



แบบจำลองโดมปะการังเทียมรูปทรง Hyperbolic Paraboloid และโครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน เพื่อชะลอคลื่นและฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล Artificial CorahReef Dome Model in the Form of a Hyperbolic Paraboloid and a Gyroid Structure with an Internal Sphere for Wave Attenuation and Marine Ecosystem Restoration

ณัฏฐ์ธนกร รุ่งโรจน์ธีระ วิยะดา สุวรรณชาติ และ ปิ่นชีวัน บุญครอบ*

ที่ปรึกษา สนธิ ศรีสวัสดิ์

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย เพชรบุรี, ตำบลเขาใหญ่, อำเภอชะอำ, จังหวัดเพชรบุรี 76120, ประเทศไทย

*E-mail: 64pincheewan.boon@pccpnet.ac.th

บทคัดย่อ

คลื่นเป็นปัจจัยสำคัญที่เร่งการกัดเซาะชายฝั่งร่วมกับลม ปริมาณตะกอนริมชายฝั่ง และระดับน้ำทะเล ที่สูงขึ้น ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงประยุกต์แนวคิดคณิตศาสตร์เชิง พารามิเตอร์ในการออกแบบโดมปะการังเทียมที่สามารถควบคุมรูปทรง ความหนา และความพรุนผ่านตัวแปร สำคัญ โครงสร้างที่ใช้ประกอบด้วย Hyperbolic Paraboloid ซึ่งมีความแข็งแรง กระจายน้ำหนักดี และช่วย เบี่ยงทิศทางรวมถึงกระจายแรงปะทะของคลื่นแทนด้วยการหมุนพิกัดรอบแกนได้สมการ

$$(x', y', z') = (x \cos \theta - y \cos \alpha \sin \theta + \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) \sin \alpha \sin \theta, x \sin \theta + y \cos \alpha \cos \theta - \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) \sin \alpha \cos \theta, y \sin \alpha + \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2}\right) \cos \alpha)$$

ส่วนโครงสร้าง Gyroid ซึ่งมีความแข็งแรงเชิงโครงสร้าง รูปแบบสมมาตร และความพรุนเหมาะสมต่อการไหลเวียนของน้ำและการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต แทนด้วยสมการ

$$\left((x^2 + y^2 + z^2 - r^2) \cdot (R^2 - x^2 - y^2 - z^2) \cdot (thickness^2 - (\sin x \cdot \cos y + \sin y \cdot \cos z + \sin z \cdot \cos x - threshold)^2) \right) = 0$$

แบบจำลองโดมทั้งสองชนิดพัฒนาจากสมการเชิงพารามิเตอร์ของ Hyperbolic Paraboloid และ Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน จากนั้นจึงทดสอบประสิทธิภาพการชะลอคลื่นด้วยโปรแกรม SolidWorks และแบบจำลอง สภาวะทางทะเล โดยทดลองในระดับความสูงของน้ำและระยะห่างจากเครื่องกำเนิดคลื่นที่แตกต่างกัน จากการ ทดสอบพบว่าโครงสร้าง Gyroid มีประสิทธิภาพในการลดความเร็วของคลื่นที่ความสูงต่ำได้ดีกว่า โครงสร้าง Hyperbolic Paraboloid โดยลดลงเฉลี่ยร้อยละ 82-94 เมื่อระดับน้ำสูงขึ้น Gyroid ยังคงความสามารถในการ ลดความเร็วคลื่นได้ดี ในขณะที่ Hyperbolic Paraboloid มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด อย่างไรก็ตาม ในระยะมากกว่า 100 cm ทั้งสองโครงสร้างสามารถลดพลังงานคลื่นได้ร้อยละ 100 ซึ่งชี้ให้เห็นว่า Hyperbolic Paraboloid เหมาะสำหรับการเบี่ยงทิศทางคลื่นในระยะไกล ส่วน Gyroid เหมาะสำหรับการลดแรงกระแทก และพลังงานคลื่นในระยะประชิดจนถึงชายฝั่ง

คำสำคัญ : โดมปะการังเทียม Hyperbolic Paraboloid Gyroid

1. บทนำ

ประเทศไทยมีแนวชายฝั่งทะเลยาวกว่า 2,800 กิโลเมตร แต่ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แนวชายฝั่งเหล่านี้กลับเผชิญกับปัญหาการกัดเซาะอย่างต่อเนื่อง พื้นที่บางสวณค่อยๆ หายไปพร้อมกับ การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความรุนแรงของคลื่นทะเลที่เคลื่อนที่เข้าหา ชายฝั่งอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์นี้ไม่ได้ทำลายแค่สิ่งปลูกสร้างริมชายฝั่งเท่านั้น หากแต่ยังคุกคาม ทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญยิ่ง เช่น ป่าชายเลน แนวปะการังและระบบนิเวศ ชายฝั่งอื่นๆ ความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่เพียงสะท้อนผ่านตัวเลขของพื้นที่ที่หายไป หากแต่ สะท้อนอยู่ในชีวิตของประชาชนที่ต้องสูญเสีย บ้านเรือน บางชุมชนมากกว่าร้อยครัวเรือนต้องอพยพออกจากพื้นที่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เพื่อหนีภัยจากคลื่นทะเลและน้ำ ทะเลที่กัดเซาะเข้ามาใกล้ตัวมากขึ้นทุกปี วิถีชีวิตซึ่งเคยเป็นแหล่งท่องเที่ยวและวิถี ชีวิตของผู้คนค่อยๆ หายไปภายใต้มาตรการป้องกันชั่วคราว เช่น กำแพงกันคลื่นและ แนวกันคลื่นที่แม้จะให้ผลในระยะสั้นแต่กลับทิ้งผลกระทบเชิงลบในระยะยาว การแก ปัญหาที่ยังต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ทั้งงบประมาณในการซ่อมแซมสิ่งปลูกสร้างที่เสียหาย และค่าใช้จ่ายทางสังคมที่ต้องรับมือกับการย้ายถิ่นฐานของชุมชนชายฝั่ง ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งไม่ใช่เพียงเรื่องของภูมิประเทศหรือธรรมชาติ แต่คือความ ทาหยากระดับโลกที่กำลังส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางสิ่งแวดล้อมและความเปราะบาง ของประชากรในพื้นที่ชายทะเลทั่วโลก ในขณะเดียวกัน ปะการังซึ่งเป็นส่วนสำคัญของ ระบบนิเวศทะเลและช่วยลดแรงปะทะของคลื่นก็เริ่มได้รับความเสียหายมากขึ้น จาก ข้อมูลในปี 2567 พบว่ามีการฟอกขาวของปะการังน้ำตื้นมากถึง 80% โดยเฉพาะใน พื้นที่ที่มีน้ำตื้นและอุณหภูมิสูง ปัญหานี้ไม่ได้เกิดขึ้นแค่ในไทยแต่ยังเกิดขึ้นในหลาย ประเทศทั่วโลก เพื่อช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศและลดปัญหาการกัดเซาะ หลายพื้นที่จึงเริ่ม สร้างปะการังเทียมซึ่งเป็นโครงสร้างที่เลียนแบบหินที่ของปะการังจริงช่วยให้สัตว์ทะเล กลับมาที่ที่อยู่อาศัยและลดแรงกระแทกของคลื่น โครงสร้างบางแบบอาจมีความซับซ้อน

อน ดิตตั้งยาก หรือไม่แข็งแรงพอ ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการใช้โครงสร้าง Hyperbolic Paraboloid ซึ่งมีลักษณะคล้ายอานม้า โครงสร้างรูปแบบนี้มีข้อดีคือแข็งแรง น้ำหนักเบา กระจายน้ำหนักได้ดี มีช่องสำหรับไหลของไหลไหลผ่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ โครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน ซึ่งมีลักษณะประกอบด้วย โครงภายในที่เชื่อมต่อกัน มีรูพรุนที่ซับซ้อน กระจายแรงได้รอบทิศทาง ทำให้เกิดการหมุนวนของกระแส น้ำบริเวณช่องว่างภายในของโครงสร้าง เอื้อต่อการไหลของคลื่นและช่วยลดพลังงานของคลื่น มีช่องว่างเหมาะกับการเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเล โดยโครงสร้างทั้งสอง สามารถนำมาพัฒนาโครงสร้างของโดมปะการังเทียมเพื่อช่วยชะลอความแรงของคลื่น ลดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศได้ทะเลไปพร้อมกัน โดยมุ่งหวัง ให้เกิดการใช้อย่างจริงจังในอนาคตและช่วยแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน

2. วิธีดำเนินการ

2.1 ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบจำลอง

โดยศึกษาข้อมูลของโครงสร้างปะการังเทียมในปัจจุบัน ศึกษาโครงสร้าง Hyperbolic paraboloid โครงสร้าง Gyroid และโครงสร้างของทรงกลม ที่นำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างโดมปะการังเทียม

2.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ศึกษาตัวแปรทั้งหมดในสมการ Hyperbolic Paraboloid

ใช้เมทริกซ์หมุนรอบแกน x ด้วยมุม และแกน z ด้วยมุม คำนวณพิกัดใหม่ได้

$$\begin{aligned}x' &= x \cos \theta - y \cos \alpha \sin \theta + \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right) \sin \alpha \sin \theta \\y' &= x \sin \theta + y \cos \alpha \cos \theta - \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right) \sin \alpha \cos \theta \\z' &= y \sin \alpha + \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} \right) \cos \alpha\end{aligned}$$

ศึกษาตัวแปรทั้งหมดในสมการ Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน ใช้ Lemma : สำหรับฟังก์ชันต่อเนื่องจริง

$$f_1, f_2, f_3 : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$$



The 6th PCSHS Science Symposium 2026 “Driving the Future with Scientific”

จึงได้ผลการดังนี้

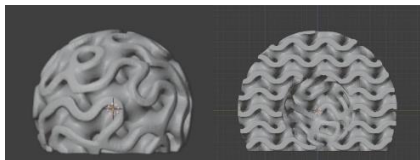
$$((x^2 + y^2 + z^2 - r^2) \cdot (R^2 - x^2 - y^2 - z^2) - (\text{thickness}^2 - (\sin x \cdot \cos y + \sin y \cdot \cos z + \sin z \cdot \cos x - \text{threshold})^2)) = 0$$

2.3 ออกแบบแบบจำลอง

นำสมการโครงสร้าง Hyperbolic paraboloid และสมการโครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน ออกแบบโครงสร้างของโดมปะการังเทียมในรูปแบบของ โดม 3 มิติ โดยสร้างรูปแบบใหม่ช่องว่างสำหรับชะลอน้ำ จากนั้นกำหนดขนาดและสัดส่วนจำลอง ตามสัดส่วนขนาด ที่ใช้ในการทดลองในโปรแกรมโดยอ้างอิงจากสัดส่วนจริง

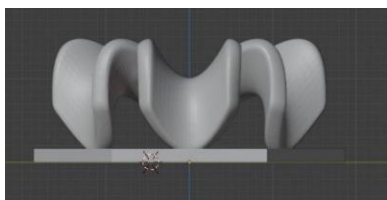
2.4 สร้างแบบจำลองสามมิติ โดยใช้โปรแกรม Blender

สร้างโครงสร้างเปรียบเทียบ โดยใช้โครงสร้าง ของปะการังที่นิยมในปัจจุบัน คือ ปะการังเทียมทรง ลูกบาศก์กลวง เพื่อใช้เป็นกลุ่มควบคุมการทดสอบ และสร้าง แบบจำลองสามมิติโครงสร้าง Hyperbolic paraboloid และ โครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน โดยกำหนดให้มีความสูง 1.5 เมตร



ภาพที่ 1 แบบจำลองโดมปะการังเทียม

โครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน

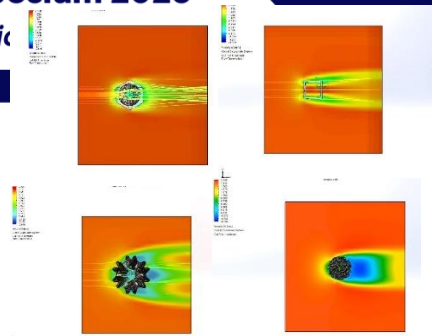


ภาพที่ 2 แบบจำลองโดมปะการังเทียม

โครงสร้าง Hyperbolic Paraboloid

2.5 ทดสอบประสิทธิภาพของการชะลอคลื่น ในโปรแกรม SolidWorks

ทดสอบคุณภาพหรือความสามารถในการรับ แรงดันน้ำเพื่อดูความสามารถใน การชะลอคลื่นในน้ำโดยใช้โปรแกรม SolidWorks โดยกำหนดความสูงของ ระดับน้ำอยู่ที่ 2.5 เมตร ความเร็วของกระแส น้ำ 2 m/s



ภาพที่ 3 การทดลองประสิทธิภาพการชะลอคลื่นโดยโปรแกรม Solidworks

2.6 ทดสอบประสิทธิภาพการชะลอคลื่นในสภาวะจำลองทางทะเล

ออกแบบและสร้างตุ๊กต่น้ำด้วยแผ่นอะคริลิกใส ขนาดกว้าง 60x245x30 เซนติเมตร สร้างแบบจำลอง ปะการังเทียมด้วยเครื่องปริ้นท์ 3D จากนั้นนำมาทดลอง ประสิทธิภาพการชะลอคลื่น โดยใส่น้ำทะเลในตุ๊กต่น้ำโดย ทดลองที่ความสูง 2 ระดับ คือ 15 และ 20 เซนติเมตร ตุ๊กต่น้ำหนึ่งใส่ทรายเพื่อจำลองหาดทราย ส่วนด้านตรงขมติด ตั้ง อุปกรณ์สร้างคลื่นที่มีความเร็วเริ่มต้น 0.9 m/s ทดลอง ปะการังเทียม 1 ตัวและ 3 ตัวแบบ ตั้งเรียงหน้ากระดาน ขวางการเคลื่อนที่ของคลื่นโดยติดตั้งห่างจากอุปกรณ์สร้าง คลื่น 50,100 และ 150 เซนติเมตรตามลำดับ บันทึก อัตราเร็วของคลื่นที่เคลื่อนที่ก่อนและหลัง ผ่านปะการัง 3 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ย เปลี่ยนแบบปะการังเทียมทดลองซ้ำ จนครบทั้ง 2 แบบ บันทึกอัตราเร็วของคลื่นที่เคลื่อนที่ก่อน และหลังผ่านปะการังเทียมที่ระยะทางต่าง กันและความ สูงต่างกันลงในตาราง แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์อัตราเร็วของ คลื่นที่ เปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 4 แบบจำลองสภาวะทางทะเล

3. ผลการทดลอง

3.1 ความสามารถในการชะลอคลื่น ขณะคลื่นเคลื่อนที่ผ่านปะการังเทียมจาก การใช้ฟังก์ชัน Flow Simulation ในโปรแกรม Solidworks



The 6th PCSHS Science Symposium 2026

จากการใช้ฟังก์ชัน Flow Simulation ใน

4. อธิบายผลการทดลอง

โปรแกรม Solidworks โดยกำหนดให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

จากผลการทดลองทำให้ทราบว่าโดมปะการัง

ที่ 2 m/s ทำให้ทราบความเร็วของคลื่นหลังผ่านแบบ

เทียมทุกแบบมีประสิทธิภาพในการชะลอคลื่น แต่ได้ผลต

จำลองปะการังเทียม ดังตารางที่ 1

างกัน ขึ้นอยู่กับระดับความสูงของน้ำ ในระดับน้ำสูง

ตารางที่ 1 ความเร็วของคลื่นที่ผ่านแบบจำลองปะการัง

ปะการังเทียม โครงสร้าง Hyperbolic Paraboloid มี

เทียมจากโปรแกรม Solidworks

ประสิทธิภาพในการชะลอคลื่นดีที่สุด เนื่องจาก รูปทรง

ความเร็ว	ประเภทรูปทรง			
	ทรงโดม	ทรงลูกบาศก์กลวง	Hyperbolic Paraboloid	Gyroid ซึ่งมีทรงกลมภายใน
Vorticity (m/s)	2.294	2.273	2.458	2.157
Vorticity (X) (m/s)	2.193	2.267	2.371	2.15
Vorticity (y) (m/s)	1.515	1.654	1.45	1.356
Vorticity (z) (m/s)	1.29	1.298	1.356	1.052

Hyperbolic Paraboloid ช่วยกระจายแรงจากคลื่นที่มา

กระทบออกไปหลาย ทิศทาง ลดการรวมศูนย์ของแรง

กระแทกโดยตรง โดมปะการังเทียมที่ประยุกต์รวมกับ

โครงสร้าง Gyroid ที่มีทรงกลมภายใน มีลักษณะการ

จัดเรียงของวางที่ซับซ้อนแต่เป็น ระเบียบ ส่งผลให้คลื่นที่

เคลื่อนผ่านต้องไหลไปตามเส้นทางโค้งและคดเคี้ยวภายใน

โครงสร้าง ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานจากการหมุนวน

และแรงเสียดทานผนัง ซึ่งช่วย ลดความเร็วคลื่นลงโดย

มีนัยสำคัญ ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับธรรมชาติของ

ปะการังสมองซึ่งมีผิวหยาบและช่องทางคดเคี้ยวที่สามารถ

ลดพลังงานของคลื่นได้ นอกจากนี้โครงสร้างยังสร้างสภาพ

แวดล้อมที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทาง

ทะเลช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ในเชิงของการ

ออกแบบมีสมการเชิง คณิตศาสตร์รองรับถือเป็นข้อได้

เปรียบเชิงวิศวกรรมที่สำคัญ เนื่องจากสมการ Gyroid

ซึ่งอยู่ในกลุ่ม Triply Periodic Minimal Surface (TPMS)

สามารถกำหนดให้ โครงสร้างมีความสมมาตร รูปทรงเรียบ

เนียน และเชื่อมต่อกันโดยไม่มีรอยต่อ เมื่อ เปรียบเทียบ

กับปะการังเทียมที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เช่น โดมปะการัง

ทั่วไป หรือ โครงสร้างแบบลูกบาศก์กลวงพบว่าโครงสร้าง

โดมปะการังเทียม Gyroid ที่มีทรงกลม ภายในมี

ประสิทธิภาพสูงกว่าในการชะลอความเร็วคลื่น ลดการกั

เซาะชายฝั่ง ลดผล กระทบต่อโครงสร้างพื้นฐานริมทะเล

และช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

กำหนดความหนาให้เท่ากัน ศึกษาวัสดุที่จะ

นำมาใช้ในการสร้างปะการังเทียม

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับคำปรึกษาและการชี้แนะจาก

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนางสาว สนฤดี ศรีสวัสดิ์ และ

3.2 ความสามารถในการชะลอคลื่น ขณะคลื่น

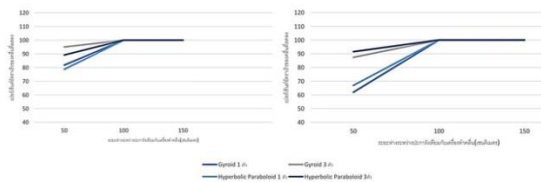
เคลื่อนที่ผ่านปะการังเทียมใน ระบบสภาวะจำลองทาง

ทะเล จากการทดลองเมื่อนำปะการังเทียมโครงสร้าง

Hyperbolic Paraboloid และโครงสร้าง Gyroid ที่มีทรง

กลมภายใน มาทดสอบในสภาวะจำลองทางทะเล โดย วัด

ความเร็วของคลื่นหลังผ่านโครงสร้างปะการังเทียม



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบอัตราเร็วของคลื่นที่ลดลง

จากภาพที่ 5 ทำให้ทราบว่าทั้งสองโครงสร้างมี

ความสามารถในการชะลอคลื่นที่ดี แต่ สามารถทำได้ใน

ความสูงที่ต่างกัน โดยในการทดลองที่มีความสูงของ

ระดับน้ำทะเล 15 เซนติเมตร ปะการังเทียมโครงสร้าง

Gyroid ที่มีทรงกลมภายในที่วางเรียงกัน 3 ตัว มี

ความสามารถในการชะลอคลื่นที่ดีที่สุด โดยลดลงเฉลี่ยร

้อยละ 82-94 และในการ ทดลองที่มีความสูงของระดับน้ำ

ทะเล 20 เซนติเมตร ปะการังเทียมโครงสร้าง

Hyperbolic Paraboloid มีความสามารถในการชะลอ

คลื่นที่ดีที่สุด โดยลดลงเฉลี่ย ร้อยละ 67-91 และในระยะ

ที่ทางออกไป ทั้งคู่มีความสามารถในการชะลอคลื่นสูงที่

ร้อยละ 100



The 6th PCSHS Science Symposium 2026

Driving the Future with Scientific Innovation

ขอขอบคณอาจารย์ผู้มีส่วนช่วยทางเทคนิคในกระบวนการออกแบบทางสถาปัตย์

Design Technical Gazette 30(5), 1674-1681.

อนุเคราะห์ ด้านข้อมูล คำแนะนำ และความช่วยเหลือ

<https://doi.org/10.17559>

ตลอดจนทำให้โครงการฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ และสถานที่
จากโรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารณราชวิทยาลัย เพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

จันทร์เพ็ญ วุฒิวรวงศ์. (2544). ผลของการ
เคลื่อนที่ของตะกอนต่อการจมตัวของ ปะการังเทียม
[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. จุฬาลง
กรณ์ มหาวิทยาลัย

ธันท์ ศักดานรเศรษฐ์, แนวทางการออกแบบ
และก่อสร้างสถาปัตยกรรมรูปทรง เรขาคณิตเชิงเส้นโค้งด
วยเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติด้วยวัสดุซีเมนต์ :
กรณีศึกษา การออกแบบศาลาอเนกประสงค์,(สถาปัตยกร
รมศาสตรมหาบัณฑิต คณะ สถาปัตยกรรมและการผัง
เมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558)

สมภพ รุ่งสุภา. (2562). รูปแบบและผลสำเร็จ
การฟื้นฟูปะการังด้วย “โดม ปะการัง” โดยการมีส่วนร่วม
ของชุมชนเกาะสีชัง-เกาะขามใหญ่ จังหวัดชลบุรี
(Khamyai Island Community Coral Rehabilitation
by “Coral Dome”). วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 23 (ฉบับที่
4).

ศักดิ์ชาย คงนคร, ”ออกแบบและทดสอบ
ปะการังเทียม ลดความแรงคลื่น,” ใน งานประชุมวิชาการ
ระดับชาติ ดานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เครือข่าย
สถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 7, วันที่ 10-11 มีนาคม
2565, ณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย
ราชภัฏสุราษฎร์ธานี, หน้า 70-78.

อรรณวิทย์ สุตแสง.(2547).การหมุน
<https://share.google/032YrK2rqJYBTmk>

Leonie Wallat. (2022). Computational
Design and Characterisation of Gyroid Structures
with Different Gradient Functions for Porosity
Adjustment. Materials, 15(9).

Qiheng Wang. (2023). Application of
Hyperbolic Paraboloid in Architectural