**องค์ประกอบของข้อเสนอโครงการ**

**ข้อเสนอโครงการประกอบด้วย**

1. **ชื่อเค้าโครงงานวิจัย**
2. **ชื่อ-สกุล-ชั้น-โรงเรียน**
3. **ชื่อ-สกุล** ของอาจารย์ที่ปรึกษา
4. **โจทย์วิจัย (**เขียนเป็นประโยคคำถาม เป็นคำถามหรือข้อสงสัยที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งเกิดจากการสังเกตในจุดศึกษา และต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบคำถาม)
5. **ที่มาและความสำคัญของปัญหา (**เขียนเป็นความเรียงที่ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ตามลำดับ ดังนี้ 1) เพราะเหตุใดจึงสนใจศึกษา โดยอ้างถึงประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับโจทย์วิจัย และมีผลกระทบต่อทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมปัจจุบัน, 2) เรื่องนี้มีความสำคัญอย่างไร, 3) ศึกษาแล้วได้ประโยชน์อะไร, 4) เขียนให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญในโจทย์วิจัย, 5) มีการอ้างอิงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยเขียนบรรยายถึงสิ่งที่ศึกษาค้นคว้า วิธีการวิจัย และผลงานวิจัยที่มีผู้ทำมาก่อนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยของนักเรียนเท่านั้น พร้อมทั้งเขียนวิธีการอ้างอิงให้ถูกต้อง)
6. **สมมติฐานการวิจัย** เขียนเป็นประโยคบอกเล่า อธิบายถึงผลที่ควรจะเกิดขึ้นและสามารถตรวจสอบได้
7. **วัตถุประสงค์การวิจัย** เขียนระบุสิ่งที่ต้องการศึกษามาเป็นข้อๆ โดยสอดคล้องกับโจทย์วิจัยและสมมติฐานที่มีตัวชี้วัดที่ชัดเจน
8. **วิธีดำเนินการวิจัย**  (อย่างสังเขป)
9. **แบบสรุปที่เชื่อมโยงงานวิจัยกับการบูรณาการในรูปแบบ STEM EDUCATION**

**S**

**T**

**E**    
**M**

**ตัวอย่างข้อเสนอโครงการวิจัย**

**1. โครงงานเรื่อง**    การประยุกต์วิธีการวัดความหนาแน่นรวมของดินอย่างง่าย

**2.** **ชื่อ-สกุล-ชั้น-โรงเรียน** 1. เด็กหญิงเขมจิรา พันธุ์กมลศิลป์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เด็กชายกฤตาณัฐ พันธุ์กมลศิลป์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3. เด็กหญิงจิตติพัธการณ์ พรมทอง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

โรงเรียนฟ้าประทานวิทยา

**3. ครูที่ปรึกษา** อาจารย์เกวลิน ศรีจันทร์

**4. โจทย์วิจัย**

1. มีวัสดุอื่นๆ อะไรบ้าง ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เคลือบผิวก้อนดินในการหาความหนาแน่นรวมของดิน แทนขี้ผึ้ง (พาราฟิน) ได้

**5. ที่มาและความสำคัญของปัญหา**

ความหนาแน่นรวมของดิน เป็นสมบัติทางฟิสิกส์ของดินชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้บ่งชี้ความแน่นทึบ หรือความร่วนซุยของดิน ดินที่ดีจะมีความหนาแน่นรวมประมาณ 1.33 Mg/m3  เมื่อดินมีความหนาแน่นรวมสูงมักมีปัญหากับการซอนไซของรากพืช (นภาพร, 2557) สาเหตุที่ทำให้ดินมีความหนาแน่นรวมสุงขึ้นอาจจะเกิดจากน้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ทำการเกษตรและการเหยียบย่ำของมนุษย์หรือสัตว์ในขณะที่ทำการเพาะปลูก ทำให้การไชชอนของรากพืชถูกจำกัด รวมทั้งการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างบรรยากาศและดินช้าลงทำให้รากพืชขาดออกซิเจนได้จะเห็นว่าความหนาแน่นรวมของดินมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ซึ่งการหาความหนาแน่นรวมของดินนั้นสามารถคำนวณหาได้หลายวิธี เช่น 1. การหาความหนาแน่นรวมของดินแบบไม่กระทบกระเทือน (core method) ซึ่งเป็นวิธีการหาความหนาแน่นรวมของดินที่แม่นยำมากที่สุด และยุ่งยากมากเนื่องจากต้องใช้เครื่องที่เฉพาะเจาะจงในการขุดดินวัดปริมาตร 2. การหาความหนาแน่นรวมของดินแบบกอน (Clod Method) ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างดินในลักษณะรูปร่างอะไรก็ได้ที่เกิดตามธรรมชาติ โดยนำวัตถุที่สามารถเคลือบดินไว้ก่อนชั่งลงในน้ำ ง่ายกว่าวิธีการ core method (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2545) คณะผู้จัดทำจึงคิดหาวัตถุที่สามารถเคลือบดินได้มาทดลองหาค่าความหนาแน่นรวมของดินว่ามีความใกล้เคียงกันหรือไม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หาความหนาแน่นรวมของดินอย่างง่ายในที่ซึ่งขาดแขลนอุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

**6. สมมติฐานการวิจัย**

1. ฟิลม์ยืดห่ออาหาร (Wrap) สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นวัสดุเคลือบผิวก้อนดินในการหาความหนาแน่นรวมของดินได้

**7. วัตถุประสงค์การวิจัย**

1. ศึกษาวิธีการประเมินความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยวิธีชุบขี้ผึ้ง (clod- paraffin method) และการหาความหนาแน่นรวมของดินจากการใช้ Wrap ห่ออาหาร
2. เปรียบเทียบความหนาแน่นที่ใช้วิธีชุบขี้ผึ้ง กับ การใช้ Wrap ห่ออาหาร และหาสมการความสัมพันธ์ของ 2 วิธีการ

**8. วิธีดำเนินการวิจัย**

1. เก็บตัวอย่างก้อนดินขนาดประมาณ 1 นิ้ว ของดินที่มีเนื้อดินเหนียว ดินร่วน ดินทราย อย่างละ 20 ตัวอย่าง
2. อบตัวอย่างดินให้แห้ง
3. ตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดินตามวิธี clod paraffin method เนื้อดินละ 10 ตัวอย่าง
4. ตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดินด้วยวิธีการประยุกต์ใช้ฟิลม์ยืดห่ออาหารแทนการใช้ขี้ผึ้ง (พาราพิน) เนื้อดินละ 10 ตัวอย่าง
5. นำค่าที่ได้หาความสัมพันธ์และหาสมการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในปรับแก้ค่าที่วัดได้จากวิธีการประยุกต์

**9. แบบสรุปที่เชื่อมโยงงานวิจัยกับการบูรณาการในรูปแบบ STEM EDUCATION**

**S**    กระบวนการตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ การเก็บตัวอย่างดิน การตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดิน

**T**  วิธีการตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดินโดยวิธี clod paraffin method

**E**   ออกแบบวิธีการและอุปกรณ์ในการตรวจวัดความหนาแน่นรวมของดินอย่างง่ายโดยใช้ ฟิลม์ยืดห่ออาหาร (Wrap)   
**M**  การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัด และการหาสมการคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมในปรับแก้ค่าที่วัดได้จากวิธีการประยุกต์