

รายงานนวัตกรรมทางการศึกษา

1. ชื่อนวัตกรรม Geo Chaturamook : สื่อจำลองเชิงมิติสัมพันธ์ บูรณาการคณิตศาสตร์และผังฐานอาคาร จตุรมุขของปราสาทบ้านเบญจ

2. ผู้จัดทำ นายจักรภัทร เรืองคำ

3. ความเป็นมาและความสำคัญ

โบราณสถานปราสาทบ้านเบญจเป็นมรดกทางวัฒนธรรมอันทรงคุณค่า ซึ่งจุดเด่นที่นักท่องเที่ยวให้ความสนใจ คือ ตัวปราสาทหลักทั้ง 3 หลัง โคปุระ (ซุ้มประตู) และกำแพงแก้ว อย่างไรก็ตาม ปราสาทบ้านเบญจยังมีอีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญที่ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร นั่นคือ “ฐานของอาคารจตุรมุข” ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออก โดยมีตัวฐานเป็นรูปกากบาทที่มีองค์ประกอบของความเรขาคณิต ผู้จัดทำจึงให้ความสนใจที่จะถ่ายทอดคุณค่าทางสถาปัตยกรรมและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในส่วนของฐานอาคารจตุรมุขนี้มากยิ่งขึ้น

การเรียนรู้ของมนุษย์ผ่านการสังเกตนั้นสามารถแบ่งออกได้หลายแบบ เช่น การพิจารณาจากส่วนย่อยเพื่อประกอบเป็นภาพรวม หรือการมองเห็นภาพรวมก่อนแล้วจึงค่อยพิจารณาเจาะลึกในส่วนย่อย ซึ่งการจะศึกษารูปแบบของฐานอาคารจตุรมุข ปราสาทบ้านเบญจในลักษณะภาพรวมจากสถานที่จริงนั้นทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากตัวฐานอาคารมีความกว้างและความยาวอย่างละประมาณ 20 เมตร จึงต้องมองจากมุมสูงในระยะที่มีความสูงมากจึงจะสามารถเห็นโครงสร้างผังที่แท้จริงได้ ประกอบกับการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในหลายหัวข้อต้องอาศัยการสังเกต การลองผิดลองถูก และการคิดค้นอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้น การเรียนรู้ผ่านสื่อจำลอง 3 มิติที่สามารถปรับเปลี่ยนค่าต่าง ๆ ได้และมีภาพถ่ายทางอากาศประกอบจึงเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ได้

ผู้จัดทำจึงได้พัฒนานวัตกรรม “Geo Chaturamook” ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองสถาปัตยกรรมของฐานอาคารจตุรมุข 3 มิติเชิงเรขาคณิตแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive 3D Simulation) ที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี WebGL (Three.js) เพื่อช่วยซ้อนทับภาพโครงสร้าง 3 มิติลงบนผังสถานที่จริง ทำให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนมิติความกว้าง ความยาว ความสูง และคำนวณสัดส่วนทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งช่วยแปลงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และประวัติศาสตร์ที่ซับซ้อนให้กลายเป็นรูปธรรมที่เข้าใจง่าย ชัดเจน และกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. วัตถุประสงค์ของนวัตกรรม

4.1. เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อจำลองเชิงมิติสัมพันธ์ (Geo Chaturamook) สำหรับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และสถาปัตยกรรมฐานอาคารจตุรมุขของปราสาทบ้านเบญจ

4.2. เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเรื่องมิติสัมพันธ์ อัตราส่วนทางคณิตศาสตร์ ผ่านโครงสร้างโบราณสถานในท้องถิ่น

4.3. เพื่อสร้างสื่อการเรียนรู้ดิจิทัลที่เข้าถึงง่ายผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ช่วยเพิ่มความสนใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้บูรณาการ

4.4 เพื่อเป็นการส่งเสริมการท่องเที่ยวในท้องถิ่น และดึงดูดให้นักท่องเที่ยวสนใจในฐานของอาคาร
จตุรมุขของปราสาทบ้านเบญจมากขึ้น

5. ขอบเขต

5.1. กลุ่มเป้าหมาย

ผู้สนใจศึกษาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น สถาปัตยกรรมขอมโบราณ และการเรียนรู้คณิตศาสตร์

5.2. ขอบเขตด้านสถานที่

ปราสาทบ้านเบญจ ตำบล หนองอัม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

5.3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้านเรขาคณิตสามมิติ อัตราส่วนทางคณิตศาสตร์ ร้อยละ การหาค่าสูงสุด/ต่ำสุดสัมพัทธ์

6. กรอบแนวคิด

6.1. ตัวแปรต้น (Input) ประกอบด้วย ข้อมูลผังโครงสร้างฐานอาคารจตุรมุขและภาพถ่ายทางอากาศมุมสูง ของโบราณสถานปราสาทบ้านเบญจ พร้อมด้วยค่าตัวแปรทางเรขาคณิต เช่น ความกว้างฐานกลาง ความยาวมุขที่ยื่นออกมา และความสูงฐานอาคาร เป็นต้น

6.2. กระบวนการ (Process) เป็นการพัฒนานวัตกรรมสื่อจำลอง 3 มิติเชิงปฏิสัมพันธ์ผ่านโปรแกรม WebGL (Three.js) เพื่อนำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้เป็นฐานซ้อนทับด้วยโมเดลสถาปัตยกรรม 3D ที่ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนมิติ และให้ระบบประมวลผลคำนวณค่าเส้นรอบรูปฐาน พื้นที่ฐาน ปริมาตรของฐาน สัดส่วนจริง และประสิทธิภาพเชิงพื้นที่(เทียบกับพื้นที่อาคารทรงสี่เหลี่ยม)

6.3. ตัวแปรตาม (Output) ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้นวัตกรรม ได้แก่ ผู้เรียนสามารถสังเกตและเข้าใจโครงสร้างในลักษณะภาพรวมและมิติสัมพันธ์ได้ชัดเจน เปลี่ยนแนวคิดเรขาคณิตสามมิติที่ซับซ้อนให้เป็นรูปธรรม และช่วยกระตุ้นความสนใจต่อองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมของปราสาทบ้านเบญจได้อย่างมีประสิทธิภาพ



7. ขั้นตอนการสร้างนวัตกรรม

7.1. ศึกษาความหมายและรูปแบบของนวัตกรรม

7.2. ศึกษาเกี่ยวกับปราสาทบ้านเบญจเพื่อหาแนวทางในการสร้างนวัตกรรม

7.3. เข้าศึกษาแหล่งศึกษาทางโบราณคดีปราสาทบ้านเบญจเพื่อหาแนวทางในการสร้างนวัตกรรม

7.4. วิเคราะห์สิ่งที่ได้ศึกษามาโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาช่วยเพื่อเลือกหัวข้อนวัตกรรม

7.5. พัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาช่วยตั้งแต่พิจารณาความเข้ากันกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และคำนวณส่วนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ ได้แก่

7.5.1. การหาค่าสูงสุดสัมพัทธ์ของพื้นที่ฐานอาคารจตุรมุข

กำหนดให้ x แทนความกว้างของฐานกลาง y แทนความยาวมุขที่ยื่นออกมา และ P แทนเส้นรอบรูปฐาน

$$\text{จะได้ } P = 4x + 8y \text{ หรือ } y = \frac{P-4x}{8}$$

กำหนดให้ A แทนพื้นที่ฐาน

$$\text{จะได้ } A(x) = x^2 + 4xy$$

$$\text{แทน } y = \frac{P-4x}{8} \text{ ในสมการหาพื้นที่ จะได้ } A(x) = x^2 + 4x \left(\frac{P-4x}{8} \right) = \frac{Px-2x^2}{2}$$

หาจุดวิกฤตโดยการหาอนุพันธ์อันดับ 1 แล้วให้มีความเท่ากับ 0

$$\text{จะได้ } A'(x) = \frac{P-4x}{2} = 0$$

$$\text{จะได้ } x = \frac{P}{4}$$

และเมื่อตรวจสอบชนิดของจุดวิกฤตโดยการหาอนุพันธ์อันดับ 2

$$\text{จะได้ } A''(x) = -2 \text{ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0 ดังนั้นที่จุด } x = \frac{P}{4} \text{ จุดเป็นจุดสูงสุดสัมพัทธ์}$$

และเมื่อพิจารณาที่จุดสูงสุดสัมพัทธ์ โดยการแทน $x = \frac{P}{4}$ ในสมการ $P = 4x + 8y$

$$\text{จะได้ } P = 4\left(\frac{P}{4}\right) + 8y \text{ หรือ } y = \frac{0}{8} = 0$$

นั่นคือกรณีที่ทำให้พื้นที่มีค่ามากที่สุดคือการใช้ค่า $y = 0$ หรือเป็นฐานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสธรรมดา และจะเพิ่มความกว้างของฐานกลางให้ยาวเท่ากันกับเมื่อมีความยาวที่ยื่นออกไปทั้ง 2 ด้าน นั่นคือ จะได้ค่าความกว้างของฐานกลางเป็น $x + 2y$ ซึ่งจะนำพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสไปเทียบเป็นประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ในส่วนต่อไป

7.5.2. การเทียบสัดส่วนระหว่าง ความยาวมุขที่ยื่นออกมา (y) กับความกว้างของฐานกลาง (x)

จะได้สูตรของสัดส่วนคือ $\frac{y}{x}$ โดยสัดส่วนทองคำ (Golden Ratio) มีค่าประมาณ 1.618

7.5.3. การหาประสิทธิภาพเชิงพื้นที่

กำหนดให้ A_1 แทนพื้นที่ฐานของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส A_2 แทนพื้นที่ฐานของรูปสี่เหลี่ยมในอัตราส่วนใหม่ และ V แทนประสิทธิภาพเชิงพื้นที่

$$\text{เมื่อนำพื้นที่ใหม่ไปคำนวณเทียบเป็นร้อยละกับสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะได้ } \frac{A_1 \times V}{100} = A_2 \text{ หรือ } V = \frac{A_2 \times 100}{A_1}$$

7.6. พัฒนานวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรมของฐานอาคารจตุรमुख 3 มิติเชิงเรขาคณิตแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive 3D Simulation) การแนบรูปภาพในฉากหลัง และการนำเว็บไซต์ขึ้นสู่ระบบ Github

7.7. ดำเนินการใช้นวัตกรรมกับกลุ่มเป้าหมาย

8. ผลการดำเนินการ

8.1. ได้นวัตกรรมสื่อจำลองเชิงมิติสัมพันธ์ (Geo Chaturamook) สำหรับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ และสถาปัตยกรรมฐานอาคารจตุรमुखของปราสาทบ้านเบญจจำนวน 1 ชั้น ที่ทำงานได้อย่างถูกต้อง โดยผู้จัดทำ ได้ทำได้ทดลองแทนค่าตัวเลขจำนวน 1 ชุด นั่นคือ ใช้ $x = 2, y = 3, h = 1$

จะได้สัดส่วนระหว่าง y และ x คือ $\frac{y}{x} = \frac{3}{2} = 1.50$

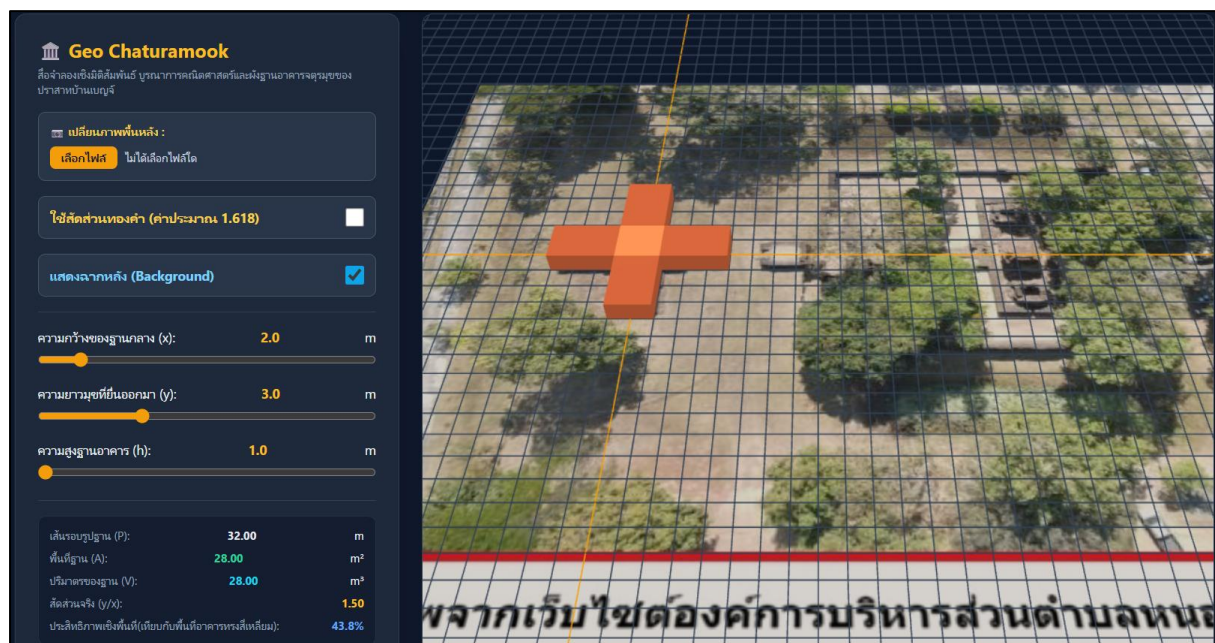
จะได้พื้นที่ฐานคือ $A(x) = 4 + 24 = 28$

พิจารณาพื้นที่ที่มีค่ามากที่สุด โดยปรับความกว้างของฐานกลางใหม่คือ $2 + 2(3) = 8$

และจะได้พื้นที่ที่มีค่ามากที่สุดคือ $A(x) = 64$

จะได้ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ คือ $V = \frac{28 \times 100}{64} = 43.75 \approx 43.8$

ซึ่งมีข้อมูลที่ตรงกันกับในนวัตกรรม Geo Chaturamook



การแสดงผลของนวัตกรรม Geo Chaturamook เมื่อใช้ค่าเดียวกันกับการคำนวณด้วยตนเอง

8.2. ผู้ที่ทดลองใช้นวัตกรรมมีความเข้าใจเรื่องมิติสัมพันธ์ อัตราส่วนทางคณิตศาสตร์ ผ่านโครงสร้างโบราณสถานในท้องถิ่นมากขึ้น

8.3. ได้สื่อการเรียนรู้ดิจิทัลที่เข้าถึงง่ายผ่านเว็บเบราว์เซอร์ <https://jakkapatrue8083-create.github.io/Geo-Chaturamook/> ที่ช่วยเพิ่มความสนใจและเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้บูรณาการจำนวน 1 ชั้น หรือสามารถเข้าถึงได้ผ่านคิวอาร์โค้ดคิวอาร์โค้ดต่อไปนี้



คิวอาร์โค้ด สำหรับเข้าสู่เว็บไซต์ *Geo Chaturamook* บนเว็บเบราว์เซอร์

8.4. ผู้ที่ทดลองใช้เว็บไซต์มีความสนใจในการท่องเที่ยวในท้องถิ่นมากขึ้น และมีความสนใจในฐานของอาคารจตุรมุขของปราสาทบ้านเบญจมากขึ้น

9.ประโยชน์ที่จะได้รับ

9.1. **ด้านผู้เรียน** ได้เรียนรู้ผ่านสื่อที่เห็นภาพจริงและจับต้องได้ ช่วยพัฒนาทักษะมิติสัมพันธ์ คิดคำนวณสัดส่วนเรขาคณิตได้อย่างเห็นภาพ และเกิดความภาคภูมิใจในโบราณสถานท้องถิ่น

9.2. **ด้านผู้สอน** มีสื่อการสอนดิจิทัลแบบบูรณาการระหว่างคณิตศาสตร์ ประวัติศาสตร์ท้องถิ่น และ การใช้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นสื่อที่ทันสมัย ใช้งานสะดวกผ่านเว็บเบราว์เซอร์โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม และ เป็นการพัฒนาความสามารถด้านการใช้งานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ภาษาที่ใช้ในการเขียนเว็บไซต์ และการเผยแพร่เว็บไซต์ด้วยระบบ Github

9.3. **ด้านการพัฒนานวัตกรรม** เป็นต้นแบบการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์และถ่ายทอดคุณค่าของโบราณสถานในท้องถิ่นอย่างสร้างสรรค์

10. ปัจจัยความสำเร็จ

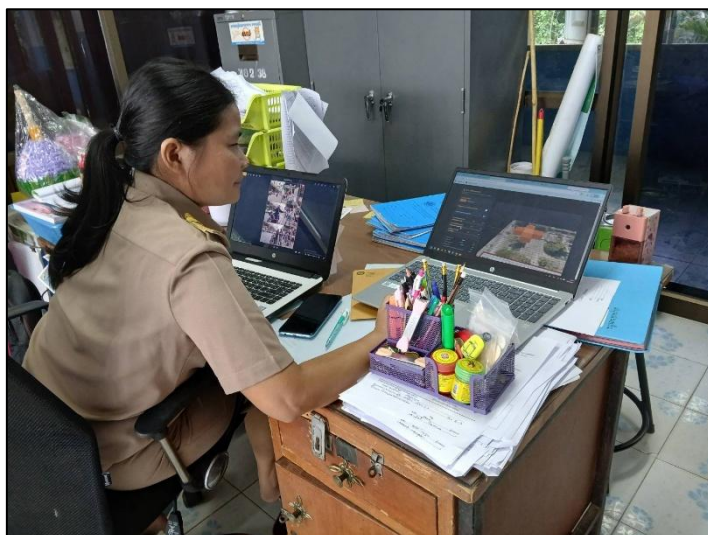
- 10.1. เนื้อหาหลักที่ใช้ในการคำนวณเป็นเนื้อหาที่เข้าใจง่ายและมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณไม่ซับซ้อน
- 10.2. เป็นการประยุกต์ใช้กับเนื้อหาที่มีความน่าสนใจและสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตจริง
- 10.3. ผู้จัดทำมีความคิดสร้างสรรค์ และมีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับภาษาในการเขียนเว็บไซต์
- 10.4. การสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) ที่มีความเข้าใจง่าย
- 10.5. ผู้ที่ทดลองใช้เว็บไซต์ต้องมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการเรขาคณิต และ การใช้เทคโนโลยี
- 10.6. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่ช่วยเหลือผู้จัดทำได้ในหลายขั้นตอน

11.ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับนวัตกรรม Geo Chaturamook สามารถแบ่งออกได้เป็นข้อเสนอแนะทางด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์ คือ เพิ่มระบบการสร้างฟังก์ชันให้ผู้ใช้งานสามารถดูการแสดงวิธีทำโดยละเอียดเพื่อให้เข้าใจที่มีของค่าต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ข้อเสนอแนะทางด้านความสวยงาม คือ เพิ่มโหมดในการเปลี่ยนกราฟิกการแสดงผลของโมเดลฐานอาคารจตุรมุข เช่น การใช้สีของโมเดลที่ใกล้เคียงกับสถานที่จริง เพิ่มฟังก์ชันในการขยับหรือหมุนฉากหลัง และปรับเปลี่ยนสัดส่วนเพื่อให้ตรงกับสถานที่จริงมากที่สุด และข้อเสนอแนะด้านการต่อยอด พัฒนาไปยังบริเวณอื่น ๆ ของปราสาทบ้านเบญจ เช่น ตัวปราสาทหลัก หรือกำแพงแก้ว เป็นต้น

12.การเผยแพร่

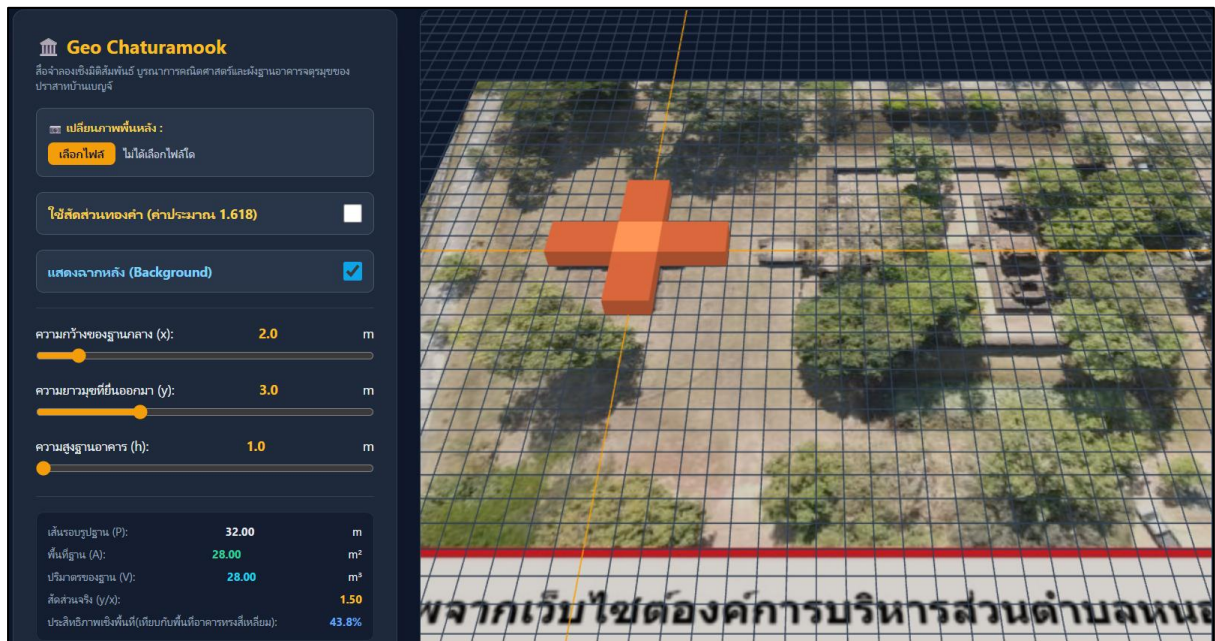
เผยแพร่ให้ผู้สนใจ คณะครู และนักเรียนในโรงเรียนทุ่งศรีอุดมตามความเหมาะสม เช่น ผ่านกิจกรรม PLC เป็นต้น เผยแพร่ให้ครูต่างโรงเรียน เช่น โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนนำร่องพื้นที่นวัตกรรมการศึกษา หรือการนำเสนอผลงานผ่านนิทรรศการวิชาการที่โรงเรียนทุ่งศรีอุดมจะจัดขึ้นในอนาคต และการเผยแพร่ผ่านช่องทางออนไลน์ เช่น เว็บไซต์ส่วนตัวในระบบ One Tsudom ที่จะมีการพัฒนาขึ้นในอนาคต หรือเครือข่ายสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เช่น Facebook เป็นต้น



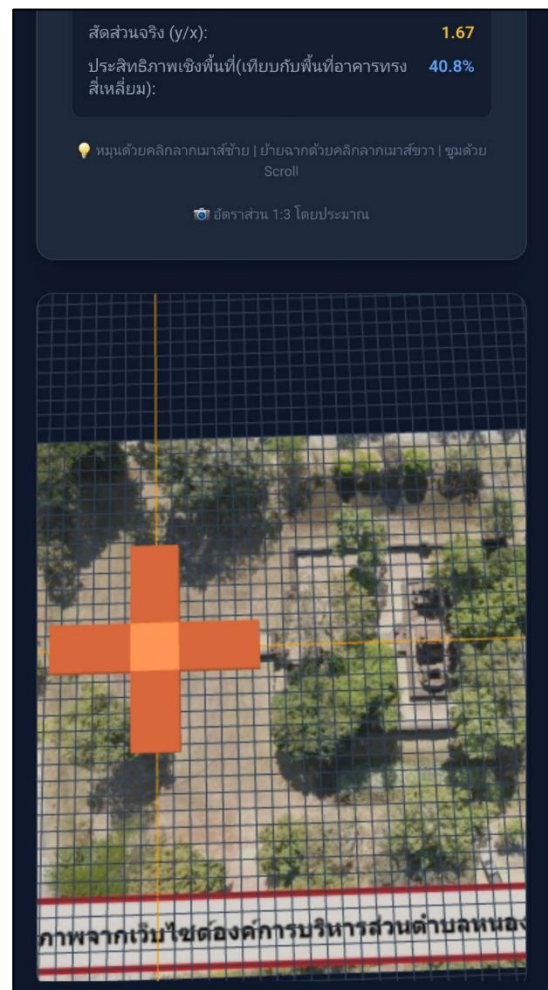
รูปภาพประกอบการใช้นวัตกรรมกับผู้สนใจ

ภาคผนวก

รูปภาพประกอบการใช้วัตรกรรม

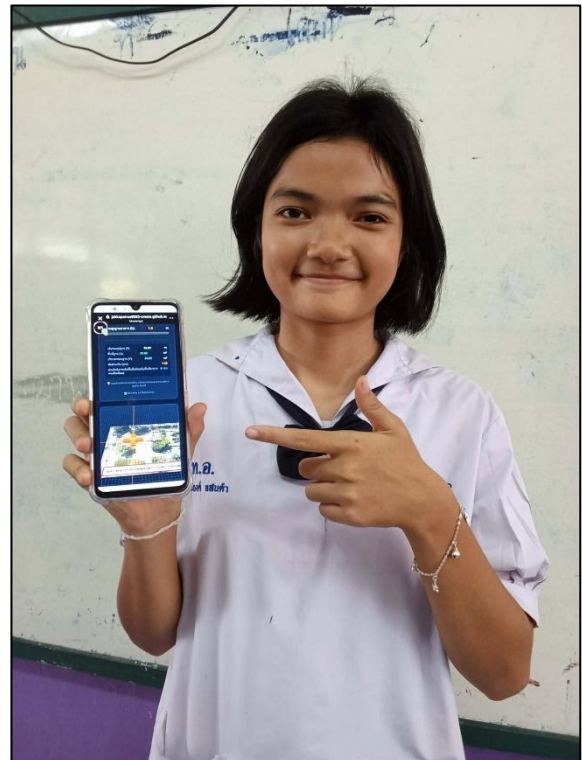
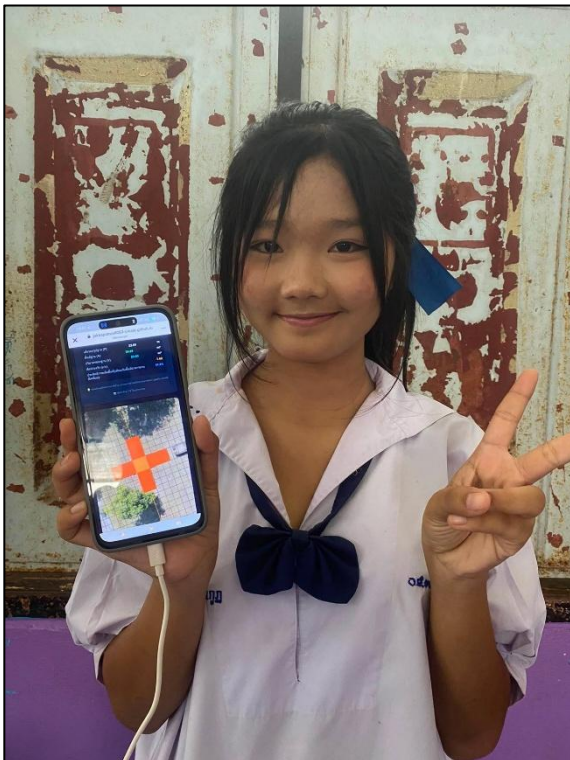


ตัวอย่างการใช้งานบนคอมพิวเตอร์



ตัวอย่างการใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ

รูปภาพประกอบการใช้นวัตกรรม



ตัวอย่างการใช้นวัตกรรมกับนักเรียนที่สนใจ

รูปภาพประกอบการใช้วัตรกรรม



ตัวอย่างการใช้วัตรกรรมกับคุณครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และคุณครูที่ปรึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



คิวอาร์โค้ด สำหรับเข้าสู่วัตรกรรม Geo Chaturamook บนเว็บเบราว์เซอร์
หรือเข้าผ่าน <https://jakkapatrue8083-create.github.io/Geo-Chaturamook/>