# เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

ปฏิภาณ พิทักษา

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

# GLIDER: STEM BASED LEARNING FOR SCIENCE

PATIPAN PHITAKSA

AN INDEPENDET STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN SCIENCE EDUCATION

FACULTY OF SCIENCE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2018

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

**ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ**

**มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**

**ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์**

**เรื่อง** เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

**ผู้วิจัย** นายปฏิภาณ พิทักษา

**คณะกรรมการสอบ**

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา | ประธานกรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม | กรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร | กรรมการ |

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา)

| | |
|---|---|
| ..... | ..... |
| (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริดา ปุกหุต) | (รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์) |
| คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ | รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ |

**ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**

**ปีการศึกษา 2561**

# กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พรไตร อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและติดตามช่วยเหลือการการค้นคว้าอิสระครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูกรรณิการ์ แท่นคำ ที่ให้คำแนะนำและตรวจสอบเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ท่านรองผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้ตลอดระยะเวลาที่ศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร ทุก ๆ คน ที่ร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและเป็นครูคนแรกของผู้วิจัย และขอบใจบุตรสาวและบุตรชายที่คอยเป็นกำลังใจ ขอบพระคุณผู้มีพระคุณและกัลยาณมิตรนักศึกษาปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ให้การค้นคว้าอิสระเล่มนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดาผู้ให้ชีวิต ให้การเลี้ยงดูและให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จตามลำดับมาโดยตลอด

ปฏิภาณ พิทักษา
ผู้วิจัย

# บทคัดย่อ


ชื่อเรื่อง : เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัย : ปฏิภาณ พิทักษา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา

คำสำคัญ : แรง, การแก้ปัญหา, ผลทดสอบ, การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา (1) ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาด้วยเครื่องร่อน (2) ผลการทดสอบเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (3) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องร่อน กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้เป็นครูในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรม จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 12 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ผู้เข้าอบรมมีพัฒนาการในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพิ่มสูงขึ้น ผู้เข้าอบรมมีคะแนนทดสอบหลังเรียน (ค่าเฉลี่ย 98.13) สูงกว่าก่อนเรียน (ค่าเฉลี่ย 65.42 ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 คะแนน ผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.99)

# ABSTRACT

TITLE : GLIDER: STEM BASED LEARNING FOR SCIENCE
AUTHOR : PATIPAN PHITAKSA
DEGREE : MASTER OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : ASST. PROF. KARNTARAT WUTTISELA, Ph.D.
KEYWORDS : FORCE, PROBLEM SOLVING, STEM EDUCATION, SATISFACTION TOWARDS STEM EDUCATION

The objectives of this research were to investigate (1) effects of stem education in glider activity (2) pre and post learning achievement (3) teacher's learning improvement who attended the training of STEM education and (4) teachers' satisfaction of learning about force towards STEM education. The participants were 40 teachers who attend in a stem education camp. The instruments used in this study consisted of a STEM education lesson plan, a 12 items essay test, and 12 items questionnaire about teachers' satisfaction towards STEM education learning activities. Result revealed that teachers who learn towards STEM education have increase development of engineering design process. The teachers' scores in the post achievement test (mean 98.13) were higher than scores in the pre achievement test (mean 65.42) at a significant t test level of 0.05. The teachers were satisfied with STEM education learning activities at the highest level (mean 4.99).

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **กิตติกรรมประกาศ** | **ก** |
| **บทคัดย่อภาษาไทย** | **ข** |
| **บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** | **ค** |
| **สารบัญ** | **ง** |
| **สารบัญตาราง** | **ฉ** |
| **สารบัญภาพ** | **ซ** |
| **บทที่ 1 บทนำ** | |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| 1.3 สมมติฐานของการวิจัย | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 4 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ | 4 |
| **บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | |
| 2.1 แนวคิดทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 6 |
| 2.2 วิศวกรรมกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา | 14 |
| 2.3 ความพึงพอใจ | 16 |
| 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 16 |
| **บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย** | |
| 3.1 แบบแผนการวิจัย | 19 |
| 3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง | 20 |
| 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล | 20 |
| 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล | 23 |
| 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล | 24 |

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

**บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล**

4.1 ผลการศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของครูผู้เข้าอบรม โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา 26

4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 46

4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 51

**บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ**

5.1 สรุปผลการวิจัย 55

5.2 ข้อเสนอแนะ 56

**เอกสารอ้างอิง** **57**

**ภาคผนวก**

ก การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 63

ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ 71

ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 77

ง ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ 120

จ รายนามผู้เชี่ยวชาญ 125

**ประวัติผู้วิจัย** **127**

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้ | 21 |
| 3.2 | การกำหนดข้อสอบก่อนเรียนหลังเรียน เรื่อง แรง | 22 |
| 3.3 | เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบวก | 23 |
| 4.1 | ผลการประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กิจกรรมการสร้างเครื่องร่อน | 26 |
| 4.2 | ผลการประเมินด้านการระบุปัญหา | 28 |
| 4.3 | ผลการประเมินด้านการนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | 29 |
| 4.4 | ผลการประเมินด้านการออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน | 34 |
| 4.5 | ผลการประเมินด้านการวางแผน และการสร้างเครื่องร่อน | 37 |
| 4.6 | ใบกิจกรรมบันทึกเวลาร่อนของเครื่องร่อน | 38 |
| 4.7 | ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพของเครื่องร่อน | 39 |
| 4.8 | ผลการประเมินด้านการนำเสนอ | 40 |
| 4.9 | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 41 |
| 4.10 | คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 42 |
| 4.11 | ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน ของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 46 |
| 4.12 | สรุปผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล | 48 |
| 4.13 | ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | 49 |
| 4.14 | สรุปผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ | 50 |
| 4.15 | ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจรายข้อ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 51 |

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| ก.1 | การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา | 64 |
| ก.2 | การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทางการเรียน | 65 |
| ก.3 | การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 66 |
| ก.4 | ผลการทดสอบทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ของครูที่เข้าอบรมอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา | 67 |
| ก.5 | ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูผู้เข้าอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา | 69 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | คะแนนการระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | 27 |
| 4.2 | ภาพผู้เข้าอบรมร่วมกันระดมสมองเพื่อระบุเงื่อนไขหรือความต้องการจากสถานการณ์ที่กำหนด | 28 |
| 4.3 | คะแนนการนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาจากเงื่อนไขที่กำหนดให้ | 29 |
| 4.4 | ตัวอย่างใบกิจกรรมการเลือกใช้วัสดุจากใบรายการสินค้าที่กำหนดให้ | 30 |
| 4.5 | ผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิด ทดลอง อภิปรายองค์ความรู้และเลือกแนวคิด | 31 |
| 4.6 | ตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างครบถ้วน | 32 |
| 4.7 | ตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างไม่ครบถ้วน | 33 |
| 4.8 | คะแนนการออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน | 34 |
| 4.9 | ตัวอย่างใบกิจกรรมขั้นตอนการประกอบสร้างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน | 35 |
| 4.10 | ผู้เข้าอบรมสร้างเครื่องร่อนตามที่ได้ออกแบบไว้ | 36 |
| 4.11 | คะแนนการวางแผนและการสร้างเครื่องร่อน | 36 |
| 4.12 | ผู้เข้าอบรมทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น | 37 |
| 4.13 | คะแนนประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น | 38 |
| 4.14 | ผู้เข้าอบรมนำเสนอผลงาน | 39 |
| 4.15 | คะแนนการนำเสนอชิ้นงาน | 40 |
| 4.16 | ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา | 42 |
| 4.17 | ตัวอย่างผลงานผู้เข้าอบรมจากใบกิจกรรมส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน | 43 |
| 4.18 | กิจกรรมการทดลองการหาจุดสมดุล | 44 |
| 4.19 | กิจกรรมการทดลองการเกิดแรงยก | 44 |
| 4.20 | อบรมกำลังขัดแพนอากาศที่ปีกเพื่อให้เกิดแรงยก | 45 |
| 4.21 | ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล | 47 |

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.22 | เปรียบเทียบจำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อจากการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน | 48 |
| 4.23 | ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 49 |
| 4.24 | ตัวอย่างข้อสอบข้อที่ 12 | 50 |
| 4.25 | เปรียบเทียบความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในแต่ละด้าน | 53 |
| 4.26 | ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา | 54 |
| ง.1 | ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมการระบุปัญหา | 121 |
| ง.2 | ผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิด ทดลอง อภิปรายองค์ความรู้และเลือกแนวคิด | 121 |
| ง.3 | ผู้เข้าอบรมเลือกวัสดุและอุปกรณ์ในการประกอบสร้างเครื่องร่อน | 122 |
| ง.4 | ผู้เข้าอบรมออกแบบเครื่องร่อนตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนด | 122 |
| ง.5 | ผู้เข้าอบรมสร้างเครื่องร่อนตามที่ได้ออกแบบไว้ | 123 |
| ง.6 | ผู้เข้าอบรมทดสอบเครื่องร่อนที่สร้างขึ้นและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกัน | 123 |
| ง.7 | เข้าอบรมนำเสนอผลงาน | 124 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพราะความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้แต่ละประเทศมีอัตราการแข่งกันกันในด้านต่าง ๆ ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการพัฒนาในทรัพยากรมนุษย์ที่มีความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อเป็นกำลังสำคัญของชาติเพื่อเกิดการคิดค้นประดิษฐ์หรือคิดสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อให้สามารถแข่งขันในด้านประโยชน์ของเศรษฐกิจ ทั้งนี้ทางด้านกระทรวงศึกษาธิการที่ได้มีการปรับปรุงเปลี่ยนหลักสูตรและวิธีการสอนอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การศึกษาช่วยผลิตทรัพยากรมนุษย์ที่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานในอนาคต จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ได้มีเจตนารมณ์ ที่ต้องการเน้นว่าการจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนา คนไทย ให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งร่างกายและจิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรม ในการดำเนินชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมี ความสุข โดยการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคน มีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียน มีความสำคัญที่สุดและนอกจากนี้ยังระบุว่าให้สถานศึกษา จัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ ใช้ความรู้ ตลอดจนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง คิดเป็น ทำเป็น (พงศธร มหาวิจิตร, 2552: 73)

ปัจจุบันการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นการสอนแยกออกเป็นวิชาและขาดการเชื่อมโยงวิถีชีวิต ทำให้นักเรียนมีผลการเรียนลดลงซึ่งเห็นได้จากปัญหาการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) เปิดเผยผลการสอบวิทยาศาสตร์ในโครงการประเมินผลการเรียนนานาชาติ (PISA) ในปี 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 444 คะแนน สูงจาก PISA ปี 2009 (425) คะแนน เมื่อเทียบกับ PISA ปี 2000 มีแนวโน้มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ยขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและพัฒนา (โครงการ PISA ประเทศไทย สสวท กระทรวงศึกษาธิการ, 2556) เป็นเพราะว่านักเรียนยังขาดทักษะการคิดและทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้แก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ควรจะเป็นการจัดกิจกรรมที่ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในด้านกระบวนการหรือวิธีการไปใช้สืบเสาะแสวงหาความรู้

เพื่อตอบข้อสงสัยหรือคำถามในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติหรือสิ่งต่าง ๆ รอบตัว แล้วสามารถใช้ความรู้หรือหลักการคิดวิเคราะห์เพื่อค้นหาคำตอบแล้วสามารถอธิบายออกมาได้ด้วยเหตุและผล ซึ่งการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นในการดำรงชีวิตเพื่อการสร้างและพัฒนานวัตกรรมเพื่อการสร้างอาชีพและเตรียมพร้อมเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นผู้จัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ครูผู้สอนต้องมีการปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 เน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยได้เป็นวิทยากรอบรมครูและส่งนักเรียนเข้าร่วมการแข่งขันกิจกรรมเครื่องร่อนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ของ สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ได้พบปะพูดคุยและแลกเปลี่ยนประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) กับครูผู้สอนจากหลากหลายโรงเรียนพบว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังเป็นเรื่องใหม่ ครูหลายคนยังไม่เข้าใจในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบในเชิงวิศวกรรมผ่านกิจกรรม โครงงาน หรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดเชื่อมโยงที่เป็นระบบ โดยที่ผู้เรียนต้องเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนว่าต้องการแก้ไขปัญหาหรือกำลังต้องการอะไร โดยมีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดใดบ้าง มาใช้แก้ปัญหาหรือแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้เรียนต้องนำเอาความรู้ความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี มาวิเคราะห์ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงเพื่อการพัฒนาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ต่อไป ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะส่งเสริมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ให้กับครูผู้สอนในระดับชั้นประถมศึกษาผ่านของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกิจกรรม เครื่องร่อน (GLIDER) มาใช้ในการจัดกิจกรรมโดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน เพื่อให้ครูที่เข้ารับการอบรมได้นำความรู้ในด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและเนื้อหาวิชาการ มาบูรณาการผ่านการลงมือปฏิบัติในการสร้างเครื่องร่อน ไปพัฒนาต่อยอดในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับกิจกรรมนี้ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยทางการศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูที่เข้าอบรมตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของครูที่เข้าอบรมตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ได้แก่

1.2.2.1 แบบรายชั้น (Class normalized change)

1.2.2.2 แบบรายบุคคล (Single student normalized change)

1.2.3.3 แบบรายข้อ (Single test item normalized change)

1.2.3 เพื่อศึกษาผลการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ของครูที่เข้าอบรมตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน

1.2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูที่เข้าอบรมตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน

## 1.3 สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยทางการศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน : การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา มีสมมติฐานทั้งหมด 4 ข้อ ดังนี้

1.3.1 ครูสามารถออกแบบและสร้างเครื่องร่อนได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.3.2 ครูมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)

1.3.3 ครูมีคะแนนทดสอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

1.3.4 ครูมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อนอยู่ในระดับมากที่สุด

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูประถมศึกษา จำนวน 40 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เหตุผลการเลือกครูระดับประถมศึกษา เนื่องจากครูระดับประถมศึกษาที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรม มีความสนใจในเรื่องแรง อากาศพลศาสตร์ และการสร้างเครื่องร่อน โดยสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้สามารถนำความรู้หลังจากจัดกิจกรรมไปประยุกต์ใช้และถ่ายทอดไปยังนักเรียน จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้เป็นอย่างดี

**1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา**

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่องเครื่องร่อน ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูผู้เข้าอบรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็ม

2) ผลการทดสอบทางการเรียนและความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้เข้าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็ม

3) ความพึงพอใจของครูผู้เข้าอบรมต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็ม

**1.4.3 ระยะเวลาในการดำเนินการ**

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 รวมระยะเวลา 2 วันจำนวน 12 ชั่วโมง วันที่ 30 มิถุนายน–1 กรกฎาคม 2561

**1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย**

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สมบัติของวัสดุและการนำไปใช้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง แรง และหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ความดันอากาศ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ครูผู้เข้าอบรมสามารถสร้างนวัตกรรม ชิ้นงาน หรือคิดวิธีการ ต่อยอดจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ได้เรียนรู้มา ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.5.2 เป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.5.3 ครูผู้เข้าอบรมสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ไปจัดกับนักเรียนได้

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

**1.6.1 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา** หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) เทคโนโลยี (Technology) และวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) บูรณาการจนนำไปสู่กระบวนการออกแบบหรือสร้างชิ้นตามขั้นตอน

ของกระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์ 2) รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและศึกษาจากสถานการณ์ 3) เลือกวิธีการที่เหมาะสมจากข้อมูลที่มีอยู่ 4) ออกแบบชิ้นงานตามเงื่อนไขของปัญหา 5) ทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานที่สร้างขึ้น และ 6) ปรับปรุงชิ้นงานที่ได้ให้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนนำเอาความรู้จากการจัดกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

**1.6.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หรือ Engineering Design Process: EDP** อ้างอิงจากเอกสารการประชุม International Technology Education Association (2005). Invention: the invention crusade (Page 5) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา (identify a challenge) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (explore ideas)การวางแผนและพัฒนา (plan and develop) การทดสอบและประเมินผล (test and evaluate) การนำเสนอผลลัพธ์(present the solution) อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสะเต็ม ประชารัฐได้เปลี่ยนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจาก 5 ขั้นตอนเป็น 6ขั้นตอนแล้วโดยแบ่งเป็น 1) ระบุปัญหาที่พบ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหาโดยเชื่อมโยงความรู้และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

**1.6.3 ความพึงพอใจ** หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของครูที่เข้าอบรมที่มีต่อการทำกิจกรรมหรือหลังจากทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องร่อน โดยวัดจากแบบวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ Likert (Likert Scale) จำนวน 12 ข้อ

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.2 วิศวกรรมกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3 ความพึงพอใจ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 แนวคิดทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

### 2.1.1 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556: 50) และสภาวิจัยแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Research Council: NRC) ได้กล่าวถึงแนวคิดและลักษณะที่สำคัญของการจัดการ เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไว้ดังนี้

(1) เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) คือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม(Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของ แต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

(1.1) วิทยาศาสตร์ (Science) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักใช้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้ วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry- based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึก ท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

(1.2) เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงาน

ทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึง คอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

(1.3) วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนา นวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

(1.4) คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้น แต่ เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและ คุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็ก หรือ การทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

(2) เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล จนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning Problem-based Learning Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย นอกจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาดังกล่าว ข้างต้นแล้วยังเป็นการบรูณาการด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่าและสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

(3) เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

(3.1) ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา

(3.2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

(3.3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำ ตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นนักการศึกษา ก็ยังมีการบูรณาการศาสตร์อื่นประกอบ เพื่อให้การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) นั้นครอบคลุม และพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษา สะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีการบูรณาการศิลปะ (Art) ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์และมีจินตนาการยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพหรือการสร้างโมเดลจำลองทำให้ชิ้นงานนั้นมีความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็น ชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม (ยศวีร์ สายฟ้า, 2555) นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559: 13) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่ (1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ บูรณาการความรู้ และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในระหว่างการเรียนรู้ (2) มีการท้า ทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (3) มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบแอกทีฟ (active learning) ของผู้เรียน (4) ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำ กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ และ (5) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความ เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

**2.1.2 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

ในสังคมโลกในขณะนี้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าเทคโนโลยีการสื่อสารก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมหาศาลอยู่ในแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้าทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้นเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานกับนานาอารยะประเทศได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต ส่วนของผู้สอนและผู้เรียนก็ต้องมีปรับเปลี่ยนตนเองให้มีทักษะที่จำเป็นในการเป็นผู้สอนและผู้เรียนสำหรับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งกำลังเป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจกล่าวถึงกันอย่างมากในวงวิชาการ

สำหรับประเทศไทย คณะกรรมาธิการการสื่อสารมวลชน การวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสารสนเทศ สภานิติบัญญัติแห่งชาติ (2558: 6-7) ได้กล่าวถึงความสำคัญของสะเต็ม (STEM) และสะเต็มศึกษา (STEM Education) ว่าประเทศไทยยังให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมน้อยมาก ทำให้ขาดองค์ประกอบที่สำคัญต่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจที่เป็นรูปธรรม และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางนวัตกรรมและความรู้ที่ยั่งยืน สังคมไทยไม่ได้ใช้ความรู้และข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการตัดสินใจแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจและสังคม หรือภัยพิบัติต่าง ๆ โครงสร้างพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม

ไม่เพียงพอและเชื่อมโยง ขาดช่องทางการเข้าถึงที่มีประสิทธิภาพ การผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมไม่เพียงพอทั้งปริมาณและคุณภาพ ขาดการมีส่วนร่วมของภาคการผลิต ทำให้มีข้อจำกัดในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ ระบบข้อมูลไม่ครบถ้วนไม่ถูกต้องไม่บูรณาการและเข้าไม่ถึง จึงจำเป็นจะต้องมีการปฏิรูปแนวทางการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมอย่างเร่งด่วน

โจทย์ที่สำคัญและท้าทายรัฐบาลในปัจจุบันและอนาคตคือการก้าวพ้นกับดัก ประเทศรายได้ปานกลาง (Middle Income Trap) ในขณะเดียวกันประเทศไทยที่กำลังจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ทำให้มีสัดส่วนของประชากรในวัยทำงานลดลง การออกจากกับดักที่ต้องเพิ่มรายได้ 18 ต่อหัวประชาชาติด้วยจำนวนแรงงานลดลงนี้ จำเป็นต้องเพิ่มทักษะและคุณภาพของแรงงานด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) น่าจะเป็นคำตอบที่จะสามารถช่วยเพิ่มการสร้างผลผลิต (Productivity) ของประเทศขึ้นได้ เพราะสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะสามารถช่วยสร้างทักษะด้านสะเต็มให้แก่เยาวชนในระบบการศึกษาผลิตกำลังคนที่มีทักษะด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ตลอดจนช่วยยกระดับทักษะขีด ความสามารถทางเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของประชากรในวัยทำงาน (Career Development) อีกด้วย โดยเฉพาะแรงงานในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม เพื่อให้บริษัทเหล่านี้สามารถพัฒนาไปสู่บริษัทที่มีทักษะและความสามารถที่จะผลิตสินค้าคุณภาพสูงได้ ประเทศไทยจำเป็นต้องยกระดับ การลงทุนทางด้านการวิจัยและพัฒนาจะต้องยกระดับขึ้นไปอีกระดับ จึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม เพื่อรองรับการลงทุนนี้ ไม่เพียงแต่ใน สถาบันอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา แต่จำเป็นต้องเริ่มพัฒนากำลังคนในการสร้างความรู้ความเข้าใจ และแรงบันดาลใจให้แก่ผู้เรียนระดับประถมศึกษา จะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ โดยครูจะต้อง สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ตั้งคำถามแล้วหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถทำงานเป็น กลุ่มในระดับมัธยมศึกษาจะต้องนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้มากขึ้น ดังนั้นการเรียนการสอน วิธีการวัดผล สำหรับสะเต็มศึกษาจะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนจากการเรียนทฤษฎี เพียง อย่างเดียวเป็นการเรียนที่มีการลงมือปฏิบัติมากขึ้น ในระดับอุดมศึกษาก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ตัวอย่างเช่น การผลิตวิศวกรในปัจจุบันมุ่งเน้นการทำงานในโรงงานนั้นพบปัญหาว่าวิศวกรเหล่านี้ทำงานได้เพียงระดับปฏิบัติการทั่วไป แต่ความสามารถในการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ ยังไม่มากนัก อาจเนื่องมาจากความรู้พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอหรือเหมาะสม การใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) น่าจะช่วยให้วิศวกรเข้าใจและมีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นในการนำไปสร้างพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือสรรค์ สร้างนวัตกรรมต่าง ๆ เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาการเชื่อมต่อองค์ความรู้ และการนำงานวิจัยไปสู่การใช้จริงได้

**2.1.3 การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน**

การนำแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ลงสู่ภาคปฏิบัติในชั้นเรียน สามารถทำได้ในรูปของ การบูรณาการด้านเนื้อหา ทักษะปฏิบัติการ กิจกรรมการเรียนรู้ หรือการประยุกต์ความรู้ที่สามารถปฏิบัติ ได้ทั้งแบบแยกรายวิชา และแบบรวมรายวิชา ตามข้อเสนอแนะของ เขมวดี พงศานนท์ (2557) ดังนี้

2.1.1.3 ระดับการบูรณาการสะเต็มศึกษา (STEM Education) สู่ชั้นเรียน การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary) หมายถึง ผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์

2.1.1.2 การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary) หมายถึง ผู้สอน จัดการเรียนรู้ด้าน เนื้อหาและทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษา (STEM Education) แยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยีวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ แต่ได้มีการกำหนดหัวข้อหลัก (theme) หรือหัวข้อเรื่องที่จะจัดการเรียนรู้เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันได้

2.1.1.3 การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หมายถึง ผู้สอนจับคู่ หรือตั้งทีมงานช่วยกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา และทักษะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกัน ป็นการรวมกันมากกว่า 1 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ทั้งนี้เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็น ความสอดคล้องและสัมพันธ์กันของวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2.1.1.4 การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary) หมายถึง ผู้สอน ทั้ง 4 สาขาวิชาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ร่วมมือกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และ ทักษะต่าง ๆ ของทั้ง 4 สาขาวิชา ได้แก ' วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริง และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้นเรียนสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (disciplinary) การบูรณาการแบบพหุวิทยากร (multidisciplinary integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (interdisciplinary integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (transdisciplinary integration)

**2.1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา**

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายได้แก่

2.1.4.1 จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2.1.4.2 จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจโดยร่วมกันสำรวจสังเกตและกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจมีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกันโดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็นและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชนและนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

2.1.4.3 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบสะเต็ม (STEM) คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (National Research Council, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) การระบุปัญหา (Identify problem) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจ มีการดำเนินการ ซึ่งได้แก่

2.1) การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้ว หรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2) การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้ แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอน ย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของ ผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อ แก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มี ประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งใน กระบวนการแก้ปัญหา

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพ ตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับ ปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและ ดำเนินการ แก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา กระบวนการ ออกแบบเชิง วิศวกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาซึ่งมีทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการระบุปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

5) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

**2.1.5 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64-65) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ดังนี้

2.1.5.1 จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้นน่าสนใจสนุกสนานมีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2.1.5.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

2.1.5.3 จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

2.1.5.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระได้แก่สาระวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีโดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2.1.5.5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.1.5.6 เป็นผู้โค้ช (Coach) หรือเป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

2.1.5.7 ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

2.1.5.8 ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่ หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลองโดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

**2.1.6 การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

การวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) นั้น เน้นการวัดและประเมินผลใน สภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและ ประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการ เรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นที่ควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็ม ศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผล

ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนา เต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 17-20)

**2.2 วิศวกรรมกรรมศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**

อภิสิทธิ์ ธงไธย (2556) ได้กล่าวว่า วิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ปรากฏในประเทศสหรัฐอเมริกา มีความหมายเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (constraints and criteria) ที่กำหนดส่วนมากจะกล่าวถึงการออกแบบว่ากระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) ซึ่งวิศวกรรมในระดับการศึกษา ขั้นพื้นฐานเป็นการนำเอาองค์ความรู้โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริง ทั้งนี้กระบวนการ ออกแบบทางวิศวกรรมเป็นเพียงกระบวนการทำ งานที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา เข้าใจกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ของวิศวกรที่ ต้องมีการวางแผนการทำงานการทดสอบ ปรับปรุงแกไขคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อทดสอบวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งกระบวนการนี้จะคล้ายกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ ต้องมีปัญหาหรือข้อสงสัย การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลองและการลงข้อสรุป โดยจุด ต่างที่สำคัญระหว่างกระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือ การออกแบบ 24 ทางเลือกเพื่อแก้ปัญหาที่หลากหลายแล้ววิเคราะห์หาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดซึ่งอาจไม่ใช่แนวทาง ที่ถูกต้องที่สุด ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการทางวิศวกรรมนอกจากนั้นกระบวนการทางวิศวกรรมเน้นที่การประยุกต์ใช้องค์ความรู้เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงานออกมา ในขณะที่กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มักมุ่งไปที่การได้มาซึ่งคำตอบของข้อสงสัยหรือองค์ความรู้ที่เป็นทฤษฎีเท่านั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558 ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมว่าเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ ซึ่งมีได้หลายรูปแบบแต่มีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

(1) การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำ ความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นที่จะต้องหาวิธีการหรือสร้างนวัตกรรม (innovation) เพื่อ แก้ไขปัญหาดังกล่าว

(2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ความคุ้มทุน ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิด แนวทางหรือวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

(3) การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำ เนินการให้ชัดเจน รวมถึงการออกแบบ และพัฒนาต้นแบบ (prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

(4) การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมิน การใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจนำถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ใหม่ประสิทธิภาพในการแก้ไขมากยิ่งขึ้น

(5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

เนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูที่ผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งงานวิจัยนี้จัดเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพโดยเก็บข้อมูลด้วยวิธีการการที่หลากหลายและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการตีความและการสร้างความหมาย ดังนั้นการวัดและประเมินผลควรเป็นดังนี้ (ลือชา ลดาชาติ, 2555)

(1) ใช้วิธีการต่าง ๆ ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ อะนุทินสะท้อนความคิดและการวิเคราะห์เอกสาร

(2) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพดังนี้

(2.1) การจัดเตรียมข้อมูลเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยจัดกระทำข้อมูลดิบให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมสำ หรับการตีความและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด

(2.2) การแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยอ่านข้อมูลที่ผ่านการจัดเตรียมข้อมูลแล้วอย่างละเอียดเพื่อทำ ความเข้าใจข้อมูลทั้งหมดในภาพรวม ข้อมูลมีองค์ประกอบอะไรบ้างข้อมูลแต่ละองค์ประกอบมีความหมายและสัมพันธ์กันอย่างไรจากนั้นทำการแตกข้อมูลเป็นส่วนย่อยเป็นส่วนย่อยโดยอาจจะเขียนในรูปวลีประโยค หรือย่อหน้าก็ได้แล้วเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลด้วย

(2.3) การให้รหัสข้อมูลส่วนย่อยเกิดขึ้นทันทีหลักจากการแตกข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยแล้วโดยผู้วิจัยต้องให้รหัสของข้อมูลส่วนย่อยเดียวกันกับข้อมูลที่มีความหมายเดียวกันหรือคล้ายกัน

(2.4) การจัดหมวดหมู่ข้อมูลส่วนย่อยในระหว่างการให้รหัสข้อมูลส่วนย่อยจากการอ่านตีความ และเปรียบเทียบข้อมูลหลาย ๆ รอบแล้วทำการรวบรวมข้อมูลที่เหมือนกันไว้ด้วยกัน โดยที่ข้อมูลนั้นจะต้องอยู่ที่หมวดหมู่ใดหมวดหมู่หนึ่งเท่านั้น

(2.5) ตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูลในการตั้งชื่อหมวดหมู่ข้อมูลนั้นชื่อที่ตั้งต้องสื่อความหมาย ของข้อมูลหน่วยหน่อยภายในทั้งหมดได้จากนั้นก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์ประมวลผลแล้วเรียบเรียงนำเสนอในรูปความเรียง

(3) ตัวบ่งชี้คุณภาพของงานวิจัย

นักวิจัยเชิงคุณภาพกำหนดและยึดถือตัวบ่งชี้คุณภาพของงานวิจัยเชิงคุณภาพ 4 ประการคือ ความน่าเชื่อถือ(Credibility) ความสามารถถ่ายโอน (Transferability) ความยึดมั่นอยู่กับข้อมูล (Dependability) และความสามารถยืนยัน (Confirmability)

## 2.3 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกชอบ ความรู้สึกยอมรับ หรือพอใจของบุคคลที่มีต่อการปฏิบัติงาน ทั้งการให้บริการ การรับบริการ ในทุกสถานการณ์ทุกสถานที่ และองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจอื่น ๆ ถ้างานหรือองค์ประกอบเหล่านั้น ตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ จะทำให้เกิดความพึงพอใจมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการอุทิศเวลา แรงกาย และสติปัญญาเพื่อให้งานของตนในองค์กรบรรลุตามวัตถุประสงค์อย่างมีคุณภาพ (คณิต ดวงหัสดี, 2537; ไชยา พรมโส, 2558) นอกจากนี้ความพึงพอใจยังหมายถึง ทุกอย่างที่ลดความตึงเครียดของผู้ทำงานให้น้อยลง ถ้าความตึงเครียดมากก็จะเกิดความไม่พึงพอใจในการทำงาน ความตึงเครียดเป็นผลพวงจากความต้องการของมนุษย์ เมื่อคราวใดความต้องการได้รับความตอบสนองก็จะทำให้ความเครียดน้อยลง ซึ่งส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ (เพ็ญแข ช่อมณี, 2544) กล่าวโดยสรุป ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกชอบ ความรู้สึกยอมรับต่อการปฏิบัติงานที่ตอบสนองความต้องการของบุคคลหรือลดความตึงเครียดของผู้ทำงานให้น้อยลง โดยความพึงพอใจจะศึกษา 2 มิติ คือ มิติความพึงพอใจต่อผู้ปฏิบัติงาน และผู้รับบริการ ในทุกสถานการณ์ทุกสถานที่

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2559) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่เน้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 21 คน โดยใช้รูปแบบการ วิจัยแบบปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ มีเครื่องมือในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่เน้นกระบวนกำรออกแบบเชิงวิศวกรรม และแบบทดสอบสมรรถนะการ แก้ปัญหาแบบร่วมมือผลการศึกษาพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถร่วมกันแกปัญหา ใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมโดยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาสมรรถนะได้อยู่ในระดับ ปานกลาง คือ นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้เมื่ออยู่ในสภาวะร่วมกลุ่ม แต่พบอุปสรรคเมื่ออยู่ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะต้องเน้นบทบาทของสมาชิกให้มีโอกาสแลกเปลี่ยนการเรียนรู้อย่างเท่าเทียม เป็นการแก้ปัญหาแบบกลุ่มภายในสถานการณ์จริง

ภัชระพงศ์ พระไว (2559) ได้ศึกษาความเข้าใจแนวคิดเรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) การเล่นกีฬาวอลเล่ย์บอล มโนมติวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมปลาย พบว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความพึงพอใจหลังเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เนื่องมาจากกิจกรรมมีส่วนส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสปฏิบัติ อภิปราย เสนอแนะโต้ตอบ และมีการวิเคราะห์ปัญหาทำให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ได้แก่ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้และจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองพร้อมทั้งผู้เรียนยังได้เชื่อมโยงความรู้จากการทดลองไปสู่ประสบการณ์จริงทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านความเข้าใจในเรื่องที่เรียนส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น

อาทิตยา พูนเรือง และคณะ (2559) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เพราะว่าการจัดกิจกรรมมีการกำหนดสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนฝึกการคิดในการแก้ปัญหา โดยมีพื้นฐานมาจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนได้ทดลองคิดออกแบบวางแผนแก้ปัญหาได้ด้วยเองก่อนแล้วจึงนำไปอภิปรายร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม ซึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความคิดที่หลากหลาย มีเหตุผลและมีความคิดอย่างเป็นระบบ เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาจะพยายามหาเหตุผลจากหลักการหลายอย่างเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาก็จะทำให้เกิดการค้นคว้า การรวบรวมข้อมูล และพิจารณาประกอบการตัดสินใจซึ่งถือว่าเป็นทักษะสำคัญของกระบวนการคิด ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเรียนรู้ได้

ปรเศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร (2559) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาเรื่องไฟฟ้าสถิต และไฟฟ้าแม่เหล็กหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เพราะว่า ขั้นตอนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานการมีขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ได้มีการคิด ตั้งสมมุติฐาน ทำการค้นหาคำตอบ สรุปผลและอภิปรายด้วยตนเอง และยังมีการทำงานร่วมกันเป็นทีมหรือเป็นกลุ่ม เพื่อที่จะรู้จักเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น อีกทั้งกิจกรรมยังเน้นให้นักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และผู้วิจัยยังได้นำแผนผังก้างปลามาใช้เพื่อให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบมากขึ้น และแต่ละกลุ่มยังได้มีการสร้างสรรค์ชิ้นงานซึ่งเป็นสิ่งประดิษฐ์ และได้เสนอต่อเพื่อนในชั้นเรียน ส่งผลให้แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีแนวความรู้ที่กว้างขึ้น

จากงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาหรือเพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียนหรือผู้ทำกิจกรรมผ่านการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สืบเสาะหาความรู้จนสามารถสร้างหรือเกิดองค์ความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปสร้างสรรค์ผลงาน ชิ้นงาน หรือนวัตกรรมที่มีคุณภาพ ตระหนักและมองเห็นประโยชน์ของเทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง ผู้เรียนมีความสนใจแลอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมด้วยตนเองทุกขั้นตอน เสริมสร้างบรรยากาศในการเรียนให้มีความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่ยั่งยืนและสามารถพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา มีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design) โดยมีรูปแบบการวิจัยตามลักษณะที่ใช้ในการจัดกิจกรรมดังต่อไปนี้ (ทิศนา แขมมณี และสร้อยสน สกลรักษ์, 2540)

### 3.1.1 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (one group pretest-posttest design) ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

| ทดสอบก่อน | ทดลอง | ทดสอบหลัง |
|---|---|---|
| $T_1$ | X | $T_2$ |

เมื่อ $T_1$ คือ การทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pretest)

$T_2$ คือ การทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Posttest)

X คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน

**3.1.2 ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

ใช้รูปแบบการวิจัยแบบตัวอย่างเดียววัดหลังการทดลอง (one–shot case study)

| ทดลอง | ทดสอบหลัง |
|---|---|
| X | $T_1$ |

เมื่อ $T_1$ คือ การทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Posttest)

X คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน

**3.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

**3.2.1 กลุ่มประชากร**

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูประถมศึกษาในจังหวัดอุบลราชธานี

**3.2.3 กลุ่มตัวอย่าง**

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นครูประถมศึกษา จำนวน 40 คน ใน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เหตุผลการเลือกครูระดับประถมศึกษา เนื่องจากครูระดับประถมศึกษาที่สมัครเข้าร่วมกิจกรรม มีความสนใจในเรื่องแรง อากาศพลศาสตร์ และการสร้างเครื่องร่อน โดยสมัครใจเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้สามารถนำความรู้หลังจากจัดกิจกรรมไปประยุกต์ใช้และถ่ายทอดไปยังนักเรียน จึงเป็นกลุ่มตัวอย่างที่จะเป็นตัวแทนของประชากรได้เป็นอย่างดี

**3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

**3.3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดกิจกรรมเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3.3.1.2 วิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง แรง เพื่อนำมาเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ (ตารางที่ 3.1) โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

**ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้หลักในแผนการจัดการเรียนรู้**

| แผนที่ | เรื่อง | ชั่วโมงสอน | กิจกรรมการเรียนรู้หลัก |
|---|---|---|---|
| 1 | 1. จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity)<br>2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน<br>3. แรงอากาศพลศาสตร์ที่กระทำต่อเครื่องร่อน<br>4. การออกแบบและสร้างเครื่องร่อน | 12 | กิจกรรมเครื่องร่อน ดำเนินการตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้<br>1) การระบุปัญหา<br>2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา<br>3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา<br>4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา<br>5) การทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน<br>6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน |

3.3.1.3 กำหนดจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อประกอบการเรียนรู้ รวมทั้งวิธีการวัดผลและประเมินผลในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.4 ดำเนินการสร้างสื่อประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอน แบบทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบโดยทั่วไป ภาษาที่ใช้ความเหมาะสมของกิจกรรม ใบกิจกรรมสืบค้น ใบกิจกรรมการทดลอง สื่อการเรียนการสอน เพื่อปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

**3.3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรง**

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน สำหรับครูประถมศึกษา เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแกนกลาง พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เกี่ยวกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายปี

3.3.2.2 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องแรงและหลักอากาศพลศาสตร์

3.3.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและกำหนดจำนวนข้อสอบ รูปแบบข้อสอบ ที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรง แบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

**ตารางที่ 3.2 การกำหนดข้อสอบก่อนเรียนหลังเรียน เรื่อง แรง**

| เรื่อง | ชั่วโมงสอน | จำนวนข้อสอบ | |
|---|---|---|---|
| | | ที่ต้องการ | ที่ออก |
| จุดศูนย์ถ่วง (Center of Gravity) | 2 | 3 | 4 |
| ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน | 3 | 3 | 5 |
| แรงอากาศพลศาสตร์ที่กระทำต่อเครื่องร่อน | 4 | 4 | 6 |
| การออกแบบและสร้างเครื่องร่อน | 3 | 2 | 3 |
| รวม | 12 | 12 | 18 |

3.3.2.4 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ (ภาคผนวก ก)

3.3.2.5 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ตัวชี้วัด และความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.3.2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วนำมาวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.3.2.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและนำแบบทดสอบไปใช้วัดผลต่อไป

**3.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการวิจัย เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา โดยประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้เชิงประเมินค่าด้านความรู้สึก และด้านแนวโน้มการเกิดพฤติกรรม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าของลิเคอร์ท (Likert rating scale) โดยในแต่ละด้านจะประเมินแนวคิดเชิงบวก จำนวน 5 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ (ภาคผนวก ค) โดยแบ่งความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยด้วยอย่างยิ่ง โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนดังแสดงในตารางที่ 3.3

**ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงบวก**

| ระดับความพึงพอใจ | คำถามเชิงบวก | |
|---|---|---|
| | ระดับความเห็น | คะแนน |
| เห็นด้วยอย่างยิ่ง | พึงพอใจมากที่สุด | 5 |
| เห็นด้วย | พึงพอใจมาก | 4 |
| ไม่แน่ใจ | พึงพอใจปานกลาง | 3 |
| ไม่เห็นด้วย | พึงพอใจน้อย | 2 |
| ไม่เห็นด้วยด้วยอย่างยิ่ง | พึงพอใจน้อยที่สุด | 1 |

การแปลความหมายมีเกณฑ์ ดังนี้

4.51–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

3.51–4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

2.51–3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

1.51–2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1.00–1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.3.4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของภาษา ความครอบคลุมในด้านต่าง ๆ และความตรงเชิงเนื้อหาแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ

## 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ให้ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

3.4.2 แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างได้ทำกิจกรรมร่วมกันตลอดการวิจัย

3.4.3 ผู้สอนแนะนำบทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการจัดกิจกรรมเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

3.4.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ใช้เวลาจัดกิจกรรม จำนวน 2 วัน ข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีดังนี้

3.4.4.1 ข้อมูลจากใบกิจกรรม

1) ข้อมูลจากการสืบค้น
2) ข้อมูลจากการทำการทดลอง
3) ข้อมูลการตอบคำถามหลังการทดลอง

3.4.4.2 ข้อมูลจากการนำเสนอผลการทดลอง สรุปผลการทดลองและชิ้นงานเป็นข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มร่วมกันดำเนินกิจกรรม นำข้อมูลจากการทดลองมาวิเคราะห์ภายในกลุ่มแล้วนำเสนอหน้าชั้น

3.4.5 ผู้เข้าอบรมทำแบบทดสอบก่อนเรียนแบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที ข้อมูลนี้ทำให้ผู้วิจัย สามารถวิเคราะห์มโนมติของกลุ่มตัวอย่างได้ ทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

## 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบของผู้เข้าอบรมจากข้อมูลการทำแบบทดสอบ เรื่อง เครื่องร่อนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบและทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยคำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\sum D}{\frac{N\sum D-(\sum D)^2}{N-1}} \qquad (3.1)$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| เมื่อ | t | แทน | สถิติทดสอบ t-test |
| | D | แทน | ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ |
| | N | แทน | จำนวนคู่ของข้อมูล |

3.5.2 ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยใช้ค่า Normalized Gain <g> โดยหาได้จากสมการความสัมพันธ์ดังนี้ (Hake, 1998)

$$<g> = \frac{(\%\ \mathbf{Post\text{-}test}) - (\%\ \mathbf{Pre\text{-}test})}{(\mathbf{100}\ \%) - (\%\ \mathbf{Pre\text{-}test})} \tag{3.2}$$

โดยที่ <g> คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ค่าของ normalized gain สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ “High gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า <g> ≥ 0.7 “Medium gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า 0.3 ≤ <g> < 0.7 และ“Low gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า 0.0 ≤ <g> < 0.3

3.5.3 วิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบของผู้เข้าอบรมจากข้อมูลการทำแบบทดสอบ เรื่อง เครื่องร่อนหลังเรียน โดยวิเคราะห์ค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (Dependent sample t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.5.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมที่มีต่อการจัดกิจกรรมเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้การแปลความหมายจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย และอภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง เครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา โดยเรียงลำดับการนำเสนอดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูผู้เข้าอบรม โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

4.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

## 4.1 ผลการศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของครูผู้เข้าอบรม โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของครูผู้เข้าอบรม โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผู้เข้าอบรมเป็นรายกลุ่ม โดยวิเคราะห์ตามเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากใบบันกิจกรรมของผู้เข้าอบรม ปรากฏผลดังนี้

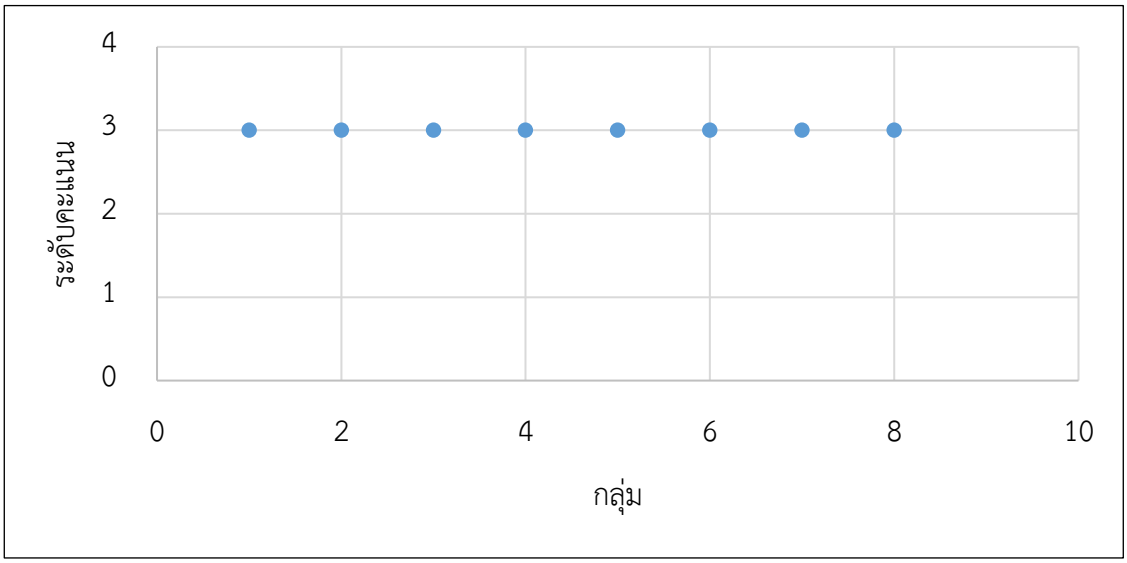
**ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กิจกรรมการสร้างเครื่องร่อน**

| ที่ | ด้านการประเมิน | คะแนนเฉลี่ย |
|---|---|---|
| 1 | การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | 100.00 |
| 2 | การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง | 95.83 |
| 3 | การออกแบบเครื่องร่อน | 95.83 |
| 4 | การวางแผน และการสร้างเครื่องร่อน | 91.67 |
| 5 | ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น | 87.50 |
| 6 | การนำเสนอ | 100.00 |
| | **เฉลี่ย** | **95.14** |

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากการจัดกิจกรรมเครื่องร่อน พบว่า รายการที่ประเมินจำนวน 6 รายการ ได้แก่ 1) การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบเครื่องร่อน 4) การวางแผนและการสร้างเครื่องร่อน 5) ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น และ 6) การนำเสนอมีผลการประเมินเฉลี่ยทั้ง 6 ด้านอยู่ในระดับดีมากคะแนน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 95.14 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงร้อยละ 87.50–100 โดยในแต่ละด้านมีผลการสังเกต กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เข้าอบรมเป็นรายกลุ่ม ดังนี้

**4.1.1 การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้**

ในขั้นนี้ครูผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มจะต้องระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ที่ใช้ประกอบการสร้างเครื่องร่อนตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ในใบกิจกรรม




**ภาพที่ 4.1 คะแนนการระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้**

จากภาพที่ 4.1 จากการวิเคราะห์ใบกิจกรรมพบว่า มีการระบุปัญหาและเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยมีจำนวนกลุ่มที่ระบุปัญหาและเงื่อนไขได้ถูกต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด ได้ระดับคะแนน 3 ทั้งหมด 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเลิศ ($\bar{X}$ = 3.00 SD = 0.00 คิดเป็นร้อยละ 100) ดังตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินด้านการระบุปัญหา**

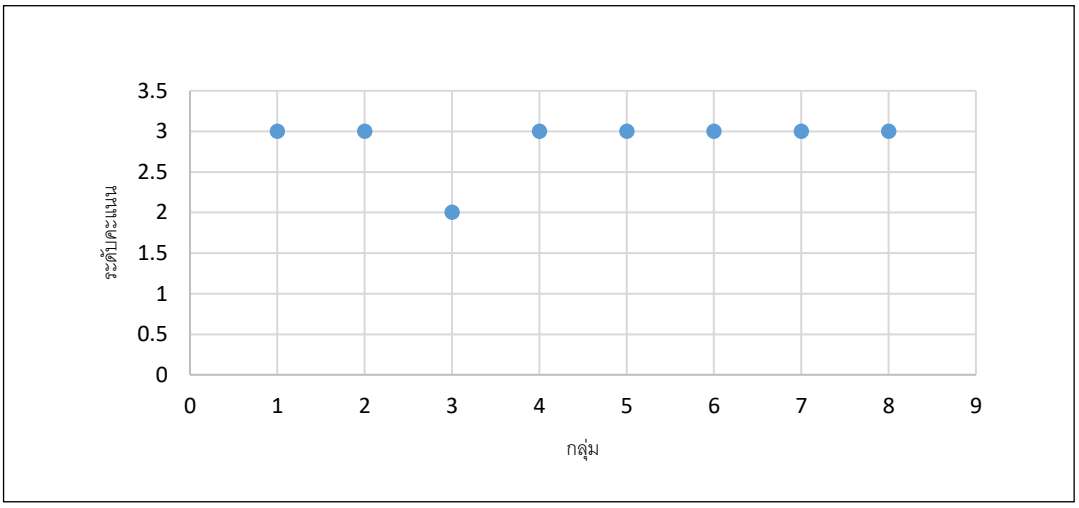
| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | 3.00 | 0.00 | 100 |

ทั้งนี้เป็นเพราะ ในแผนกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้ใช้ความรู้จากกิจกรรมที่ 1 มาบูรณาการเพื่อเชื่อมโยงเข้ากับสถานะการณ์ที่กำหนด ผู้เข้าอบรมได้ช่วยกันได้ระดมความคิดเพื่อระบุเงื่อนไขหรือสิ่งต้องการแก้ไขเพื่อที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา ดังภาพที่ 4.2

**ภาพที่ 4.2 ผู้เข้าอบรมร่วมกันระดมสมองเพื่อระบุเงื่อนไขหรือความต้องการจากสถานการณ์ที่กำหนด**

### 4.1.2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นนี้ครูผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มจะต้องค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาคำนวณราคา และปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสร้างเครื่องร่อนตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ดังภาพที่ 4.3




**ภาพที่ 4.3 คะแนนการนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาจากเงื่อนไขที่กำหนดให้**

จากภาพที่ 4.3 จากการวิเคราะห์ใบสั่งซื้อพบว่า แต่ละกลุ่มได้นำความรู้ด้านคณิตศาสตร์มาคำนวณราคา และปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการสร้างเครื่องร่อนตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยมีจำนวนกลุ่มที่ใช้วัสดุอุปกรณ์อยู่ในเกณฑ์ราคาที่กำหนดระดับคะแนน 3 คะแนน ทั้งหมด 7 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1, 2, 4, 5, 6, 7 และกลุ่มที่ 8 คิดเป็นร้อยละ 95.83 ส่วนกลุ่มที่ 3 ใช้ต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์คะแนนระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.17 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเลิศ ($\bar{X}$ = 2.88 SD = 0.35 คิดเป็นร้อยละ 95.83) ดังตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินด้านการนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้**

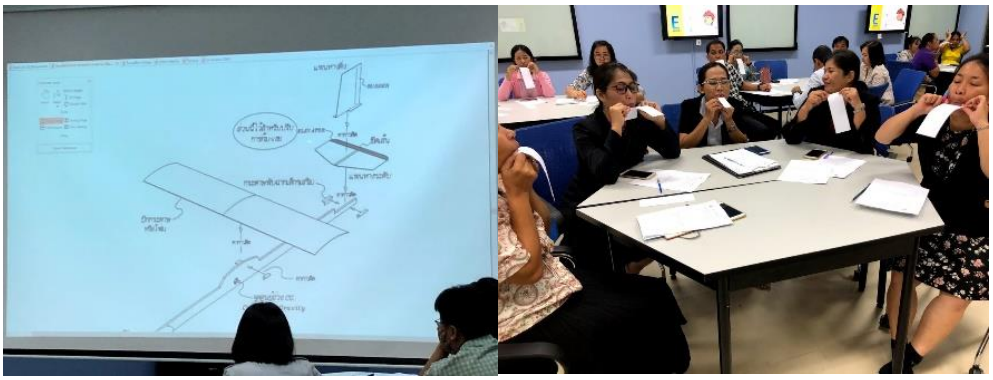
| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| การนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | 2.88 | 0.35 | 95.83 |

ใบสั่งซื้อส่วนประกอบในการสร้างเครื่องร่อน

| | รายการ | ราคา/หน่วย | จำนวน | เป็นเงิน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|
| ☑ | 1 โฟม 3 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 15.00 | 2 | 30 | |
| ☑ | 2 โฟม 5 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 10.00 | 1 | 10 | |
| ☑ | 3 ไม้กวาด/ลำ | 5.00 | 1 | 5 | |
| ☐ | 4 ก้านลูกโป่ง/ลำ | 3.00 | – | – | |
| ☑ | 5 กระดาษ 100 ปอนด์ ขนาด A3 | 10.00 | 1 | 10 | |
| ☑ | 6 กระดาษทราย เบอร์ 180 15*15 | 20.00 | 1 | 20 | |
| ☐ | 7 กระดาษทราย เบอร์ 100 15*15 | 25.00 | – | – | |
| ☑ | 8 กาว UHU | 15.00 | 1 | 15 | |
| ☑ | 9 เทปกาวย่น | 20.00 | 1 | 20 | |
| ☑ | 10 เทปใยสัปปะรด | 15.00 | 1 | 15 | |
| | รวม | | | 125 | |

**ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างใบกิจกรรมการเลือกใช้วัสดุจากใบรายการสินค้าที่กำหนดให้**

ภาพที่ 4.4 ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้จัดทำใบรายการวัสดุที่จะใช้ประกอบสร้างเครื่องร่อน ผู้เข้าอบรมจะได้ใช้ความรู้ในด้านคณิตศาสตร์มาใช้แก้ไขสถานการณ์ เพื่อนำไปคำนวณราคา ปริมาณวัสดุที่จะใช้ประกอบสร้างเครื่องร่อน โดยผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ทดลองอภิปรายองค์ความรู้และนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุ เพื่อให้ได้เครื่องร่อนที่ตรงกับเงื่อนไขมากที่สุด



1. ลำตัวเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

- ช่วยยึดส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องร่อนเข้าด้วยกัน เช่น ส่วนหัว ปีก ลูกกลิ้งปีก และชุดหางหาง เป็นต้น.

2. ปีกเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

- ปีกทำหน้าที่หลักในการสร้างแรงยก โดยพื้นผิวปีกด้านบนนาวมีความโค้งมากกว่าพื้นผิวปีกด้านล่าง ทำให้ความดันอากาศด้านล่างปีกสูงกว่า เคลื่อนที่สู่ด้านบนที่มีความดันอากาศต่ำกว่า ทำให้เกิดแรงยก.

3. ชุดพวงหางเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

- ชุดหางหางของเครื่องร่อน แบ่งได้ 2 ทาง คือ
1. แพนหางระดับ - มีหน้าที่ ควบคุมมุมก้มเงย ทำให้เครื่องร่อนเชิดขึ้นและพุ่งลง
2. แพนหางดิ่ง - มีหน้าที่ ควบคุมการเคลื่อนซ้าย และขวาของเครื่องร่อน ทำให้เครื่องร่อนสามารถร่อนเป็นวงกลมได้.

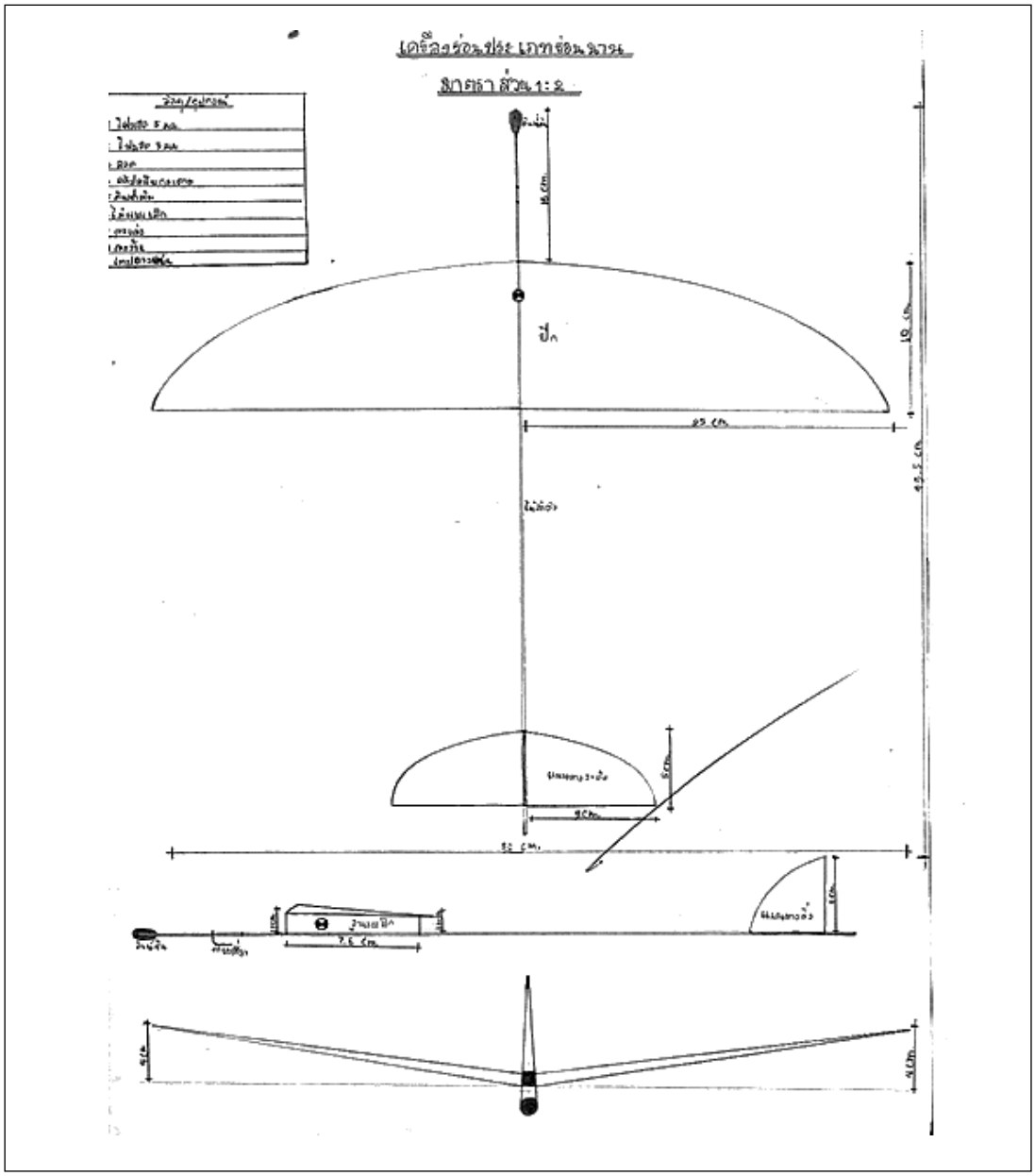
**ภาพที่ 4.5 ผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิด ทดลอง อภิปรายองค์ความรู้และเลือกแนวคิด**

ภาพที่ 4.5 ในขั้นนี้ผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ทดลองอภิปรายองค์ความรู้และนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้วัสดุในการประกอบสร้างเครื่องร่อนโดยมีเงื่อนไขที่

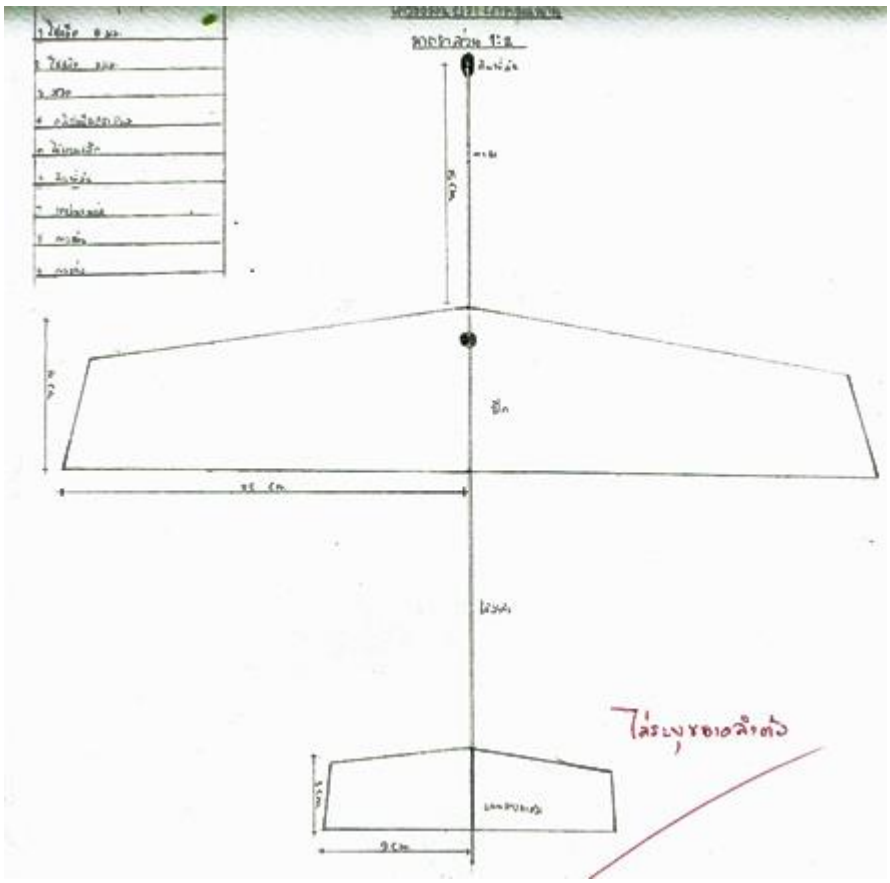
เพิ่มขึ้น คือ เครื่องบินที่สร้างต้องมีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด บินอยู่ในอากาศได้นานมากกว่า 5 วินาที แรงขับของเครื่องบินต้องมาจากยางวงเส้นใหญ่เท่านั้น

**4.1.3 การออกแบบ**

กิจกรรมในขั้นนี้หลังจากผู้เข้าอบรมได้วิเคราะห์ปัญหาหรือเงื่อนไขความต้องการแล้วและรวบรวมข้อมูลเพื่อที่ใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องร่อนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ผู้เข้าอบรมจะได้ทำการออกแบบเครื่องร่อนที่ต้องการตามเงื่อนไขที่กำหนด ดังภาพที่ 4.6 และภาพที่ 4.7

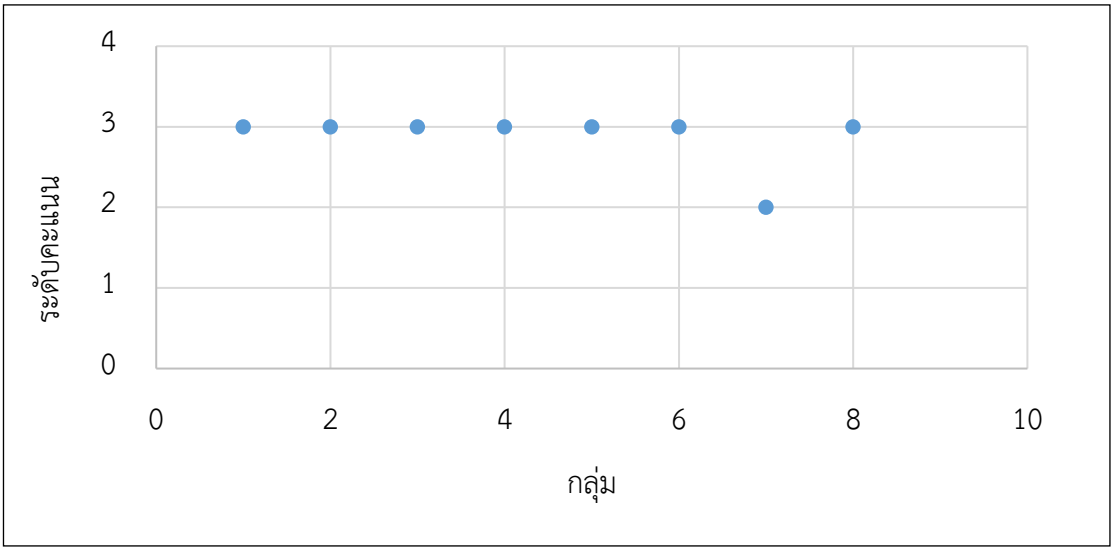


**ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างครบถ้วน**




**ภาพที่ 4.7 ตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างไม่ครบถ้วน**

จากภาพที่ 4.6 เป็นตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบภาพร่างเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างครบถ้วนสมบูรณ์ และภาพที่ 4.7 ตัวอย่างใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนที่ระบุรายละเอียดในแบบร่างไม่ครบ โดยไม่ระบุความยาวของลำตัวและมีภาพร่างเครื่องร่อนไม่ครบ 3 ด้าน ขาดภาพด้านหน้าและภาพด้านข้าง แล้วนำใบกิจกรรมการออกแบบเครื่องร่อนของทุกกลุ่มมาวิเคราะห์คะแนนตามเกณฑ์การออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน ดังภาพที่ 4.8




**ภาพที่ 4.8 คะแนนการออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน**

จากภาพที่ 4.8 จากการวิเคราะห์ภาพร่างเครื่องร่อน พบว่า มีจำนวนกลุ่ม 7 กลุ่ม ที่มีการร่างแบบแปลนพร้อมทั้งระบุรายละเอียดในแบบร่างครบถ้วน ได้ระดับคะแนน 3 คือ กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, และกลุ่มที่ 8 คิดเป็นร้อยละ 95.83 ส่วนกลุ่มที่ 7 ระบุรายละเอียดในแบบร่างไม่ครบถ้วนได้คะแนนในเกณฑ์ระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 4.17 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเลิศ ($\bar{X}$ = 2.88 SD = 0.35 คิดเป็นร้อยละ 95.83) ดังตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินด้านการออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน**

| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| การออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน | 2.88 | 0.35 | 95.83 |

**4.1.4 การวางแผนและดำเนินการ**

ในส่วนของการดำเนินการสร้างเครื่องร่อนตามแบบที่สร้างไว้ ในขั้นนี้ผู้เข้าอบรมจะได้ระบุขั้นตอนในการประกอบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน วางแผนแบ่งหน้าที่กันเพื่อให้งานเสร็จตามเวลาที่กำหนด ผู้เข้าอบรมจะได้เจอปัญหาระหว่างการประกอบสร้าง เช่น รูปแบบของแพนอากาศที่ปีกไม่เกิดแรงยก การหาจุดสมดุลของเครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมต้องคิดแก้ปัญหาร่วมกัน โดยผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า ผู้เข้าอบรมได้ทำการติดตั้งชุดพวงหวงกับลำตัวและถ่วงน้ำหนักด้วยดินน้ำมันก่อนที่จะหา

จุดสมดุลของลำตัวเครื่องร่อน และหาจุดสมดุลของปีกแล้วนำไปประกอบกับลำตัวให้ตรงเครื่องหมายที่ทำไว้ ดังภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10

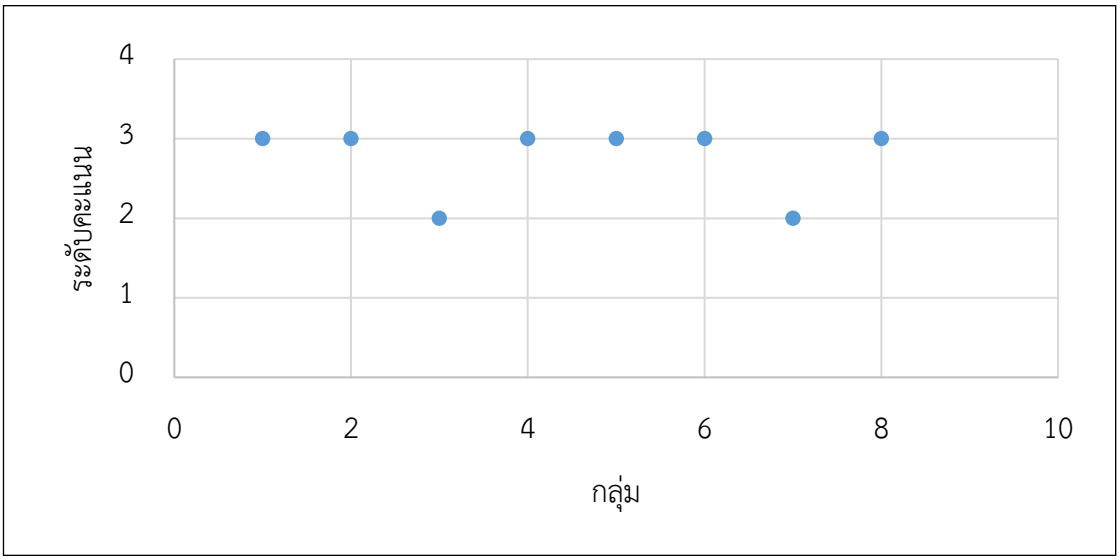
**ขั้นตอนการประกอบสร้างส่วนต่างๆของเครื่องร่อน**

| ลำดับขั้น | ขั้นตอนการสร้าง |
|---|---|
| 1. การสร้างลำตัว | - เลือกไม้ที่ตรง<br>- ตัดไม้ให้ได้ความยาวตามแบบ<br>- ใช้กระดาษทรายขัดไม้เล็กน้อย เพื่อเพิ่มแรงยึด |
| 2. การสร้างปีก | - นำแบบปีกที่ตัดแล้วมาวางบนแผ่นโฟม แล้วตัด<br>- นำกระดาษทรายขัดที่ด้านบนของปีก เพื่อให้เกิดแพนอากาศ สำหรับสร้างแรงยก<br>- นำปีกทั้ง 2 ข้างมาต่อกันโดยยกปีกขึ้น 4"<br>- นำปีกมาติดกับฐานรองปีก<br>- หาจุด CG ของปีกแล้วทำเครื่องหมาย |
| 3. การสร้างชุดพวงหาง | - นำแบบแพนหางดิ่ง และแพนหางระดับ ที่ตัดแล้วมาวางบนแผ่นโฟม แล้วตัดตามขนาด<br>- มาร์คจุดกึ่งกลางบนแพนหางระดับ<br>- นำแพนหางดิ่งมาติดที่จุดกึ่งกลางของแพนหางระดับ โดยส่วนปลายของแพนหางดิ่งให้เยื้องมาทางซ้ายเล็กน้อย เพื่อให้เครื่องร่อนเลี้ยวซ้าย |
| 4. การประกอบชิ้นส่วน | - ติดดินน้ำมันที่ส่วนหัวของลำตัวเล็กน้อย แล้วติดชุดพวงหางเข้ากับลำตัว จากนั้นหาจุด CG เมื่อได้แล้วนำปีกมาติดกับลำตัว โดยตำแหน่ง CG ของปีกและลำตัวจะต้องตรงกัน |

**ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างใบกิจกรรมขั้นตอนการประกอบสร้างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน**

**ภาพที่ 4.10 ผู้เข้าอบรมสร้างเครื่องร่อนตามที่ได้ออกแบบไว้**

จากภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 ครูผู้เข้าอบรมได้ระบุขั้นตอนในการประกอบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน วางแผนแบ่งหน้าที่กันเพื่อให้งานเสร็จตามเวลาที่กำหนด เมื่อสังเกตและการวิเคราะห์ใบกิจกรรมของแต่ละกลุ่มมีคะแนนด้านการวางแผนและดำเนินงาน ดังภาพที่ 4.11




**ภาพที่ 4.11 คะแนนการวางแผนและการสร้างเครื่องร่อน**

จากภาพที่ 4.11 และจากการสังเกตและการวิเคราะห์ใบกิจกรรมพบว่ากลุ่มผู้เข้าอบรมระบุขั้นตอนการประกอบสร้างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน สร้างเครื่องร่อนทันตามเวลาที่กำหนดและขนาดของเครื่องร่อนสอดคล้องตามแบบร่าง ได้ระดับคะแนน 3 คะแนน มีจำนวนกลุ่ม 7 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1, 2, 4, 5, 6, และกลุ่มที่ 8 คิดเป็นร้อยละ 91.67 ส่วนกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 7 สัดส่วนและขนาดของเครื่องร่อนไม่สอดคล้องตามแบบร่าง ซึ่งได้คะแนนในเกณฑ์ระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 8.33 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีเลิศ ($\bar{X}$ = 2.75 SD = 0.46 คิดเป็นร้อยละ 91.67) ดังตารางที่ 4.5

**ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินด้านการวางแผน และการสร้างเครื่องร่อน**

| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| การออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน | 2.75 | 0.46 | 91.67 |

**4.1.5 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้นและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา**

จากผลการทดสอบการร่อน พบว่า มีบางกลุ่มที่เครื่องร่อนไม่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้ บางกลุ่มไม่ร่อนเป็นวง ซึ่งการสังเกตการณ์แก้ปัญหาของผู้เข้าอบรม พบว่า ในกลุ่มที่ร่อนอยู่ในอากาศไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด ผู้เข้าอบรมได้แก้ไขโดยเพิ่มมุมปะทะที่ฐานรองปีก ซึ่งทำให้แรงยกเพิ่มขึ้นและสามารถลอยอยู่ในอากาศได้ สำหรับเครื่องร่อนที่ไม่ร่อนเป็นวง จากการสอบถามผู้เข้าอบรมถึงสาเหตุ พบว่า มีการติดตั้งแพนหางดิ่งที่แนวศูนย์กลางของแพนหางระดับ ทำให้ทำให้เครื่องร่อนไม่สามารถร่อนเป็นวงได้ ผู้เข้าอบรมจึงได้มีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการติดตั้งแพนหางดิ่งออกจากแนวศูนย์กลางแพนหางระดับเล็กน้อย ทำให้เครื่องร่อนร่อนเป็นวงได้ ดังภาพที่ 4.12

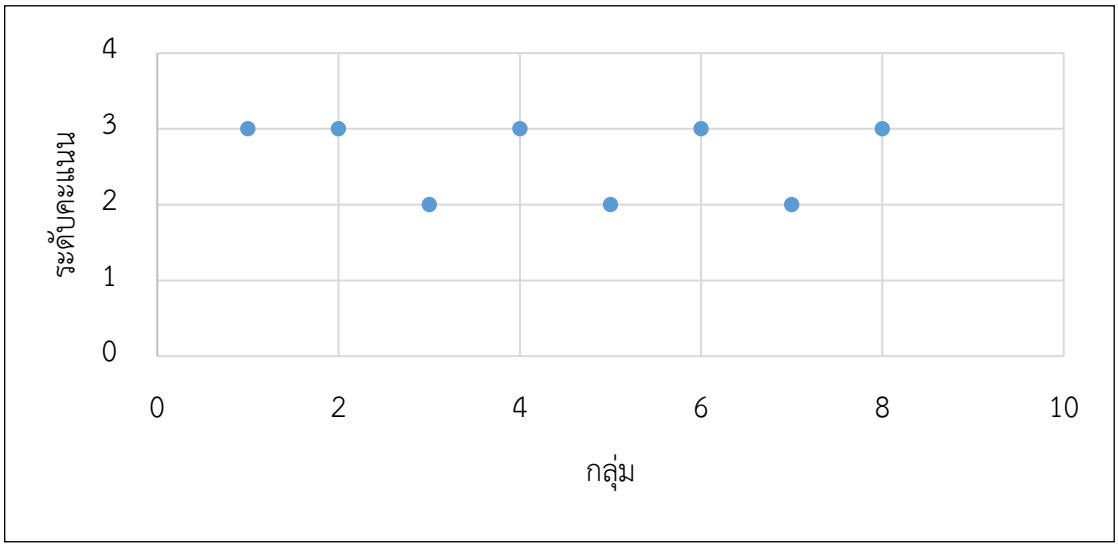
**ภาพที่ 4.12 ผู้เข้าอบรมทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น**

จากภาพที่ 4.12 ผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มได้ทำการทดสอบเครื่องร่อนและแก้ไขปัญหาของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น แล้วทดสอบการร่อนดังตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6 ใบกิจกรรมบันทึกเวลาร่อนของเครื่องร่อน**

| กลุ่มที่ | เวลาการร่อน (วินาที) | | |
|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ดีที่สุด |
| 1 | 5.44 | 6.24 | 6.24 |
| 2 | 4.63 | 5.06 | 5.06 |
| 3 | 4.22 | 3.28 | 4.22 |
| 4 | 5.16 | 6.58 | 6.58 |
| 5 | 4.79 | 4.21 | 4.79 |
| 6 | 6.11 | 7.13 | 7.13 |
| 7 | 4.46 | 4.88 | 4.88 |
| 8 | 5.74 | 5.44 | 5.74 |

จากตารางที่ 4.6 นำคะแนนการร่อนครั้งที่ดีที่สุดของแต่ละลุ่มมาวิเคราะห์ ดังภาพที่ 4.13




**ภาพที่ 4.13 คะแนนประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น**

จากภาพที่ 4.13 และจากใบกิจกรรมบันทึกเวลา พบว่า เครื่องร่อนที่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้มากกว่า 5 วินาที ได้ระดับคะแนน 3 คะแนน มีจำนวนกลุ่ม 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1, 2, 4, 6 และ

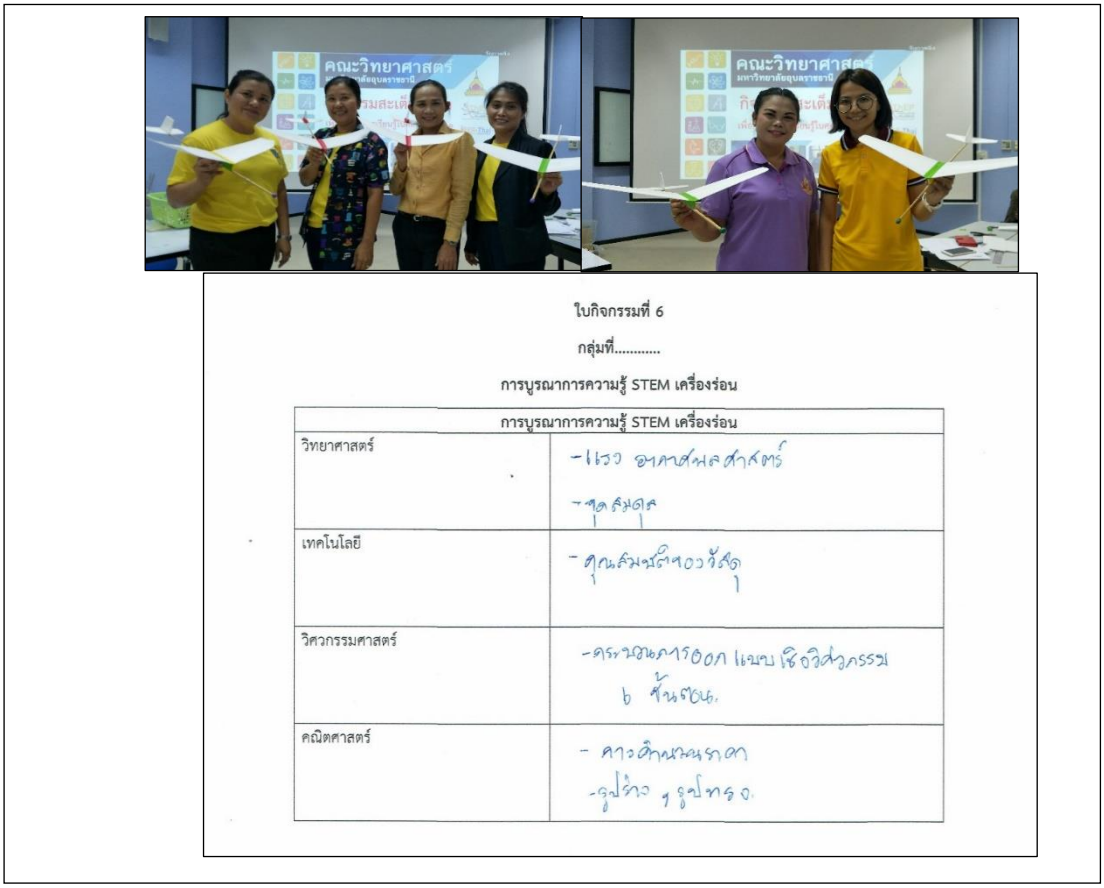
กลุ่มที่ 8 คิดเป็นร้อยละ 87.50 ส่วนกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 5 และกลุ่มที่ 7 เครื่องร่อนลอยอยู่ในอากาศได้ไม่ถึง 5 วินาที ซึ่งได้คะแนนในเกณฑ์ระดับ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 12.50 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก ($\overline{X}$ = 2.63 SD = 0.52 คิดเป็นร้อยละ 87.50) ดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพของเครื่องร่อน**

| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น | 2.63 | 0.52 | 87.50 |

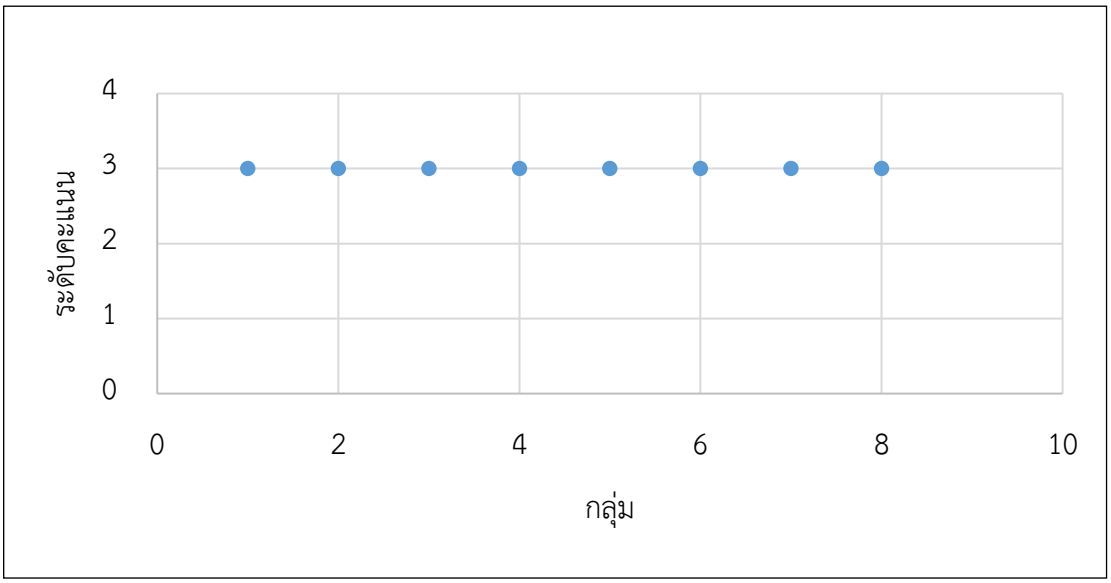
**4.1.6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน**

หลังจากผู้เข้าอบรมได้ทำการประกอบสร้างและทดสอบจนเป็นที่น่าพอใจแล้ว ได้นำผลงานมาแสดงและนำเสนอต่อเพื่อน ซึ่งในขั้นนี้ผู้เข้าอบรมจะได้ทบทวนความรู้ และอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องร่อน และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ดังภาพที่ 4.14




**ภาพที่ 4.14 ผู้เข้าอบรมนำเสนอผลงาน**

จากภาพที่ 4.14 ผู้เข้าอบรมได้นำเสนอผลงานและอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องร่อน และอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน จากนั้นนำคะแนนการนำเสนอของแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผล ดังภาพที่ 4.15




**ภาพที่ 4.15 คะแนนการนำเสนอชิ้นงาน**

จากภาพที่ 4.15 คะแนนการนำเสนอชิ้นงานของแต่ละกลุ่มที่ระบุแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างเครื่องร่อน ซึ่งได้ระดับคะแนน 3 ทั้งหมด 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีผลการประเมินอยู่ในระดับดีเลิศ ($\bar{X}$ = 3.00 SD = 0.00 คิดเป็นร้อยละ 100) ดังตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินด้านการนำเสนอ**

| หัวข้อการประเมิน | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ |
|---|---|---|---|
| การนำเสนอชิ้นงาน | 3.00 | 0.00 | 100 |

จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา ด้วยเครื่องร่อน โดยมีกิจกรรมหลักมีขั้นตอนการปฏิบัติที่ชัดเจนจึง ส่งผลให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ในขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยสังเกตได้จากความสามารถในการแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนด โดยการใช้ความรู้จากกิจกรรม มาออกแบบและสร้าง ลงมือปฏิบัติการทดลองและนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำ และนำเสนอวิธีการปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น เพื่อพัฒนาต่อยอดในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณา รุ่งลักษมีศรี (2551) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีลักษณะของปัญหาไม่ตายตัว ในการดำเนินการแก้ปัญหาให้เสร็จนั้น ต้องอาศัยการทำงานแบบร่มมืออย่างเป็นระบบ มีการออกแบบความรู้มาใช้สร้างสรรค์ชิ้นงาน และฝึกให้นักเรียนทำงานเป็นกระบวนการ ผ่านการทดลองใช้ ทำซ้ำและแก้ไขปรับปรุงจนกว่าจะได้วิธีการแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุดออกมา

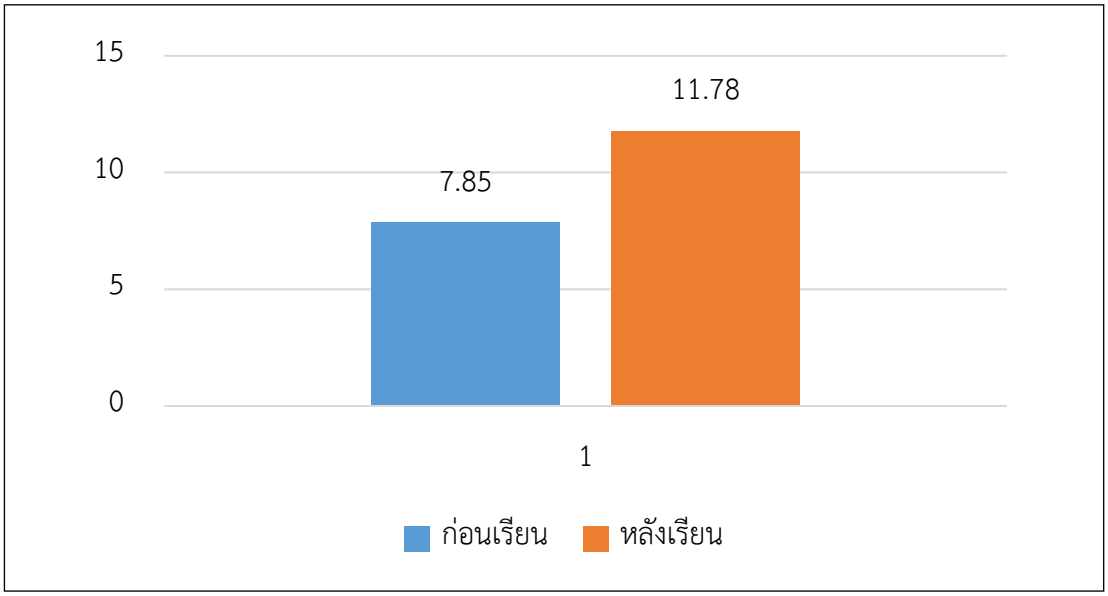
**4.2 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้เวลาทดสอบ 30 นาที ซึ่งผู้วิจัยวัดผลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถแสดงได้ดังนี้

**ตารางที่ 4.9 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

| การทดสอบ | จำนวนผู้เข้าอบรม | คะแนนเต็ม (ร้อยละ) | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 40 | 12 | 7.85 | 1.89 |
| หลังเรียน | 40 | 12 | 11.78 | 0.423 |

นำข้อมูลจากตารางที่ 4.9 มาแสดงในรูปแบบแผนภูมิแท่งแสดงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ภาพที่ 4.16




**ภาพที่ 4.16 ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t–dependent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังนี้

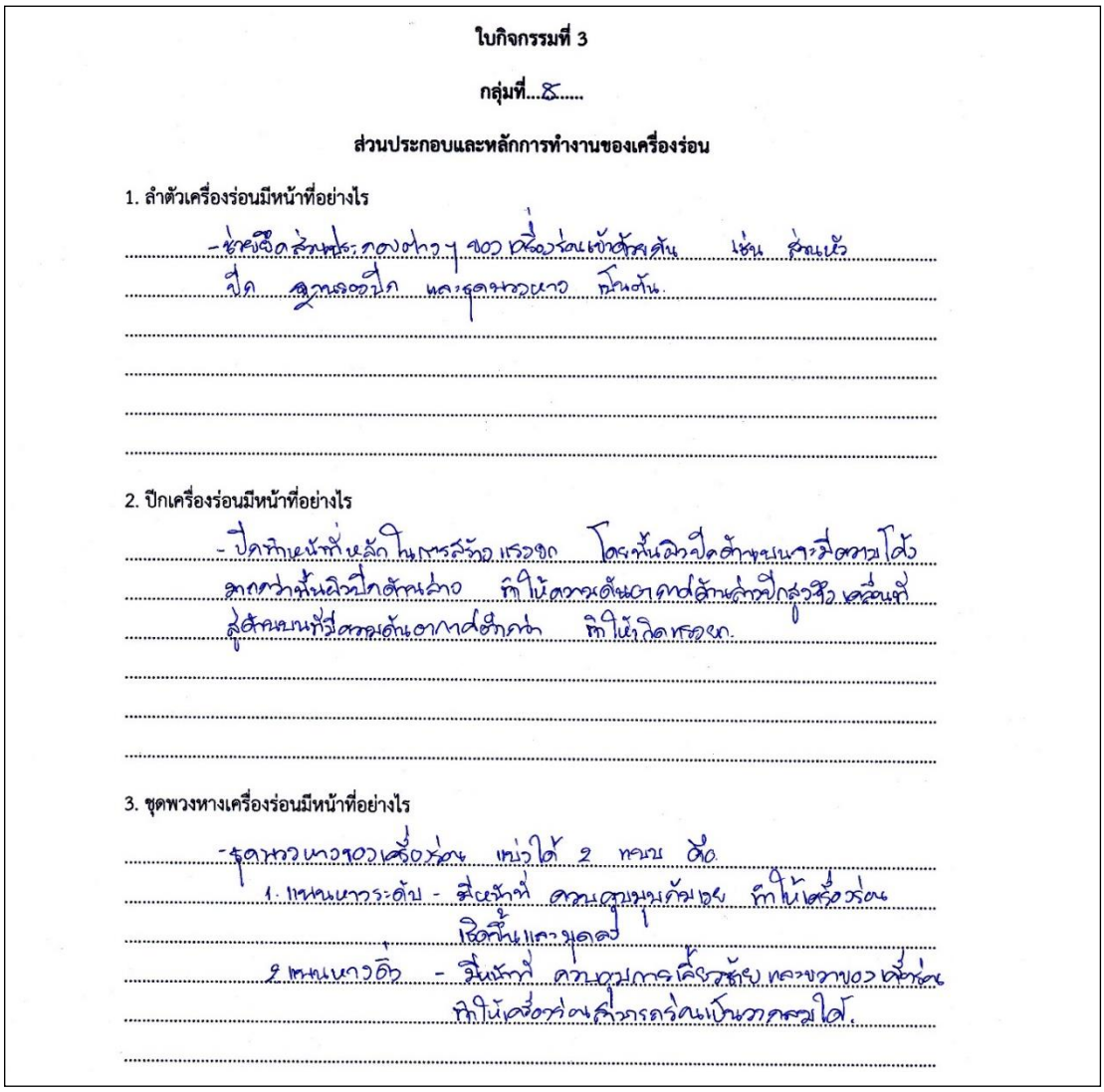
**ตารางที่ 4.10 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

| การทดสอบ | คะแนนเต็ม | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ | t | p |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 12 | 7.85 | 1.89 | 65.42 | 13.16 | .000* |
| หลังเรียน | 12 | 11.78 | 0.42 | 98.13 | | |

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.10 พบว่า จากตารางพบว่า ผลการทดสอบก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.89 คิดเป็นร้อยละ 65.42 ของคะแนนเต็ม และผลการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 11.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.42 คิดเป็นร้อยละ 98.13 ของคะแนนเต็ม เมื่อทำการทดสอบค่าเฉลี่ยโดยการใช้การทดสอบทีแบบไม่อิสระ พบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาด้วยเครื่องร่อน โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบกิจกรรม 2 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 ในขั้นนำเข้าสู่เนื้อหาความรู้ในเรื่องจุดสมดุลและหลักอากาศพลศาสตร์ของเครื่องร่อน เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องเนื้อหา โดยเริ่มจากกิจกรรม ดังภาพที่ 4.17



**ใบกิจกรรมที่ 3**

**กลุ่มที่...8.....**

**ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

**1. ลำตัวเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร**

-ช่วยยึดส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องร่อนเข้าด้วยกัน เช่น ส่วนหัว ปีก ลูกกรงปีก และจุดหางหาง เป็นต้น.

**2. ปีกเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร**

- ปีกทำหน้าที่หลักในการสร้างแรงยก โดยพื้นผิวปีกด้านบนมีความโค้งมากกว่าพื้นผิวปีกด้านล่าง ทำให้ความดันอากาศด้านล่างปีกสูงกว่า เคลื่อนที่สู่ด้านบนที่มีความดันอากาศต่ำกว่า ทำให้เกิดแรงยก.

**3. ชุดพวงหางเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร**

-จุดหางหางของเครื่องร่อน แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. แพนหางระดับ - มีหน้าที่ ควบคุมมุมก้มเงย ทำให้เครื่องร่อนขึ้นและลง

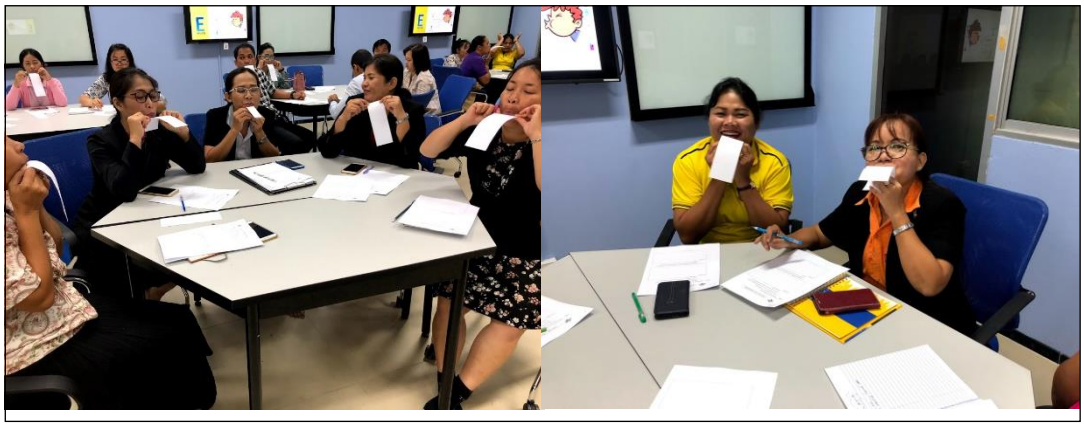
2. แพนหางดิ่ง - มีหน้าที่ ควบคุมการเลี้ยวซ้าย และขวาของเครื่องร่อน ทำให้เครื่องร่อนสามารถเคลื่อนเป็นวงกลมได้.

**ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างผลงานผู้เข้าอบรมจากใบกิจกรรมส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

จากภาพที่ 4.17 แสดงตัวอย่างผลงานผู้เข้าอบรมที่ได้จากการทำกิจกรรม “ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้ทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ เครื่องร่อนว่า

แต่ละส่วนทำงานอย่างไร มีวิธีการควบคุมเครื่องร่อนในแต่ละส่วนประกอบอย่างไร จากนั้นผู้เข้าอบรมทำการทดลองหาจุดสมดุลของวัตถุ เพื่อกำหนดจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ (CG) ให้กับเครื่องร่อน ดังภาพที่ 4.18

**ภาพที่ 4.18 กิจกรรมการทดลองการหาจุดสมดุล**



**ภาพที่ 4.19 กิจกรรมการทดลองการเกิดแรงยก**

จากภาพที่ 4.19 แสดงการทำกิจกรรม “การเกิดแรงยก” เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ใช้กระบวนการกลุ่มในการร่วมกันอภิปรายถึงแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน มีแรงใดบ้าง หลักการเกิดแรงยก ส่วนประกอบใดของเครื่องร่อนที่ทำให้เกิดแรงยก ซึ่งกิจกรรมจะช่วยให้ผู้เข้าอบรมสามารถสืบเสาะหาความรู้จากคำถาม ข้อสงสัย และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เข้าอบรม และ

ผู้วิจัยได้กระตุ้นความสนใจของผู้เข้าอบรมโดยใช้คำถามนำเพื่อเชื่อมโยงในกิจกรรมต่อไป คือการสร้างปีกเครื่องร่อน ในกิจกรรมนี้จะทำให้ผู้เข้าอบรมได้นำความรู้จากการทดลองเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การสร้างปีกเครื่องร่อนเพื่อให้เกิดแรงยก

**ภาพที่ 4.20 ผู้อบรมกำลังขัดแพนอากาศที่ปีกเพื่อให้เกิดแรงยก**

จากภาพที่ 4.20 ผู้เข้าอบรมมีความสนใจและตื่นเต้นต่อการปฏิบัติกิจกรรมเป็นอย่างมาก และแต่ละกลุ่มได้สืบค้นและเลือกรูปแบบของแพนอากาศเพื่อนำมาใช้กับปีกเครื่องร่อน ซึ่งผู้เข้าอบรมได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายถึงรูปแบบของแพนอากาศแบบต่าง ๆ ว่าแบบใดที่จะทำให้เครื่องร่อนลอยในอากาศได้นานที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจากการทดลองผู้เข้าอบรมสามาถนำความรู้ไปเชื่อมโยงกับการเลือกรูปแบบแพนอากาศที่เหมาะสมกับการเกิดแรงยก

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมจากง่ายไปหายากโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีการสอนหลัก บูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมาแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยแบ่งออกกิจกรรมออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือ ส่วนที่ 1 ในขั้นนำเข้าสู่เนื้อหาความรู้ในเรื่องจุดสมดุลและหลักอากาศพลศาสตร์ของเครื่องร่อน เพื่อให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องเนื้อหา ซึ่งการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดัดแปลงมาจากกิจกรรมสนุกคิดกับวิทยาศาสตร์อากาศยาน ระดับชั้นประถมศึกษา สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ และในส่วนที่ 2 เป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การสร้างเครื่องร่อน ซึ่งจะดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ 2.1) การระบุปัญหา 2.2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 2.3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 2.4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 2.5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 2.6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 3) ขั้นสรุปและขยายความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งในระหว่างทำกิจกรรมผู้เข้าอบรมจะได้นำความรู้จากกิจกรรมมาเชื่อมโยง ทำให้ผู้สอนลดบทบาทลงและเป็นเพียงผู้ชี้แนะและคอยแนะนำเท่านั้น

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาตามขั้นตอนและเป็นระบบดังกล่าวข้างต้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ประกิจ วรเลิศ และคณะ, 2559; พลศักดิ์ แสงพรมศรี, 2558; พลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, 2558)

**4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของครูผู้เข้าอบรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

ผู้วิจัยวัดความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้ normalized gain หรือ <g> ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

**4.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้น**

จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เมื่อนำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้วิธี normalized gain พบว่า เมื่อมองในภาพรวมของกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 4.11

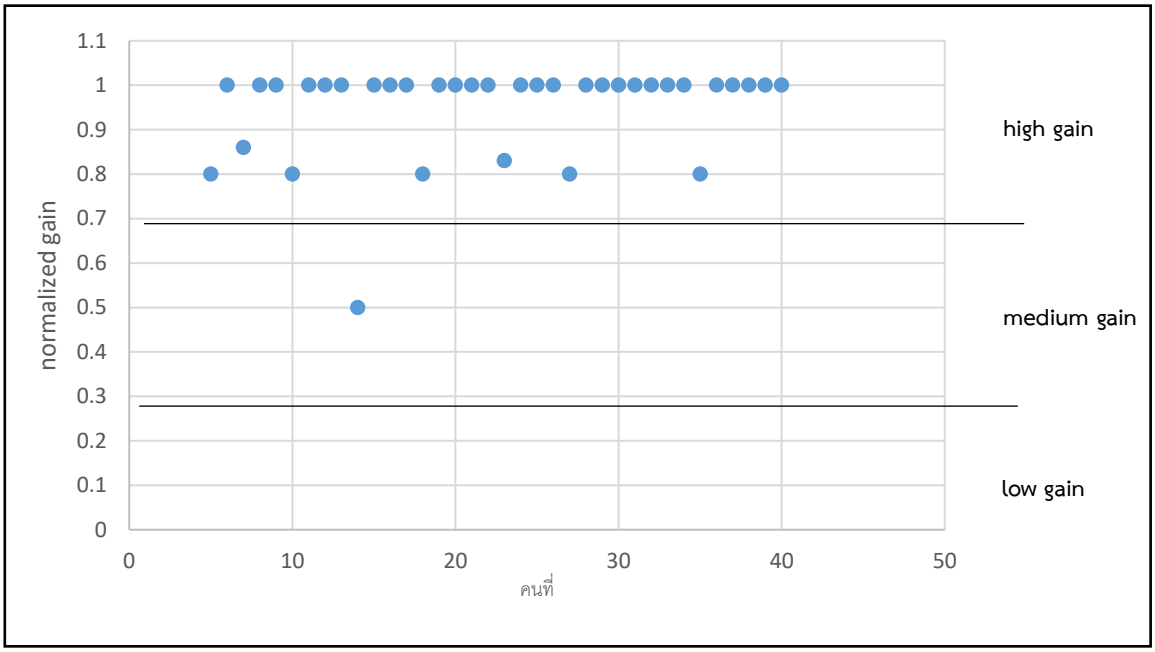
**ตารางที่ 4.11 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน ของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

| การทดสอบ | คะแนนเต็ม | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ร้อยละ | <g> | Gain |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 12 | 7.85 | 1.88 | 65.42 | 0.95 | High gain |
| หลังเรียน | 12 | 11.78 | 0.42 | 98.13 | | |

จากตารางที่ 4.11 พบว่า คะแนนผลการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 คะแนน และ 11.78 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน พบว่า อยู่ในระดับสูง (<g> = 0.95)

### 4.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคล

จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล พบว่า ผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล ดังภาพที่ 4.21




**ภาพที่ 4.21 ผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล**

จากภาพที่ 4.21 เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล พบว่า ครูผู้เข้าอบรมที่มีความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจากการจัดกิจกรรม ต่ำที่สุด คือ คนที่ 14 (<g> = 0.50) เนื่องจากเป็นครูที่สอนในระดับชั้นปฐมวัยและอาจเป็นเนื้อหาที่ไม่ถนัดจึงทำให้ขาดความสนใจส่งผลให้ผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนน้อยกว่าครูผู้เข้าอบรมคนอื่น ๆ ส่วนครูผู้เข้าอบรมคนอื่นความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่องเครื่องร่อนอยู่ในระดับสูง (<g> < 0.70–1.00) เนื่องจากเป็นครูที่สอนในระดับประถมศึกษา อีกทั้งกิจกรรมเครื่องร่อนมีการแข่งขันในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน รวมทั้งยังเป็นเนื้อหาที่ครูผู้เข้าอบรมสนใจ จึงทำให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง

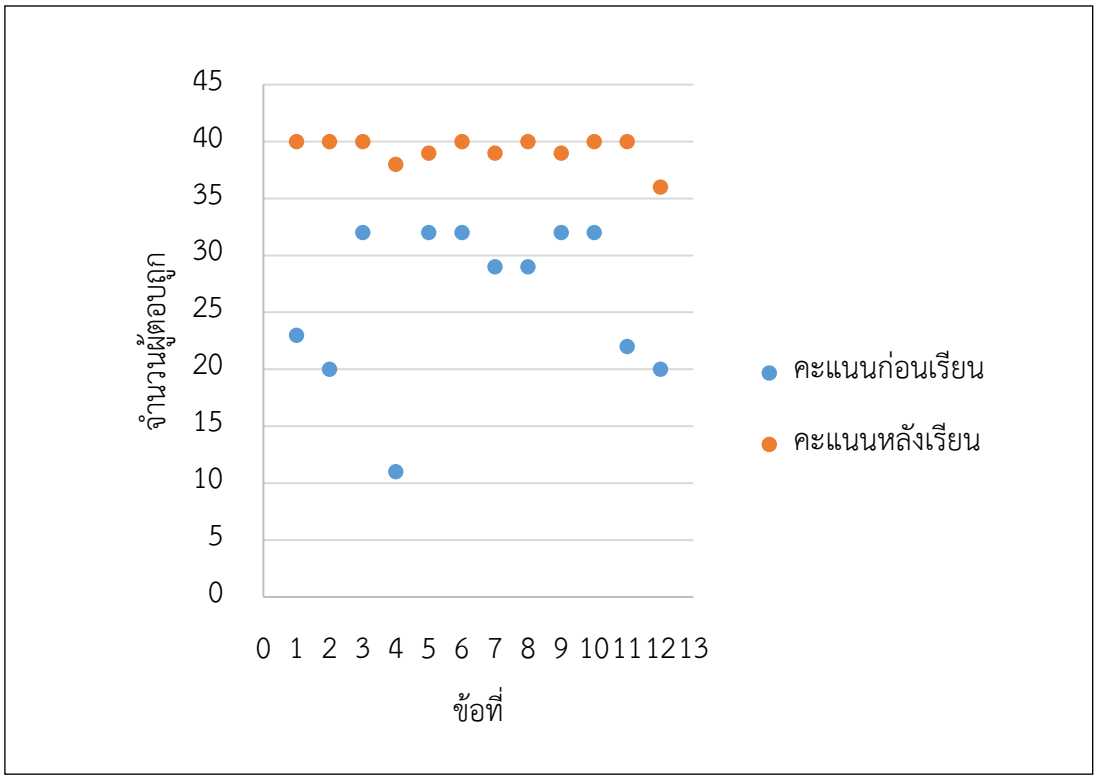
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมจะเห็นได้ว่า ครูผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (high gain) มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.50 ครูผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 และไม่มีครูผู้เข้าอบรมที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ ดังตารางที่ 4.12

**ตารางที่ 4.12 สรุปผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล**

| Gain | จำนวนนักเรียน (คน) | จำนวนนักเรียน (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| high | 39 | 97.50 |
| medium | 1 | 2.50 |
| low | - | - |
| **รวม** | **40** | **100** |

**4.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ**

จากการการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อนำคะแนนที่มาเปรียบเทียบ จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ ดังภาพที่ 4.22



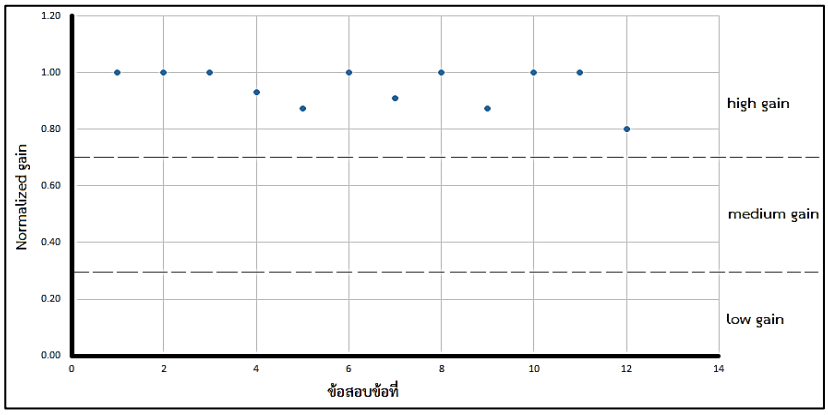

**ภาพที่ 4.22 เปรียบเทียบจำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อจากการทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน**

จากภาพที่ 4.22 และจากการการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ พบว่า ครูผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ ดังตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา**

| ข้อสอบ | ทดสอบก่อนเรียน | | | ทดสอบหลังเรียน | | | <g> |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ข้อที่ | จำนวนผู้ตอบถูก | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ | จำนวนผู้ตอบถูก | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ | |
| 1 | 23 | 0.58 | 58.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 2 | 20 | 0.50 | 50.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 3 | 32 | 0.80 | 80.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 4 | 11 | 0.28 | 28.00 | 38 | 0.95 | 95 | 0.93 |
| 5 | 32 | 0.80 | 80.00 | 39 | 0.98 | 97.5 | 0.88 |
| 6 | 32 | 0.80 | 80.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 7 | 29 | 0.73 | 73.00 | 39 | 0.98 | 97.5 | 0.91 |
| 8 | 29 | 0.73 | 73.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 9 | 32 | 0.80 | 80.00 | 39 | 0.98 | 97.5 | 0.88 |
| 10 | 32 | 0.80 | 80.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 11 | 22 | 0.55 | 55.00 | 40 | 1.00 | 100 | 1.00 |
| 12 | 20 | 0.50 | 50.00 | 36 | 0.90 | 90 | 0.80 |

จากตารางที่ 4.13 นำค่า <g> มาแสดงเป็นกราฟเพื่อเปรียบเทียบรายข้อได้ดังภาพที่ 4.14



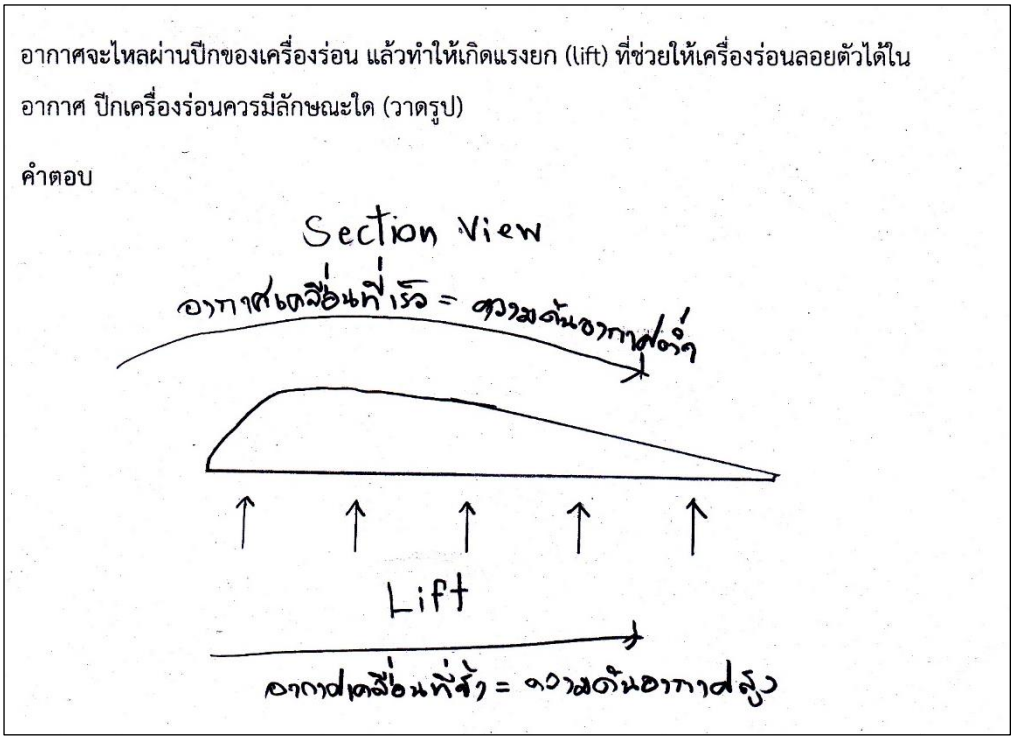

**ภาพที่ 4.23 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

จากตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.23 พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ เรื่องเครื่องร่อน ของครูผู้เข้าอบรมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทุกข้อมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (high gain) คิดเป็นร้อยละ 100

**ตารางที่ 4.14 สรุปผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ**

| Gain | จำนวนข้อสอบ (ข้อ) | จำนวนข้อสอบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| high | 12 | 100 |
| medium | - | - |
| low | - | - |
| **รวม** | **12** | **100** |

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวนข้อสอบ 12 ข้อ พบว่า ข้อสอบที่ผู้เข้าอบรมได้ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุด คือ ข้อที่ 1, 2, 3, 6, 8, 10, และ 11 (<g> = 1.00) และข้อสอบที่ผู้เข้าอบรมมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุด คือ ข้อที่ 12 (<g> = 0.80) และจากการนำข้อสอบข้อที่ 12 มาวิเคราะห์พบข้อสังเกตดังนี้


อากาศจะไหลผ่านปีกของเครื่องร่อน แล้วทำให้เกิดแรงยก (lift) ที่ช่วยให้เครื่องร่อนลอยตัวได้ในอากาศ ปีกเครื่องร่อนควรมีลักษณะใด (วาดรูป)

คำตอบ



**ภาพที่ 4.24 ตัวอย่างข้อสอบข้อที่ 12**

จากภาพที่ 4.24 เป็นภาพการตอบแบบทดสอบข้อ 12 ของครูผู้เข้าอบรม ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับหลักการและเป็นคำถามด้านความเข้าใจตามระดับความสามารถทางสติปัญญา

ของบลูม เมื่อพิจารณาพบว่า หลักการเกิดแรงยกที่ปีกพื้นผิวปีกด้านบนจะต้องมีความโค้งมากกว่าด้านล่าง ซึ่งเป็นลักษณะของแพนอากาศที่จะทำให้เกิดแรงยก อากาศเคลื่อนที่ผ่านปีกด้านบนด้วยความเร็วมากกว่าปีกด้านล่าง ทำให้ความดันอากาศบริเวณปีกด้านล่างสูงกว่าบริเวณปีกด้านบน ความดันอากาศสูงจึงเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่มีความดันอากาศต่ำกว่าซึ่งก็คือบริเวณปีกด้านบน จึงเกิดแรงยกขึ้นส่งผลให้เครื่องร่อนลอยอยู่ในอากาศได้ คะแนนความก้าวหน้าในข้อนี้จึงมีค่าต่ำที่สุด

### 4.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ในการศึกษาความพึงพอใจของครูผู้เข้าอบรม ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องร่อน ผลการตอบแบบสอบถาม (ตารางที่ ก.7) เมื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลรายข้อและรายด้าน ดังแสดงในตารางที่ 4.15

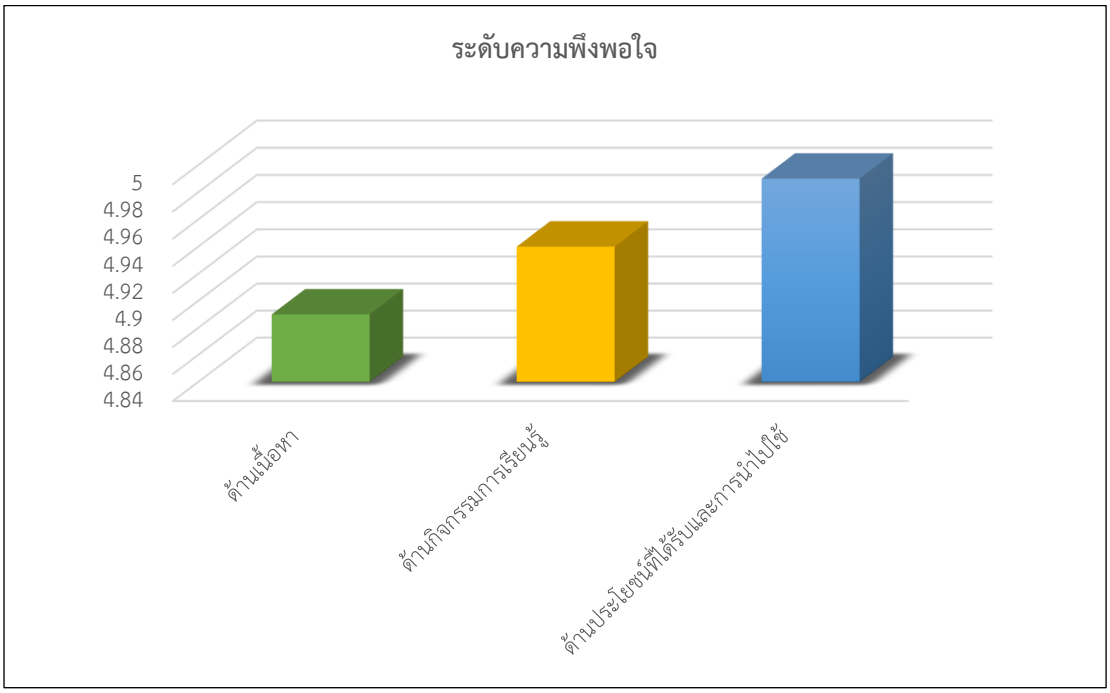
**ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจรายข้อที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

| ประเด็นคำถาม | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ระดับ | ลำดับที่ |
|---|---|---|---|---|
| **ด้านเนื้อหา** | | | | |
| 1. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | 4.80 | 0.41 | มากที่สุด | 12 |
| 2. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามในขณะที่เรียน | 4.88 | 0.33 | มากที่สุด | 11 |
| 3. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและวิทยากร | 4.98 | 0.16 | มากที่สุด | 4 |
| 4. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสวิเคราะห์ปัญหา วางแผนค้นคว้าและแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง | 4.93 | 0.27 | มากที่สุด | 7 |
| **สรุปด้านเนื้อหา** | **4.89** | **0.31** | **มากที่สุด** | |
| **ด้านกิจกรรมการเรียนรู้** | | | | |
| 5. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรม เกิดทักษะในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 4.93 | 0.27 | มากที่สุด | 7 |

**ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจรายข้อที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (ต่อ)**

| ประเด็นคำถาม | ค่าเฉลี่ย | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน | ระดับ | ลำดับที่ |
|---|---|---|---|---|
| 6. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกทักษะในการแก้ไขปัญหา ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 4.98 | 0.16 | มากที่สุด | 4 |
| 7. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และกล้านำเสนอความคิดเห็นต่อเพื่อนครู | 4.93 | 0.27 | มากที่สุด | 7 |
| 8. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้ในด้านต่าง ๆ มาบูรณาการ เพื่อเชื่อมโยงและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ | 4.93 | 0.27 | มากที่สุด | 7 |
| **สรุปด้านกิจกรรมการเรียนรู้** | **4.94** | **0.24** | **มากที่สุด** | |
| **ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้** | | | | |
| 9. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่สนุกทำให้ผู้เข้าอบรมชื่นชอบต่อการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด | 1 |
| 10. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจช่วยเหลือ และร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกัน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด | 1 |
| 11. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมเห็นความสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้ | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด | 1 |
| 12. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมสามารถนำเอาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ | 4.95 | 0.22 | มากที่สุด | 6 |
| **สรุปด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้** | **4.99** | **0.11** | **มากที่สุด** | |
| สรุปรวมทุกด้าน | 4.94 | 0.24 | มากที่สุด | |

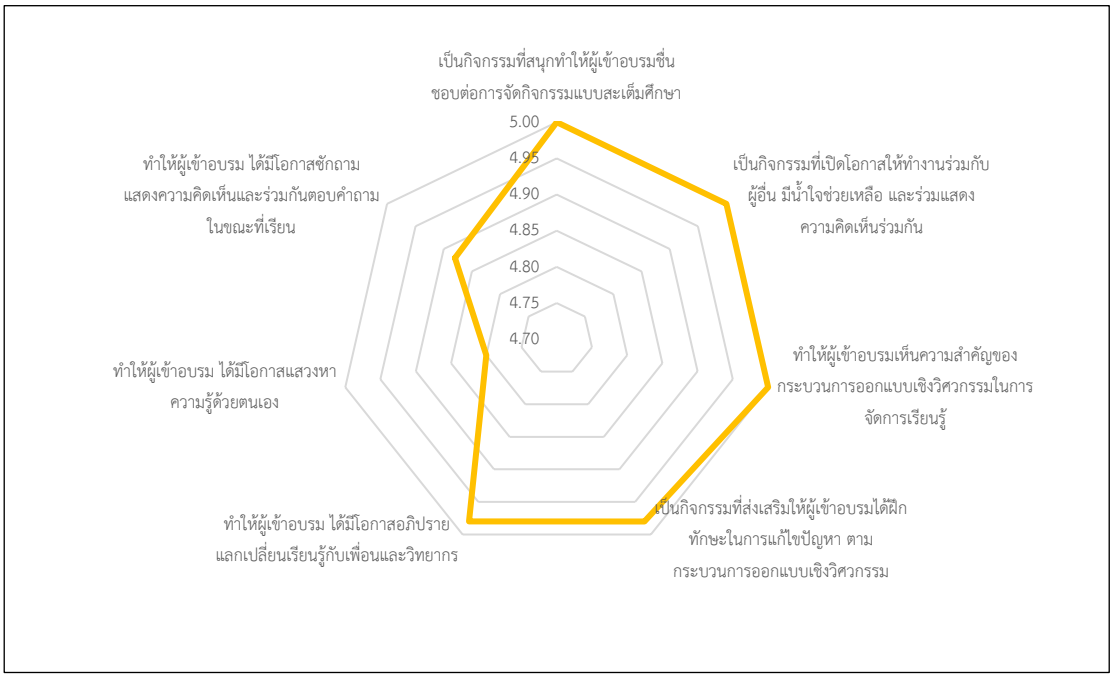
เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 4.15 มาเปรียบเทียบโดยใช้กราฟ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.25




**ภาพที่ 4.25 เปรียบเทียบความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในแต่ละด้าน**

จากการประเมินความพึงพอใจผู้เข้าอบรมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องร่อน ดังแสดงในตารางที่ 4.13 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.94) โดยรายการประเมินที่ได้รับความพึงพอใจมากที่สุดคือด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้ (ข้อ 9-12) (ค่าเฉลี่ย 4.99) ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านนี้ คือ ข้อที่ 9, 10, และ 11 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่สนุกทำให้ผู้เข้าอบรมชื่นชอบมากขึ้น ข้อที่ 10 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นช่วยเหลือซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม และข้อที่ 11 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่สนุกทำให้ผู้เข้าอบรมเห็นความสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศกรรม (ค่าเฉลี่ยทั้งสามข้อเท่ากัน คือ 5.00) รองลงมาคือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ (ข้อ 5-8) (ค่าเฉลี่ย 4.94) ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านนี้ คือ ข้อที่ 6 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมฝึกทักษะการแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (ค่าเฉลี่ย 4.98) และด้านเนื้อหา (ข้อ 1-4) (ค่าเฉลี่ย 4.89) ตามลำดับ ซึ่งข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านนี้ คือ ข้อที่ 3 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นและวิทยากร (ค่าเฉลี่ย 4.98) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดสองอันดับสุดท้ายจากทุกรายการประเมินคือ ข้อที่ 1 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

(ค่าเฉลี่ย 4.80) และข้อที่ 2 กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมได้มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามในขณะที่เรียน (ค่าเฉลี่ย 4.88) ดังภาพที่ 4.26




**ภาพที่ 4.26 ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

จากการจัดกิจกรรมผู้วิจัยได้ให้ผู้เข้าอบรมได้ทำกิจกรรมเรื่องจุดสมดุล เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมทราบว่าความรู้จากการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และตัวกิจกรรมได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมมีอิสระในการสร้างสรรค์ผลงาน ได้มีโอกาสวิเคราะห์ปัญหา วางแผน ค้นคว้าและแสวงหาคำตอบและสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง และได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นและผู้วิจัย ได้นำเสนอผลงานรับฟังความคิดเห็น ข้อแสนอแนะ และนำไปปรับปรุงแก้ไขจนได้ผลงานที่ดีที่สุด โดยผู้วิจัยคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรมขณะปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม เมื่อเกิดปัญหาหรือต้องการความช่วยเหลือ ผู้วิจัยจะเป็นผู้คอยแนะนำเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้เข้าอบรมที่เรียนด้วยกิจกรรมสะเต็มศึกษามีความสุข สนุกและชื่นชอบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง เครื่องร่อน ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลงานวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีการหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (พลศักดิ์ แสงพรมศรี และคณะ, 2558; จำลอง อบอุ่น และคณะ, 2559; ประกิจ วรเลิศ และคณะ, 2559; Tseng et al., 2013; Sukhummek, B. and Faikhamta, C. , 2016

# บทที่ 5
# สรุปผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา สามารถสรุปผลและมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยเครื่องร่อน: การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา สามารถสรุปการวิจัยตามวัตถุประสงค์และตรวจสอบสมมติฐานได้ดังนี้

**5.1.1 ผลการศึกษาความสามารถในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของครูผู้เข้าอบรมโดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

ผลการศึกษาจากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ของครูประถมศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถสรุปผลการปฏิบัติของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอยู่ในระดับ ดีเลิศ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 95.14 ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 100 คือ ด้านการปัญหาและระบุเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดและด้านการนำเสนอ ส่วนด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ด้านประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยที่ 87.50 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

**5.1.2 ผลการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

ผลการเปรียบเทียบผลทดสอบทางการเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ด้วยแบบทดสอบอัตนัยก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง เครื่องร่อน มีคะแนนผลการทดสอบหลังเรียนเฉลี่ย 98.13 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.16 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

**5.1.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน**

5.1.3.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน

คะแนนผลการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.85 คะแนน และ 11.78 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายชั้นเรียน พบว่า อยู่ในระดับสูง (<g> = 0.95)

5.1.3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล

ครูผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (high gain) มีจำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 97.50 ครูผู้เข้าอบรมมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2.50 และไม่มีครูผู้เข้าอบรมที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (low gain)

5.1.3.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อ

ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายข้อของแบบทดสอบทางการเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ซึ่งมีทั้งหมด 12 ข้อ พบว่า ทุกข้อมีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (high gain) คิดเป็นร้อยละ 100 ข้อสอบที่มีความก้าวหน้ามากที่สุดหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ ข้อที่ 1, 2, 3 , 6, 8, 10 และ 11 มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (<g> = 1.00) และข้อสอบที่มีความก้าวหน้าน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 12 มีความก้าวหน้าอยู่ในระดับสูง (<g> = 0.80)

**5.1.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

ผลการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ซึ่งประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีเนื้อหาในการประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์และการนำไปใช้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจทั้ง 3 ด้านเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 จัดอยู่ในระดับมากที่สุด และกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์และการนำไปใช้ ซึ่งเท่ากับ 4.99 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

**5.2.1 ข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)**

5.2.1.1 สภาพแวดล้อมและการสนับสนุน จากผู้บริหารมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ความสามารถของครูในสายงานสอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการพัฒนาต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของครู เพื่อนครูและผู้บริหารต้องรับทราบและให้การสนับสนุน

5.2.1.2 การพัฒนาความสามารถของครูในสายงานสอนในระยะแรกอาจเห็นความเปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากต้องอาศัยเวลา การพัฒนาการเรียนรู้ ความสามารถของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องมีการจัดอบรมอย่างต่อเนื่อง

**5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

5.2.2.1 ควรมีการสำรวจความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ควบคู่ไปกับการทำกิจกรรมของครูในการจัดการเรียนรู้สะเต็ม เพราะอาจเป็นไปได้ว่าปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการพัฒนาความสามารถของครูที่เข้าอบรม

5.2.2.2 การพัฒนาความสามารถการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ควรเพิ่มกิจกรรมให้ครูได้ฝึกวิเคราะห์ ตัวชี้วัดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้บริบทปัญหาที่ สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในเนื้อหาดังกล่าวได้ เพื่อให้ครูมีมุมมองในการออกแบบกิจกรรมที่กว้างขึ้น

5.2.2.3 ควรปรับเกณฑ์การประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้ละเอียดยิ่งขึ้น

# เอกสารอ้างอิง

# เอกสารอ้างอิง


กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

เขมวดี พงศานนท์. "STEM EDUCATION", ใน **การปฐมนิเทศผู้รับทุนโครงการ สควค. ระดับปริญญาโททางการศึกษา (ประเภท Premium) ปีการศึกษา 2557**. น. 35-38. ชลบุรี: โรงแรมเอวัน เดอะ รอยัล, 2557.

คณิต ดวงหัสดี. **สุขภาพจิตกับความพึงพอใจในงานของข้าราชการตำรวจชั้นประทวนในเขตเมืองและเขตชนบทของจังหวัดขอนแก่น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์. "ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต่อการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์", ใน **การประชุมวิชาการเวทีวิจัยมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ครั้งที่ 10 ประจำปี 2559 หัวข้อ เอกภาพและความหลากหลายในมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์.** น. 315-318. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2559.

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ "การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา", **วารสารวิชาการ Veridian E. มหาวิทยาลัยศิลปกร.** 8(1): 62-74; มกราคม-เมษายน, 2558.

ไชยา พรมโส. **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ**. วิทยานิพนธปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558.

ทิศนา แขมมณี และสร้อยสน สกลรักษ์. **แบบแผนและเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ปรเศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ "โคจร การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงาน", **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 10(ฉบับพิเศษ): 463-474; กันยายน, 2559.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)


พงศธร มหาวิจิตร. “การสอนเรขาคณิตแบบบูรณาการ โดยใช้สิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ”, **วารสารวิชาการ สสวท**. 12(3): 71-73; กรกฎาคม– กันยายน, 2552

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”, **วารสารนักบริหาร**. 33(2): 49-56; เมษายน-มิถุนายน, 2556.

เพ็ญแข ช่อมณี. **ความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน**. กรุงเทพมหานคร: เอมพันธ์ มณี โพธิเสน, 2544.

ภัชระพงศ์ พระไว. **การออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2559.

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). “การเสริมสร้าง วิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model”, http://www. educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4. 12 กันยายน, 2561.

ลือชา ลดาชาติ. **การวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียน.** กรุงเทพมหานคร: อักษรไทย, 2555.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2561.

_____. **เอกสารการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2559.

_____. **มาตรฐานสะเต็มศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: ซัสเซสพับลิเคชัน, 2558.

_____. (2557). “คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็ม”, http://www.stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf.pdf. 8 สิงหาคม, 2561.

สภานิติบัญญัติแห่งชาติ (2558). “STEM Education: นโยบายเชิงรุกในการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม”, **รายงานการสัมมนาระดมความคิด.** http://web.senate.go.th/w3c/senate/pictures/comm/1547/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%A1%E0%B8%A1%E0%B8%99%E0%B8%B2STEM_2.pdf. 22 สิงหาคม, 2561.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. “เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา”, **นิตยสาร สสวท**. 42(185): 35-37; พฤศจิกายน-ธันวาคม, 2556.

## เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อาทิตยา พูนเรือง และคณะ. (2559). “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง เคมีพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5”, **การประชุมวิชาการระดับชาติ.** http://conference.edu.ksu.ac.th/File-74.html. 5 กรกฎาคม, 2561.

Hake R.R. “Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, **American Journal of Physics**. 61(1): 64-74; Winter, 1998.

National Research Council. (2012). “A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas”, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165. 27 กันยายน, 2561.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

**ตารางที่ ก.1 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษา**

| องค์ประกอบของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | รวม | IOC | สรุปผล |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย | | | | | | |
| 1. จุดศูนย์ถ่วง | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 3. แรงอากาศพลศาสตร์ที่กระทำต่อเครื่องร่อน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 4. การออกแบบและสร้างเครื่องร่อน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| **ขั้นกิจกรรมสะเต็มศึกษา** ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน | | | | | | |
| 1. การกำหนดปัญหาเงื่อนไขหรือข้อกำหนด | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 2. การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 3. การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| 6. การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |
| **ขั้นสรุปและขยายความรู้** | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | นำไปใช้สอนได้ |

**ตารางที่ ก.2 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทางการเรียน**

| เรื่อง | ข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | รวม | IOC | สรุปผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| 1. อธิบายเกี่ยวกับจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อนได้ | 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 2. อธิบายถึงส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน | 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 3. อธิบายเกี่ยวกับแรงอากาศพลศาสตร์ที่กระทำต่อเครื่องร่อนได้ | 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 8 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 9 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 10 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 11 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| 4. อธิบายออกแบบและสร้างเครื่องร่อนตามหลักอากาศพลศาสตร์ | 12 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |

**ตารางที่ ก.3 การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา**

| ด้านที่ | คำถามข้อที่ | ผู้เชี่ยวชาญคนที่ | | | รวม | ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) | สรุปผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| ด้านที่ 1 ด้านเนื้อหา | 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 4 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| ด้านที่ 2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 8 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| ด้านที่ 3 ประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้ | 9 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 10 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 11 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |
| | 12 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | คัดเลือกไว้ |

**ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ของครูที่เข้าอบรมอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา**

| คนที่ | ชื่อสมมติ | คะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 17 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 17 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 1 | C1 | 7 | 12 |
| 2 | C2 | 11 | 11 |
| 3 | C3 | 11 | 12 |
| 4 | C4 | 10 | 12 |
| 5 | C5 | 7 | 11 |
| 6 | C6 | 3 | 12 |
| 7 | C7 | 5 | 11 |
| 8 | C8 | 6 | 12 |
| 9 | C9 | 8 | 12 |
| 10 | C10 | 7 | 11 |
| 11 | C11 | 7 | 12 |
| 12 | C12 | 8 | 12 |
| 13 | C13 | 6 | 12 |
| 14 | C14 | 10 | 11 |
| 15 | C15 | 9 | 12 |
| 16 | C16 | 10 | 12 |
| 17 | C17 | 7 | 12 |
| 18 | C18 | 7 | 11 |
| 19 | C19 | 9 | 12 |
| 20 | C20 | 10 | 12 |
| 21 | C21 | 7 | 12 |
| 22 | C22 | 9 | 12 |
| 23 | C23 | 6 | 11 |

**ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง เครื่องร่อน ของครูที่เข้าอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา (ต่อ)**

| คนที่ | ชื่อสมมติ | คะแนนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 17 คะแนน) | คะแนนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 17 คะแนน) |
|---|---|---|---|
| 24 | C24 | 11 | 12 |
| 25 | C25 | 6 | 12 |
| 26 | C26 | 11 | 12 |
| 27 | C27 | 7 | 11 |
| 28 | C28 | 7 | 12 |
| 29 | C29 | 7 | 12 |
| 30 | C30 | 10 | 12 |
| 31 | C31 | 6 | 12 |
| 32 | C32 | 9 | 12 |
| 33 | C33 | 7 | 12 |
| 34 | C34 | 7 | 12 |
| 35 | C35 | 7 | 11 |
| 36 | C36 | 5 | 12 |
| 37 | C37 | 8 | 12 |
| 38 | C38 | 8 | 12 |
| 39 | C39 | 10 | 12 |
| 40 | C40 | 8 | 12 |

| การทดสอบ | เฉลี่ย | SD | ร้อยละ | t | p |
|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 7.85 | 1.89 | 65.42 | 13.16 | .000 |
| หลังเรียน | 11.78 | 0.42 | 98.13 | | |

**ตารางที่ ก.5 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของครูผู้เข้าอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา**

| รายการประเมิน | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **ด้านเนื้อหา** | | | | | |
| 1. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | 32 | 8 | | | |
| 2. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามในขณะที่เรียน | 35 | 5 | | | |
| 3. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและวิทยากร | 39 | 1 | | | |
| 4. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสวิเคราะห์ปัญหา วางแผนค้นคว้าและแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง | 37 | 3 | | | |
| **ด้านกิจกรรมการเรียนรู้** | | | | | |
| 5. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรม เกิดทักษะในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 37 | 3 | | | |
| 6. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกทักษะในการแก้ไขปัญหา ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | 39 | 1 | | | |
| 7. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และกล้านำเสนอความคิดเห็นต่อเพื่อนครู | 37 | 3 | | | |
| 8. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้ในด้านต่าง ๆ มาบูรณาการ เพื่อเชื่อมโยงและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ | 37 | 3 | | | |

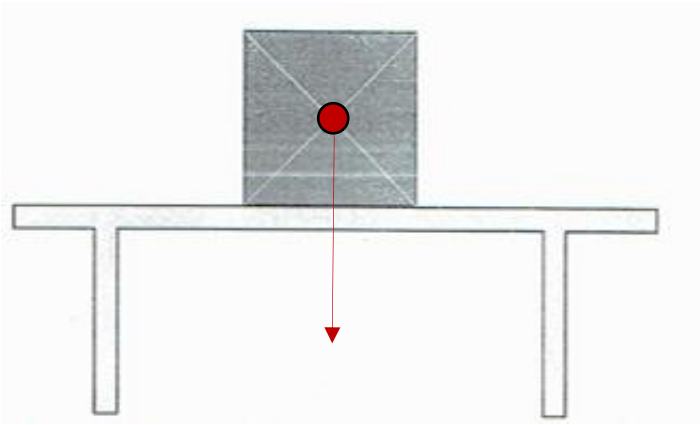
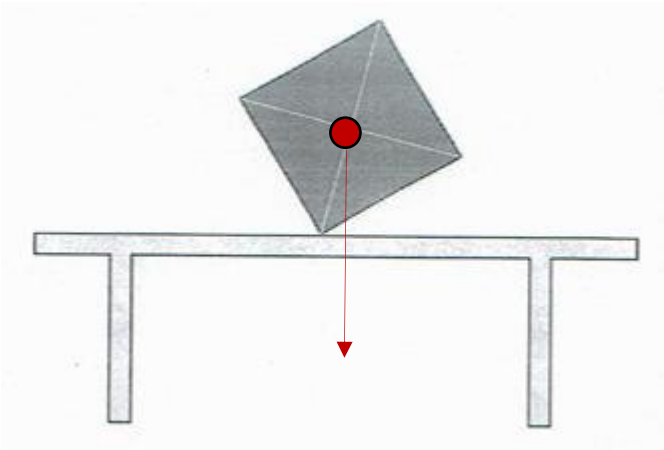
**ตารางที่ ก.5 ผลการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของครูผู้เข้าอบรมกิจกรรมสะเต็มศึกษา**

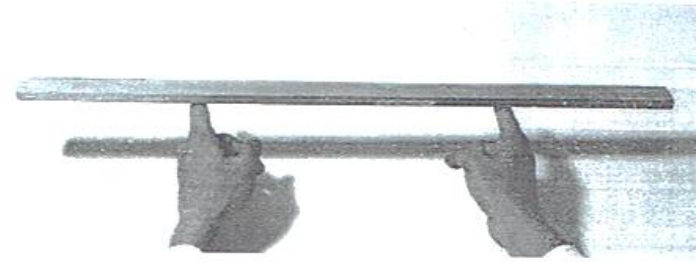
| รายการประเมิน | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **ด้านประโยชน์ที่ได้รับและการนำไปใช้** | | | | | |
| 9. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่สนุกทำให้ผู้เข้าอบรมชื่นชอบต่อการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา | 40 | | | | |
| 10. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจช่วยเหลือ และร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกัน | 40 | | | | |
| 11. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมเห็นความสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้ | 40 | | | | |
| 12. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมสามารถนำเอาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ | 38 | 2 | | | |

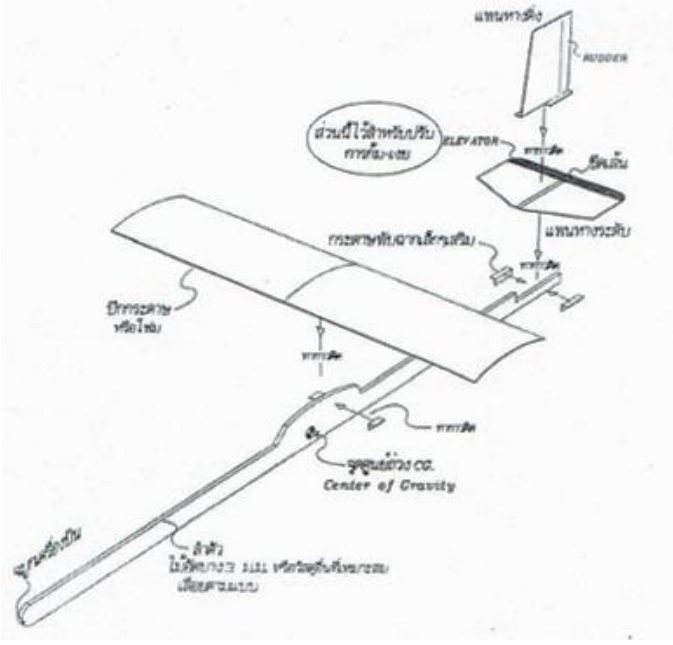
# ภาคผนวก ข
# แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ

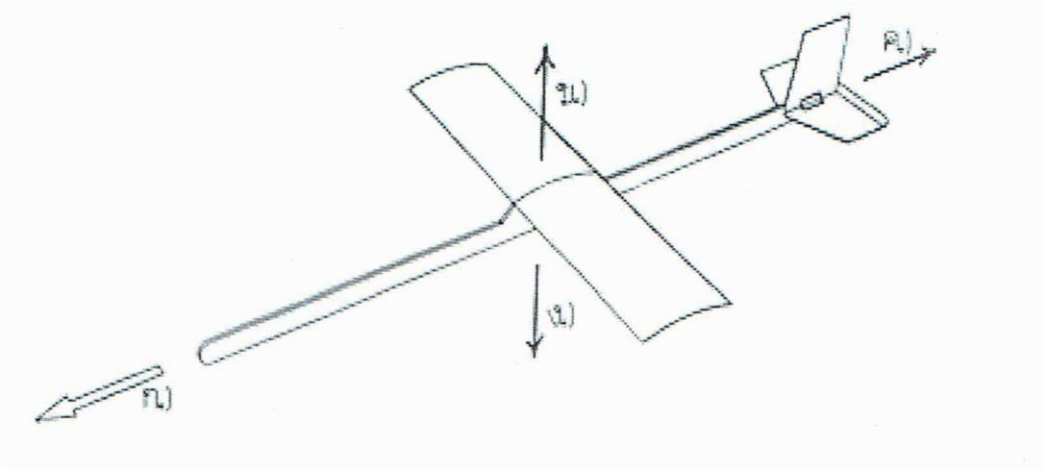
**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อนำเสนอผู้เชี่ยวชาญ**

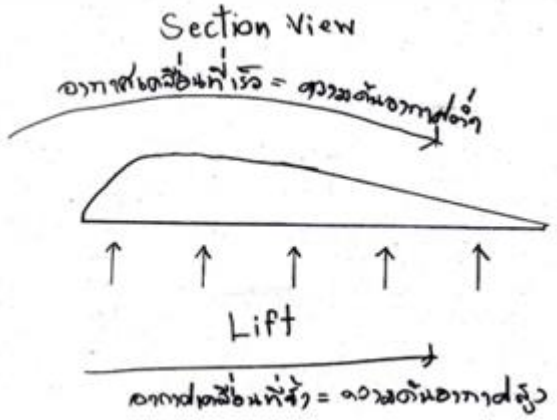
จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดศูนย์ถ่วง หลักการสร้างเครื่องร่อน แรงอากาศพลศาสตร์

| ข้อที่ | ข้อคำถาม/ตัวเลือก | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 0 | 1 |
| 1 | กล่องใบหนึ่งวางบนพื้นโต๊ะดังรูป จงวาดลูกศรแสดงแนวแรงเนื่องจากน้ำหนักที่กระทำกับกล่อง  | | | |
| 2 | เมื่อใช้นิ้วผลักกล่องในข้อ 1 ให้เอียงและล้ม จงวาดลูกศรแสดงแนวแรงเนื่องจากน้ำหนักที่กระทำกับกล่องก่อนที่กล่องจะล้มลง  | | | |

| ข้อที่ | ข้อคำถาม/ตัวเลือก | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 0 | 1 |
| 3 | วางนิ้วชี้ทั้งสองไว้ที่ตำแหน่งปลายสุดของไม้บรรทัดยาว 50 เซนติเมตร จากนั้นค่อย ๆ ขยับนิ้วทั้งสองเข้าหากันแต่ยังคงให้ไม้บรรทัดอยู่ในสมดุล (ไม่เอียงและหล่นจากนิ้ว) จงระบุตำแหน่งที่นิ้วชี้ทั้งสองเคลื่อนที่ชนกันแล้วยังอยู่ในสมดุล  ตอบ 25 เซนติเมตร | | | |
| 4 | จากข้อ 3 ถ้าถ่วงก้อนเหล็กไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของไม้บรรทัด ตำแหน่งสมดุลของไม้บรรทัดจะเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร จงอธิบายหรือวาดตำแหน่งสมดุลลงในรูปด้านล่าง ตอบ จุดสมดุลของไม้บรรทัดจะเปลี่ยนไปและตำแหน่งจุดสมดุลจะเลื่อนเข้ามาใกล้ก้อนเหล็ก | | | |

| ข้อที่ | ข้อคำถาม/ตัวเลือก | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 0 | 1 |
| 5 | จากรูปเครื่องถ้าต้องการให้ตำแหน่งสมดุล (จุดศูนย์ถ่วงหรือ center of gravity) ของเครื่องร่อนอยู่ในตำแหน่งที่เห็นในรูป ควรถ่วงก้อนดินน้ำมัน ที่ตำแหน่งใดของเครื่องร่อน<br>  <br><br>**ตอบ จมูกเครื่องบิน** | | | |

| ข้อที่ | ข้อคำถาม/ตัวเลือก | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 0 | 1 |
| | จากภาพตอบคำถามข้อ 6-10<br>เครื่องร่อนจะบินได้ จะต้องประกอบไปด้วยแรง 4 แรง ได้แก่ แรงขับ แรงยก แรงต้าน และแรงเนื่องจากน้ำหนัก<br>  <br><br>ลูกศร ก ข ค ง แสดงขนาดและทิศทางของแรงทั้ง 4 ลูกศร ก ข ค ง คือแรงอะไรตามลำดับ | | | |
| 6 | ลูกศร ก คือ แรง<br>ตอบ.....แรงขับ..... | | | |
| 7 | ลูกศร ข คือ แรง<br>ตอบ.....แรงยก..... | | | |
| 8 | ลูกศร ค คือ แรง<br>ตอบ.....แรงต้าน..... | | | |
| 9 | ลูกศร ง คือ แรง<br>ตอบ.....แรงเนื่องจากน้ำหนัก..... | | | |
| 10 | จากรูปแรงในข้อใดมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน<br>ตอบ....แรงยกกับแรงต้าน..... | | | |

| ข้อที่ | ข้อคำถาม/ตัวเลือก | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (IOC) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | -1 | 0 | 1 |
| 11 | แรงใดที่ทำให้เครื่องร่อนจะบินไปข้างหน้าได้<br><br>ตอบ....แรงขับ..... | | | |
| 12 | อากาศจะไหลผ่านปีกของเครื่องร่อนแล้วทำให้เกิดแรงยก (lift) ที่ช่วยให้เครื่องร่อนลอยตัวได้ในอากาศปีกเครื่องร่อนควรมีลักษณะใน (วาดรูป)<br><br><u>ตอบ</u><br>  <br> | | | |

# ภาคผนวก ค
# เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

| แผนการจัดการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา<br>ชื่อกิจกรรม GLIDER | |
|---|---|
| **รายวิชา วิทยาศาสตร์** | **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์** |
| **ระดับชั้น ป.6** | **จำนวน 12 ชั่วโมง** |
| **ผู้สอน ปฏิภาณ พิทักษา** | **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561** |
| **วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....** | |

**1. วิทยาศาสตร์**

**สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร**

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**ตัวชี้วัด**

ว 3.1 ป.5/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิด ต่าง ๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และ ความหนาแน่น

ป.5/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน

**สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่**

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณภาพ

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

**ตัวชี้วัด**

ว 4.1 ป.5/1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

ว 4.2 ป.5/1 ทดลองและอธิบาย แรงเสียดทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

**2. คณิตศาสตร์**

**สาระที่ 2 การวัด**

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

**ตัวชี้วัด**

ค 2.1 ป.6/1 อธิบายเส้นทางหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุทิศทาง และ ระยะทางจริงจากรูปภาพ แผนที่และแผนผัง

ค 2.2 ป.6/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม

## 3. เทคโนโลยี

**สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี**

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

**ตัวชี้วัด**

ง 2.1 ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการ ออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และ ประเมินผล

ง 2.1 ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไป ประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้

## 4. ตารางตัวชี้วัด

| วิทยาศาสตร์ (S) | เทคโนโลยี (T) | วิศวกรรมศาสตร์ (E) | คณิตศาสตร์ (M) |
|---|---|---|---|
| ว3.1 ป.5/1 ทดลองและอธิบายสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และ ความหนาแน่น<br>- ป.5/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายการนำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน<br>ว4.1 | ง2.1 ป.6/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ หรือแผนที่ความคิด ลงมือสร้าง และ ประเมินผล<br>ง 2.1 ป.6/3 นำความรู้และทักษะการสร้างชิ้นงานไปประยุกต์ในการสร้างสิ่งของเครื่องใช้ | กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังนี้<br>1) การระบุปัญหา<br>2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา<br>3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา<br>4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา | ค2.1 ป.6/1อธิบายเส้นทางหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ โดยระบุทิศทางและระยะทางจริงจากรูปภาพ แผนที่และแผนผัง<br>ค2.2 ป.6/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม |

| วิทยาศาสตร์ (S) | เทคโนโลยี (T) | วิศวกรรมศาสตร์ (E) | คณิตศาสตร์ (M) |
|---|---|---|---|
| - ป.5/1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรง ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ<br>ว4.2<br>- ป.5/1 ทดลองและอธิบาย แรงเสียดทานและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ | | 5) การทดสอบประเมินผล แลปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน<br>6) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน | |

**กิจกรรมที่ 1 จุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วง**

**1. สาระสำคัญ**

จุดศูนย์ถ่วง เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างเครื่องร่อนและเครื่องบินเล็กทุกชนิด โดยจุดศูนย์ถ่วงเป็นจุดกึ่งกลางของมวลรวมของเครื่องร่อนทั้งลำ ไม่ว่าจะวัดชั่งน้ำหนักตามแนวยาว และตามแนวขวาง อธิบายให้เห็นภาพง่าย ๆ คือ เมื่อแขวนเครื่องร่อนตรงจุดศูนย์ถ่วง เครื่องร่อนจะต้องห้อยอยู่ในแนวระดับ โดยที่ไม่เอนเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่ง

**2. ตัวชี้วัด**

อภิปรายทดลองจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อนได้

**3. สาระการเรียนรู้**

การหาจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

**4.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)**

หลักการทำงานของจุดศูนย์ถ่วง

**4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)**

ทดลองหาจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน

**4.3 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมอันพึงประสงค์ (Attitude: A)**

4.3.1 ทำงานเป็นทีมในการออกแบบชิ้นงาน

4.3.2 มีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน

**5. สมรรถนะของผู้เรียน**

5.1 อธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับจุดสมดุลของวัตถุ

5.2 อธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อนได้

5.3 การสืบค้นข้อมูลและใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการออกแบบชิ้นงาน

**6. ชิ้นงาน/ภาระงาน**

6.1 ทดลองหาจุดศูนย์ถ่วง/จุดสมดุลของวัตถุ

6.2 สรุปความรู้เกี่ยวกับจุดศูนย์ถ่วง/จุดสมดุลของวัตถุ

**7. การวัดและประเมินผล**

| รายการประเมิน | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|---|---|---|
| ทดลองหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ | แบบบันทึกการทดลอง | ได้คะแนนระดับดี |

**8. กิจกรรมการเรียนรู้**

8.1 อภิปรายเกี่ยวกับ ส่วนประกอบด้านระบบของเครื่องร่อน ตามประเด็นดังนี้

จุดศูนย์ถ่วง มีหน้าที่อะไร เมื่อน้ำหนักด้านใดด้านหนึ่งมากกว่าจุดศูนย์ถ่วงจะแตกต่างจากเดิมหรือไม่อย่างไร

8.2 ครูผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มบันทึกการทดลอง ลงในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วนำเสนอผลงาน

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| ระดับ / รายการประเมิน | ดีมาก (4 คะแนน) | ดี (3 คะแนน) | พอใช้ (2 คะแนน) | ควรปรับปรุง (1 คะแนน) |
|---|---|---|---|---|
| **1. การนำเสนอผลงาน** | | | | |
| 1.1 อธิบายการหาจุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน | ครบทุกแรง | ขาดไป 1 แรง | ขาดไป 2 แรง | ขาดไป มากกว่า 2 แรง |
| 1.2 อธิบายหลักการของจุดศูนย์ถ่วง | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| **2. กระบวนการทดลอง** | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| **3. การบูรณาการความรู้ (STEM)** | อธิบายความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อออกแบบและผลิตชิ้นงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 3 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้องน้อยกว่า 2 ด้าน |

**9. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้**

9.1 สื่อ/การหาจุดศูนย์ถ่วง

9.2 ใบกิจกรรมที่ 1.1 การหาจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน

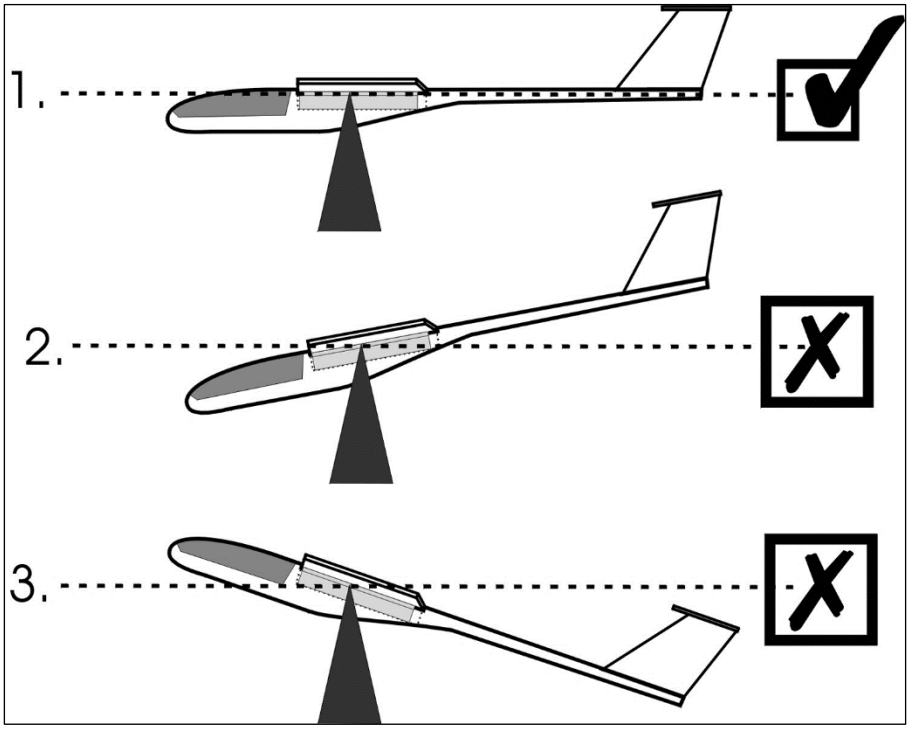
9.3 ใบกิจกรรมที่ 1.2 บันทึกผลการทดลองการหาจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วง แบบทดสอบหลังกิจกรรมที่ 1

9.4 ใบความรู้ที่ 1 เรื่องจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน

## ใบความรู้ที่ 1
## จุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน

จุดศูนย์ถ่วง เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างเครื่องร่อนและเครื่องบินเล็กทุกชนิด โดยจุดศูนย์ถ่วงเป็นจุดกึ่งกลางของมวลรวมของเครื่องร่อนทั้งลำ ไม่ว่าจะวัดชั่งน้ำหนักตามแนวยาว และตามแนวขวาง อธิบายให้เห็นภาพง่ายๆ คือ เมื่อแขวนเครื่องร่อนตรงจุดศูนย์ถ่วง เครื่องร่อนจะต้องห้อยอยู่ในแนวระดับ โดยที่ไม่เอนเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่ง

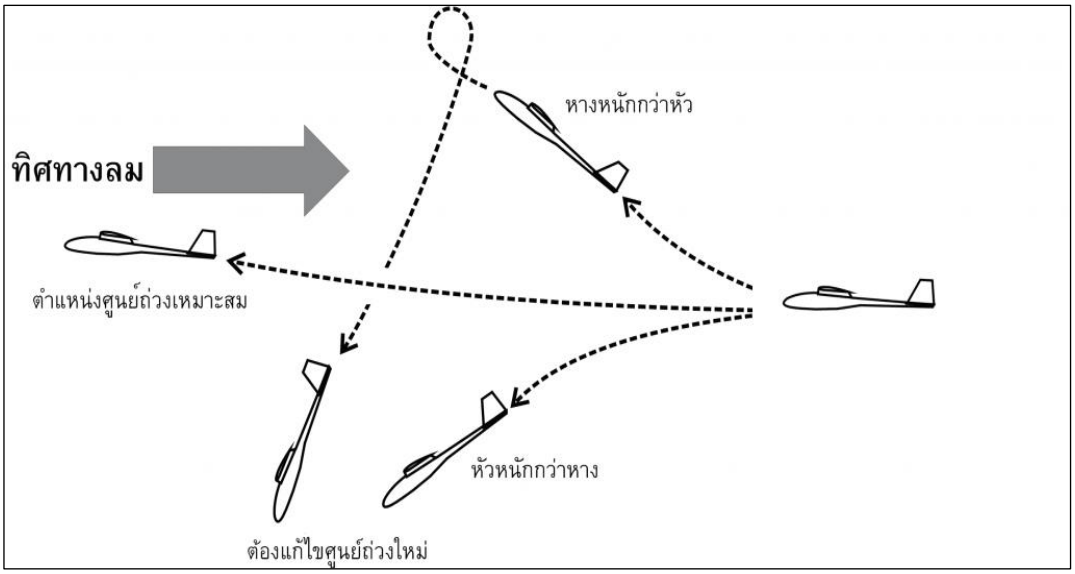
### การหาจุดศูนย์ถ่วง C.G.




**ภาพที่ 1.1 การหาจุดศูนย์ถ่วง (C.G.)**

การกำหนดจุดศูนย์ถ่วง ควรเริ่มจากการตรวจดูความสมดุลของเครื่องร่อนทางซีกซ้ายและซีกขวาก่อน โดยจะถือแนวกึ่งกลางตามแนวยาวของลำตัว เป็นแกนกลางแบ่งซีกซ้ายและซีกขวา และจะกำหนดให้เครื่องร่อนจะต้องมีน้ำหนักเท่ากันทั้งด้านซ้ายและด้านขวา เมื่อได้น้ำหนักทางด้านซ้ายและขวาเท่ากันแล้ว จากนั้นก็จะทำการหาจุดศูนย์ถ่วงรวม (Center of Gravity) หรือที่เรียกว่า การหาจุดซีจี (C.G.) โดยตำแหน่งจุด C.G. ของเครื่องร่อนพุ่งด้วยมือส่วนมากจะกำหนดไว้ที่ระยะประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของระยะความกว้างของปีก เมื่อวัดจากชายหน้าปีก สำหรับการสร้างเครื่องร่อนตาม

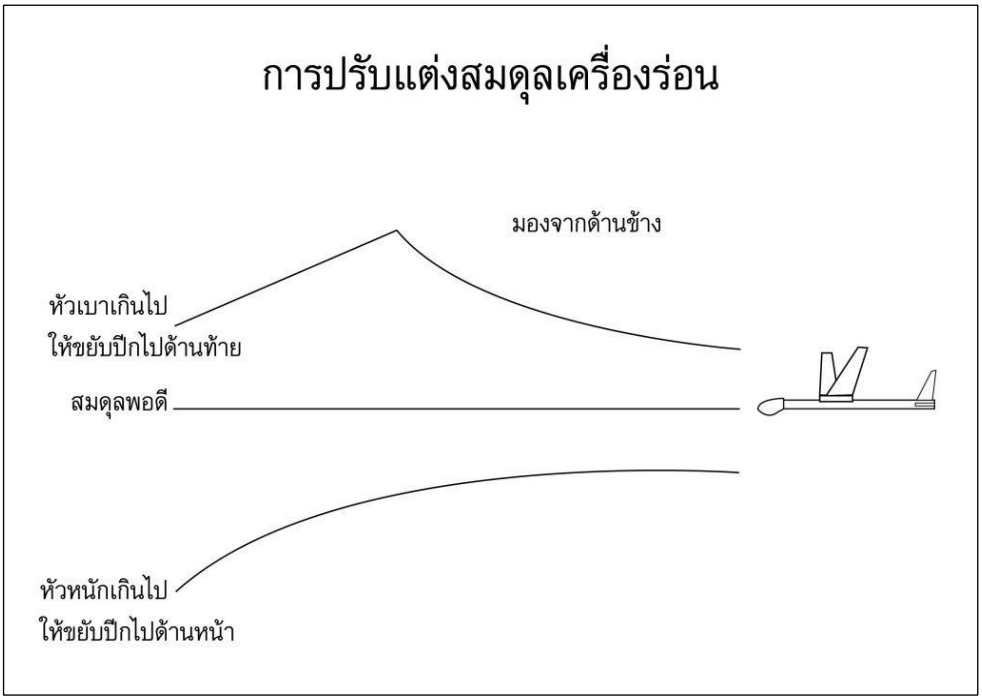
แบบก็สามารถสังเกตได้จากเครื่องหมายวงกลมกากบาท บนตำแหน่งที่กำหนดไว้บนแบบ ซึ่งส่วนมากจะระบุที่ภาพด้านข้างของลำตัว จากตำแหน่งเครื่องหมาย C.G. หากยกเครื่องร่อนขึ้นตรง ๆ โดยใช้นิ้วมือทั้ง 2 ข้างชี้ขึ้นที่ใต้ปีก ตรงตำแหน่ง C.G. ที่กำหนด เครื่องร่อนจะต้องสามารถทรงตัวอยู่บนปลายนิ้วทั้ง 2 ได้ โดยไม่มีอาการเอียงไปทางด้านหัว หรือท้าย ถ้าเครื่องร่อนเอนไปทางด้านหัว แสดงว่าเครื่องร่อนนั้น มีน้ำหนักทางด้านหัวมากกว่าทางหาง (หัวหนัก) หรือหากเครื่องร่อนเงยหัวขึ้น แสดงว่าเครื่องร่อนนั้น มีน้ำหนักทางด้านหางหนักกว่าทางด้านหัว (หางหนัก)



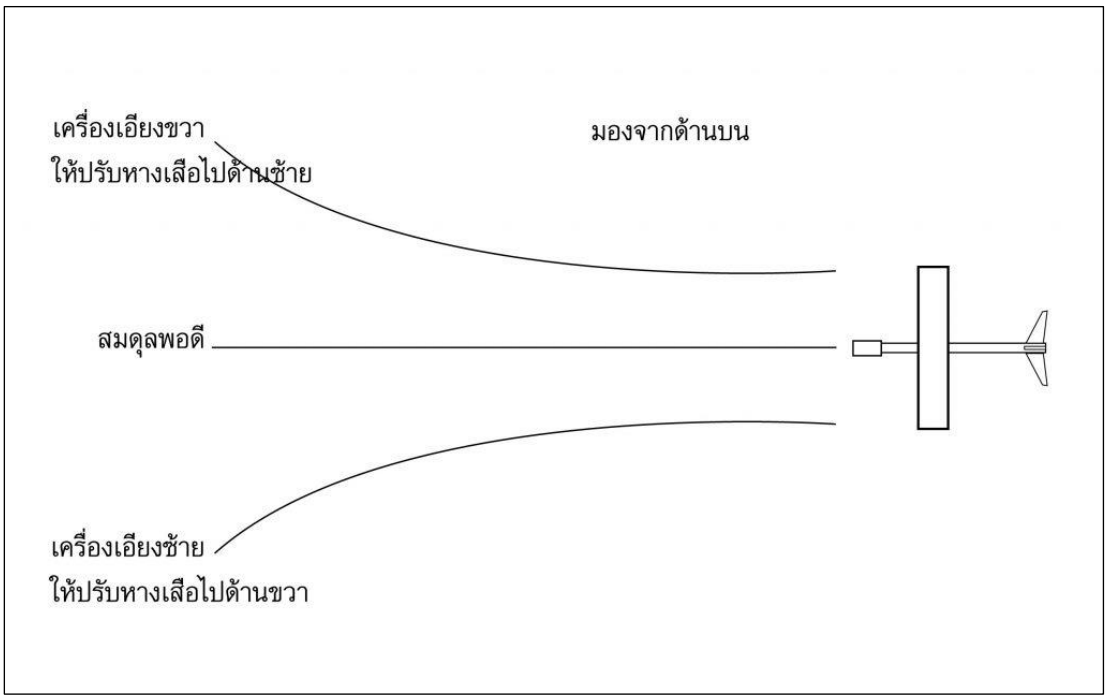

**ภาพที่ 1.2 การหาจุดศูนย์ถ่วงที่เหมาะสม**

**การหาจุดศูนย์ถ่วงที่เหมาะสม**

หากร่อนแล้วพบว่าเครื่องร่อน ปักหัวลงสู่พื้นดินทันที อาจมีสาเหตุมาจากหัวเครื่องร่อนหนักเกินไป ให้ขยับตำแหน่งของวัสดุถ่วงน้ำหนักมาทางหลังอีกเล็กน้อย หรือลดน้ำหนักวัสดุถ่วงน้ำหนักลงนิดหน่อยแล้วทดลองร่อนใหม่ หรืออาจเกิดจากแพนหางระดับทำมุมไม่ขนานกับเส้นแนวใต้ปีก หรือเครื่องร่อนบินเชิดหัวขึ้นฟ้าทันที แล้วม้วนตัวร่วงตกลงสู่พื้นดิน เรียกว่าอาการ “สตอล” ( Stall) แสดงว่าเครื่องร่อนนั้นหางหนัก ให้เลื่อนน้ำหนักมาทางหัวหรือเพิ่มน้ำหนักถ่วงให้มากขึ้น หรืออาจเกิดจากการติดตั้งแพนหางระดับที่ไม่ขนานกับเส้นแนวใต้ปีก ที่ต้องแก้ไขกันในระดับโครงสร้างเครื่องร่อนต่อไป




**ภาพที่ 1.3 การปรับแต่งจุดสมดุลเครื่องร่อน (มองจากด้านข้าง)**




**ภาพที่ 1.4 การปรับแต่งจุดสมดุลเครื่องร่อน (มองจากด้านบน)**

**ใบกิจกรรมที่ 1.1**

**กิจกรรมการหาจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วงของเครื่องร่อน**

**ชื่อกลุ่ม.....**

1. ความรู้ที่ได้จากการหาจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่สงสัย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ผู้เข้าอบรมคิดว่าจะไขข้อสงสัยของตัวเองได้ด้วยวิธีการใดและสรุปข้อค้นพบว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ใบกิจกรรมที่ 1.2**

**กิจกรรม การทดลองการหาจุดสมดุล/จุดศูนย์ถ่วง**

**ชื่อกลุ่ม**.....

**การทดลองครั้งที่ 1**

การดำเนินการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

**การทดลองครั้งที่ 2**

การดำเนินการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

**กิจกรรมที่ 2 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

**1. สาระสำคัญ**

ส่วนประกอบของเครื่องร่อนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนประกอบด้านโครงสร้างและส่วนประกอบด้านระบบ โดยแต่ละส่วนมีหน้าที่แตกต่างกันแต่สามารถทำงานสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบส่งผลให้เครื่องร่อนมีสมรรถนะและเสถียรภาพเหมาะสมกับการบิน ในลักษณะต่าง ๆ

**2. ตัวชี้วัด**

อภิปรายส่วนประกอบและหน้าที่พื้นฐานของเครื่องร่อนได้

**3. สาระการเรียนรู้**

ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

3.1 ลำตัว

3.2 ปีก

3.3 ชุดพวงหาง

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

**4.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)**

4.1.1 ส่วนประกอบและหน้าที่พื้นฐานของเครื่องร่อน

4.1.2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่พื้นฐานของเครื่องร่อน

**4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)**

ออกแบบส่วนประกอบของเครื่องร่อน

**4.3 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมอันพึงประสงค์ (Attitude: A)**

4.3.1 ทำงานเป็นทีมในการออกแบบชิ้นงาน

4.3.2 มีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน

**5. สมรรถนะของผู้เรียน**

5.1 อธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่พื้นฐานของเครื่องร่อนได้

5.2 การสืบค้นข้อมูลและใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการออกแบบชิ้นงาน

5.3 ออกแบบและสร้างเครื่องร่อนจำลอง

**6. ชิ้นงาน/ภาระงาน**

6.1 Mind Mapping สรุปส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

6.2 รายงานสรุปความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

6.3 ชิ้นงานเครื่องร่อนจำลอง

**7. การวัดและประเมินผล**

| รายการประเมิน | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|---|---|---|
| 1. ชิ้นงานแบบจำลองเครื่องร่อน | แบบประเมินการนำเสนอชิ้นงาน | ได้คะแนนระดับดี |
| 2. ประเมินคุณภาพของ Mind Mapping | ประเมินคุณภาพของ Mind Mapping | ได้คะแนนระดับดี |
| 3. การทดสอบหลังการเรียนในกิจกรรมที่ 1 | แบบทดสอบกิจกรรมที่ 1 | ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 |

**8. กิจกรรมการเรียนรู้**

8.1 ให้แต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 2 และอภิปรายเกี่ยวกับ เครื่องร่อน ตามประเด็นดังนี้

8.1.1 เครื่องร่อนมีส่วนประกอบอะไรบ้าง

8.1.2 ส่วนประกอบด้านระบบของเครื่องร่อนมีหลักการทำงานอย่างไร

8.2 อภิปรายเกี่ยวกับ ส่วนประกอบด้านระบบของเครื่องร่อน ตามประเด็นดังนี้

8.2.1 ลำตัวของเครื่องร่อน มีหน้าที่อะไร ควรมีลักษณะอย่างไร สามารถใช้วัสดุใดได้บ้าง วัสดุแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างไร

8.2.2 ปีกของเครื่องร่อน มีหน้าที่อะไร ควรมีลักษณะอย่างไร สามารถใช้วัสดุใดได้บ้าง วัสดุแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างไร

8.2.3 ชุดพวงหางของเครื่องร่อน ประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนประกอบมีหน้าที่อะไร ควรมีลักษณะอย่างไร สามารถใช้วัสดุใดได้บ้าง วัสดุแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันอย่างไร

8.3 ครูผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มจัดทำ Mind Mapping ลงในใบกิจกรรมที่ 2.1 แล้วนำเสนอผลงาน

8.4 ครูผู้เข้าอบรมแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงาน เครื่องร่อนจำลอง เช่น วาดภาพรูปจำลอง ร่วมกันสังเกต สืบค้น ระดมความคิด และบันทึกผลปฏิบัติงานลงในใบกิจกรรมที่ 2.2

8.5 ทำแบบทดสอบหลังกิจกรรมที่ 2

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| ระดับ / รายการประเมิน | ดีมาก (4 คะแนน) | ดี (3 คะแนน) | พอใช้ (2 คะแนน) | ควรปรับปรุง (1 คะแนน) |
|---|---|---|---|---|
| **1. การนำเสนอผลงาน** | | | | |
| 1.1 อธิบายขั้นตอนการทำงาน | ครบทุกขั้นตอน | ขาดไป 1 ขั้นตอน | ขาดไป 2 ขั้นตอน | ขาดไป มากกว่า 2 ขั้นตอน |
| 1.2 อธิบายส่วนประกอบของเครื่องร่อน | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| 1.3 หลักการทำงานของเครื่องร่อนในแต่ละส่วน | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| **2. กระบวนการออกแบบ** | วาดภาพแบบจำลองของเครื่องร่อนครบทุกส่วนประกอบและเสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบให้ดียิ่งขึ้น | วาดภาพแบบจำลองของเครื่องร่อนขาดไป 1 ส่วนประกอบและเสนอแนะวิธี พัฒนาต้นแบบให้ดียิ่งขึ้น | วาดภาพแบบจำลองของเครื่องร่อนขาดไป 1 ส่วนประกอบและเสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบให้ดียิ่งขึ้น | วาดภาพแบบจำลองของเครื่องร่อนขาดไป 1 ส่วนประกอบและเสนอแนะวิธีพัฒนาต้นแบบให้ดียิ่งขึ้น |
| **3. การบูรณาการความรู้ (STEM)** | อธิบายความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อออกแบบและผลิตชิ้นงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 3 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้องน้อยกว่า 2 ด้าน |

**หมายเหตุ**

1. การประเมินในส่วนของ กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม จะประเมินจากข้อมูลที่ครูผู้อบรมตอบในใบกิจกรรมที่ 1.2 ออกแบบเครื่องร่อนจำลอง ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นไปตามกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2. การประเมินในส่วนของ การบูรณาการความรู้ (STEM) จะประเมินจากข้อมูลที่ครูผู้อบรมตอบในใบกิจกรรม กรณีที่ผู้อบรมไม่ตอบคำถาม ผู้สอนอาจพิจารณาให้คะแนนจากข้อมูลการนำเสนอของครูผู้อบรมได้

**9. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้**

9.1 สื่อ/วีดีทัศน์อากาศยานประเภทต่าง ๆ

9.2 ใบกิจกรรมที่ 2.1 (Mind Mapping ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน)

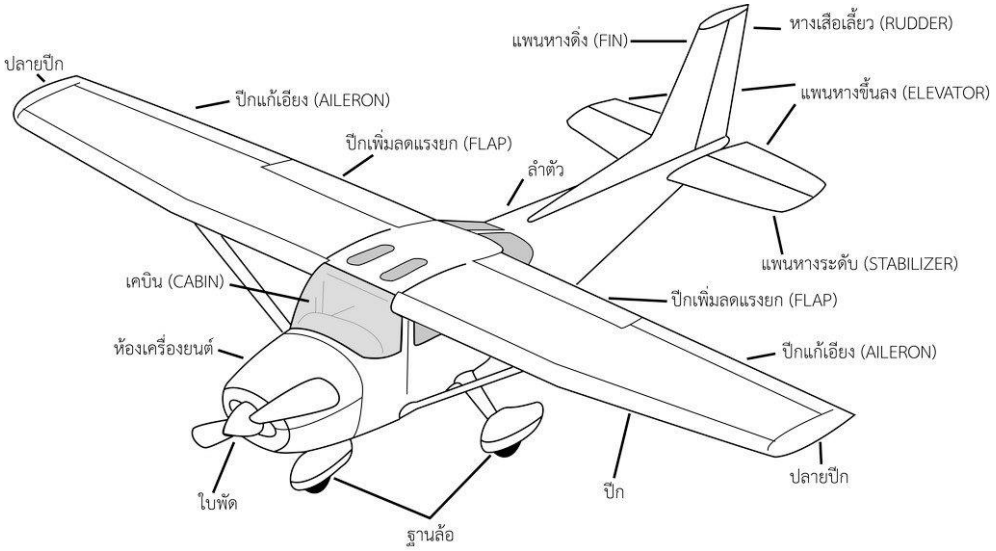
9.3 ใบกิจกรรมที่ 2.2 (ออกแบบภาพวาดเครื่องร่อนจำลอง)

9.4 แบบทดสอบหลังกิจกรรมที่ 2

9.5 ใบความรู้ที่ 2 เรื่องส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

## ใบความรู้ที่ 2
## ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

โดยทั่วไปอากาศยานประเภทปิดเทอมหรือที่รู้จักกันในชื่อทั่วไปคือเครื่องบินประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ สำคัญ 5 ส่วนคือ ลำตัว ปีก ชุด พวงหาง ชุดฐานล้อ และชุดเครื่องยนต์ แต่ในเครื่องร่อนจะมีเพียง 3 ส่วน คือ ลำตัว ปีก และชุดพวงหาง



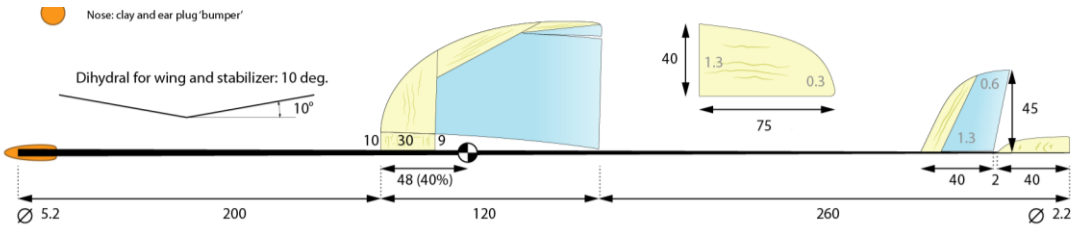

**ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของอากาศยานประเภทปีกตรึง**

ส่วนประกอบแต่ละส่วนจะถูกออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งานของอากาศยานแต่ละชนิด เช่น เครื่องบินที่ต้องการความเร็วสูงและคล่องแคล่วจะมีปีกเล็กและบานในขณะที่เครื่องบินขนส่งต้องการปีกขนาดใหญ่ที่ให้แรงยกสูง

ในเครื่องบินบางแบบออกแบบให้ชุดพวงหางเป็นแนวดิ่งเพื่อให้เกิดสมดุลในขณะทำการบิน ในขณะที่อากาศยานบางชนิดถูกออกแบบให้ชุดพวงหางเป็นรูปตัว V เพื่อลดการเกิดกระแสอากาศไหลวน ในเบื้องต้นต้องเข้าใจส่วนประกอบพื้นฐานเสียก่อน โดยส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องร่อนประกอบไปด้วย

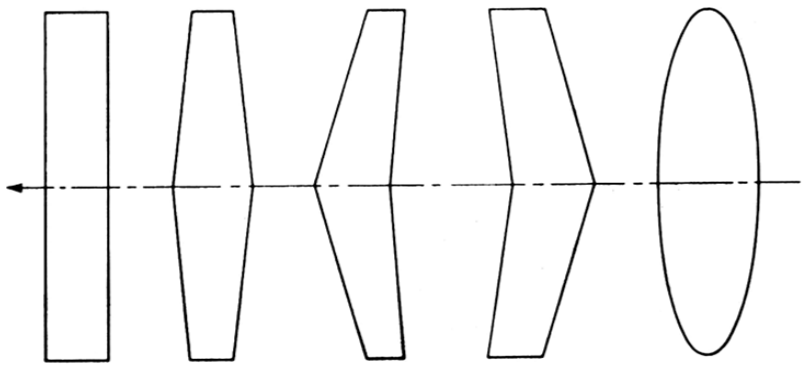
1. ลำตัว (Fuselage) เป็นโครงสร้างหลักของเครื่องร่อน ที่ทำหน้าที่หลักคือเชื่อมต่อกับโครงสร้างอื่น ๆ เช่น ปีกและชุดพวงหาง ในการออกแบบเครื่องร่อนพื้นฐานผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของชุดลำตัวว่ามีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรองรับน้ำหนักของส่วนประกอบอื่น ๆ ที่นำมาติดตั้งได้หรือไม่ หากไม่แข็งแรงเพียงพอลำตัวของเครื่องร่อนอาจจะบิดงอไม่สามารถรองรับน้ำหนักของปีกชุดพวงหางที่นำมาติดตั้งได้ หากเน้นที่ความแข็งแรงเกินไปน้ำหนักของลำตัวอาจจะ

มากเกินไปจนไม่สามารถบินขึ้นได้น้ำหนักของลำตัวที่เหมาะสมจึงต้องได้รับการพิจารณาเป็นลำดับต้น ๆ



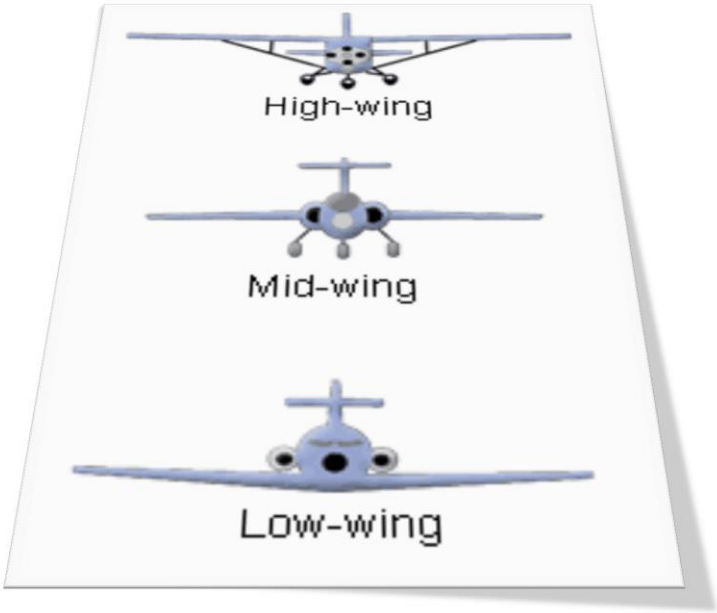

**ภาพที่ 2.2 ลำตัวของเครื่องร่อน**

2. ปีก (Wing) ปีกเป็นโครงสร้างหลักของเครื่องร่อนที่ทำให้เกิดแรงยก (Lift) และเป็นที่ติดตั้งพื้นบังคับการบินต่าง ๆ เช่น Aileron Flaps



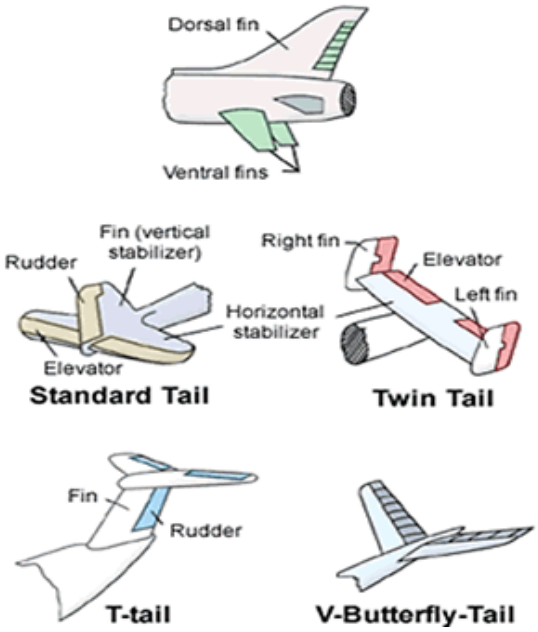
**ภาพที่ 2.3 ปีกเครื่องบินแบบต่าง ๆ**

เนื่องจากปีเป็นอุปกรณ์หลักในการสร้างแรงยกผู้ออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจคุณลักษณะของปีกชนิดต่าง ๆ ว่ามีข้อดีและข้อด้อยแตกต่างกันอย่างไรเช่นปีกรูปร่างเพรียวลมจะให้แรงยกน้อยกว่าแต่มีความคล่องแคล่วในการบินสูงกว่าปีกใหญ่ให้แรงยกสูงกว่าแต่ในขณะเดียวกันก็มีแรงต้านเหนี่ยวนำสูงทำให้การบินมีลักษณะเชื่องช้าเป็นต้น




**ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งของปีกเครื่องบิน**

3. ชุดพวงหาง (Empennage) เป็นโครงสร้างหลักที่ทำให้เครื่องร่อนมีความสมดุลในขณะทำกรบินในอากาศเป็นที่ติดตั้งของพวงหางดิ่ง (Vertical Stabilizer) และพวงหางระดับ (Horizontal Stabilizer) ชุดพ่วงหางได้รับการออกแบบ มากมายหลายแบบให้เหมาะกับการรักษาเสถียรภาพในการบินของอากาศยานแต่ละแบบ ซึ่งชุดพวงหางไม่จำเป็นที่จะต้องอยู่ส่วนหางของเครื่องเสมอไป




**ภาพที่ 2.5 ชุดพวงหางแบบต่าง ๆ**

**ใบกิจกรรมที่ 2.1**

**แผนภาพความคิด กิจกรรม ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

**ชื่อกลุ่ม.....**

**ใบกิจกรรมที่ 2.2**

**กิจกรรม การศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

**ชื่อกลุ่ม.....**

1. ความรู้ที่ได้จากการสร้างเครื่องร่อนจำลอง

2. สิ่งที่สงสัย

3. ผู้เข้าอบรมคิดว่าจะไขข้อสงสัยของตัวเองได้ด้วยวิธีการใดและสรุปข้อค้นพบว่าอย่างไร

**แบบทดสอบกิจกรรมที่ 2**

**เรื่องส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

**คำสั่ง ตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์**

1. ลำตัวเครื่องร่อน มีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ปีกเครื่องร่อน มีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

3. ชุดพวงหางเครื่องร่อน มีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. ปีกทำงานในทิศทางใดและมีผลทำให้เครื่องร่อนเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. การควบคุมเครื่องร่อนให้บินสูงตามความต้องการเราต้องปรับส่วนใดของชุดพวงหางเครื่องร่อนและบังคับอย่างไร

.....

.....

.....

**กิจกรรมที่ 3 แรงอากาศพลศาสตร์ที่กระทำต่อเครื่องร่อน**

**1. สาระสำคัญ**

อากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแรงของอากาศที่กระทำต่อวัตถุ ในขณะที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ผ่านอากาศ วัตถุนั้นอาจเป็นเครื่องบิน เรือ รถยนต์หรือวัตถุอื่น ๆ ซึ่งสามารถศึกษาและนำความรู้มาใช้ประโยชน์ในการออกแบบและสร้างเครื่องบิน หรือยานพาหนะอื่น ๆ ที่ต้องเกี่ยวข้องกับแรงอากาศที่กระทำต่อสิ่งเหล่านั้น

**2. ตัวชี้วัด**

2.1 ทดลองเกี่ยวกับแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน

2.2 อธิบายเกี่ยวกับข้อมูลจากการทดลอง

**3. สาระการเรียนรู้**

3.1 หลักอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

3.2 แรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน

3.3 หลักการเกิดแรงอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

3.4 พื้นบังคับเครื่องร่อน

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

**4.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)**

41.1. อธิบายเกี่ยวกับหลักอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

4.1.2 อธิบายเกี่ยวกับหลักการเกิดแรงอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

**4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)**

ทดลองเกี่ยวกับหลักการเกิดแรง

**4.3 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมอันพึงประสงค์ (Attitude: A)**

4.3.1 ทำงานเป็นทีมในการออกแบบชิ้นงาน

4.3.2 มีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน

**5. สมรรถนะของผู้เรียน**

5.1 อธิบายและตอบคำถามเกี่ยวกับหลักอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

5.2 ปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับหลักการเกิดแรงอากาศพลศาสตร์กับเครื่องร่อน

**6. ชิ้นงาน/ภาระงาน**

6.1 ทดลองเรื่องแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน

6.2 Mind Mapping หลักพื้นฐานการบินของเครื่องร่อน

6.3 สรุปความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

**7. การวัดและประเมินผล**

| รายการประเมิน | เครื่องมือวัด | เกณฑ์การประเมิน |
|---|---|---|
| 1. ทดลองเรื่องแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน | แบบประเมินการทดลอง | ได้คะแนนระดับดี |
| 2. ประเมินคุณภาพของ Mind Mapping | ประเมินคุณภาพของ Mind Mapping | ได้คะแนนระดับดี |

**8. กิจกรรมการเรียนรู้**

8.1 แต่ละกลุ่มศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่องแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน

8.2 รับชมวีดีทัศน์เกี่ยวกับหลักอากาศพลศาสตร์เรื่องแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อนและร่วมกันสนทนาวิเคราะห์อภิปรายสรุปเป็นแผนภาพความคิดและบันทึกลงในแบบบันทึกผลกิจกรรมที่ 3.1 แล้วนำเสนอผลงาน

8.3 แต่ละกลุ่มทดลองวิธีการบินของเครื่องร่อนโดยศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่อง อากาศพลศาสตร์การบิน และร่วมกันระดมความคิดจากการทดลองและบันทึกผลการทดลองและตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 3.2

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| ระดับ / รายการประเมิน | ดีมาก (4 คะแนน) | ดี (3 คะแนน) | พอใช้ (2 คะแนน) | ควรปรับปรุง (1 คะแนน) |
|---|---|---|---|---|
| **1. การนำเสนอผลงาน** | | | | |
| 1.1 อธิบายแรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน | ครบทุกแรง | ขาดไป 1 แรง | ขาดไป 2 แรง | ขาดไป มากกว่า 2 แรง |
| 1.2 อธิบายหลักการเกิดแรงยก | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| **2. กระบวนการทดลอง** | ครบทุกส่วน | ขาดไป 1 ส่วน | ขาดไป 2 ส่วน | ขาดไป มากกว่า 3 ส่วน |
| **3. การบูรณาการความรู้ (STEM)** | อธิบายความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อออกแบบและผลิตชิ้นงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 3 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน | อธิบายความรู้ได้ชัดเจนและถูกต้อง น้อยกว่า 2 ด้าน |

## 9. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

9.1 สื่อ/วีดีทัศน์เรื่องอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics)

9.2 ใบกิจกรรมที่ 3.1 (Mind Mapping แรงที่กระทำต่อของเครื่องร่อน)

9.3 ใบกิจกรรมที่ 3.2 (บันทึกผลการทดลอง )

9.4 ใบความรู้ที่ 3 เรื่องอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics)

## ใบความรู้ที่ 3
## อากาศพลศาสตร์ (aerodynamics)

เครื่องบินจะบิน ลอยอยู่ในอากาศได้ จะต้องมีแรงยกเอาชนะน้ำหนัก และจะไปข้างหน้าได้ ก็ต้องมีแรงขับ เอาชนะแรงต้าน หรือการเสียดทานของอากาศ โดยทั่ว ๆ ไป 4 แรงนี้จะเกิดเสมอเมื่อมีการบิน

**ภาพที่ 3.1 แรงที่กระทำต่อเครื่องบิน**

**1) แรงยก (life)** แรงที่ตั้งฉากกับทิศทางของกระแสอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบินแรงที่ตั้งได้ฉากกับทิศทางของกระอากาศที่ไหลผ่านแพนอากาศ (airfoil) แรงนี้มีทิศทางตรงกันข้ามกับแรงโน้มถ่วง (gravity) หรือน้ำหนักของเครื่องบิน แรงยกหลักจะเกิดขึ้นที่ปีกของเครื่องบินเป็นผลที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างความดันที่ผิวบนและผิวล่างของปีก เนื่องจากปรกของเครื่องบินมีส่วนโค้ง (camber) ที่ผิวบนมากกว่าที่ผิวล่างคือ เป็นแพนอากาศแบบอสมมาตร (unsymmetrical airfoil) กระแสลมที่ไหลผ่านผิวบนจะไหลในระยะไกลกว่าระยะที่ผิวล่างในช่วงเวลาเท่ากันตามหลักของ Bernoulli's principle ความดันที่ปีกด้านบนจะน้อยกว่าด้านล่างของปีก เกิดแรงยกขึ้นในทิศทางที่ความดันน้อย แรงยกที่เกิดขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับตัวประกอบหลายประการ คือ

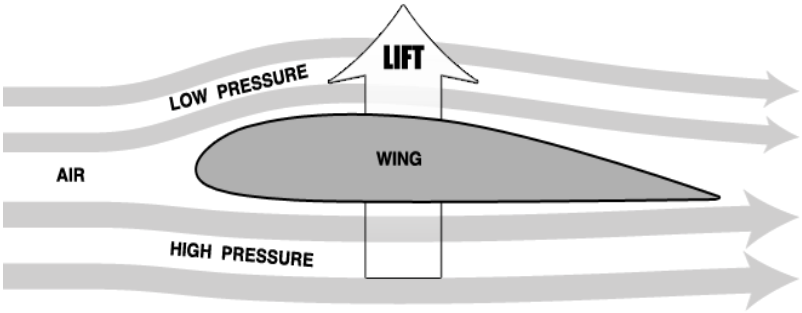
1.1) ความเร็วที่ปีกผ่านไปในอากาศ (หรือความเร็วที่กระแสอากาศไหลผ่านปีก)

1.2) มุมปะทะ (angle of attack)

1.3) ขนาดของปีก

1.4) รูปร่างของปีก (planform)

1.5) ความหนาแน่นของอากาศ (air density)




**ภาพที่ 3.2 การเกิดแรงยกบริเวณปีก**

2) **แรงต้าน (drag)** แรงที่ขนานกับทิศทางของกระแสอากาศในทางทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนไหวของเครื่องบิน แรงต้านเกิดจากการเสียดทาน (friction) ของกระแสอากาศต่อสิ่งที่เคลื่อนไหว (คือ แพนอากาศหรือปีกของเครื่องบิน) แรงขับ (thrust) ต้องเอาชนะแรงต้าน เพื่อให้เครื่องบินเคลื่อนไปข้างหน้า แรงต้านแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ induced drag กับ parasit drag

3) **แรงขับ (thrust)** แรงที่ขับให้เครื่องบินเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ตรงข้ามกับทิศแรงต้าน

4) **แรงโน้มถ่วง (weight หรือ gravity)** แรงซึ่งพยายามดึงดูดเครื่องบินลงสู่จุดศูนย์กลางของโลก หรือที่เรียกว่าน้ำหนักของเครื่องบิน แรงนี้มีทิศทางตรงข้ามกับแรงยก ในขณะที่เครื่องบินบินระดับคงที่ (level flight) แรงขับจะเท่ากับแรงต้าน แรงยกจะเท่ากับ แรงถ่วง

**ใบกิจกรรมที่ 3.1**

**แผนภาพความคิด กิจกรรม แรงที่กระทำต่อเครื่องร่อน**

**ชื่อกลุ่ม.....**

**ใบกิจกรรมที่ 3.2**

**กิจกรรม การทดลองการเกิดแรงยก**

**ชื่อกลุ่ม**.....

**การทดลองครั้งที่ 1**

การดำเนินการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

**การทดลองครั้งที่ 2**

การดำเนินการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

**กิจกรรมที่ 4 การออกแบบและสร้างเครื่องร่อน**

**1. สาระสำคัญ**

ศึกษาวิเคราะห์หลักการแนวคิด และองค์ความรู้เกี่ยวกับการสร้างเครื่องร่อน การเลือกใช้วัสดุ การคิดคำนวณราคาของวัสดุ องค์ประกอบและสัดส่วนของเครื่องร่อนผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

**2. ตัวชี้วัด**

2.1 มีการระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในการสร้างเครื่องร่อนถูกต้อง

2.2 มีการค้นหาและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาในการสร้างเครื่องร่อน

2.3 ออกแบบเครื่องร่อนครบองค์ประกอบ

2.4 มีขั้นตอนการวางแผนและสร้างเครื่องร่อน

2.5 ทดสอบ แก้ไข และปรับปรุง ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น

2.6 นำเสนอผลงานและสาธิตการปล่อยเครื่องร่อน

**3. สาระการเรียนรู้**

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3.1 ระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในการสร้างเครื่องร่อน

3.2 ค้นหาและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาในการสร้างเครื่องร่อน

3.3 ออกแบบเครื่องร่อน

3.4 วางแผนและสร้างเครื่องร่อน

3.5 ทดสอบ แก้ไข และปรับปรุง ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น

3.6 นำเสนอผลงานและสาธิตการปล่อยเครื่องร่อน

**4. จุดประสงค์การเรียนรู้**

**4.1 ด้านความรู้ (Knowledge: K)**

4.1.1 การระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนด

4.1.2 การรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหา

**4.2 ด้านทักษะกระบวนการ (Process: P)**

4.2.1 การออกแบบเครื่องร่อน

4.2.2 การวางแผนและการสร้างเครื่องร่อน

4.2.3 การทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องร่อน

4.4.4 การนำเสนอผลงาน

**4.3 ด้านคุณธรรมและจริยธรรมอันพึงประสงค์ (Attitude: A)**

4.3.1 ทำงานเป็นทีมในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4.3.2 มีความกระตือรือร้นและสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน

**5. สมรรถนะของผู้เรียน**

ปฏิบัติกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

**6. ชิ้นงาน/ภาระงาน**

6.1 ระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในการสร้างเครื่องร่อนถูกต้อง

6.2 ค้นหาและรวบรวมแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหาในการสร้างเครื่องร่อน

6.3 ออกแบบเครื่องร่อนครบองค์ประกอบ

6.4 ระบุขั้นตอนการวางแผนและสร้างเครื่องร่อน

6.5 ทดสอบ แก้ไข และปรับปรุง ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น

6.6 นำเสนอผลงานและสาธิตการปล่อยเครื่องร่อน

**7. การวัดและประเมินผล**

**เกณฑ์การประเมินกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม**

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 |
| **1. ระบุปัญหา (Problem Identification)** | | | |
| - มีการระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ | ระบุปัญหาและเงื่อนไขได้ถูกต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด | ระบุปัญหาและเงื่อนไขไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด | ไม่มีการระบุปัญหาและเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนด |
| **2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)** | | | |
| - การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง | มีการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องจากการสืบหาข้อมูลเพื่อประกอบการทำกิจกรรมได้ครบถ้วน และมี | มีการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องจากการสืบหาข้อมูลเพื่อประกอบการทำกิจกรรมไม่ครบถ้วน แต่มีต้นทุนการผลิตเกิน150 บาท | ไม่มีการระบุการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวและมีต้นทุนการผลิตมากกว่า 200 บาท |

| ประเด็นการประเมิน | ระดับคะแนน | | |
|---|---|---|---|
| | 3 | 2 | 1 |
| | ต้นทุนการผลิต ไม่เกิน 150 บาท | | |
| - การออกแบบเครื่องร่อน | มีการวาดภาพร่าง พร้อมทั้งระบุวัสดุอุปกรณ์ ขนาด สัดส่วนและต้นทุนที่ใช้ลงแบบร่างได้ครบถ้วนสมบูรณ์ | มีการวาดภาพร่าง พร้อมทั้งระบุวัสดุอุปกรณ์ ขนาดและสัดส่วนและต้นทุนที่ใช้ลงแบบร่างแต่ไม่มีการระบุรายละเอียดให้ครบถ้วนสมบูรณ์ | ไม่มีการวาดภาพร่าง |
| **4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)** | | | |
| - การวางแผน และการสร้างเครื่องร่อน | มีการวางแผนขั้นตอนในการสร้างเครื่องร่อนและเครื่องร่อนที่สร้างขึ้นมีขนาดและสัดส่วนตามที่ได้ออกแบบไว้ | มีการวางแผนขั้นตอนในการสร้างเครื่องร่อนแต่เครื่องร่อนที่สร้างมีขนาดและสัดส่วนไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ | ไม่มีการวางแผนขั้นตอนในการสร้างเครื่องร่อนและเครื่องร่อนที่สร้างมีขนาดและสัดส่วนไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ |
| **5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)** | | | |
| - ประสิทธิภาพของเครื่องร่อนที่สร้างขึ้น | เครื่องร่อนสามารถร่อนวนเป็นวงอยู่ในอากาศได้มากกว่า 5 วินาที และในกรณีที่เครื่องร่อนไม่สามารถร่อนวนได้มากกว่า 5 วินาที มีการแก้ไขปรับปรุงจนสามารถร่อนวนเป็นวงอยู่ในอากาศได้มากกว่า 5 วินาที | เครื่องร่อนสามารถร่อนวนเป็นวงอยู่ในอากาศได้แต่ไม่ถึง 5 วินาที | เครื่องร่อนไม่สามารถร่อนวนเป็นวงอยู่ในอากาศได้ |
| **6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)** | | | |
| - การนำเสนอ | มีการสาธิตการปล่อยเครื่องร่อนและนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมได้ครบถ้วน | มีการสาธิตการปล่อยเครื่องร่อนและนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมไม่ครบถ้วน | มีการสาธิตการปล่อยเครื่องร่อนแต่ไม่มีการนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม |

**8. กิจกรรมการเรียนรู้**

8.1 แต่ละกลุ่มศึกษาปัญหาและข้อกำหนดในการสร้างเครื่องร่อน

8.2 แต่ละกลุ่มรวบรวมหลักการแนวคิดในการเลือกใช้วัสดุและการคำนวณต้นทุนที่ใช้สร้างเครื่องร่อน

8.3 แต่ละกลุ่มออกแบบภาพร่างเครื่องร่อน พร้อมทั้งระบุมาตราส่วน รวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบสร้างให้ครบสมบูรณ์

8.4 แต่ละกลุ่มวางแผนขั้นตอนการสร้างเครื่องร่อนตามแบบภาพร่างที่ออกแบบไว้

8.5 ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไขให้เครื่องร่อนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

8.6 แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงาน มีการสาธิตการปล่อย และนำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมที่ใช้ในการสร้างเครื่องร่อน

**9. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้**

ใบกิจกรรมกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

9.1 ใบกิจกรรมการระบุปัญหา เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนด

9.2 ใบกิจกรรมการสั่งซื้อวัสดุประกอบสร้างเครื่องร่อน

9.3 ใบกิจกรรมส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน

9.4 ใบกิจกรรมแบบร่างเครื่องร่อน

9.5 ใบกิจกรรมขั้นตอนการประกอบสร้างเครื่องร่อน

9.6 ใบกิจกรรมการบูรณาการความรู้ STEM เครื่องร่อน

**ใบกิจกรรมที่ 1**

**กลุ่มที่.....**

**ระบุปัญหา เงื่อนไขหรือสถานะการที่กำหนด**

**สถานการณ์ที่กำหนด**

ผู้เข้าอบรมเป็นวิศวกร ได้ถูกว่าจ้างให้สร้างเครื่องบินจากวัสดุที่กำหนดให้ โดยมีข้อกำหนดว่า

- เครื่องบินที่สร้างต้องมีต้นทุนการผลิตน้อยที่สุด
- บินอยู่ในอากาศได้มากกว่า 5 วินาที
- ต้องปล่อยเครื่องบินโดยใช้มือพุ่งเท่านั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ใบกิจกรรมที่ 2**

**กลุ่มที่.....**

**ใบสั่งซื้อส่วนประกอบในการสร้างเครื่องร่อน**

| รายการ | | ราคา/หน่วย | จำนวน | เป็นเงิน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | 1 โฟม 3 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 15.00 | | | |
| ☐ | 2 โฟม 5 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 10.00 | | | |
| ☐ | 3 ไม้กวาด/ลำ | 5.00 | | | |
| ☐ | 4 ก้านลูกโป่ง/ลำ | 3.00 | | | |
| ☐ | 5 กระดาษ 100 ปอนด์ ขนาด A3 | 10.00 | | | |
| ☐ | 6 กระดาษทราย เบอร์ 180 15*15 | 20.00 | | | |
| ☐ | 7 กระดาษทราย เบอร์ 100 15*15 | 25.00 | | | |
| ☐ | 8 กาว UHU | 15.00 | | | |
| ☐ | 9 เทปกาวย่น | 20.00 | | | |
| ☐ | 10 เทปใยสัปปะรด | 15.00 | | | |
| **รวม** | | | | | |

**ใบกิจกรรมที่ 3**

**กลุ่มที่.....**

**ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องร่อน**

1. ลำตัวเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปีกเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ชุดพวงหางเครื่องร่อนมีหน้าที่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ใบกิจกรรมที่ 4**

**แบบร่างเครื่องร่อน**

**ชื่อกลุ่ม**.....

**ใบกิจกรรมที่ 5**

**กลุ่มที่.....**

**ขั้นตอนการประกอบสร้างส่วนต่าง ๆ ของเครื่องร่อน**

| ลำดับขั้น | ขั้นตอนการสร้าง |
|---|---|
| 1. การสร้างลำตัว | |
| 2. การสร้างปีก | |
| 3. การสร้างชุดพวงหวง | |
| 4. การประกอบชิ้นส่วน | |

**ใบกิจกรรมที่ 6**

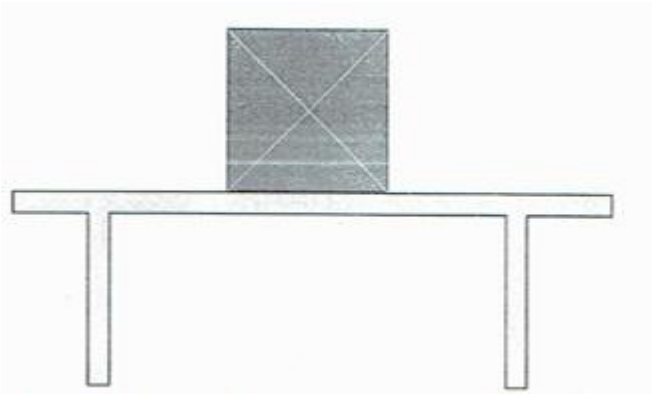
**กลุ่มที่.....**

| **การบูรณาการความรู้ STEM เครื่องร่อน** | |
|---|---|
| วิทยาศาสตร์ | |
| เทคโนโลยี | |
| วิศวกรรมศาสตร์ | |
| คณิตศาสตร์ | |

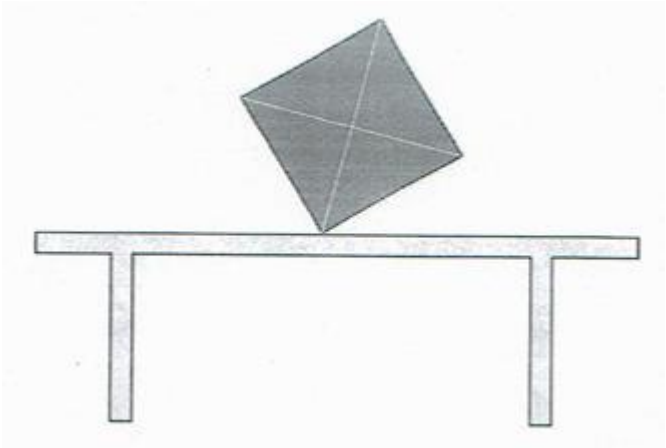
**ชื่อสกุล.....ระดับชั้นที่สอน.....**

แบบทดสอบ

1. กล่องใบหนึ่งวางบนพื้นโต๊ะดังรูป จงวาดลูกศรแสดงแนวแรงเนื่องจากน้ำหนักที่กระทำกับกล่อง

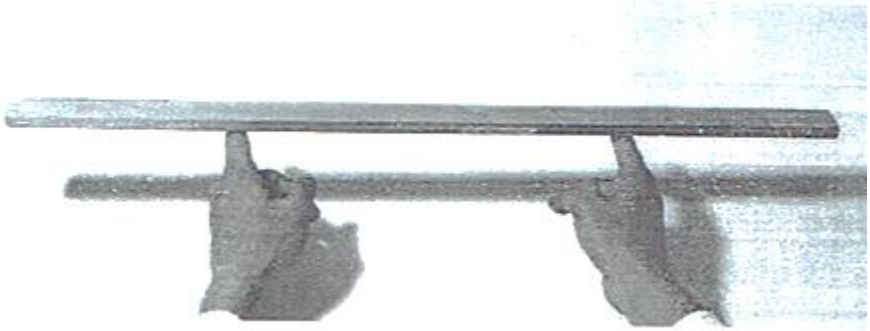


2. เมื่อใช้นิ้วผลักกล่องในข้อ 1 เหเอยงและลม จงวาดลูกศรแสดงแนวแรงเนองจากนาหนักที่กระทำกับกล่องก่อนที่กล่องจะล้มลง



3. วางนิ้วชี้ทั้งสองไว้ที่ตำแหน่งปลายสุดของไม้บรรทัดยาว 50 เซนติเมตร จากนั้นค่อยๆขยับนิ้วทั้งสองเข้าหากันแต่ยังคงให้ไม้บรรทัดอยู่ในสมดุล(ไม่เอียงและหล่นจากนิ้ว) จงระบุตำแหน่งที่นิ้วชี้ทั้งสองเคลื่อนที่ชนกันแล้วยังอยู่ในสมดุล

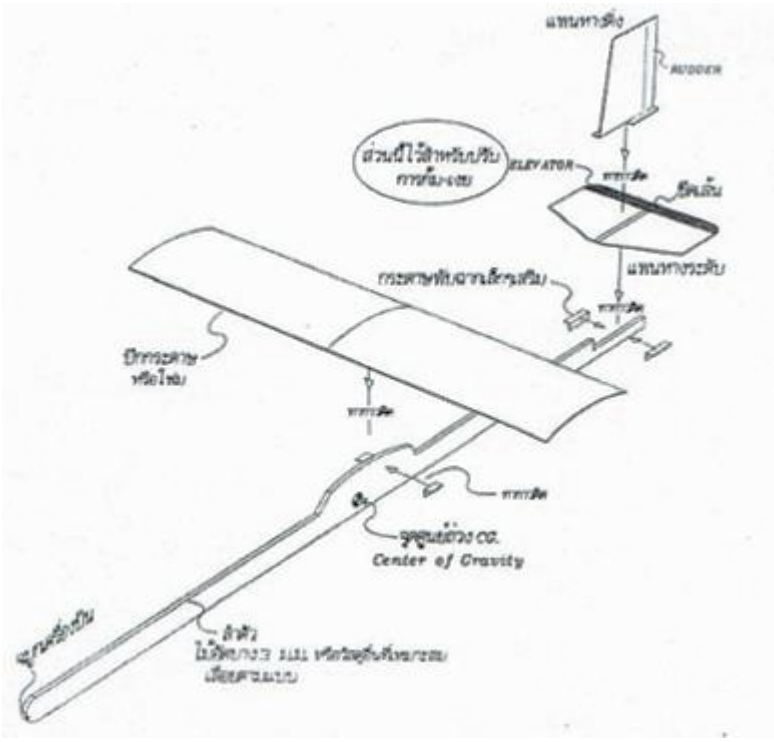
<u>ตอบ</u>



4. จากข้อ 3 ถ้าถ่วงก้อนเหล็กไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของไม้บรรทัด ตำแหน่งสมดุลของไม้บรรทัดจะเปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร จงอธิบายหรือวาดตำแหน่งสมดุลลงในรูปด้านล่าง

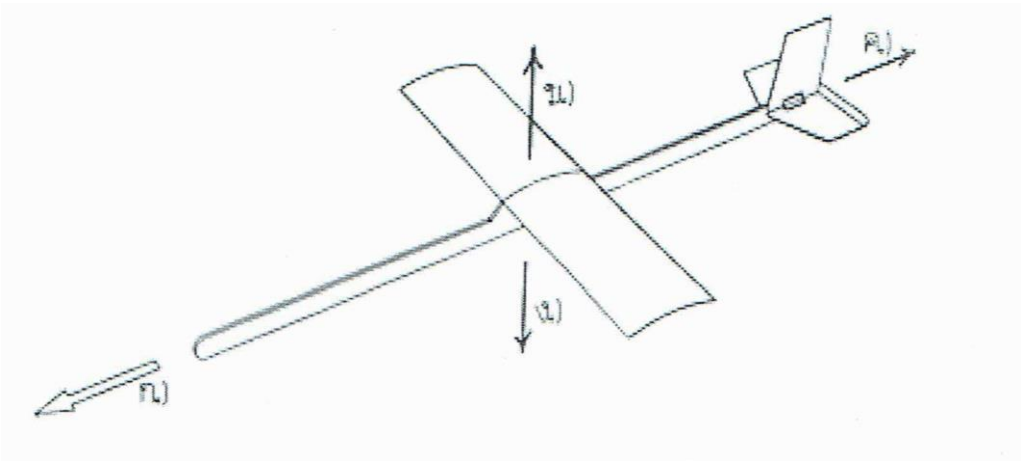
<u>ตอบ</u>

5. จากรูปเครื่องถ้าต้องการให้ตำแหน่งสมดุล(จุดศูนย์ถ่วงหรือ center of gravity) ของเครื่องร่อนอยู่ในตำแหน่งที่เห็นในรูป ควรถ่วงก้อนดินน้ำมัน ที่ตำแหน่งใดของเครื่องร่อน




<u>ตอบ</u>

เครื่องร่อนจะบินได้ จะต้องประกอบไปด้วยแรง 4 แรง ได้แก่ แรงขับ แรงยก แรงต้าน และแรงเนื่องจากน้ำหนัก ลูกศร ก ข ค ง แสดงขนาดและทิศทางของแรงทั้ง 4 ลูกศร ก ข ค ง คือแรงอะไรตามลำดับ




6. ลูกศร ก คือ แรง.....
7. ลูกศร ข คือ แรง.....
8. ลูกศร ค คือ แรง.....
9. ลูกศร ง คือ แรง.....
10. จากรูปแรงในข้อใดมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศทางตรงข้ามกัน.....
11. แรงใดที่ทำให้เครื่องร่อนจะบินไปข้างหน้าได้.....
12. อากาศจะไหลผ่านปีกของเครื่องร่อน แล้วทำให้เกิดแรงยก (Lift) ที่ช่วยให้เครื่องร่อนลอยตัวได้ในอากาศ ปีกเครื่องร่อนควรมีลักษณะใน (วาดรูป)

<u>ตอบ</u>

**แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องร่อน**

**<u>คำชี้แจง</u>** 1. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้ประกอบด้วย 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 รายการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้มีทั้งหมด 12 ข้อ ใช้เวลาทำ 15 นาที โปรดตอบให้ครบทุกข้อ

**ตอนที่ 1 ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถาม**

ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่สอดคล้องกับความเป็นจริงเกี่ยวกับข้อมูลนักเรียน

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

**ตอนที่ 2 รายการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน**

ให้นักเรียนอ่านข้อความในแต่ละข้อให้เข้าใจแล้วพิจารณาว่าตรงกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียนมากที่สุดระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็น

| | | | |
|---|---|---|---|
| คะแนน | 5 | หมายถึง | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| คะแนน | 4 | หมายถึง | เห็นด้วยมาก |
| คะแนน | 3 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ |
| คะแนน | 2 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วย |
| คะแนน | 1 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

| **ประเด็นคำถาม** | **ระดับความคิดเห็น** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **5** | **4** | **3** | **2** | **1** |
| 1. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องเครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง | | | | | |
| 2. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสซักถาม แสดงความคิดเห็นและร่วมกันตอบคำถามในขณะที่เรียน | | | | | |
| 3. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและวิทยากร | | | | | |
| 4. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรม ได้มีโอกาสวิเคราะห์ปัญหา วางแผนค้นคว้าและแสวงหาคำตอบได้ด้วยตนเอง | | | | | |

| ประเด็นคำถาม | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 5. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรม เกิดทักษะในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | | | | | |
| 6. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกทักษะในการแก้ไขปัญหา ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม | | | | | |
| 7. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ และกล้านำเสนอความคิดเห็นต่อเพื่อนครู | | | | | |
| 8. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมสามารถนำความรู้ในด้านต่าง ๆ มาบูรณาการ เพื่อเชื่อมโยงและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ | | | | | |
| 9. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่สนุกทำให้ผู้เข้าอบรมชื่นชอบต่อการจัดกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษา | | | | | |
| 10. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีน้ำใจช่วยเหลือ และร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกัน | | | | | |
| 11. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน ทำให้ผู้เข้าอบรมเห็นความสำคัญของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| 12. กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน เป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าอบรมสามารถนำเอาความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ | | | | | |

**ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม**

.....

.....

.....

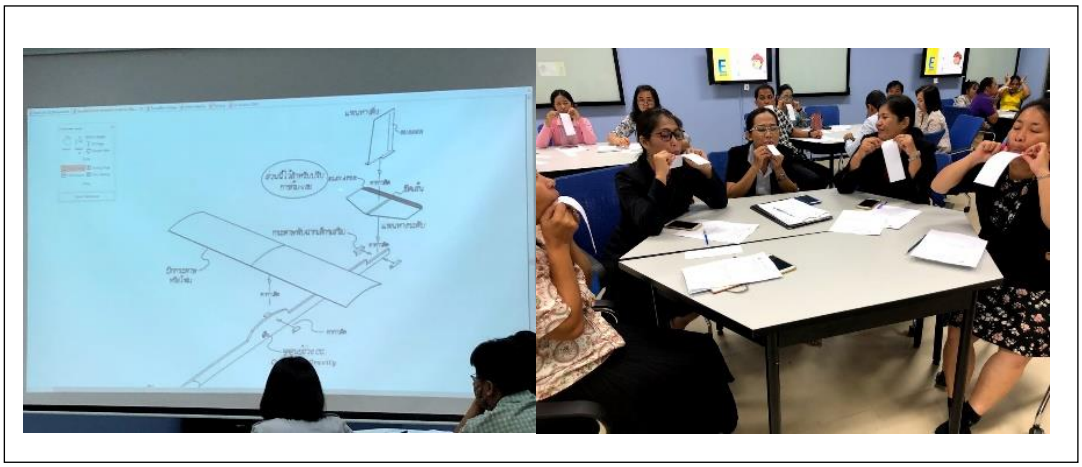
**ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ**

**คุณครูปฏิภาณ พิทักษา**

# ภาคผนวก ง
# ภาพกิจกรรมการเรียนรู้

**ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้เข้าอบรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เครื่องร่อน**

**ภาพที่ ง.1 ผู้เข้าอบรมทำกิจกรรมการระบุปัญหา**

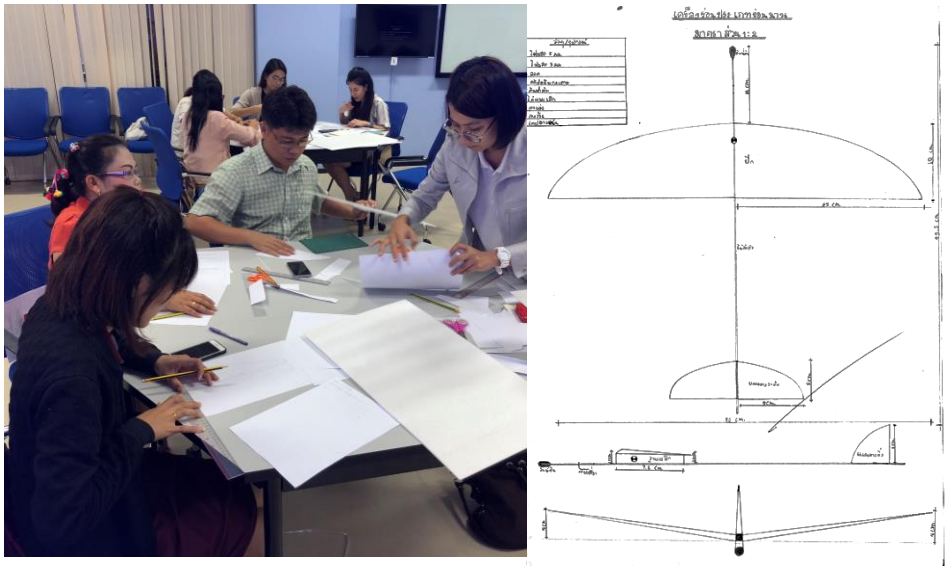


**ภาพที่ ง.2 ผู้เข้าอบรมได้ศึกษาแนวคิด ทดลอง อภิปรายองค์ความรู้และเลือกแนวคิด**

ใบสั่งซื้อส่วนประกอบในการสร้างเครื่องร่อน

| | รายการ | ราคา/หน่วย | จำนวน | เป็นเงิน |
|---|---|---|---|---|
| ☑ | 1 โฟม 3 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 15.00 | 2 | 30 |
| ☑ | 2 โฟม 5 มม. ขนาด 15*30 ซม. | 10.00 | 1 | 10 |
| ☑ | 3 ไม้กวาด/ลำ | 5.00 | 1 | 5 |
| ☐ | 4 ก้านลูกโป่ง/ลำ | 3.00 | – | – |
| ☑ | 5 กระดาษ 100 ปอนด์ ขนาด A3 | 10.00 | 1 | 10 |
| ☑ | 6 กระดาษทราย เบอร์ 180 15*15 | 20.00 | 1 | 20 |
| ☐ | 7 กระดาษทราย เบอร์ 100 15*15 | 25.00 | – | – |
| ☑ | 8 กาว UHU | 15.00 | 1 | 15 |
| ☑ | 9 เทปกาวย่น | 20.00 | 1 | 20 |
| ☑ | 10 เทปใยสัปปะรด | 15.00 | 1 | 15 |
| | รวม | | | 125 |

**ภาพที่ ง.3 ผู้เข้าอบรมเลือกวัสดุและอุปกรณ์ในการประกอบสร้างเครื่องร่อน**



**ภาพที่ ง.4 ผู้เข้าอบรมออกแบบเครื่องร่อนตามสถานการณ์และเงื่อนไขที่กำหนด**

**ภาพที่ ง.5 ผู้เข้าอบรมสร้างเครื่องร่อนตามที่ได้ออกแบบไว้**

**ภาพที่ ง.6 ผู้เข้าอบรมทดสอบเครื่องร่อนที่สร้างขึ้นและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกัน**

ใบกิจกรรมที่ 6

กลุ่มที่.....

การบูรณาการความรู้ STEM เครื่องร่อน

| การบูรณาการความรู้ STEM เครื่องร่อน | |
|---|---|
| วิทยาศาสตร์ | -แรง อากาศพลศาสตร์<br>-จุดสมดุล |
| เทคโนโลยี | -คุณสมบัติของวัสดุ |
| วิศวกรรมศาสตร์ | -กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม<br>6 ขั้นตอน |
| คณิตศาสตร์ | -การศึกษาบริเวณ<br>-รูปร่าง, รูปทรง |

**ภาพที่ ง.7 ผู้เข้าอบรมนำเสนอผลงาน**

# ภาคผนวก จ
# รายนามผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1) นางกรรณิการ์ แท่นคำ

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
ประสบการณ์การสอน 32 ปี
คุณวุฒิ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
สถานที่ทำงาน โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร
ถนนหลวง ตำบลพิบูล อำเภอพิบูลมังสาหาร
จังหวัดอุบลราชธานี 34110

2) นางอรพิน กกไธสง

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
ประสบการณ์การสอน 28 ปี
คุณวุฒิ ครุศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี
สถานที่ทำงาน โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร
ถนนหลวง ตำบลพิบูล อำเภอพิบูลมังสาหาร
จังหวัดอุบลราชธานี 34110

3) นางสุวิมล ยามประโคน

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
ประสบการณ์การสอน 22 ปี
คุณวุฒิ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
สถานที่ทำงาน โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร
ถนนหลวง ตำบลพิบูล อำเภอพิบูลมังสาหาร
จังหวัดอุบลราชธานี 34110

# ประวัติผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อ** | นายปฏิภาณ พิทักษา |
| **ประวัติการศึกษา** | พ.ศ. 2541–พ.ศ. 2546 สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี |
| | วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |
| **ประวัติการทำงาน** | พ.ศ. 2554–พ.ศ. 2556 |
| | โรงเรียนบ้านขัวแคน ตำบลคำไหล |
| | อำเภอศรีเมืองใหม่ จังหวัดอุบลราชธานี 34250 |
| | พ.ศ. 2556–ปัจจุบัน |
| | โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร |
| | ถนนหลวง ตำบลพิบูล อำเภอพิบูลมังสาหาร |
| | จังหวัดอุบลราชธานี 34110 |
| **ตำแหน่ง** | ครู |
| **สถานที่ทำงานปัจจุบัน** | โรงเรียนอนุบาลพิบูลมังสาหารวิภาคย์วิทยากร |
| | ถนนหลวง ตำบลพิบูล อำเภอพิบูลมังสาหาร |
| | จังหวัดอุบลราชธานี 34110 |
| | สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุบลราชธานี เขต 3 |