

ลายทวารวดีประยุกต์สู่เครื่องเบญจรงค์ “THAVARAVADEE” Applied to Thai Benjarong

พิมพ์ตะวัน สุจิตร์จุล^{1*} ทันทิการ์ สามสงวน¹ ศิริพร จิรภาสพิตรพิบูล¹

วรกมล วงศธรบุญศรี² และเมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล²

¹นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชินีบูรณะ

²กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ

9 ถนนหน้าพระ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

Pimtawan Sutthitjun^{1*} Siriporn jiraspipitboon¹ Thanthika Samsanguan¹

Worakamon Wongsathonbunrat² Mathasit Tanyarattanasrisukul²

¹Mathayomsuksa 6 Students, Rachineeburana School

²Department of Mathematics, Rachineeburana School

9, Nhapha Street, Meang Nakhon Pathom District, Nakhon Pathom Province, 7300

บทคัดย่อ

โครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง “ลายทวารวดีประยุกต์สู่เครื่องเบญจรงค์” จัดทำขึ้นในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียนครั้งที่ 67 ปีการศึกษา 2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลายทวารวดีของโรงเรียนราชินีบูรณะ 2) ออกแบบและประยุกต์ลายทวารวดีลงในเครื่องเบญจรงค์ และ 3) สานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ การดำเนินครั้งนี้ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน มาใช้ในการออกแบบลายที่เกิดจากการประยุกต์จากลายทวารวดีด้วยโปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน5)

ผลการดำเนินงานพบว่า

1. ลายทวารวดีของโรงเรียนราชินีบูรณะ มีจำนวนทั้งสิ้น 12 ลาย ประกอบด้วย 1) ลายราชาวดี 2) ลายข้าวหลามตัดก้านขด 3) ลายคลื่นน้ำ 4) ลายก้านขด 5) ลายช่อแก้ว 6) ลายบัวสวรรค์ 7) ลายกำมปู 8) ลายคนแคระ 9) ลายกันหอย 10) ลายหัวใจรักร้อย 11) ลายข้าวหลามตัดสลัดอก และ 12) ลายกงก้านขด

2. ผลการออกแบบและประยุกต์ลายจากลายคลื่นน้ำโดยใช้โปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน 5) และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ทำให้ได้ลายใหม่ที่มีชื่อว่า “ลายทวารวดีประยุกต์”

3. สามารถสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ

คำสำคัญ : ลายทวารวดีประยุกต์ ฟังก์ชัน โปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน5) เครื่องเบญจรงค์

* ผู้รับผิดชอบบทความ : pimtawapimtawan@gmail.com

Abstract

The mathematical project entitle of: “THAVARAVADEE Applied to Thai Benjarong” created in the 67th student arts and crafts fair of academic year 2017. The purpose of this project were to 1) study “THAVARAVADEE” striped of Rachineeburana School 2) design and applied “THAVARAVADEE” striped to Thai Benjarong and 3) inherit Thai culture and local wisdom of Rachineeburana School. This operation uses the mathematical knowledge of the function for design and generated new striped based on “THAVARAVADEE” striped by GeoGebra (version 5).

The result of this project founded that;

1. “THAVARAVADEE” striped of Rachineeburana School were 12 design comprising of 1) Rachavadee - striped 2) Khaolamtat Kankhot - striped 3) Khluen Nam - striped 4) Kankhot -striped 5) Cho Kaeo - striped 6) Bua Sawan - striped 7) Kampu - striped 8) Khon Khrae - striped 9) Konhoi - striped 10) Huachai RakRoi - striped 11) Khaolamtat Salap Dok - striped and 12) Kong Kankhot - striped.

2. The design and applied Khluen Nam - striped by GeoGebra (version 5) and uses the mathematical knowledge of the function, we created a new striped entitle: “THAVARAVADEE PRAYUK”.

3. Can inherit Thai culture and local wisdom of Rachineeburana School.

Keywords: THAVARAVADEE PRAYUK striped, function, GeoGebra program v5, Thai Benjarong.

1. บทนำ

นครปฐมเป็นเมืองโบราณที่มีสมมติฐานว่า น่าจะเป็นเมืองหลวงของรัฐทวารวดีในพุทธศตวรรษที่ 13-16 ซึ่งพบหลักฐานทางศิลปกรรมมากมายและมีรูปแบบที่มีความสวยงามแสดงให้เห็นถึงวัฒนธรรมท้องถิ่นอย่างชัดเจน โรงเรียนราชินีบูรณะเป็นโรงเรียนสตรีประจำจังหวัดนครปฐม ที่มีจุดเน้นในด้านการส่งเสริมวัฒนธรรม โดยเห็นถึงความสำคัญในด้านศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นเป็นอันดับต้นๆ ดังนั้น ทางโรงเรียนจึงได้ทำการศึกษาศิลปกรรมดั้งเดิมของท้องถิ่นและได้สร้างสรรค์คัดลอก ถอดลายทวารวดีมาประยุกต์ลงบนผืนผ้าทอลายมัดหมี่ ซึ่งได้ดำเนินการจดสิทธิบัตรผลงานลายทวารวดีจำนวนทั้งสิ้น 12 ลาย โดยมีเอกลักษณ์ส่วนที่สำคัญของวัฒนธรรมทวารวดีในจังหวัดนครปฐม ให้คนรุ่นหลังได้สืบทอดมรดกทางวัฒนธรรมสืบทอดไป ลายทวารวดีที่ทางโรงเรียนราชินีบูรณะได้จดสิทธิบัตรผลงานไว้นั้น ในปัจจุบันได้นำมาทอลงบนผ้ามัดหมี่ แต่ยังไม่ได้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายเหมือนอย่างที่ตั้งใจไว้ในข้างต้น เพราะผ้ามัดหมี่เป็นผ้าที่ใช้เฉพาะกลุ่มเฉพาะช่วงวัยเท่านั้น อีกทั้งลวดลายยังไม่เข้าถึงและเป็นจุดสนใจที่ตีพอ ซึ่งหากยังไม่มีการพัฒนาให้ทันกับยุคสมัยในปัจจุบัน อาจจะทำให้ลายทวารวดีเหล่านี้สูญหายไป จากความสนใจเรื่องลายทวารวดีของคณะผู้จัดทำ อีกทั้งยังเห็นว่าลายทวารวดีมีความงดงามมีเอกลักษณ์ ควรค่าแก่การอนุรักษ์ อีกทั้งลายทวารวดีมีโครงสร้าง

ของลายที่สามารถอธิบายได้ด้วยความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลากหลายด้าน รวมทั้งอธิบายลักษณะคุณสมบัติของฟังก์ชัน นอกจากนี้ยังสามารถวาดกราฟที่เกิดจากฟังก์ชันต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง ลายทวารวดีประยุกต์สู่เครื่องเบญจรงค์ เพื่อประยุกต์ลายทวารวดีให้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย และใช้เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาลายทวารวดีของโรงเรียนราชินีบูรณะ
2. เพื่อออกแบบและประยุกต์ลายทวารวดีลงในเครื่องเบญจรงค์
3. เพื่อสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ

3. นิยามเชิงปฏิบัติการ

1. เครื่องเบญจรงค์ หมายถึง เครื่องปั้นดินเผาประเภทเซรามิกที่มีการลงสีและวาดลวดลายประดับ ตกแต่ง
2. ลายทวารวดีประยุกต์ หมายถึง ลวดลายที่เกิดจากฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการออกแบบประยุกต์จากลายคลื่นน้ำ ลายประจายาม และลายพุ่มข้าวบิณฑ์มาผสมผสานกัน

4. ขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

1. การวางแผน เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้จัดทำได้ดำเนินการโดยปรึกษาครูที่ปรึกษาโครงการเพื่อกำหนดชื่อเรื่อง ขอบเขตโครงการ และนำเสนอเค้าโครงต่อครูที่ปรึกษา
2. การดำเนินการตามวัตถุประสงค์ เป็นขั้นตอนที่กลุ่มผู้จัดทำได้ทำการศึกษาฟังก์ชัน ลายทวารวดี ลายไทย ลายผ้าของจริงที่โรงเรียน หนังสือ และอินเทอร์เน็ต จากนั้นนำมาขอคำปรึกษาตลอดจนคำแนะนำจากครูที่ปรึกษา ทดลองคำนวณโดยใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์ GeoGebra (เวอร์ชัน5) จากนั้น จึงนำมาสรุปเป็นฟังก์ชัน แล้วนำมาอธิบายและประยุกต์ลายใหม่ ตามวัตถุประสงค์ของโครงการที่กำหนดไว้
3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ ประกอบด้วย 1) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ กล้องถ่ายภาพ และแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามมีขั้นตอนในการสร้าง คือ พิจารณาหัวข้อของปัญหาที่ต้องการศึกษาและวัตถุประสงค์ ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง ร่างแบบสอบถาม ตรวจสอบ ปรับปรุง และสร้างแบบสอบถาม 2) เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบและสร้างลายประยุกต์จากลายทวารวดี ได้แก่ กระดาษ ปากกาสำหรับออกแบบลาย คอมพิวเตอร์พร้อมอุปกรณ์พ่วงต่อ และโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ GeoGebra (เวอร์ชัน5)

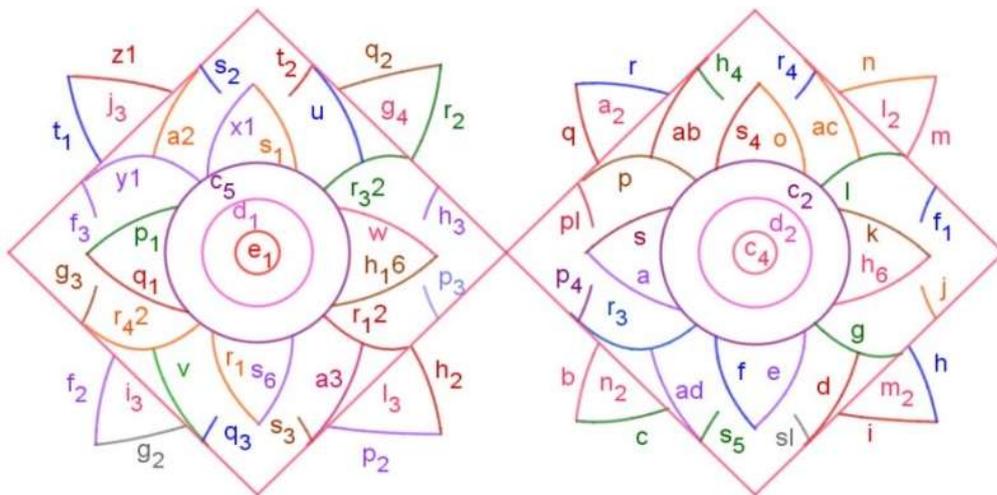
ตารางที่ 1 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายคลื่นน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
7	$aq(x) = \sin(0.75\sqrt{2.3x+2.6}) - 2.01, (-1.13 < x < -1.09)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
8	$ar(x) = \sin(2.3\sqrt{2.3x+2.55}) - 2.85, (-1 < x < -0.77)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
9	$as(x) = -\sin(1.9\sqrt{2.3x+1.38}) - 1.24, (-0.52 < x < -0)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
10	$at(x) = -\sin(2.9\sqrt{-2.3x-1.84}) - 1, (-1 < x < -0.88)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
11	$au(x) = -\sin(1.2\sqrt{2.3x+4.1}) - 0.8, (-1.45 < x < -1.06)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
12	$av(x) = \sin(1.7\sqrt{2.3x+3.9}) - 2.26, (-1.54 < x < -1.19)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
13	$aw(x) = -\sin(2.5\sqrt{-2.3x-0.28}) - 1.05, (-0.38 < x < -0.22)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
14	$ax(x) = -\sin(2.2\sqrt{-2.3x-2.32}) - 0.58, (-1.34 < x < -1.12)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
15	$ba(x) = -\sin(0.7\sqrt{2.3x+3.52}) - 1.38, (-1.53 < x < -1.45)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
16	$bb(x) = \sin(0.5\sqrt{2.3x+3.08}) - 1.52, (-1.34 < x < -1.32)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
17	$bc(x) = \sin(0.8\sqrt{-x-1.12}) - 1.5, (-1.19 < x < -1.12)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
18	$bd(x) = \sin(1.6\sqrt{2.3x+4.9}) - 1.76, (-1.96 < x < -1.69)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
19	$be(x) = -\sin(2.1\sqrt{-2.3x-3.5}) - 0.17, (-1.94 < x < -1.64)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
20	$bj(x) = -\sin(0.7\sqrt{2.3x+4.5}) - 0.9, (-1.96 < x < -1.92)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
21	$bk(x) = \sin(0.3\sqrt{-2.3x-3.23}) - 1, (-1.7 < x < -1.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
22	$bn(x) = \sin(0.35\sqrt{-2.3x-3.8}) - 1.1, (-1.7 < x < -1.65)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
23	$b(x) = \sin(3.4\sqrt{-2.3x-2.8}) - 1.8, (-1.48 < x < -1.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
24	$ca(x) = -\sin(0.7\sqrt{-2.3x+3.52}) - 1.38, (1.45 < x < 1.53)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
25	$cb(x) = \sin(0.5\sqrt{-2.3x+3.08}) - 1.52, (1.32 < x < 1.34)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
26	$cc(x) = \sin(0.8\sqrt{x-1.12}) - 1.5, (1.12 < x < 1.19)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
27	$cd(x) = \sin(1.6\sqrt{-2.3x+4.9}) - 1.76, (1.69 < x < 1.96)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
28	$ce(x) = -\sin(2.1\sqrt{2.3x-3.5}) - 0.17, (1.64 < x < 1.94)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
29	$ci(x) = \sin(1.9\sqrt{-2.3x+1.49}) - 2.86, (0.26 < x < 0.52)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
30	$cj(x) = -\sin(0.7\sqrt{-2.3x+4.5}) - 0.9, (1.92 < x < 1.96)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
31	$ck(x) = \sin(0.3\sqrt{2.3x-3.23}) - 1, (1.4 < x < 1.7)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
32	$cl(x) = \sin(1.65\sqrt{-2.3x+3}) - 2.74, (0.49 < x < 1.12)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
33	$cn(x) = -\sin(2\sqrt{-2.3x+2.81}) - 1.14, (0.85 < x < 1.13)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
34	$cn(x) = \sin(0.35\sqrt{2.3x-3.8}) - 1.1, (1.65 < x < 1.7)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
35	$co(x) = \sin(3.4\sqrt{2.3x-2.8}) - 1.8, (1.4 < x < 1.48)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
36	$cq(x) = \sin(0.75\sqrt{-2.3x+2.6}) - 2.01, (1.09 < x < 1.13)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตารางที่ 1 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายคลื่นน้ำ (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
37	$cr(x) = \sin(2.3\sqrt{-2.3x+2.55}) - 2.85, (0.77 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
38	$cs(x) = -\sin(1.9\sqrt{-2.3x+1.38}) - 1.24, (0 < x < 0.52)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
39	$ct(x) = -\sin(2.9\sqrt{2.3x-1.84}) - 1, (0.88 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
40	$cu(x) = -\sin(1.2\sqrt{-2.3x+4.1}) - 0.8, (1.06 < x < 1.45)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
41	$cv(x) = \sin(1.7\sqrt{-2.3x+3.9}) - 2.26, (1.19 < x < 1.54)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
42	$cw(x) = -\sin(2.5\sqrt{2.3x-0.28}) - 1.05, (0.22 < x < 0.38)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
43	$cx(x) = -\sin(2.2\sqrt{2.3x-2.32}) - 0.58, (1.12 < x < 1.34)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
44	$cz(x) = \sin(0.3\sqrt{-2.3x+0.88}) - 2.01, (0.34 < x < 0.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
45	$dj(x) = \sin(0.35\sqrt{2.3x-0.52}) - 2, (0.21 < x < 0.29)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
46	$dn(x) = -\sin(2\sqrt{2.3x-1.56}) - 1.14, (0.77 < x < 1.06)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

2.2) ลายประจํายาม



ภาพที่ 2 ลายประจํายาม

ตารางที่ 2 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายประจํายาม

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
1	$a(x) = -\sin(\sqrt{-1.75+2.8x+1.5}) + 0.73, (0.33 < x < 0.7)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
2	$b(x) = -\sin(\sqrt{-1.75+2x+1.2}) - 0.8, (0.28 < x < 0.37)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
3	$c(x) = 0.8 - \sin(\sqrt{-1.77+4x+2.8}) - 0.5, (0.28 < x < 0.65)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
4	$d(x) = -\sin(0.8\sqrt{-2.3x+3.3}) - 0.24, (1.2 < x < 1.41)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตารางที่ 2 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในหลายประจายาม (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
5	$e(x) = \sin(-0.9\sqrt{-x+1.2}) - 0.33, (1 < x < 1.3)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
6	$f(x) = -\sin(\sqrt{0.95x-0.8}) - 0.35, (0.82 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
7	$g(x) = \sin(2x+1.7) + 0.57, (1.24 < x < 1.59)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
8	$h(x) = 0.8\sin(\sqrt{-4x+7}) - 0.92, (1.62 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
9	$i(x) = -0.25\sin(\sqrt{2.9x-2.8}) - 0.45, (1.34 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
10	$j(x) = -\sin(\sqrt{x-1.65}), (1.67 < x < 1.72)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
11	$k(x) = \sin(\sqrt{1.75-2.9x+4}) - 0.8, (1.34 < x < 1.7)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
12	$l(x) = -\sin(2x+1.65) - 0.59, (1.27 < x < 1.6)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
13	$m(x) = -0.9\sin(\sqrt{1.8-2.7x+2.9}) + 0.9, (1.61 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
14	$n(x) = 0.38\sin(\sqrt{3.01x-3.1}) + 0.35, (1.34 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
15	$o(x) = -\sin(-0.9\sqrt{-x+1.2}) + 0.32, (1.01 < x < 1.2)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
16	$p(x) = \sin(2x+0.5) - 0.6, (0.31 < x < 0.76)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
17	$q(x) = -\sin(\sqrt{-1.75+2x+1.2}) + 0.79, (0.28 < x < 0.37)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
18	$r(x) = 0.8\sin(\sqrt{-1.77+4x+2.8}) - 0.1, (0.28 < x < 0.65)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
19	$s(x) = \sin(\sqrt{-2.1+2.9x+2}) - 0.79, (0.32 < x < 0.66)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
20	$u(x) = \sin(0.8\sqrt{-2.3x-1.3}) + 0.24, (-0.77 < x < -0.58)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
21	$v(x) = -\sin(0.8\sqrt{2.3x-3.3}) - 0.24, (-1.42 < x < -1.2)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
22	$w(x) = \sin(\sqrt{-4-2.9x+4}) - 0.8, (-0.68 < x < -0.28)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
23	$a2(x) = \sin(0.8\sqrt{2.3x+3.3}) + 0.24, (-1.42 < x < -1.24)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
24	$a3(x) = -\sin(0.8\sqrt{-2.3x-1.3}) - 0.24, (-0.8 < x < -0.58)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
25	$ab(x) = -\sin(0.8\sqrt{2.3x-1.3}) + 0.24, (0.58 < x < 0.81)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
26	$ac(x) = \sin(0.8\sqrt{-2.3x+3.3}) + 0.24, (1.2 < x < 1.42)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
27	$ad(x) = -\sin(0.8\sqrt{2.3x-1.3}) - 0.24, (0.58 < x < 0.78)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
28	$f1(x) = \sin(\sqrt{x-1.65}), (1.67 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
29	$f2(x) = \sin(\sqrt{2.1+2x+1.2}) - 0.8, (-1.8 < x < -1.58)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
30	$f3(x) = 0.8\sin(\sqrt{-1.9x-3.1}), (-1.71 < x < -1.65)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
31	$g2(x) = 0.8 - \sin(\sqrt{5+3x+2.8}) - 0.6, (-1.65 < x < -1.29)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
32	$g3(x) = -0.8\sin(\sqrt{1.9x-3.1}), (-1.71 < x < -1.65)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
33	$h16(x) = -\sin(\sqrt{-4-2.9x+4}) + 0.77, (-0.7 < x < -0.28)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
34	$h2(x) = 0.8\sin(\sqrt{-4x-1}) - 0.92, (-0.38 < x < -0.22)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

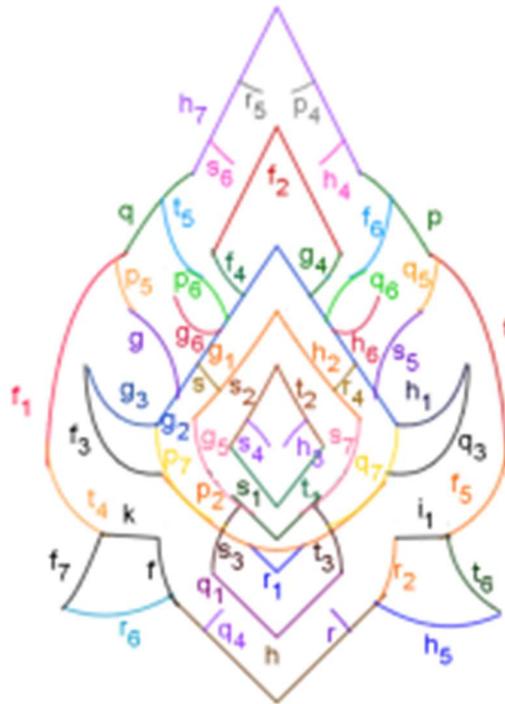
ตารางที่ 2 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในหลายประจํายาม (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
35	$h3(x) = \sin(\sqrt{x+0.35}), (-0.33 < x < -0.28)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
36	$h4(x) = -\sin(2.8x - 1.2) + 1.58, (0.77 < x < 0.87)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
37	$h6(x) = -\sin(\sqrt{1.75 - 2.9x + 4}) - 0.77, (1.32 < x < 1.7)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
38	$p1(x) = \sin(\sqrt{3.7 - 2.9x + 2}) - 0.79, (-1.69 < x < -1.33)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
39	$p2(x) = -0.25 \sin(\sqrt{2.9x + 3.2}) - 0.5, (-0.71 < x < -0.26)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
40	$p3(x) = -\sin(\sqrt{x+0.35}), (-0.33 < x < -0.28)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
41	$p4(x) = -0.8 \sin(\sqrt{-1.9x + 0.68}), (0.29 < x < 0.34)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
42	$pi(x) = 0.8 \sin(\sqrt{-1.9x + 0.68}), (0.29 < x < 0.35)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
43	$q1(x) = -\sin(\sqrt{3.9 + 2.8x + 1.5}) + 0.73, (-1.69 < x < -1.28)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
44	$q2(x) = \sin(\sqrt{1.1 + 1.5x + 1}) - 0.19, (-0.67 < x < -0.26)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
45	$q3(x) = -\cos(3.14x) - 1.55, (-1.22 < x < -1.17)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
46	$r1(x) = \sin(-0.9\sqrt{x+1.18}) - 0.33, (-1.39 < x < -1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
47	$r12(x) = -\sin(2x + 2.5) + 0.6, (-0.73 < x < -0.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
48	$r2(x) = -0.9 \sin(\sqrt{-2.7x - 0.7}) + 0.87, (-0.38 < x < -0.26)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
49	$r3(x) = -\sin(2x + 0.5) + 0.6, (0.26 < x < 0.76)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
50	$r32(x) = \sin(2x + 2.5) - 0.6, (-0.73 < x < -0.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
51	$r4(x) = -\sin(3x - 1.55) + 1.57, (1.17 < x < 1.24)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
52	$r42(x) = -\sin(2x + 4.5) + 0.6, (-1.69 < x < -1.23)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
53	$s1(x) = \sin(\sqrt{-0.95x - 0.8}) + 0.3, (-1.02 < x < -0.69)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
54	$s2(x) = -\sin(2.8x - 1.9) + 1.58, (-1.23 < x < -1.15)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
55	$s3(x) = -\cos(3.14x) - 1.55, (-0.84 < x < -0.78)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
56	$s4(x) = \sin(\sqrt{0.95x - 0.8}) + 0.3, (0.8 < x < 1.02)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
57	$s5(x) = -\cos(3.14x) - 1.55, (0.78 < x < 0.85)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
58	$s6(x) = -\sin(\sqrt{-0.99x - 0.85}) - 0.35, (-1 < x < -0.79)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
59	$sl(x) = -\cos(3.14x) - 1.55, (1.16 < x < 1.22)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
60	$t1(x) = -0.9 \sin(\sqrt{1.89 + 2.7x + 2.9}) + 0.9, (-1.85 < x < -1.63)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
61	$t2(x) = -\sin(2.8x - 1.9) + 1.58, (-0.87 < x < -0.78)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
62	$x1(x) = -\sin(-0.9\sqrt{x+1.2}) + 0.32, (-1.3 < x < -1.02)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
63	$y1(x) = \sin(2x + 4.5) - 0.6, (-1.69 < x < -1.23)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
64	$z1(x) = 0.38 \sin(\sqrt{-3.01x - 3.1}) + 0.35, (-1.76 < x < -1.35)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตารางที่ 2 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายประจำยาม (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
65	$e_2 : x + y = -2$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
66	$f_4 : x + y = 0$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
67	$j_2 : x - y = -2$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
68	$k_2 : x + y = 0$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
69	$k_3 : 0.29x - 0.04y = 0.44$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
70	$k_4 : x - y = 0$	ฟังก์ชันเชิงเส้น

2.3) ลายพุ่มข้าวบิณฑ์



ภาพที่ 3 ลายพุ่มข้าวบิณฑ์

ตารางที่ 3 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายพุ่มข้าวบิณฑ์

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
1	$f(x) = -\sin(\sqrt{2.5x + 2.7}) - 0.6, (-1.4 < x < -0.91)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
2	$f_1(x) = \sin(1.1\sqrt{2x + 4.2}) + 2.1, (-2.16 < x < -1.37)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
3	$f_2(x) = - 2x + 3.2, (-0.59 < x, 0.59)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
4	$f_3(x) = -\sin(\sqrt{1.75(2.23x + 3.9)}) + 1, (-1.83 < x < -1.06)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
5	$f_4(x) = (\sqrt{1.6x + 1}) + 2.3, (-0.59 < x < -0.1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

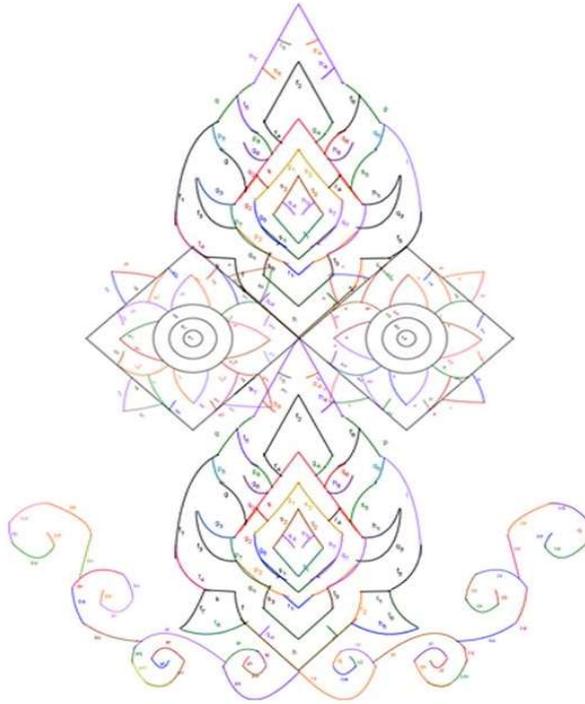
ตารางที่ 3 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในลายพุ่มข้าวบิณฑ์

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
6	$f_5(x) = -\sin(\sqrt{-2x+4.2}) + 0.3, (1.6 < x < 2.11)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
7	$f_6(x) = -\sin(\sqrt{-5x+5.3}) + 2.8, (0.46 < x < 1.05)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
8	$f_7(x) = \cos(2.7x + 2.5) - 0.3, (-2.14 < x < -1.6)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
9	$g(x) = \sin(\sqrt{-2x-1.8}) + 0.7, (-1.43 < x < -0.9)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
10	$g_1(x) = \cos(\sqrt{-3.2x}) + 0.5, (-0.81 < x < 0)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
11	$g_2(x) = - 1.5x + 2.1, (-1.1 < x < 1.1)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
12	$g_3(x) = -\sin(\sqrt{1.75x-4.1}) + 1.45, (-1.72 < x < -1.08)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
13	$g_4(x) = -\sin(\sqrt{-1.6x+11}) + 2.3, (0.1 < x < 0.85)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
14	$g_5(x) = -\sin(\sqrt{2x+1.5}) + 0.5, (-0.75 < x < -0.21)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
15	$g_6(x) = -\sin(\sqrt{6.2x+6.3}) + 2.3, (-0.993 < x < -10.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
16	$g_7(x) = x^2 + 0.5, (-1.16 < x < -1.3)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
17	$h(x) = x - 2.1, (-0.99 < x < 0.99)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
18	$h_1(x) = -\sin(\sqrt{1.75(-2.3x+4.1)}) + 1.45, (1.1 < x < 1.73)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
19	$h_2(x) = \cos(\sqrt{3.2x}) + 0.5, (-0.03 < x < 0.83)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
20	$h_3(x) = \sin(\sqrt{x}), (0.07 < x < 0.27)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
21	$h_4(x) = x^2 + 2.7, (0.4 < x < 0.61)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
22	$h_5(x) = -\sin(x) - 0.4, (0.8 < x < 2.2)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
23	$h_6(x) = -\sin(\sqrt{-6.2+6.3}) + 2.3, (0.4 < x < 0.93)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
24	$h_7(x) = - 2x + 4.3, (-0.79 < x < 0.79)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
25	$p(x) = 4\sin(\sqrt{3.2x+0.4}) - 1.2, (0.75 < x < 1.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
25	$p(x) = 4\sin(\sqrt{3.2x+0.4}) - 1.2, (0.75 < x < 1.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
26	$p_1(x) = \cos(1.5x) + 0.5, (-1 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
27	$p_2(x) = -\cos(1.2x) - 0.3, (-1.06 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
28	$p_4(x) = x^2 + 3.5, (0.14 < x < 0.34)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
29	$p_5(x) = -\sin(10x+15) + 2.5, (-1.47 < x < 1-1.2)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
30	$p_6(x) = \sin(-4x-1.5) + 0.9, (-1 < x < -0.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
31	$p_7(x) = -\sin(\sqrt{2x+2.3}) + 0.42, (-1.15 < x < 0.24)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
32	$q(x) = 4\sin(\sqrt{-3.2+0.4}) - 1.2, (-1.42 < x < -0.76)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
33	$q_1(x) = x - 1.5, (-1.09 < x < 1.09)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
34	$q_3(x) = -\sin(-2.23x+3.9) + 1, (1. < x < 1.75)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ

ตารางที่ 3 ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ในหลายพุ่มข้าวบิณฑ์ (ต่อ)

ลำดับที่	ฟังก์ชัน	ชนิดของฟังก์ชัน
35	$q_4(x) = -x^2 - 1, (-0.7 < x < -0.5)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
36	$q_5(x) = 4\sin(\sqrt{-10+15}) + 2.5, (1.22x < 1.47)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
37	$q_6(x) = \sin(\sqrt{4x-1.5}) + 0.9, (0.4 < x < 1)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
38	$q_7(x) = -\sin(\sqrt{-2+2.3}) + 0.42, (0.24 < x < 1.15)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
39	$r(x) = -x^2 - 1, (0.5 < x < 0.7)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
40	$r_1(x) = x - 0.9, (-0.25 < x < 0.25)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
41	$r_2(x) = -\sin(\sqrt{-2.5x+2.7}) - 0.6, (0.91 < x < 1.4)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
42	$r_3(x) = x^2 + 35$	ฟังก์ชันกำลังสอง
43	$r_4(x) = x^2 + 0.5, (0.52 < x < 0.72)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
44	$r_5(x) = x^2 + 3.5, (-0.34 < x < -0.14)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
45	$r_6(x) = \sin(x) - 0.4, (-.2 < x < -0.87)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
46	$r_7(x) = x^2 + 0.5, (1.3 < x < 1.16)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
47	$s(x) = x^2 + 0.5, (-0.72 < x < -0.52)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
48	$s_1(x) = x - 0.6, (-0.63 < x < 0.63)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
49	$s_2(x) = \cos(\sqrt{-4x}), (-0.43 < x < 0)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
50	$s_3(x) = \sin(\sqrt{1.7x+1}) - 0.9, (-0.61 < x < -0.34)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
51	$s_4(x) = \sin(\sqrt{-x}), (-0.27 < x < -0.07)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
52	$s_5(x) = \sin(\sqrt{2x-1.8}) + 0.7, (0.9 < x < 1.43)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
53	$s_6(x) = x^2 + 2.7, (-0.61 < x < -0.4)$	ฟังก์ชันกำลังสอง
54	$s_7(x) = \sin(\sqrt{-2x+1.5}) + 0.5, (0.21 < x < 0.75)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
55	$t(x) = \sin(1.1\sqrt{-2x+4.2}) \cdot 2.1, (0.2 < x < 2.9)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
56	$t_1(x) = 1.3x - 0.3, (-0.42 < x < 0.42)$	ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์
57	$t_2(x) = \cos(\sqrt{4x}), (0 < x < 0.42)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
58	$t_3(x) = -\sin(\sqrt{-1.7x+1}) - 0.9, (0.34 < x < 0.61)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
59	$t_4(x) = -\sin(\sqrt{2x+4.2}) + 0.3, (-2.1 \cdot 6 < x < -1.3)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
60	$t_5(x) = -\sin(\sqrt{5x+5.3}) + 2.8, (-1.05 < x < -0.6)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
61	$t_6(x) = -\sin(\sqrt{2x-3.1}) - 0.43, (1.2 < x < 2.03)$	ฟังก์ชันตรีโกณมิติ
62	$j: 0.03x + 0.51y = -0.34$	ฟังก์ชันเชิงเส้น
63	$j: -0.01x + 0.61y = -0.37$	ฟังก์ชันเชิงเส้น

เมื่อนำทั้งสามลายมาประกอบกัน ทำให้เกิดลายใหม่ ชื่อว่า “ลายทวารวดีประยุกต์” ดังภาพ



ภาพที่ 4 ลายทวารวดีประยุกต์

3. ผลการสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ ทางคณะผู้จัดทำ ได้นำลายคลื่นน้ำ ลายประจายาม ลายพุ่มข้าวบิณฑ์มารวมกัน ซึ่งเกิดเป็นลายทวารวดีประยุกต์ และได้นำลายทวารวดีประยุกต์ดังกล่าว ให้ทางร้านเบญจรงค์วาดลงบนเครื่องเบญจรงค์ และใช้เครื่องเบญจรงค์เป็นสื่อกลางในการสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ แสดงผลงานได้ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ลายทวารวดีประยุกต์บนเครื่องเบญจรงค์

6. สรุปผลการดำเนินงาน

1. ลายทวารวดีของโรงเรียนราชินีบูรณะ มีจำนวน 12 ลาย ได้แก่ 1) ลายราชาวดี (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 2) ลายข้าวหลามตัดก้านขด (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 3) ลายคลื่นน้ำ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 4) ลายก้านขด (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 5) ลายช่อแก้ว (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 6) ลายบัวสวรรค์ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 7) ลายก้ามปู (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 8) ลายคนแคระ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 9) ลายกันหอย (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 10) ลายหัวใจรักร้อย 11) ลายข้าวหลามตัดสลัสดอก (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) และ 12) ลายกนกก้านขด (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า)

2. ผลการออกแบบและประยุกต์ลายจากลายคลื่นน้ำโดยใช้โปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน5) และความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ทำให้ได้ลายใหม่ที่มีชื่อว่า “ลายทวารวดีประยุกต์”

3. สามารถสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะ

7. อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาพบว่าลายทวารวดีของโรงเรียนราชินีบูรณะ มีทั้งหมด 12 ลาย ที่ทางโรงเรียนได้จัดสิทธิบัตร ได้แก่ 1) ลายราชาวดี (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 2) ลายข้าวหลามตัดก้านขด (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 3) ลายคลื่นน้ำ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 4) ลายก้านขด (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 5) ลายช่อแก้ว (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 6) ลายบัวสวรรค์ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 7) ลายก้ามปู (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 8) ลายคนแคระ (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) 9) ลายกันหอย (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 10) ลายหัวใจรักร้อย 11) ลายข้าวหลามตัดสลัสดอก (มีรูปกวางยืนอยู่ที่เชิงผ้า) 12) ลายกนกก้านขด (มีรูปกวางนั่งอยู่ที่เชิงผ้า) ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้ทำการคัดเลือกลาย 1 จาก 12 ลาย มาใช้ในการประยุกต์ โดยนำแบบสอบถามความคิดเห็นไปสอบถามอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าลายที่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นจุดเริ่มต้นของการทำโครงการคือลายคลื่นน้ำ เนื่องจากเป็นลายที่สื่อให้เห็นถึงฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เป็นลวดลายที่มีเอกลักษณ์ของลายทวารวดี และเป็นลายที่มีความสวยงาม

2. ผลการศึกษาพบว่าโปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน5) สามารถสร้างลายทวารวดีประยุกต์ได้ ทั้งนี้เนื่องจากลายทวารวดี (ลายคลื่นน้ำ) เป็นลายที่มีลักษณะของฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ซ่อนอยู่ เพราะลวดลายโค้งมนคล้ายเกี้ยวตะขอ คณะผู้จัดทำจึงทำการศึกษาฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับลายดังกล่าวมากที่สุด จำลองวาดในโปรแกรม GeoGebra (เวอร์ชัน5) ซึ่งพบว่าฟังก์ชันตรีโกณมิติส่วนใหญ่กราฟของฟังก์ชันจะมีลักษณะลูกคลื่น มีความโค้งมนใกล้เคียงกับลายคลื่นน้ำมากที่สุด ทางคณะผู้จัดทำจึงทำการสำรวจฟังก์ชันตรีโกณมิติหลายชนิดซึ่งพบว่าฟังก์ชันตรีโกณมิติที่อยู่ในรูปแบบของ $f(x) = \sin \sqrt{x}$ เป็นฟังก์ชันที่คล้ายลายคลื่นน้ำมากที่สุด แต่ยังไม่พอเพียงที่จะเกิดรูปลายคลื่นน้ำได้อย่างสมบูรณ์ ทางกลุ่มจึงทำการศึกษาฟังก์ชันเพิ่มเติม พบว่าการเพิ่มสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปร x เข้าไปจะทำให้กราฟมีลักษณะแคบและเป็นเกลียวโค้งมนใกล้เคียงกับลักษณะลายมากยิ่งขึ้น เช่น $f(x) = \sin \sqrt{2x}, G(x) = \sin \sqrt{3x}, H(x) = \sin \sqrt{4x}$ การเพิ่มค่าบวกหรือลบลงใน Square Root เช่น $f(x) = \sin \sqrt{2x-2}, G(x) = \sin \sqrt{3x+3}, H(x) = \sin \sqrt{4x-1}$ หาก

เป็นค่าบวกกราฟจะเคลื่อนที่เดินหน้าไปตามแกน x หากเป็นจำนวนตรงข้ามจะเคลื่อนที่ถอยหลังไปตามแกน x และพบว่าหากบวกค่าคงที่เข้าไปในค่ามุม จะทำให้กราฟเคลื่อนที่ไปตามแกน Y และหากบวกด้วยค่าจำนวนตรงข้ามลงไป จะทำให้กราฟเคลื่อนที่ลดลงไปตามแกน Y ซึ่งการสร้างฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชัน ทางคณะผู้จัดทำ จะกำหนดโดเมนเพื่อจำกัดขอบเขตของลาย ทั้งนี้เพื่อให้ลายทับซ้อนกัน และเกิดเป็นลายที่สมบูรณ์มากที่สุด หลังจากทีคณะผู้จัดทำสร้างรูปลายคลื่นน้ำได้อย่างสมบูรณ์แล้ว จึงนำหลักการสร้างลายคลื่นน้ำมาสร้างลายประจำยาม ลายพุ่มข้าวบิณฑ์ เพื่อนำมาผสมผสานกับลายคลื่นน้ำเพื่อให้เกิดลายประยุกต์ลายทวารวดีที่สวยงาม เป็นที่ดึงดูดใจ ซึ่งพบว่าการสร้างลายทั้ง 2 นั้น มีการใช้ลักษณะของฟังก์ชันที่เหมือนกันแต่มีฟังก์ชันที่เพิ่มเติมเข้ามาคือ ฟังก์ชัน Cosine และ ฟังก์ชันของค่าสัมบูรณ์ คณะผู้จัดทำเลือกใช้ฟังก์ชัน Cosine เพิ่มเติมเพราะลักษณะความโค้งที่เหมาะสม และเลือกใช้ฟังก์ชันค่าสัมบูรณ์ เพราะบางช่วงของลายมีลักษณะเส้นตรงที่สมมาตรกัน

3. ผลการดำเนินงานพบว่า สามารถสานต่อวัฒนธรรมความเป็นไทยที่เกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะได้ เนื่องจากคณะผู้จัดทำ นำลายทวารวดีประยุกต์ที่ออกแบบจากโปรแกรม GeoGebra ซึ่งมีความสมบูรณ์แล้ว ไปเสนอกับทางร้านเครื่องเบญจรงค์ ซึ่งทางร้านเห็นว่าเป็นลายที่มีเอกลักษณ์ สวยงาม และเป็นที่น่าสนใจ ทางร้านจึงนำลายทวารวดีประยุกต์ ที่ทางคณะผู้จัดทำ ได้ออกแบบไว้ มาเป็นส่วนหนึ่งของลวดลายบนเครื่องเบญจรงค์ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสืบทอดลายทวารวดีที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นและเป็นเอกลักษณ์อีกอย่างหนึ่งของโรงเรียนราชินีบูรณะสืบไป

8. ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สามารถทำลายทวารวดีประยุกต์หรือลวดลายอื่นๆ ที่สนใจได้
2. ได้ศึกษาวัฒนธรรมท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของโรงเรียนราชินีบูรณะ และประเทศไทย

9. ปัญหาและอุปสรรค

การเริ่มต้นสร้างลาย ต้องพยายามศึกษาฟังก์ชันที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับลายจริงมากที่สุด บางครั้งต้องทดสอบฟังก์ชันหลากหลายฟังก์ชันด้วยกัน ทำให้ใช้เวลามากกว่าจะพบฟังก์ชันที่เหมาะสม

10. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาลายทวารวดีหรือลายไทยอื่นๆ มากยิ่งขึ้น เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของฟังก์ชันจากลายอื่นๆ ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

11. เอกสารอ้างอิง

- จักรินทร์ วรรณโพธิ์กลาง. (2560). **คู่มือสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: พ.ศ. พัฒนา.
- จุนพัฒน์ ระเบิดพิน. (2560). **อุตสาหกรรมเซรามิค**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2560. จาก [https://sites-google.com/site/oakiizomega/](https://sites.google.com/site/oakiizomega/)

ณัฐริรา แสนโท. (2560). **เทคโนโลยี คืออะไร**. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 ตุลาคม พ.ศ. 2560. จาก <https://www.l3nr.org/posts/522923>.

นันทิยา จตุรพาหุ. (2551). ทวารวดี. **ราชชาติ**, 15(2).

นฤมล บุญญนิത്യ. (2560). **ลายผ้าทวารวดี...บนลายผ้ามัดหมี่**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2560. จาก http://www.snc.lib.su.ac.th/west/index.php?option=com_content&view=article&id=92:-narumon-boonyanit&catid=31:article.

ภูทเรศย์ พรหมดี. (2560). **ลายไทย**. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2560. จาก <http://jtfud.blogspot.com>.

เมธาสิทธิ์ ธีรรัตน์ศรีสกุล. (2558). **พื้นฐานการใช้งานโปรแกรม GeoGebra**. เอกสารอัดสำเนา.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2553). **พจนานุกรมศัพท์คณิตศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หนังสือคณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสศ.ลาดพร้าว.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2560). **ความสำคัญของการบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขในชุมชน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ. 2560. จาก <http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/book/book.php?book=12&chap=1&page=t12-1-infodet-ail06.html>

สุวรร กาญจนมยุร. (2544). **โครงการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ : ไฮเอ็ดพับลิชชิง จำกัด.