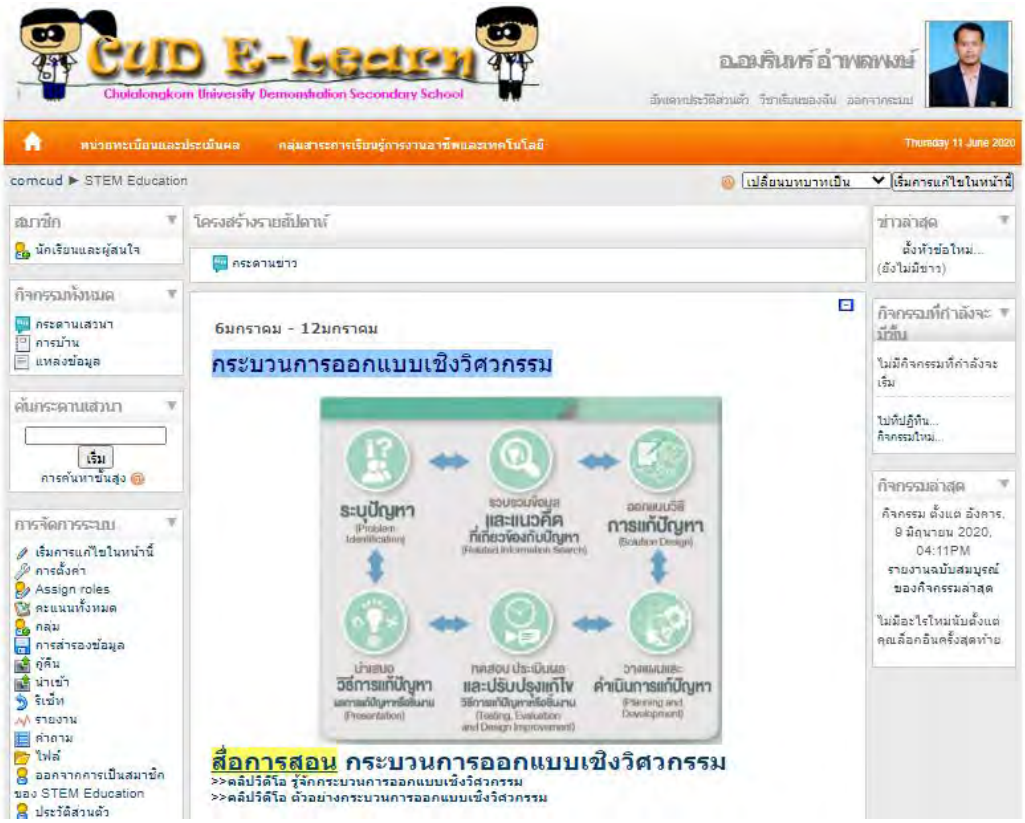
17

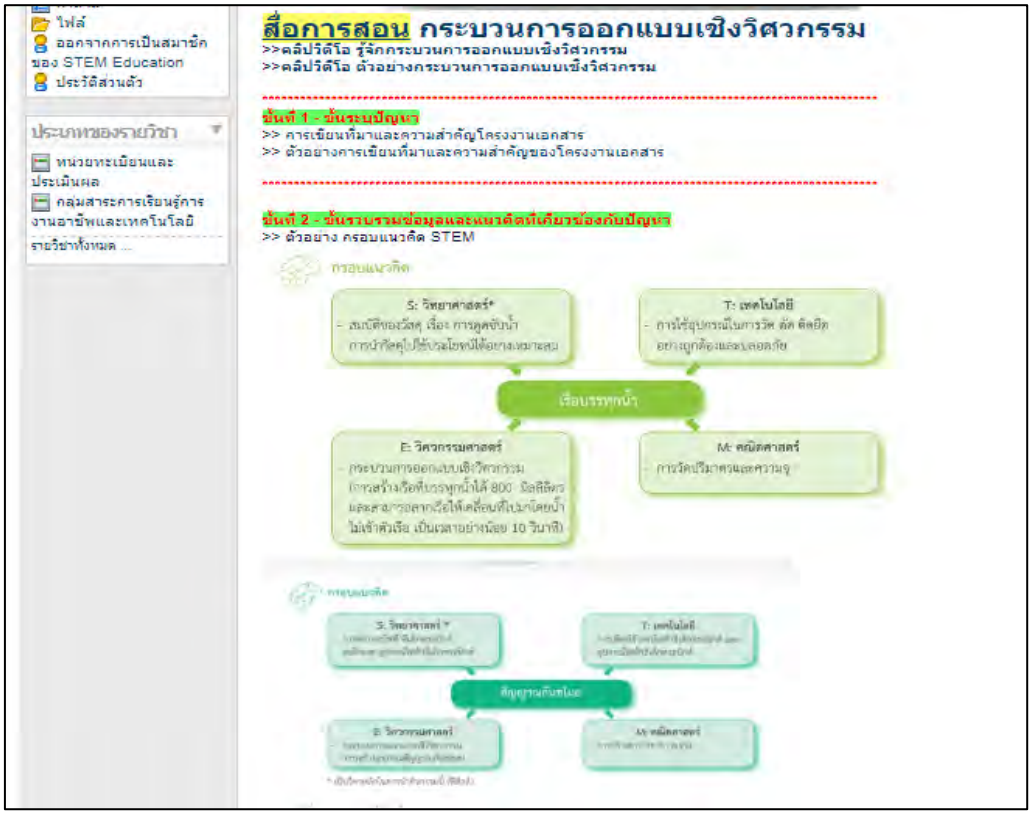
villains
FOOTWEAR
ที่มาและความสำคัญ
≈73 million/year
Stonks
1

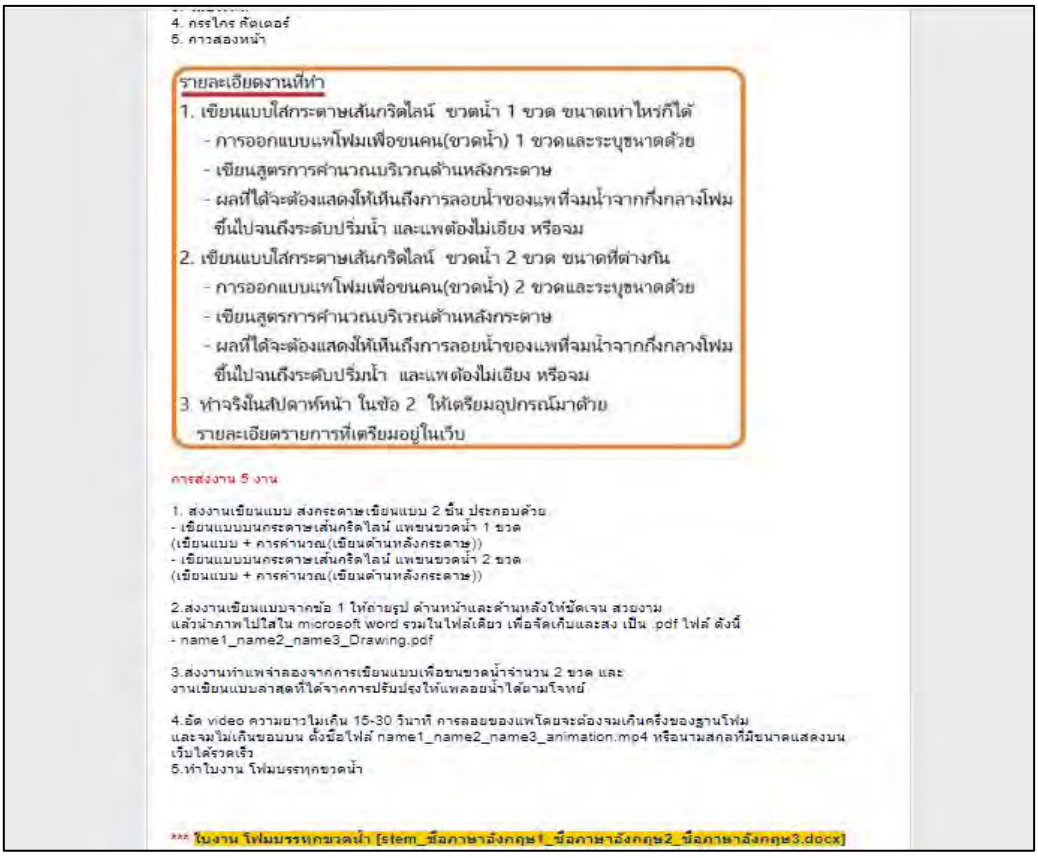
ภาคผนวก ซ

เว็บไซต์หน่วยการเรียนรู้ STEM Education เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์ (Cams Mechanical) วิชาการออกแบบและเทคโนโลยี


CUD E-Learn
Chulalongkorn University Demonstration Secondary School
อ.อมรินทร์ อำพลพงษ์
หน้าหลัก
ข่าวและประกาศ
การจัดการระบบ
ค้นหา
STEM Education ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562
Teacher: อ.อมรินทร์ อำพลพงษ์
Teacher: Pichaya Lakkrod
เทคโนโลยีหุ่นยนต์ ม.2 ภาคปลาย
ส่งผลการประเมิน (คลิกที่นี่!!)
Office of the Registar
ปฏิทิน
มิถุนายน 2020


CUD E-Learn
Chulalongkorn University Demonstration Secondary School
อ.อมรินทร์ อำพลพงษ์
comcud ▶ STEM Education
สมาชิก
กิจกรรมทั้งหมด
ค้นกระดานสนทนา
การจัดการระบบ
6มกราคม - 12มกราคม
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ระบุปัญหา
รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
สื่อการสอน กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
>>คลิปวิดีโอ รู้จักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
>>คลิปวิดีโอ ตัวอย่างกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
ข่าวล่าสุด
กิจกรรมที่กำลังจะมีขึ้น
กิจกรรมล่าสุด





4. กรรไกร คัตเตอร์
5. กาวสองหน้า

รายละเอียดงานที่ทำ

1. เขียนแบบใส่กระดาษเส้นกริดไลน์ ขวดน้ำ 1 ขวด ขนาดเท่าไหร่ก็ได้
   - การออกแบบแพโฟมเพื่อขนคน(ขวดน้ำ) 1 ขวดและระบุขนาดด้วย
   - เขียนสูตรการคำนวณบริเวณด้านหลังกระดาษ
   - ผลที่ได้จะต้องแสดงให้เห็นถึงการลอยน้ำของแพที่จมน้ำจากกึ่งกลางโฟมขึ้นไปจนถึงระดับปริมน้ำ และแพต้องไม่เอียง หรือจม
2. เขียนแบบใส่กระดาษเส้นกริดไลน์ ขวดน้ำ 2 ขวด ขนาดที่ต่างกัน
   - การออกแบบแพโฟมเพื่อขนคน(ขวดน้ำ) 2 ขวดและระบุขนาดด้วย
   - เขียนสูตรการคำนวณบริเวณด้านหลังกระดาษ
   - ผลที่ได้จะต้องแสดงให้เห็นถึงการลอยน้ำของแพที่จมน้ำจากกึ่งกลางโฟมขึ้นไปจนถึงระดับปริมน้ำ และแพต้องไม่เอียง หรือจม
3. ทำจริงในสัปดาห์หน้า ในข้อ 2 ให้เตรียมอุปกรณ์มาด้วย
   รายละเอียดรายการที่เตรียมอยู่ในเว็บ

การส่งงาน 5 งาน

1. ส่งงานเขียนแบบ ส่งกระดาษเขียนแบบ 2 ชิ้น ประกอบด้วย
- เขียนแบบบนกระดาษเส้นกริดไลน์ แพขนขวดน้ำ 1 ขวด
(เขียนแบบ + การคำนวณ(เขียนด้านหลังกระดาษ))
- เขียนแบบบนกระดาษเส้นกริดไลน์ แพขนขวดน้ำ 2 ขวด
(เขียนแบบ + การคำนวณ(เขียนด้านหลังกระดาษ))

2.ส่งงานเขียนแบบจากข้อ 1 ให้ถ่ายรูป ด้านหน้าและด้านหลังให้ชัดเจน สวยงาม
แล้วนำภาพไปใส่ใน microsoft word รวมในไฟล์เดียว เพื่อจัดเก็บและส่ง เป็น .pdf ไฟล์ ดังนี้
- name1_name2_name3_Drawing.pdf

3.ส่งงานทำแพจำลองจากการเขียนแบบเพื่อขนขวดน้ำจำนวน 2 ขวด และ
งานเขียนแบบล่าสุดที่ได้จากการปรับปรุงให้แพลอยน้ำได้ผมโจทย์

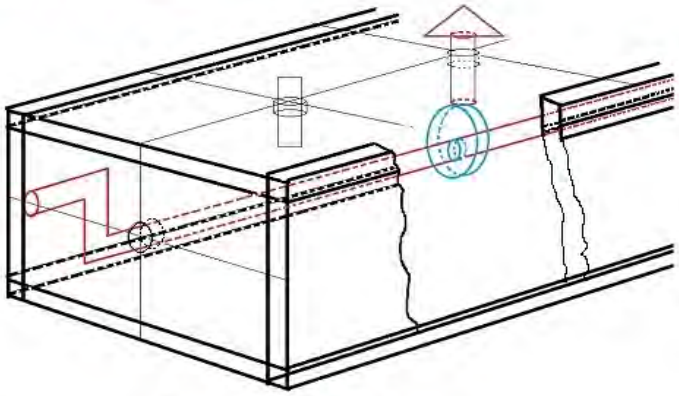
4.อัด video ความยาวไม่เกิน 15-30 วินาที การลอยของแพโดยจะต้องจมเกินครึ่งของฐานโฟม
และจมไม่เกินขอบบน ตั้งชื่อไฟล์ name1_name2_name3_animation.mp4 หรือนามสกุลที่มีขนาดแสดงบนเว็บได้รวดเร็ว
5.ทำใบงาน โฟมบรรทุกขวดน้ำ

*** ใบงาน โฟมบรรทุกขวดน้ำ [stem_ชื่อภาษาอังกฤษ1_ชื่อภาษาอังกฤษ2_ชื่อภาษาอังกฤษ3.docx]

>>เขียนแบบ isometric โครงงานของนักเรียนใส่กระดาษกริดไลน์ และทำการคำนวนใส่ด้านหลังกระดาษ

1. คำนวนระยะเยื้องศูนย์ลูกเบี้ยวทั้ง 2 เคลื่อนที่
2. คำนวนระยะที่ลูกเบี้ยวทั้ง 2 เคลื่อนที่ 0-60 องศา

*** นำมาส่งในการเรียนครั้งหน้า



>> ใบงาน กลศาสตร์ลูกเบี้ยว [cams_ชื่อนักเรียนภาษาอังกฤษ_ห้อง.docx]

ส่งงาน ใบงาน กลศาสตร์ลูกเบี้ยว [cams_ชื่อนักเรียนภาษาอังกฤษ_ห้อง.docx]

****

Ex. How to make mechanic toy 1
Ex. How to make Mechanic toy 2
Ex. mechanic toy 1
Ex. mechanic toy 2

สื่อการสอน การทำรายงานโครงงาน STEM Mechanical Toy

สิ่งที่ต้องส่งก่อนสอบ Final

1. ชิ้นงาน Mechanical Toy
2. รายงานโครงงาน (ไฟล์ word)
3. Presentation นำเสนอ

(ข้อมูลจากรายงานโครงงาน นำเสนอกลุ่มละ 5 นาที
+ วิดีโอการทำงาน Mechanical Toy ไม่เกิน 30 วินาที)

4. คู่มือ Mechanical Toy

(พิมพ์ Presentation ในกระดาษ A4 1 แผ่น/1 slide)

ข้อมูลที่ต้องติดไว้ข้างหลังชิ้นงาน

STEM Education ว 31172/ว 31272

หน่วยการเรียนรู้ STEM Education
เรื่อง การออกแบบลูกเบี้ยวในระบบกลศาสตร์วิชาการออกแบบเทคโนโลยี

STEM Education มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่าขีดความสามารถของประเทศสหรัฐอเมริกา ไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้านดังที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลายๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก โดยพบว่าผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment หรือ PISA) และทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือTIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปีค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Delta Kappan ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Bellanca & Brandt, 2010; Dejarnette, 2012) นอกจากนั้นนักเรียน นักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ลดจำนวนลง ประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ในการนี้ผลการศึกษาระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานนั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้น นโยบายการศึกษาแบบ STEM Education จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้โดยคาดหวังว่า จะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่างๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่นๆ ได้ (Rachel, 2008)

การนำ STEM Education มาสู่กระบวนการจัดการศึกษา การนำแนวคิดต่าง ๆ มาปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการศึกษาเดิมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่นักการศึกษา ผู้ที่เกี่ยวข้อง ครูอาจารย์และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์

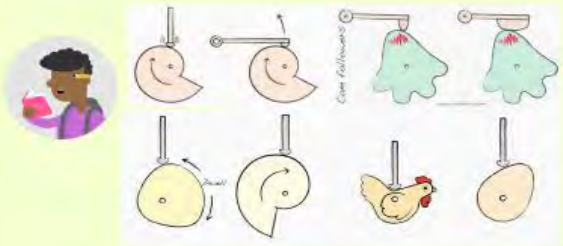
STEM Education ว 31172/ว 31272

สืบค้นจาก : (https://www.ffc8.org/domain/44)

ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ

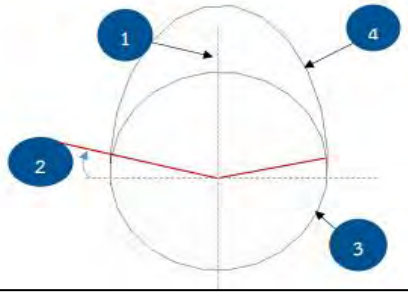
1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้
2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด
3. มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟ (active learning) ของผู้เรียน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้
5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

ชวนคิดจากภาพ นักเรียนลองสังเกตลูกเบี้ยวรูปร่างต่างๆ ว่า เมื่อเคลื่อนที่ครบรอบจะหมุนครบเป็นรูปร่างใด



จากภาพ ลูกเบี้ยวรูปร่างต่างๆ เมื่อเคลื่อนที่ครบรอบ จะหมุนครบเป็นรูปร่างส่วนหนึ่งของวงกลม หรือเรียกว่า 1 รอบ (cycle)

สืบค้นจาก : https://www.robives.com



ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของลูกเบี้ยว

1. จมูก (ยอดของลูกเบี้ยว)
2. มุมยกของลูกเบี้ยว
3. วงกลมฐาน
4. ทางลาด

สูตรการคำนวณหาระยะทางที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่

อาศัยความสัมพันธ์ของความยาวรอบรูปของวงกลมฐาน มุมยกของลูกเบี้ยว และความสูงของยอดลูกเบี้ยว ดังนี้

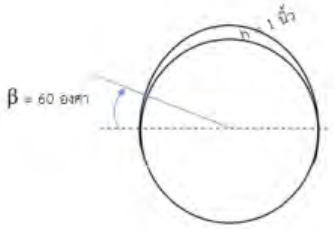
จากสูตร $y = \frac{h}{2}[1 - \cos(\pi\frac{\theta}{\beta})]$

y คือ ระยะที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่ได้ — β คือ มุมยกของลูกเบี้ยว

h คือ ความสูงของยอดลูกเบี้ยว — θ คือ มุมที่ลูกเบี้ยวหมุนไป

STEM Education ว 31172/ว 31272

ตัวอย่างที่ 1 ลูกเบี้ยวที่มีความสูง 1 นิ้ว มีมุมยกของลูกเบี้ยวเท่ากับ 60 องศา จงหาระยะที่ลูกเบี้ยวเคลื่อนที่เมื่อมุมที่ลูกเบี้ยวหมุนไป θ = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 องศา



$y\,(0°) = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\pi\frac{0}{60}\right)\right] = 0.000$ นิ้ว

$y\,(10°) = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\pi\frac{10}{60}\right)\right] = 0.067$ นิ้ว

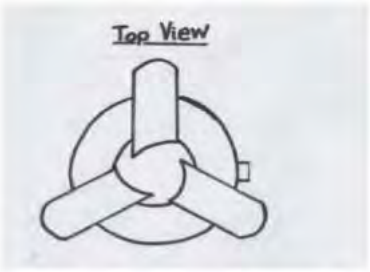
$y\,(20°) = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\pi\frac{20}{60}\right)\right] = 0.250$ นิ้ว

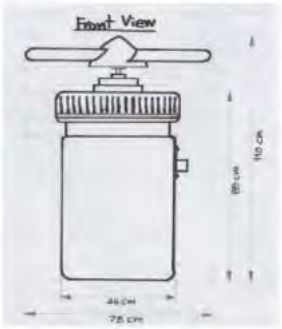
$y\,(30°) = \frac{1}{2}\left[1 - \cos\left(\pi\frac{30}{60}\right)\right] = 0.500$ นิ้ว

ขวดยาแบบมีฝาปิดเป็นขวดพลาสติกที่มีความแข็ง ปลอดภัย อีกทั้ง เมื่อแบตเตอรี่หมดสามารถเปิดฝาขวดเพื่อเปลี่ยนแบตเตอรี่ ได้ง่ายทางผู้ทำโครงงานจึงเลือกขวดกาวลาเท็กซ์ที่ใช้แล้วมาทำพัดลมมือถือแบบพกพา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยละเอียด





ภาพฉายแสดงขนาดสัดส่วนของชิ้นงาน

10
เมคคานิคส์

ปรับปรุงแก้ไข

การปรับปรุงแก้ไขทำได้โดยต่อวงจรที่ขั้วของมอเตอร์ใหม่ เมื่อเปิดสวิตช์พบว่ามอเตอร์หมุนให้แรงลมในทิศทางพุ่งออกจากใบพัด

ประเมินผล

การประเมินชิ้นงานว่าสามารถใช้แก้ปัญหา หรือสนองความต้องการหรือไม่ และพิจารณาถึง ชิ้นงานที่สร้างขึ้นตรงตามความต้องการที่ตั้งไว้ โดยแบบสอบถามมีประเด็นการประเมินดังนี้

1. หน้าที่ประโยชน์การใช้สอย
2. วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรงปลอดภัย
3. มีราคาถูก (ต้นทุนต่อหน่วยการผลิต)
4. ความสะดวกในการใช้งาน

ตัวอย่างแบบประเมินพัดลมเย็นสบายคลายร้อน

ตอนที่ 1 ให้ทำเครื่องหมาย / ลงบนค่าระดับความพึงพอใจที่มีต่อพัดลมเย็นสบายคลายร้อน

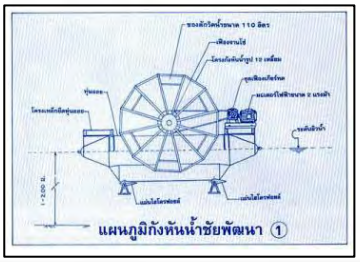
รายการ	มากที่-สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
หน้าที่ประโยชน์ใช้สอย					
วัสดุที่ใช้มีความแข็งแรง					
มีราคาถูก					
ความสะดวกในการใช้งาน					

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

18 กังหันน้ำชัยพัฒนา

หลักการกลไกทางด้านเมคานิคส์ หรือกลไกทางด้านวิศวกรรมเครื่องกลหลักการของ STEM Education กังหันน้ำชัยพัฒนา พระบาทสมเด็จพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงพระราชทานพระราชดำริในการแก้ไขปัญหาน้ำเสียด้วยการใช้เครื่องกลเติมอากาศโดยพระราชทานรูปแบบสิ่งประดิษฐ์ที่เรียบง่าย แต่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในชื่อ **กังหันน้ำชัยพัฒนา** และนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำตามสถานที่ต่าง ๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ



แผนภูมิกังหันน้ำชัยพัฒนา ①

46
เมคคานิคส์

STEM Education ว 31172/ว 31272

เครื่องกลเติมอากาศที่ผิวน้ำหมุนช้าแบบทุ่นลอย ได้เสด็จพระราชดำเนินทอดพระเนตรสภาพน้ำเสียในพื้นที่หลายแห่งหลายครั้ง ทั้งในเขตกรุงเทพมหานคร ปริมณฑล และต่างจังหวัด พร้อมทั้งพระราชทานพระราชดำริเกี่ยวกับการแก้ไขน้ำเน่าเสีย ในระยะแรกระหว่างปี พ.ศ. 2527-2530 ทรงแนะนำให้ใช้น้ำที่มีคุณภาพดีช่วยบรรเทาน้ำเสียและวิธีกรองน้ำเสียด้วยผักตบชวาและพืชน้ำต่างๆ ซึ่งก็สามารถช่วยแก้ไขปัญหาได้ผลในระดับหนึ่ง ต่อมาในช่วงปี

วิธีการคำนวณหาจำนวนเครื่องกังหันน้ำชัยพัฒนา เพื่อใช้บำบัดน้ำเสียจากชุมชน

ก. ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด

1. อัตราการไหลของน้ำเสีย (Q) มีหน่วยเป็น $ม^3$ / วัน
2. ความสกปรกน้ำเสีย (BOD_5) มีหน่วยเป็น ม.ก/ลิตร
3. สมรรถนะในการถ่ายเทออกซิเจนของกังหันน้ำชัยพัฒนา มีหน่วยเป็นกิโลกรัมของออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง
4. ขนาดแรงม้าของกังหันน้ำชัยพัฒนา

ข. ตัวอย่างการคำนวณ

สมมุติให้ อัตราการไหลของน้ำเสีย (Q) = 300 $ม^3$ / วัน
= 300 x 1,000 กก. / วัน

สมมุติให้ความสกปรกของน้ำเสีย (BOD_5) = 250 x มก./ลิตร

$$= \frac{250}{1000 \times 1000} \text{ กก.}$$

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล อมรินทร์ อำพลพงษ์

วัน เดือน ปี เกิด 30 มิ.ย.2513

ที่อยู่ปัจจุบัน 99/266 หมู่บ้านธนานนท์ ซอย 10 ต.บางกร่าง อ.เมือง จ.นนทบุรี

ที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์สาธิตชำนาญการ

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2532 โรงงานผลิตกระสุนปืนใหญ่และลูกระเบิดยิง ศูนย์อำนวยการสร้างอาวุธกองทัพบก

พ.ศ. 2539

-ปัจจุบัน โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2532 ปวช. โรงเรียนช่างฝีมือทหาร

พ.ศ. 2537 คบ. (คอมพิวเตอร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏลพบุรี

พ.ศ. 2541 วทม. (วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์) วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การติดต่อ

หมายเลขโทรศัพท์ : 0953272273

อีเมล : uamarin1@gmail.com