นวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง

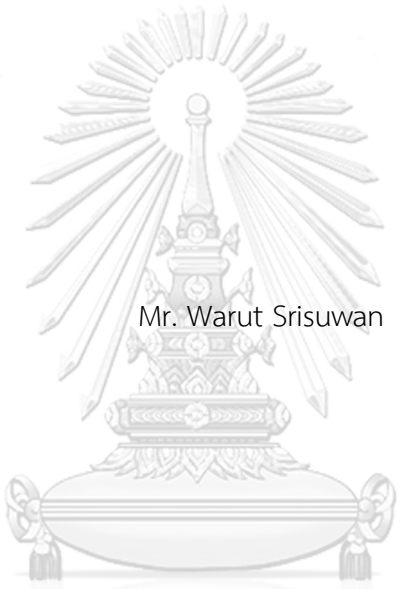
นายวรุต ศรีสุวรรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา) สหสาขาวิชาธุรกิจเทคโนโลยีและ
การจัดการนวัตกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Innovareef for Recovery and Rehabilitation of Coral Reef Ecosystems

Mr. Warut Srisuwan



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Technopreneurship and Innovation Management
Inter-Department of Technopreneurship and Innovation Management
GRADUATE SCHOOL
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง
โดย	นายวรุต ศรีสุวรรณ์
สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.นันทริกา ชันซื่อ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ชโยดม สรรพศรี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

---------- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา ฉัพพรรณรัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.นันทริกา ชันซื่อ)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชโยดม สรรพศรี)

---------- กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล)

---------- กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วรุต ศรีสุวรรณ์ : นวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง. (Innovareef for Recovery and Rehabilitation of Coral Reef Ecosystems) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. สพ.ญ.ดร.นันทริกา ชันซื่อ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.ชโย ดม สรรพศรี

ปัจจุบันปัญหาปะการังเสื่อมโทรมไม่ได้เกิดขึ้นแค่ในประเทศไทย แต่เป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรง และกระจายออกเป็นวงกว้างทั่วโลก ถ้าปล่อยให้สถานการณ์นี้เกิดขึ้นต่อไปโดยไม่ทำการแก้ไข ปะการังจะหมดไปจากท้องทะเลในระยะเวลาอันใกล้ ที่ผ่านมาหลายหน่วยงาน ได้พยายามแก้ไขฟื้นฟูแนวปะการังด้วยวิธีต่างๆ หนึ่งในวิธีที่มีการทำอย่างต่อเนื่อง คือ การนำวัสดุที่เลิกใช้ ได้แก่ มอเตอร์ไซต์ รถถัง ยางรถยนต์ ท่อพีวีซี หรือ แท่งปูนสี่เหลี่ยม ไปวางไว้เป็นปะการังเทียม กลายเป็นมลภาวะทางสายตา และอาจมีสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ จะเห็นได้ว่าการออกแบบ และวัสดุแบบเดิม จำเป็นต้องใช้นวัตกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และทัศนภาพที่ดียิ่งขึ้น จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ เพื่อทำให้การขึ้นรูปปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น ออกมาเสมือน กลมกลืนกับแนวปะการังจริงมากที่สุด และยังมีการปรับรูปร่างให้เข้ากันได้กับชนิด และแนวปะการังบริเวณใกล้เคียง ด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยให้สัตว์ยอมรับ และสามารถเข้าไปอยู่อาศัยได้โดยไม่รู้สึกว่าเป็นสิ่งแปลกปลอม

ผลจากการศึกษา และการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพผ่านกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ร่วมกับกระบวนการออกแบบของชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ของงานวิจัยนี้ ทำให้เกิดนวัตกรรมเพื่อเปลี่ยนแนวคิดของการอนุรักษ์ท้องทะเลของโลกให้เป็นไปอย่างสมดุล กลมกลืน และยั่งยืน ภายใต้ชื่อ "นวัตปะการัง" ที่เกิดขึ้นด้วยการรวบรวมการออกแบบที่โดดเด่นดังต่อไปนี้ (1) พื้นผิวได้รับการพ่นเคลือบผิวนอกด้วยสารประกอบไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารตัวอ่อนปะการัง และถูกออกแบบมาให้มีพื้นผิวขรุขระ เพื่อให้เหมาะสมกับการลงเกาะของปะการังชนิดต่างๆ (2) มีช่องสำหรับปลูกปะการังจริง เพื่อเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ให้เร็วขึ้น (3) ผ่านการทดสอบภายใต้ระบบ Hydrodynamic Testing System ที่ SEAFDEC เพื่อดูการไหลเวียนที่เหมาะสมของกระแสน้ำในการแก้ปัญหาการจม และทรุดตัวลงในพื้นตะกอน (4) ลดแรงต้านกระแสน้ำ เพื่อป้องกันการถูกพัดพา (5) เกิดกระแสน้ำวนขนาดเล็ก เพื่อเป็นการเพิ่มเวลา และอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง (6) ถูกตกแต่งให้มีโครงสร้าง 3 มิติ ทำให้เกิดพื้นที่แสงและเงา ช่วยให้สัตว์เข้าไปหลบภัยได้ เป็นการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (7) ถูกออกแบบให้ถอดประกอบ และปรับแต่งโครงสร้างได้ตามความต้องการ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ในแต่ละพื้นที่ และด้วยขนาดชิ้นส่วนประกอบที่มีขนาดเล็กเล็ก มีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถยกเคลื่อนย้ายได้ง่าย ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ รวมทั้งค่าติดตั้งต่ำกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิม และ (8) ถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นสถานีทดแทนปะการังธรรมชาติ (Smart Station) ในการเก็บข้อมูล และติดตั้งอุปกรณ์ในอนาคต เช่น เครื่องวัดการตกตะกอน อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ แสง กล้องบันทึกภาพ และวิดีโอใต้น้ำแบบรายงานผลได้ทันที (Real-time) เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และสังเกตการณ์ปะการังฟอกขาวทางทะเล

นวัตปะการังยังสามารถนำไปต่อยอดได้อีกหลายรูปแบบ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับปะการังเทียมในอนาคต แนวปะการังเทียมเพื่อการท่องเที่ยวทดแทนแนวปะการังจริง พื้นที่สำหรับการฝึกดำน้ำ แหล่งศึกษาวิจัยระบบนิเวศแนวปะการัง แหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำเพื่อส่งเสริมพื้นที่สำหรับการประมง โอกาสในการเกิดอาชีพใหม่ สร้างรายได้ ทำให้เศรษฐกิจ และความเป็นอยู่ของคนในชุมชนดีขึ้น รวมทั้งทางเลือกสำหรับ CSR ขององค์กรที่ดีกว่าในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลอย่างยั่งยืน

สาขาวิชา	ธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม (สหสาขาวิชา)	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก ..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5987793620 : MAJOR TECHNOPRENEURSHIP AND INNOVATION MANAGEMENT
KEYWORD: INNOVAREEF, ARTIFICIAL CORAL REEF, CORAL REEF ECOSYSTEMS, CORAL REHABILITATION, 3D PRINTING, VISUAL POLLUTION, SOCIOECONOMIC FACTORS, NEW PRODUCT DEVELOPMENT, BIOMIMICRY DESIGN PROCESS
Warut Srisuwan : Innovareef for Recovery and Rehabilitation of Coral Reef Ecosystems. Advisor: Assoc. Prof. Dr. NANTARIKA CHANSUE, Ph.D. Co-advisor: Assoc. Prof. CHAYODOM SABHASRI, Ph.D.

The coral reef degradation problem does not just happen in Thailand but around the world; it is intensified and widespread. If such a situation continues without correction or solution, corals will be depleted from the sea. In the past, several agencies have attempted to fix this problem by restoring coral reefs in different ways. Accordingly, one of the common solutions is to use discontinued materials, such as motorcycles, tanks, tires, PVC pipes, or square cement bars, as artificial corals. However, these materials have become visual pollution and may contain environmental toxins. With such a problem, design and traditional materials need an innovation to increase their efficiency and have good visuals. From such problems, the researcher selected 3D cement printer technology to make the mold of a structure able to blend in harmoniously like an authentic coral reef. In addition, there was a re-designing to assimilate the species of nearby coral reef made with materials not harmful to the environment, aiding the acceptance and assimilation of marine animals to make them feel they are living in a natural environment.

The data was collected by using qualitative and primary research through New Product Development (NPD) collaborating with Biomimicry Design Process, the results related to the devisal of concepts of innovation for transformative ways to conserve marine resources, known as "INNOVAREEF," are summarized as (1) The surface of Innovareef: Innovareef will be spray-coated with Di-calcium Phosphate, which is the primary organic nutrient of planula larvae and is designed to have a rough surface suitable for attachment of various species coral. (2) Space for growing coral reefs: possess spaces for the growth of actual corals to increase the reproduction rate. (3) Go through the Hydrodynamic Testing System at SEAFDEC for current ocean investigation to solve the problem of subsidence in sedimentary rocks. (4) Decrease water resistance to prevent the problem of being blown away. (5) Create a small vortex to increase the rate and period for planula larvae to attach. (6) Increase habitat and biodiversity: Innovareef has a 3D structure for better casting light and shadow, allowing marine animals to take shelter and increase biodiversity. (7) Innovareef's structure: Innovareef can be disassembled and customized to align with the usage purpose for different locations. With these small, lightweight parts, Innovareef can be moved around easily, reducing transportation costs on land and water and installation costs compared to the original artificial reefs. (8) Application of Innovareef: Innovareed is designed as a replacement station for the natural habitat of coral reefs, or Smart Station, to collect information and install devices in the upcoming future such as sedimentation meter, water quality meter, light meter, camera, and video recorder underwater to monitor in the real-time of changes in the environment and observe coral bleaching in the sea.

Innovareef can be further developed into various forms, such as used as a prototype product or dominant design of the future development of artificial reefs, serving as an artificial reef for tourism purposes as a substitute for actual coral reefs and used as a scuba diving practice area and research area of coral reef ecosystem including other benefits of Innovareef to the fishery. Innovareef can serve as an additional habitat for reproduction and nursery to promote fishery areas, including the economic benefits to encourage the emergence of new professions and jobs to elevate the quality of economics and well-being of the community, and is a better option as a corporation's CSR for the recovery of marine natural resources in a sustainable manner.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Technopreneurship and Innovation Management	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีจากความอนุเคราะห์ในการให้ความช่วยเหลือ และความกรุณาอย่างยิ่งของ รศ.สพ.ญ.ดร.นันทริกา ชันซื่อ อาจารย์ประจำภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลักดุษฎีนิพนธ์ที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา การให้กำลังใจ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ตลอดจนให้การให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหา และแนวทางในการดำเนินงานวิจัยด้วยความรัก และความเอาใจใส่อย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ชโยดม สรรพศรี อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมดุษฎีนิพนธ์ ที่คอยประสิทธิ์ประศาสน์วิชาด้านเศรษฐศาสตร์ให้ผู้วิจัยมีองค์ความรู้ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการดำเนินงาน การประเมิน การวิเคราะห์ การสรุป และการอภิปรายผลงานวิจัยได้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.สนอง เอกสิทธิ์ อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งทีมงานนักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเคมีทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษาแนวทางด้านความรู้เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์ขั้นสูง อันเป็นช่องทาง และประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนจบ และสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล ศ.ดร.ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล และดร.อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล ที่คอยให้ความกรุณาแก่ผู้วิจัย และกรุณาเสียสละเวลามาเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งได้ให้คำแนะนำที่มีคุณค่าต่อการทำงานวิจัย อันจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ขอกราบขอบพระคุณบิดา นายวิเศษ ศรีสุวรรณ์ มารดา นางราตรี ศรีสุวรรณ์ และน้องสาว นางสาวนฤตย์ ศรีสุวรรณ์ ที่คอยเป็นแรงผลักดัน และแรงใจที่สำคัญในการสนับสนุนด้านการศึกษาทุกอย่างมาโดยตลอด รวมทั้งคณาจารย์ เพื่อน พี่ น้อง หลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกคนที่คอยร่วมทุกข์ สุข และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จนทำให้เกิดเป็นดุษฎีนิพนธ์อย่างลุล่วง

ขอกราบขอบคุณเจ้าหน้าที่ และบุคลากรศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเปรียบเสมือนครอบครัว เป็นพี่น้องที่คอยดูแลซึ่งกันและกัน ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งแรงกาย แรงใจ รวมทั้งแนวคิด ประสบการณ์ ตลอดจนความช่วยเหลือในขั้นตอนต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ทั้งนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณาจารย์ ผู้เชี่ยวชาญ องค์กร และบริษัทผู้สนับสนุนการพัฒนางานวิจัยต่างๆ ที่ผู้วิจัยไม่ได้เอ่ยนามทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่คอยให้ความ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่วยเหลือในทุกๆ ด้านของงานวิจัยนี้ตลอดมา โดยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนวัตปะการังในครั้งนี้จะทำให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศชาติ อันจะเป็นแนวทางที่ดี และมีประโยชน์ต่อการพัฒนา และฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมของส่วนรวมต่อไป

วรุต ศรีสุวรรณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ณ
สารบัญภาพ ..... ธ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6
1.3 คำถามการวิจัย 6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
1.5 ขอบเขตการวิจัย 7
1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา 7
1.5.2 ขอบเขตด้านประชากร 8
1.5.3 ขอบเขตด้านตัวแปร 8
1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) 8
1.5.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) 9
1.6 ขอบเขตด้านระยะเวลา 9
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ 9
บทที่ 2 บททบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2
2.1 ระบบนิเวศแนวปะการัง 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1 ปะการัง (Coral) 2
2.1.2 การสืบพันธุ์ของปะการัง 12
2.1.2.1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction) 12
2.1.2.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction) 13
2.1.3 ประเภทของแนวปะการังตามแหล่งที่พบ 13
2.2 แนวคิดการพัฒนาปะการังเทียม 17
2.2.1 ความหมายปะการังเทียม 17
2.2.2 คอนกรีต 17
2.2.3 เรือเหล็กขนาดใหญ่ 18
2.2.4 แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ 18
2.2.5 เครื่องบิน 21
2.2.6 รถไฟ รถไฟใต้ดิน และรถยนต์ 22
2.2.7 โครงสร้างที่ถูกออกแบบมาเฉพาะ 22
2.2.8 อุปกรณ์ทางการทหาร 23
2.2.9 วัสดุจากธรรมชาติ 24
2.2.10 ยานพาหนะ 25
2.2.11 ยางรถยนต์ 25
2.2.12 เครื่องใช้ไฟฟ้า 26
2.2.13 วัสดุเบ็ดเตล็ดอื่น 26
2.3 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 27
2.3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) 27
2.3.2 แนวคิดกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) 34
2.3.3 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่กับความสัมพันธ์ของปะการังเทียมต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัย 37

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.4 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่กับวัสดุซีเมนต์ในการพัฒนาแนวปะการังเทียม.....39
2.3.5 แนวคิดการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem Based Management: MSP).....40
2.4 แนวคิดการฟื้นฟูด้วยบริการทางระบบนิเวศ หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล 42
2.5 ทฤษฎีการมีส่วนร่วม 45
2.6 ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM).....46
2.7 คุณภาพชีวิตของชุมชน.....50
2.7.1 ความหมายคุณภาพชีวิต.....50
2.7.2 เครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิต.....51
2.8 การพัฒนา และการอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนเติบโตอย่างยั่งยืน.....53
2.8.1 ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility หรือ CSR.....53
2.8.2 การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value หรือ CSV 54
2.8.3 ธุรกิจเพื่อสังคม Social Enterprise หรือ SE.....56
2.8.4 นโยบาย แผนแม่บททางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม 56
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....57
2.9.1 ประเด็นการศึกษาพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง.....57
2.9.2 ประเด็นการศึกษาการมีส่วนร่วมการพัฒนานวัตปะการัง.....58
2.9.3 ประเด็นการศึกษาการยอมรับนวัตปะการัง 59
2.9.4 ประเด็นการศึกษาบริการของระบบนิเวศทางทะเล 59
2.9.5 ประเด็นการศึกษาคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้ง 60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....62
3.1 วิธีวิจัย 62
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 65
3.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง.....66

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....66
3.4.1 ชุดที่ 1: แบบสอบถามการพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง....66
3.4.2 ชุดที่ 2: แบบบันทึกการสำรวจความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ภายหลังการติดตั้ง นวัตปะการัง....67
3.4.3 ชุดที่ 3: แบบสอบถามการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง....68
3.5 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ....69
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล....69
3.7 แผนการดำเนินการวิจัย....71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....57
4.1 ระยะที่ 1: การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง....75
4.1.1 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง....75
4.1.1.1 การต่อยอดผลงาน....80
4.1.1.2 การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์....80
4.1.1.3 การประชาสัมพันธ์....81
4.1.1.4 การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยว....83
4.1.1.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง....83
4.1.1.6 จุดเด่นของผลิตภัณฑ์....84
4.2 ระยะที่ 2: การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์....86
4.3 ระยะที่ 3: การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง....86
4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป....87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.5 ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง.....88
4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐาน 92
4.6.1 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างตามสมติฐาน.....93
4.6.2 การปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์.....94
4.6.3 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของปัจจัยความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล.....97
4.6.4 ผลการวิเคราะห์ตามสมติฐานการวิจัย..... 102
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง 102
บทที่ 5 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 68
5.1 การวิเคราะห์โอกาส (Discovery หรือ Opportunity Identification) 140
5.1.1 คุณสมบัติของการพัฒนาแนวปะกาเทียมที่ดี..... 143
5.1.2 Frame Your Challenge: การวางกรอบความท้าทาย 144
5.1.3 Consider Context: การพิจารณาบริบท หรือ ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความท้าทาย
..... 144
5.1.4 Design Question: คำถามด้านการออกแบบ..... 144
5.2 การสร้างแนวความคิดใหม่ (Idea Generation)..... 145
5.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูล..... 145
5.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์..... 146
5.2.2.1 ปะการังเทียมที่มีความเสมือน และกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ 146
5.2.2.2 ปะการังเทียมเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว..... 146
5.2.2.3 ปะการังเทียมที่ได้รับการยอมรับจากสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล..... 146
5.2.2.4 ปะการังเทียมที่มีกระบวนการติดตั้งได้ง่าย 147
5.2.2.5 ปะการังเทียมที่ช่วยในเรื่องของทัศนียภาพทางทะเล (Visual Pollution).. 147
5.2.2.6 การใช้วัสดุที่เหมาะสมในการพัฒนานวัตปะการัง 147

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2.7 ปะการังเทียมที่สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ 147
5.2.2.8 ปะการังเทียมเพื่อช่วยลดภาระแนวปะการังจริง 148
5.2.3 Biologized Question: คำถามด้านชีวภาพ 148
5.3 การคัดกรองและประเมินแนวความคิด (Screening and Evaluation) 149
5.4 การพัฒนาแนวความคิด และการทดสอบ (Concept Development and Testing) 152
5.5 การทดสอบแนวความคิด (Concept Testing) 162
5.6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development) 167
5.7 กระบวนการทดสอบ (Testing) 179
5.7.1 ด้านคุณสมบัติ 179
5.7.2 ด้านการใช้งาน 180
5.7.2.1 ทดสอบการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ทดลองงานวิจัย 180
5.7.2.2 กระบวนการติดตั้ง 181
5.7.3 ด้านความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล 182
5.7.4 พัฒนาการของนวัตปะการัง 185
5.7.5 การเปรียบเทียบพัฒนาการของนวัตปะการัง 192
บทที่ 6 การวิเคราะห์การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ การบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา และผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคม 127
6.1 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ 127
6.1.1 การวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า (Customer Segment: CS) 197
6.1.2 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ (Value Proposition: VP) 198
6.1.3 ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships: CR) 201
6.1.4 ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า (Channels: CH) 203
6.1.5 รายได้หลัก (Revenue Streams: RS) 204

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.6 พันธมิตร (Key Partners: KP) 205
6.1.7 กิจกรรมหลัก (Key Activity: KA) 206
6.1.8 ทรัพยากรหลัก (Key Resources: KR) 207
6.1.9 โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure: C$) 208
6.2 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ 213
6.3 การวิเคราะห์การแข่งขันทางธุรกิจ 217
6.4 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis 218
6.5 การกำหนดทางด้านทิศทางและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ 220
6.6 แผนการตลาด 221
6.6.1 การวิเคราะห์แผนการตลาดด้วย 7Ps 221
6.6.2 การสนับสนุน และการส่งเสริมทางการตลาด 225
6.7 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน 225
6.7.1 งบประมาณเงินลงทุน 225
6.7.2 การประมาณการจำนวนลูกค้า 226
6.7.3 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์ปกติ (Base Case) 227
6.7.3.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์ปกติ 227
6.7.3.2. งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์ปกติ 228
6.7.3.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ปกติ 230
6.7.3.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์ปกติ 232
6.7.4 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์ดีที่สุด (Best Case) 233
6.7.4.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุด 233
6.7.4.2. งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์ดีที่สุด 234
6.7.4.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ดีที่สุด 235
6.7.4.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์ดีที่สุด 237

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.7.5 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์แย่ที่สุด (Worst Case) 238
6.7.5.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์แย่ที่สุด 238
6.7.5.2 งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์แย่ที่สุด 239
6.7.5.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์แย่ที่สุด 241
6.7.5.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์แย่ที่สุด 243
6.7.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน 244
6.8 ผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคม 246
บทที่ 7 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 241
7.1 สรุปผลการวิจัย 241
7.1.1 ผลการวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง 255
7.1.2 ผลการวิจัยระยะที่ 2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ 255
7.1.3 ผลการวิจัยระยะที่ 3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง 256
7.1.3.1 ข้อมูลทั่วไป 256
7.1.3.2 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 257
7.1.3.3 ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง 257
7.1.3.4 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง 258
7.2 อภิปรายผลการวิจัย 262
7.2.1 การพัฒนานวัตปะการัง 262
7.2.2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ 264

7.2.3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังบริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง 266

7.2.4 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของผลประโยชน์เชิงสังคมในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง 270

7.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 271

7.3.1 ข้อเสนอแนะด้านวิชาการ 271

7.3.2 ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินงาน 274

7.3.3 ข้อเสนอแนะในการต่อยอดงานวิจัย 275

7.3.4 ข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน 276

7.4 ข้อจำกัดในการวิจัย 284

บรรณานุกรม 285

ประวัติผู้เขียน 316

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สัดส่วนเป็นร้อยละของสถานภาพแนวปะการังในบริเวณต่างๆ ในประเทศไทย.....15

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV) และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility (CSR) 55

ตารางที่ 3 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....63

ตารางที่ 4 การตรวจแบบความสอดคล้องของตัวแบบโดยใช้ค่า Chi-Square (χ^2).....70

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และระดับความสัมพันธ์.....71

ตารางที่ 6 แผนการดำเนินการวิจัย 71

ตารางที่ 7 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆ.....57

ตารางที่ 8 รายชื่อผู้สัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก และความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง 76

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับ และการพัฒนานวัตปะการังจากผู้เชี่ยวชาญ 77

ตารางที่ 10 ผลคุณภาพน้ำบริเวณติดตั้ง.....86

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง 87

ตารางที่ 12 ค่าสถิติบรรยายลักษณะของตัวแปรองค์ประกอบ.....88

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวม 94

ตารางที่ 14 รายละเอียดการปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์.....94

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวมหลังจากการปรับแก้โมเดล 96

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้ง นวัตปะการัง.....98

ตารางที่ 17 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้ง นวัตปะการัง (QLIFE)..... 101

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบสมมติฐาน..... 102

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด..... 102

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด . 105

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด..... 107

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 109

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 112

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม 118

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม..... 123

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยกลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่..... 131

ตารางที่ 27 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวแปรความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวม และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม 136

ตารางที่ 28 ประเภทของแนวปะการังเทียม..... 141

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของแนวปะการังเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน..... 142

ตารางที่ 30 สรุปผลการสัมภาษณ์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวความคิดใหม่ของนวัตปะการัง 145

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ Biologize ในหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพ ที่จำเป็น..... 148

ตารางที่ 32 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี โดยการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)..... 149

ตารางที่ 33 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความเป็นไปได้ด้านการตลาด โดยการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)..... 150

ตารางที่ 34 การประเมินแนวคิดแบบภาพรวมตามเงื่อนไขปัจจัยความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี และด้านการตลาด โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)..... 151

ตารางที่ 35 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความสอดคล้องระหว่างหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพ โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring) 152

ตารางที่ 36 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง..... 159

ตารางที่ 37 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง (ต่อ)..... 160

ตารางที่ 38 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง (ต่อ)..... 161

ตารางที่ 39 รายละเอียดที่สำคัญด้านรูปแบบ จากกระบวนการ Emulate 163

ตารางที่ 40 รายละเอียดที่สำคัญด้านลักษณะทางโครงสร้าง จากกระบวนการ Emulate 164

ตารางที่ 41 รายละเอียดที่สำคัญด้านลักษณะพื้นผิว จากกระบวนการ Emulate..... 166

ตารางที่ 42 ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลส่วนที่ 1..... 167

ตารางที่ 43 ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลส่วนที่ 2..... 172

ตารางที่ 44 กระบวนการทดสอบด้านคุณสมบัติ..... 179

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 45 ข้อมูลเชิงปริมาณของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) 183
ตารางที่ 46 ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปะการังกิ่งก้านที่ลงเกาะบนนวัตปะการัง 184
ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ Business Model Canvas (BMC) ของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง 209
ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียในการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์แต่ละรูปแบบ 214
ตารางที่ 49 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis 218
ตารางที่ 50 งบประมาณเงินลงทุน 225
ตารางที่ 51 จำนวนลูกค้าประมาณการของนวัตปะการัง 227
ตารางที่ 52 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์ปกติ 227
ตารางที่ 53 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์ปกติ 229
ตารางที่ 54 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ปกติ 230
ตารางที่ 55 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ปกติ 232
ตารางที่ 56 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์ดีที่สุด 233
ตารางที่ 57 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์ดีที่สุด 234
ตารางที่ 58 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ดีที่สุด 235
ตารางที่ 59 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุด 237
ตารางที่ 60 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์แย่ที่สุด 238
ตารางที่ 61 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์แย่ที่สุด 240
ตารางที่ 62 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์แย่ที่สุด 241
ตารางที่ 63 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์แย่ที่สุด 243
ตารางที่ 64 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน 244
ตารางที่ 65 การนำวิธีตรวจสอบ Tidal Wave เข้ามาใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบของชีวจำลองในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 272
ตารางที่ 66 วิธีการดำเนินการของแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน 280

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว 3
ภาพที่ 2 ความเป็นไปได้ที่จะเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว 4
ภาพที่ 3 กายวิภาคของโพลิป (Polyp) 12
ภาพที่ 4 การสืบพันธุ์ของปะการัง 13
ภาพที่ 5 ประเภทของแนวปะการังตามแหล่งที่พบ 14
ภาพที่ 6 สถานภาพแนวปะการังในบริเวณต่างๆ ในประเทศไทย 16
ภาพที่ 7 วิธีการกำจัดแท่นขุดเจาะ 20
ภาพที่ 8 แนวทางโครงการวางปะการังเทียมจากขาแท่นผลิตปิโตรเลียมในประเทศไทย 21
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลภายใน Stage-Gate ตามด้วยกระบวนการตัดสินใจ Go/Kill 31
ภาพที่ 10 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่เรียกว่า Stage-Gates Model 32
ภาพที่ 11 กระบวนการออกแบบชีวจำลอง (The Biomimicry Spirals) 34
ภาพที่ 12 แนวปะการังเทียมที่ทำจากอิฐบล็อกซึ่งมีช่องว่างหลากหลายขนาดของ Hixon & Beets 38
ภาพที่ 13 สายพันธุ์ปลาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณแนวปะการังที่มีชีวิต และที่อยู่อาศัยตามแนวปะการังที่ตายแล้ว 40
ภาพที่ 14 แผนผังกระบวนการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเลโดยหลักการทางนิเวศวิทยา 41
ภาพที่ 15 ประเภทของบริการทางระบบนิเวศ หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศ 45
ภาพที่ 16 วงจรการมีส่วนร่วมตามแนวคิดของ Cohen & Uphoff 46
ภาพที่ 17 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) 47
ภาพที่ 18 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM2) 49
ภาพที่ 19 จุดการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV) 54
ภาพที่ 20 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย 61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 21 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ การต่อยอดผลงาน 80

ภาพที่ 22 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์.....81

ภาพที่ 23 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ การประชาสัมพันธ์ 82

ภาพที่ 24 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยว 83

ภาพที่ 25 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง 84

ภาพที่ 26 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของ จุดเด่นของผลิตภัณฑ์.....85

ภาพที่ 27 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวม.....93

ภาพที่ 28 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวมจากการปรับแก้โมเดล..95

ภาพที่ 29 วิวัฒนาการของปะการังเทียมแต่ละประเภท 140

ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ด้านผลลัพธ์จากการใช้ปะการังเทียม..... 145

ภาพที่ 31 ปะการังเทียมในรูปแบบต่างๆ..... 156

ภาพที่ 32 ปัญหาที่พบภายหลังการติดตั้งปะการังเทียม..... 157

ภาพที่ 33 การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product Positioning)..... 162

ภาพที่ 34 การออกแบบปะการังแข็งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการตกแต่งนบนวัตปะการัง..... 168

ภาพที่ 35 การออกแบบปะการังแข็งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการตกแต่งนบนวัตปะการัง (ต่อ)..... 169

ภาพที่ 36 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 1..... 169

ภาพที่ 37 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 2..... 169

ภาพที่ 38 การออกแบบปะการังแข็งชนิดปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) เพื่อใช้ในการตกแต่ง ... 170

ภาพที่ 39 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 3..... 171

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 40 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 4..... 174
ภาพที่ 41 การแยกสีตามชิ้นส่วนของนวัตปะการังที่สามารถนำไปถอด – ประกอบได้ 175
ภาพที่ 42 กลไกการถอด – ประกอบของปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) ที่ใช้ในการตกแต่งนวัตปะการัง..... 175
ภาพที่ 43 การทดสอบการไหลเวียนของกระแสน้ำภายใต้ระบบ Hydrodynamic Testing System 176
ภาพที่ 44 การขึ้นรูปนวัตปะการังด้วยเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบสามมิติ (3D Cement Printing) 177
ภาพที่ 45 นวัตปะการังก่อน และหลังการพ่นเคลือบ 177
ภาพที่ 46 พื้นผิวก่อน และภายหลังการพ่นเคลือบให้ขรุขระด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate)..... 178
ภาพที่ 47 ผลงานนวัตปะการัง 178
ภาพที่ 48 การขนส่งทางบกของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง..... 180
ภาพที่ 49 การขนส่งทางน้ำของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง 181
ภาพที่ 50 กระบวนการติดตั้งของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา 182
ภาพที่ 51 วันที่ติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษาที่มีความเสื่อมโทรมทางทะเล..... 185
ภาพที่ 52 การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือนภายหลังการติดตั้ง)..... 186
ภาพที่ 53 การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือนภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ) 187
ภาพที่ 54 การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือนภายหลังการติดตั้ง)..... 188
ภาพที่ 55 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง)..... 189
ภาพที่ 56 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ) 190
ภาพที่ 57 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ) 191
ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของนวัตปะการัง 192
ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของนวัตปะการัง ณ วันติดตั้ง และ 1 ปีภายหลังการติดตั้ง 193
ภาพที่ 60 การจมตัว และทรุดตัวลงในพื้นตะกอน (1 ปีภายหลังการติดตั้ง)..... 193

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 61 อนุสิทธิบัตรปะการังเทียมถอดประกอบชิ้นส่วน 216
ภาพที่ 62 ตัวอย่างช่องทางการขายแบบออนไลน์ผ่านทางเว็บไซต์ 222
ภาพที่ 63 ตัวอย่างการออกแบบ และจัดวางปะการังเทียมในรูปแบบของตัวเองผ่านทางเว็บไซต์ .. 223
ภาพที่ 64 ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) 247
ภาพที่ 65 ส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) 248
ภาพที่ 66 ผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Net Social Benefit) 249
ภาพที่ 67 การเปลี่ยนแปลงทางผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Shift in Net Social Benefit) จากการเลื่อนของเส้นอุปสงค์เนื่องจากคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนที่ดีขึ้น 250
ภาพที่ 68 แบบร่างการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา 252
ภาพที่ 69 แบบจำลองการติดตั้งนวัตปะการัง 252
ภาพที่ 70 ข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง 255
ภาพที่ 71 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากข้อมูลทุติยภูมิในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วย Collaborative New Product Development ร่วมกับกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) 273

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

บทนี้จะเป็นการกล่าวนำเกี่ยวกับแนวความคิดของที่มา และความสำคัญของระบบนิเวศแนวปะการังในการจัดทำงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการหาช่องว่างทางงานวิจัย และปัญหาที่พบในปัจจุบัน ที่จะนำไปสู่วัตถุประสงค์ รวมทั้งขอบเขตการวิจัยในการหาวิธีการอนุรักษ์ท้องทะเลของโลกให้เป็นไปอย่างสมดุล กลมกลืน และยั่งยืน โดยเริ่มต้นที่ระบบนิเวศแนวปะการังของประเทศไทย โดยผู้วิจัยได้แบ่งเป็นประเด็นเพื่อสรุปสาระสำคัญของบทนำ ดังนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
1.3 คำถามการวิจัย
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
1.5 ขอบเขตการวิจัย
1.6 ขอบเขตด้านระยะเวลา
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

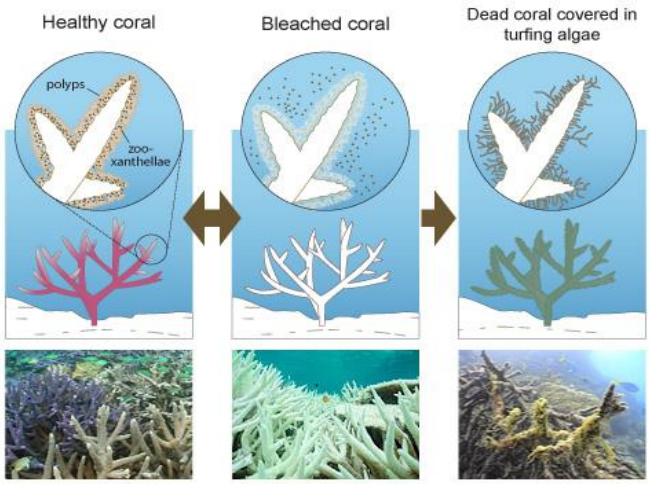
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมทางทะเลซึ่งนอกจากจะมีความสวยงามตามธรรมชาติแล้ว แนวปะการังยังมีบทบาทหลักในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย การวางไข่ การอนุบาลตัวอ่อน และยังเป็นที่หลบภัยจากนักล่าของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลหลายชนิด ปะการังเป็นทรัพยากรทางทะเลที่เป็นฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจจากหลากหลายกิจกรรม โดยเฉพาะการเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลซึ่งสร้างมูลค่ากว่า 80,000 ล้านบาทต่อปี อีกทั้งยังเป็นแหล่งอนุบาลของทรัพยากรประมงอีกด้วย ปัจจุบันอัตราความเสื่อมโทรมของแนวปะการังยังคงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เนื่องจากการขยายขนาดของประชากรและกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การท่องเที่ยวทางทะเลของประเทศไทย ที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวภายในประเทศและต่างประเทศ จึงส่งผลให้กิจการการท่องเที่ยวทางทะเลในประเทศเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว การประมงขนาดเล็กตามท้องถิ่นหลายแห่ง ถูกเปลี่ยนและแทนที่ด้วยกิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลต่างๆ เช่น การเปลี่ยนเรือประมงเป็นเรือท่องเที่ยวและเรือเพื่อการดำน้ำ เป็นต้น กิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเลเหล่านี้ ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังเกิดความเสียหายจากการทิ้งสมอเรือ

และการสะสมขยะจากนักท่องเที่ยว (Thamasak et al., 2006) ถึงแม้ว่ากิจกรรมจากการท่องเที่ยวจะมีส่วนช่วยให้ประเทศมีรายได้หมุนเวียนเข้าประเทศเป็นจำนวนมาก (Udomsak, 2003; Watee, 2018) แต่การสูญเสียต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติพบว่า ต้นทุนทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลถูกทำลายมากขึ้น โดยเฉพาะแนวปะการังในประเทศไทยที่มีสภาพสมบูรณ์ดีถึงดีมากเหลือเพียงร้อยละ 5.7 ของพื้นที่แนวปะการังทั้งหมด (Thaipost, 2018)

การเพิ่มขึ้นของแรงกดดันหลายรูปแบบที่ส่งผลกระทบต่อสถานภาพปะการัง เช่น การเพิ่มขึ้นของกิจกรรมการท่องเที่ยวในแหล่งปะการัง ปะการังฟอกขาวเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำทะเลสูงขึ้น เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีมาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสื่อมโทรมของปะการัง เช่น การบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด การลดแรงกดดันที่สำคัญโดยเฉพาะกิจกรรมการใช้ประโยชน์บริเวณที่มีปะการังเสื่อมโทรมมากเพื่อให้ปะการังมีโอกาสฟื้นตัว การสร้างเครือข่ายชุมชนชายฝั่งสำหรับการเฝ้าระวังติดตาม และสำรวจสถานภาพปะการังเพื่อสร้างความตระหนักและความร่วมมือให้สามารถบริหารจัดการปะการังให้สามารถฟื้นตัว และใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน (ธรรมศักดิ์ และคณะ, 2565) ทั้งนี้นอกจากกิจกรรมการท่องเที่ยวทางทะเล ที่ก่อให้เกิดความเสียหายของแนวปะการังแล้ว เหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติที่รุนแรงจากคลื่นสึนามิในประเทศไทยเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2547 ก็เป็นสาเหตุที่สำคัญในการทำให้แนวปะการังทางฝั่งทะเลอันดามันเสียหายเป็นอย่างมากจากการกระแทกของคลื่นจนเกิดการพลิกคว่ำ แตกหัก รวมทั้งถูกปกคลุม หรือ บดบังไปด้วยทราย ตะกอน และเศษหินของปะการังเอง โดยปะการังส่วนใหญ่ที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงนั้น อยู่ในช่วงน้ำตื้นที่ระดับ 10 ถึง 20 เมตร (Chavanich et al., 2005) รวมไปถึงแนวปะการังขนาดเล็กที่ต้องเจอกับคลื่นสึนามิอย่างเต็มกำลัง (Phongsuwan & Brown, 2007) ในขณะเดียวกันการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Coral Bleaching) กล่าวคือ ปรากฏการณ์ที่ทำให้แนวปะการังกลายเป็นสีซีดขาว หรือ สีจาง จากการลดน้อยลงของกลุ่มวงจรสิ่งมีชีวิตทางทะเลที่พึ่งพาอาศัยกันอยู่ (Mutualism) โดยเฉพาะการสูญเสียสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของปะการังที่มีชื่อว่า ซูแซนเทลลี (Zooxanthellae) ที่นอกจากจะสร้างสีสันและความสวยงามต่างๆ ให้กับปะการังแล้ว ยังมีหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงในการสร้างอาหารและช่วยเร่งกระบวนการสร้างหินปูนซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานให้กับปะการัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

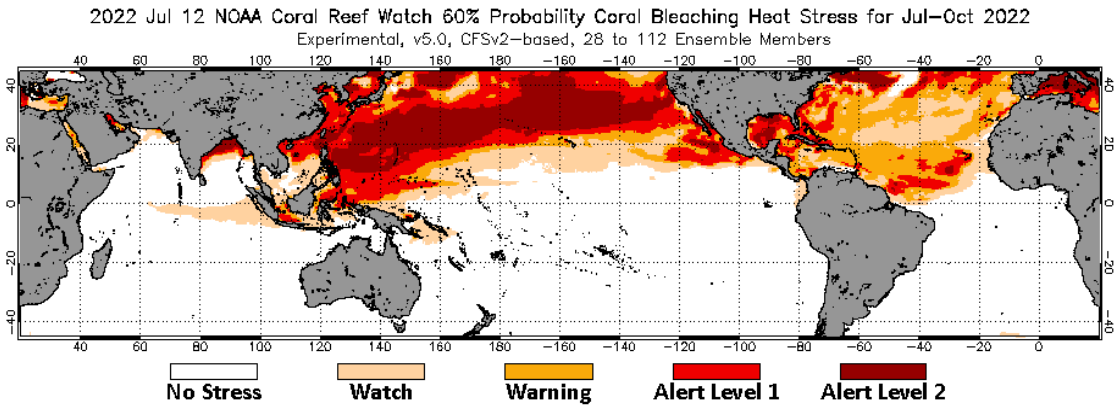


ภาพที่ 1 การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว
ที่มา: Climate Signals (2018)

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเป็นสัญญาณที่แสดงถึงสถานการณ์ความกดดันของปะการังที่มีต่อระบบนิเวศ หรือ สภาพแวดล้อมทางทะเลที่ไม่เหมาะสมในการดำรงชีวิต ซึ่งหากปะการังไม่สามารถฟื้นตัว และคืนสภาพได้ภายใน 2 – 3 เดือน ปะการังก็จะตายไปในที่สุด (กันตพร, 2560)

ในประเทศไทยเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นอย่างรุนแรงบริเวณฝั่งอ่าวไทยในปี พ.ศ.2541 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม โดยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงดังกล่าว ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างมากโดยเฉพาะในปะการังเขากวาง (Acropora) และล่าสุดในปี พ.ศ.2553 ได้เกิดปะการังฟอกขาวรุนแรงขึ้นอีกครั้งในฝั่งทะเลอันดามันในช่วงเดือนพฤษภาคม เนื่องจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea Surface Temperature: SST) ของทะเลอันดามันที่พุ่งสูงขึ้นมากที่สุดในรอบปี โดยมีอุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงเกิน 30.4 องศาเซลเซียส ซึ่งความเสียหายในครั้งนี้มีความรุนแรงเทียบเท่าเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวในฝั่งอ่าวไทยในปี พ.ศ.2541 (Phongsuwan & Hansa, 2012) การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวนั้นมีความรุนแรงอย่างต่อเนื่อง จากสภาวะความกดดันของภาวะโลกร้อน ซึ่งแสดงถึงวิกฤตต่อความอยู่รอดของปะการังในปัจจุบัน (NOAA Coral Reef Watch, 2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2 ความเป็นไปได้ที่จะเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว

ที่มา: NOAA Coral Reef Watch (2018)

“นวัตปะการัง” (INNOVAREEF) เกิดจากความร่วมมือของหน่วยปฏิบัติการวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสัตว์น้ำเพื่อการอนุรักษ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท เอสซีจี ซิเมนต์ จำกัด และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ซึ่งนวัตปะการังเป็นการนำกระบวนการทางนวัตกรรมมาใช้เพื่อการออกแบบปะการังเทียมเพื่อเปลี่ยนแนวความคิดและวิถีการอนุรักษ์ท้องทะเลของโลกให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศทางทะเล ทั้งนี้นวัตปะการังถูกพัฒนาด้วยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ ทำให้การขึ้นรูปออกมาเสมือนและกลมกลืนกับแนวปะการังจริงมากที่สุด และยังมีการปรับรูปร่างให้เข้ากันกับชนิดและแนวปะการังบริเวณใกล้เคียงด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล ช่วยให้สัตว์ยอมรับและเข้าไปอยู่อาศัยโดยไม่รู้สึกว่าเป็นสิ่งแปลกปลอม นวัตปะการังถูกตกแต่งให้มีโครงสร้าง 3 มิติ ทำให้เกิดเป็นพื้นที่แสง และเงาช่วยให้สัตว์เข้าหลบภัยได้ และถูกออกแบบให้สามารถถอดประกอบ และปรับแต่งโครงสร้างได้ตามความต้องการ สามารถยกเคลื่อนย้ายได้ง่าย นอกจากนี้นวัตปะการังยังสามารถประยุกต์ใช้เป็นศูนย์ข้อมูลปะการังในรูปแบบ Smart Station โดยการติดกล้องและเครื่องวัดแสง – อุณหภูมิ และสามารถต่อยอดให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาสำหรับผู้บริโภค ช่วยเพิ่มศักยภาพในการผลิตอาหารทะเล เพราะสามารถควบคุมระบบนิเวศเองได้ โดยผู้อำนวยการกองอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กล่าวว่า นวัตปะการังจะสามารถช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และการกระตุ้นเศรษฐกิจได้โดยตรง หากมีการจัดพื้นที่ และส่งเสริมการท่องเที่ยวในการดำน้ำชมปะการังที่มีความสวยงามเสมือนจริง ซึ่งจะเป็นการสร้างอาชีพใหม่ให้แก่ชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวได้ รวมทั้งการสร้างประโยชน์ให้กับคนในชุมชนที่ประกอบอาชีพประมงที่มีการพึ่งพาปะการังเทียม เนื่องจาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริเวณดังกล่าวสามารถทำการประมงได้ในปริมาณที่มาก ส่งผลให้เกิดรายได้ในชุมชน (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2565) ทั้งนี้การดำเนินงานวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังนี้ ได้ทำการศึกษาในรูปแบบ Collaborative New Product Development หรือ กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ร่วมกับชุมชน และกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่แต่ละขั้นตอนจะถูกขั้นด้วยประตู (Gate) เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลในแต่ละขั้นตอนนั้น (Edwards et al., 2022) ซึ่งกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นี้จะช่วยเพิ่มอายุการใช้งานให้แก่ผลิตภัณฑ์ (Distanont et al., 2012) และเพื่อให้ยากต่อการถูกลอกเลียนแบบ (Kalkan et al., 2011) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ จะต้องอาศัยความรู้ทักษะ และความชำนาญในหลายๆ ด้าน ดังนั้นความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Collaborate New Product Development) จึงมีความสำคัญต่อกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่ม และแบ่งปันการใช้ทรัพยากรต่างๆ โดยเฉพาะด้านความรู้ซึ่งกันและกันที่จำเป็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Ivanova & Leydesdorff, 2015) ทั้งนี้ในปัจจุบัน ความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ถือได้ว่าเป็นกลยุทธ์สำคัญในการยกระดับให้แก่ผู้ประกอบการ เช่น ความร่วมมือระหว่างองค์กรกับมหาวิทยาลัยที่สนับสนุนวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และชุมชนในการแบ่งปันทรัพยากรต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการพัฒนาองค์กร ทั้งในด้านงานวิจัย และนักวิจัย เป็นต้น (พลวัต, 2015)

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษานวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง เพื่อประโยชน์ในเชิงวิชาการด้วยการศึกษารูปแบบ Collaborative New Product Development ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ร่วมกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อสังคมด้านการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ด้วยการพัฒนาสมการโครงสร้างปัจจัยเชิงสาเหตุในการสร้างนวัตปะการังที่จะส่งผลต่อการฟื้นฟูสภาพปะการังในพื้นที่เสื่อมโทรมอย่างยั่งยืน อันเป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติ ทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน นำไปสู่รูปแบบการสนับสนุนการจัดการเชิงระบบนิเวศ เพื่อใช้เป็นแนวทางประกอบในการกำหนดนโยบายของภาครัฐ หรือ การประกาศใช้กฎหมายการกำหนดมาตรการ และกฎเกณฑ์ต่างๆ ทั้งหน่วยงานของรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงการลดความกดดันที่มีมากขึ้นต่อทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ตลอดจนประโยชน์เชิงสังคมที่จะช่วยให้ชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลตระหนักถึงความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบร่วมกันทางสังคม เพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง เพื่อโอกาสทางเศรษฐกิจ สังคม และชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างนวัตปะการังที่ใช้ในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในทะเลอย่างอุดมสมบูรณ์และยั่งยืน

1.2.2 เพื่อสร้างนวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่เพื่อความสวยงาม เสมือนจริงตามธรรมชาติ ลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเล และลดภาระแนวปะการังจากการท่องเที่ยว

1.2.3 เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลตามหลักการการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem Based Management: MSP)

1.2.4 เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจ และสังคม (Socioeconomic Factors) โดยการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของนิเวศทางทะเล และการยอมรับนวัตกรรม ที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังร่วมกับมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง

1.2.5 เพื่อเสนอแนะแนวทางการกำหนดกฎเกณฑ์ และนโยบายสาธารณะ (Public Policy) ด้านสิ่งแวดล้อมแก่หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง

1.3 คำถามการวิจัย

1.3.1 การสร้างนวัตปะการังมีวิธีการ และขั้นตอนอย่างไร

1.3.2 การสร้างนวัตปะการัง สามารถลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเล และลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยวอย่างไร

1.3.3 การสร้างนวัตปะการัง สามารถเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลตามหลักการการจัดการเชิงระบบนิเวศ Ecosystem Based Management (MSP) ได้อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3.4 การพัฒนานวัตปะการัง ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังหรือไม่ อย่างไร

1.3.5 การพัฒนานวัตปะการัง ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อการยอมรับนวัตปะการังของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังหรือไม่ อย่างไร

1.3.6 การพัฒนานวัตปะการังส่งผลกระทบเชิงบวกต่อระบบนิเวศทางทะเลภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังหรือไม่ อย่างไร

1.3.7 การยอมรับนวัตปะการังส่งผลกระทบเชิงบวกต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังหรือไม่ อย่างไร

1.3.8 การบริการของระบบนิเวศทางทะเล ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังหรือไม่ อย่างไร

1.3.9 การสร้างนวัตปะการัง จะสามารถนำไปสู่ข้อเสนอแนะแนวทางการกำหนดกฎเกณฑ์และนโยบายสาธารณะด้านสิ่งแวดล้อมแก่หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้องได้อย่างไร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ต้นแบบนวัตปะการัง (Prototype of Innovareef)

1.4.2 การลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเลและการลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว

1.4.3 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลตามหลักการการจัดการเชิงระบบนิเวศ Ecosystem Based Management (MSP)

1.4.4 การทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการพัฒนา และติดตั้งนวัตปะการังเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic Factors) ในพื้นที่การศึกษา

1.4.5 ทราบข้อเสนอแนะการวิจัยในแนวทางสำหรับหน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้องในการกำหนดกฎเกณฑ์นโยบายสาธารณะด้านสิ่งแวดล้อม

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) หรือ นวัตปะการัง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(Visual Pollution) ทางทะเล การลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) การเพิ่มชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลตามหลักการการจัดการเชิงระบบนิเวศ Ecosystem Based Management (MSP) การรับรู้ถึงประโยชน์ในการพัฒนานวัตปะการัง และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง โดยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพด้วยการรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องในบริเวณพื้นที่การศึกษา และการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกกับนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบริเวณที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีซึ่งได้แก่ กลุ่มชาวประมง กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และกลุ่มนักท่องเที่ยว

1.5.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

- **การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)**

การยอมรับนวัตปะการังเป็นการนำแบบจำลองการยอมรับนวัตกรรม (TAM) มาเป็นมาตรวัดการยอมรับนวัตปะการังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบริเวณติดตั้งนวัตปะการัง อำเภอสีชัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งประกอบด้วยการวัดตัวแปรที่สังเกตได้ด้วยการเก็บแบบสอบถาม ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) 6 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (2) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (3) ทัศนคติต่อการใช้งาน (4) ความตั้งใจในการใช้งาน (5) การนำไปใช้งานจริง และ (6) ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง**

การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังเป็นการวัดตัวแปรที่สังเกตได้จากการเก็บแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) ได้แก่ (1) การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (2) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (3) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และ (4) การมีส่วนร่วมในการติดตามและการประเมินผล

- **บริการของระบบนิเวศทางทะเล**

บริการของระบบนิเวศทางทะเลเป็นการวัดตัวแปรที่สังเกตได้จากการเก็บแบบสอบถามซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) ได้แก่ (1) การเกิดแหล่งผลิต (2) การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (3) การรักษาอัตลักษณ์

ด้านวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น และ (4) การสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชุมชน

1.5.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

- **คุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้ง**

คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังเป็นการวัดตัวแปรที่สังเกตได้จากการเก็บแบบสอบถาม ประกอบด้วย 4 ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable) ได้แก่ (1) สุขภาวะด้านสุขภาพกาย (2) สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน (3) สุขภาวะด้านจิตใจและ (4) สุขภาวะด้านสุขภาพ

1.6 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยโครงการนี้ คือ เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ.2563 รวมเป็นระยะเวลา 1 ปี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา บริเวณอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

- **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง** หมายถึง การเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผล

- **การยอมรับนวัตปะการัง** หมายถึง การยอมรับการคิดค้น และการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่เพื่อจัดการกับปัญหา การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลและความเป็นอยู่ของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง จะต้องรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน รับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน การมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้งาน ความตั้งใจในการใช้งาน ความตระหนักถึงการนำไปใช้งานจริง และการให้ความสนใจในนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล

- **บริการของระบบนิเวศ** หมายถึง การบริการ สวัสดิการ การบรรเทา การรักษาระบบนิเวศ และผลประโยชน์ต่างๆ จากระบบนิเวศที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องพึงได้รับโดยไม่มีค่าบริการ ซึ่งบริการของระบบนิเวศประกอบด้วย การเกิดแหล่งผลิต (Provisioning Service) การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (Regulation Service) การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น (Cultural Service) และการสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Supporting Service)

- **คุณภาพชีวิตของชุมชน** หมายถึง ระดับความสุข และความพึงพอใจจากการมีสุขภาวะด้านกายภาพ สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน สุขภาวะด้านจิตใจ และสุขภาวะด้านสุขภาพของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องโดยรวมภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

- **นวัตปะการัง** หมายถึง กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ร่วมกับชุมชน กระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อการพัฒนา สร้างความกลมกลืน และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง โดยนวัตปะการังถูกพัฒนาด้วยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ ที่มีลักษณะพื้นผิวขรุขระ เหมาะสมกับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง มีช่องสำหรับปลูกปะการังจริง ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ของปะการังธรรมชาติตามกระแสน้ำได้ แก้ปัญหาการจมและการทรุดตัวลงในพื้นตะกอน รวมทั้งการผ่านกระบวนการทดสอบการไหลเวียนของกระแสน้ำภายใต้ระบบ Hydrodynamic Testing System ซึ่งสามารถอ่านถึงวิธีการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) ภายใต้ชื่อ “นวัตปะการัง” หรือ “INNOVAREEF” นี้ได้ ในบทต่อๆ ไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
บททบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดต่างๆ เพื่อใช้เป็นฐานอ้างอิงในการศึกษา โดยผู้วิจัยได้ค้นคว้าทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและสรุปสาระสำคัญเสนอกรอบแนวคิดของการวิจัย ดังนี้

2.1 ระบบนิเวศแนวปะการัง
2.2 แนวคิดการพัฒนาปะการังเทียม
2.3 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่
2.4 แนวคิดบริการของระบบนิเวศทางทะเล
2.5 ทฤษฎีการมีส่วนร่วม
2.6 ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM)
2.7 คุณภาพชีวิตของชุมชน
2.8 การพัฒนา และการอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนเติบโตอย่างยั่งยืน
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.10 กรอบแนวความคิด

2.1 ระบบนิเวศแนวปะการัง

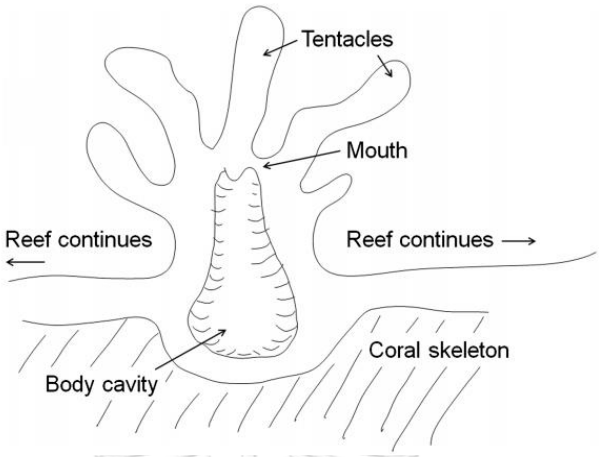
2.1.1 ปะการัง (Coral)

ปะการัง หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate) ซึ่งจัดอยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) ไฮดร้า แมงกะพรุนและดอกไม้ทะเล โดยมีลักษณะเหมือนสิ่งมีชีวิตที่มีปากเดียว บริเวณปากมีหนวด (Tentacle) บริเวณปลายปากเป็นเข็มพิษใช้จับเหยื่อที่ลอยอยู่ในน้ำมาเป็นอาหาร และมีกระเพาะอาหารที่ไม่ซับซ้อน ปะการังมีชื่อเรียกหลากหลาย เช่น โพลิป (Polyp) หากโพลิปอาศัยรวมตัวกันจะเรียกว่าโคโลนี (Colony) ภายในเนื้อเยื่อของโพลิปจะมีสาหร่ายเซลล์เดียว หรือซูแซนเทลลี (Single-celled Algae or Zooxanthellae) อาศัยอยู่ ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์แบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) เพื่อหาอาหาร แลกเปลี่ยนแก๊ส ผลิตเม็ดสีเพื่อเป็นสีสัน และการช่วยป้องกันแสงอัลตราไวโอเลตให้ปะการังในบริเวณน้ำตื้น

ปะการังสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ปะการังแข็ง (Hard Coral) และปะการังอ่อน (Soft Coral) โดยโพลิปของปะการังอ่อนมีการเจริญเติบโตคล้ายกับไม้ที่มีแกนกลาง มีเนื้อเยื่อทำหน้าที่เป็นเปลือกในการป้องกันอันตรายต่างๆ ซึ่งโพลิปของปะการังอ่อนจะมีหนวดจำนวน 8 เส้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

และมักพบในถ้ำ หรือ เชิงหินในลักษณะกลับหัวเพื่อจับอาหาร (NOAA Ocean Service Education, 2017)



ภาพที่ 3 กายวิภาคของโพลิป (Polyp)
ที่มา: Chen et al. (2014)

จากการศึกษาของ NOAA Ocean Service Education (2017) พบว่า ตัวอ่อนปะการังจะยึดเกาะตัวเองกับหินใต้น้ำ หรือ พื้นผิวที่แข็งของเกาะ หรือ ทวีปเพื่อเริ่มสร้างแนวปะการัง โดยโพลิปจะผลิตโครงสร้างจากแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) เพื่อป้องกันตัวเองจากนักล่า และสนับสนุนให้โพลิปอื่นๆ มายึดเกาะด้วยกัน โดยการเจริญเติบโตข้างต้นสามารถเกิดขึ้นได้ในน้ำทะเลสะอาด ซึ่งจะต้องมีระดับความเค็มคงที่ประมาณ 32 – 42 ppt (Part per Thousand) มีแสงสว่างส่องถึง มีระดับอุณหภูมิ 23 – 29 องศาเซลเซียส โดยปะการังจะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.5 – 20 เซนติเมตรต่อปี ขึ้นอยู่กับชนิดของปะการัง โดยเฉพาะปะการังกิ่งก้าน (Branching Coral) และปะการังเขากวาง (Staghorn Coral) ที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดได้ถึง 20 เซนติเมตรต่อปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 การสืบพันธุ์ของปะการัง

การสืบพันธุ์ของปะการังสามารถแบ่งดังนี้ (Babcock et al., 1994)

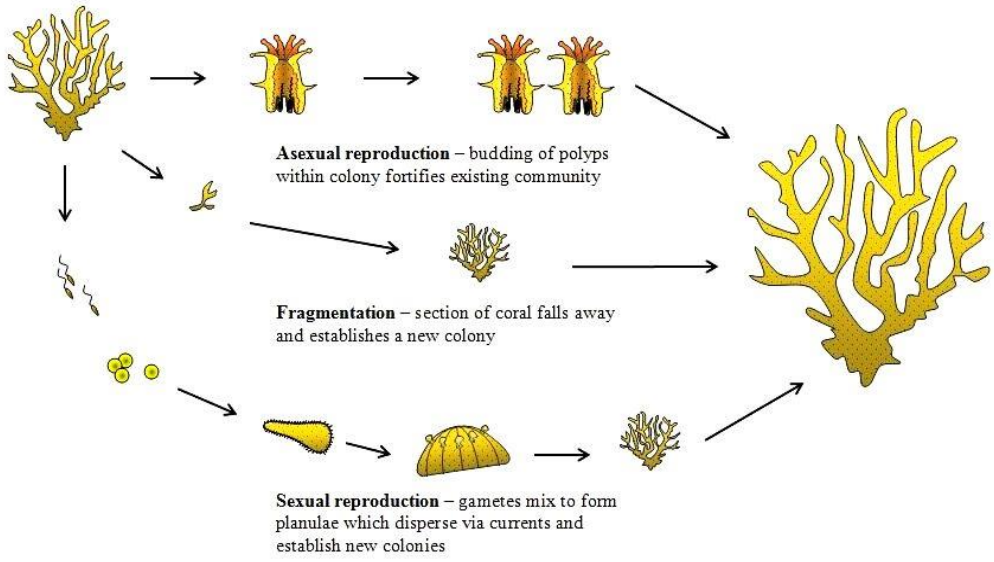
2.1.2.1 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction)

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดจากการแตกหน่อ (Budding: Intra-tentacular และ Extra-tentacular) และการกระจายตัวจากการแตกหัก (Fragmentation) เช่น พายุ หรือ การรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ การปล่อยโพลิปออกจากโคโลนีแม่ (Polyp Bailout)

เพื่อหนีสถานการณ์ความกดดันที่เกิดขึ้น เช่น จากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Sammarco, 1982) เป็นต้น

2.1.2.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction) เป็นการสืบพันธุ์โดยการปล่อยไข่และอสุจิในน้ำ เมื่อไข่และอสุจิรวมกันจะเกิดตัวอ่อนที่เรียกว่าพลานูลาลาร์วา (Planula Larva) ตัวอ่อนจะลอยตัวอยู่ใกล้กับผิวทะเลจนพบพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการยึด หรือ ลงเกาะ



ภาพที่ 4 การสืบพันธุ์ของปะการัง

ที่มา: NOAA Ocean Service Education (2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

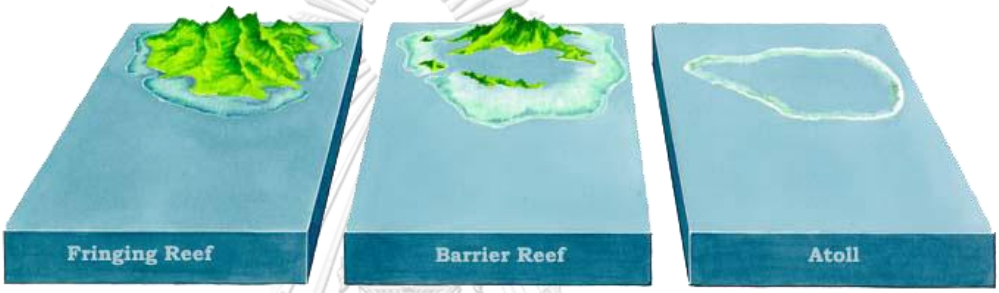
2.1.3 ประเภทของแนวปะการังตามแหล่งที่พบ

แนวปะการังเกิดจากการรวมตัวกันของโพลิปกลายเป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ซึ่งถือได้ว่าเป็นหนึ่งในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตที่ใหญ่ที่สุดในโลกซึ่งแบ่งเป็น 3 แบบจำแนกตามบริเวณที่พบ (IAS, 2016) ดังนี้

2.1.3.1 แนวปะการังชายฝั่ง (Fringing Reef) เป็นแนวปะการังที่เกิดขึ้นบริเวณใกล้ชายฝั่ง บริเวณแนวลาดชันบนไหล่ทวีป หรือ รอบเกาะ ปะการังในแนวชายฝั่งนี้มักจะได้รับผลกระทบ และความเสียหายจากกิจกรรมของมนุษย์ นอกจากนี้มักเจอกับปัญหาการสะสมของตะกอน สารอาหาร และน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล โดยแนวปะการังในประเทศไทยจัดอยู่ในแนวปะการังประเภทนี้

2.1.3.2 แนวปะการังนอกชายฝั่ง (Barrier Reef) เป็นแนวปะการังที่มีการเจริญเติบโตนอกชายฝั่งไกลออกไปมากกว่าแนวปะการังชายฝั่ง เกิดจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น โดยแนวปะการังนอกฝั่งที่ใหญ่ที่สุด คือ เกรท แบริเออร์ รีฟ (Great Barrier Reef) อยู่ทางตะวันออกของประเทศออสเตรเลีย มีความยาวประมาณ 2,300 กิโลเมตร (Queensland Government, 2017)

2.1.3.3 เกาะปะการัง (Atoll) เป็นแนวปะการังที่อยู่ในทะเลลึกไกลจากชายฝั่งมาก มีลักษณะคล้ายวงแหวนที่ล้อมรอบด้วยน้ำทะเล แนวปะการังประเภทนี้จะมีหาดทรายที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างหินปูนจากปะการัง



ภาพที่ 5 ประเภทของแนวปะการังตามแหล่งที่พบ
ที่มา: Anderson (2003)

ปัจจุบันแนวปะการังทั่วโลกได้รับความเสียหายอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากอิทธิพลทางปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Morri et al., 2015) เช่น ระดับน้ำที่ลดต่ำลง การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้น การเกิดพายุ คลื่น กระแสลมแรง คลื่นสึนามิ และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อน ทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นไปอย่างรวดเร็ว (Hoegh-Guldberg et al., 2018) รวมไปถึงการกระทำกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ (Cyronak et al., 2018) เช่น การท่องเที่ยวในแนวปะการัง การทิ้งขยะ การเก็บปะการัง การทิ้งสมอเรือ การประมง การปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การทำลายหน้าดินเพื่อการพัฒนาแนวชายฝั่งที่ทำให้เกิดการแตกหัก เสียหาย และตายลงของปะการัง ซึ่งเป็นการทำลายแนวปะการัง ส่งผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังนานาชนิดลดลง เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศ และสภาพแวดล้อมทางทะเล ในประเทศไทย มีการใช้ประโยชน์จากทะเลแบ่งออกเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4 ภาคส่วนหลักๆ ได้แก่ การพาณิชย์นาวี การประมง การผลิตพลังงาน และการท่องเที่ยว จังหวัดชายทะเล (Thaipost, 2018)

การสำรวจระหว่างปี พ.ศ.2554 – 2554 พบว่าประเทศไทยมีแนวปะการังครอบคลุมพื้นที่ 148,954 ไร่ ใน 16 จังหวัด ทั้งในพื้นที่ฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล รวมทั้งพื้นที่ฝั่งอ่าวไทย ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และปัตตานี ซึ่งในปัจจุบันภาพรวมของแนวปะการังในประเทศไทยอยู่ในสภาพที่มีความเสียหายมากประมาณร้อยละ 80 อยู่ในสภาพมีความสมบูรณ์ปานกลางประมาณร้อยละ 15 และอยู่ในสภาพมีความสมบูรณ์ดีจนถึงดีมากประมาณร้อยละ 5 เท่านั้น การประเมินสัดส่วนเป็นร้อยละของสถานภาพแนวปะการังในสภาพต่างๆ จากการสำรวจความหนาแน่นของอัตราส่วนปะการังมีชีวิตต่อปะการังตาย โดยแบ่งออกเป็น 3:1 คือ แนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ดีมาก 2:1 คือ แนวปะการังที่มีความสมบูรณ์มาก 1:1 คือ แนวปะการังที่มีความสมบูรณ์ปานกลาง 1:2 คือ แนวปะการังที่มีความเสียหาย และอัตราส่วน 1:3 หรือ ที่มากกว่า 1:3 คือ แนวปะการังที่มีความเสียหายมาก (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน, 2558) ดังแสดงในตารางที่ 1

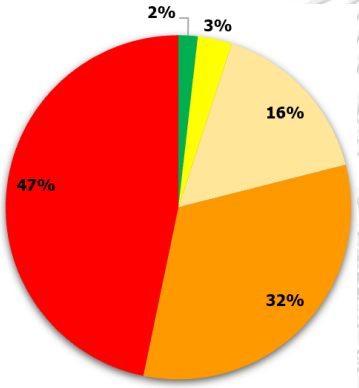
ตารางที่ 1 สัดส่วนเป็นร้อยละของสถานภาพแนวปะการังในบริเวณต่างๆ ในประเทศไทย

เขต	จังหวัด	พื้นที่ (ไร่)	สมบูรณ์ดีมาก	สมบูรณ์มาก	สมบูรณ์ปานกลาง	เสียหาย	เสียหายมาก
ฝั่งอ่าวไทย							
อ่าวไทยฝั่งตะวันออก	**ตราด**	17,758	1.5	2.1	18.5	33.5	44.5
	จันทบุรี	766	0	7.4	28.8	49.1	14.7
	ระยอง	3,151	5.6	17.5	37.2	28.7	11.0
	ชลบุรี	6,472	2.7	9.3	32.0	26.3	29.7
อ่าวไทยตอนกลาง	**ประจวบคีรีขันธ์**	1,550	0.1	2.6	22.7	50.3	24.3
	ชุมพร	9,165	2.9	3.5	13.1	30.0	50.5
	สุราษฎร์ธานี	36,169	0.5	1.0	10.4	33.3	54.9
อ่าวไทยตอนล่าง	**นครศรีธรรมราช**	412	56.9	24.6	11.5	0.0	7.0
	สงขลา	167	22.4	15.2	36.7	0.0	25.6
	ปัตตานี	80	66.7	33.3	0	0	0
	รวมฝั่งอ่าวไทย	75,590	1.8	3.2	16.0	32.2	46.7

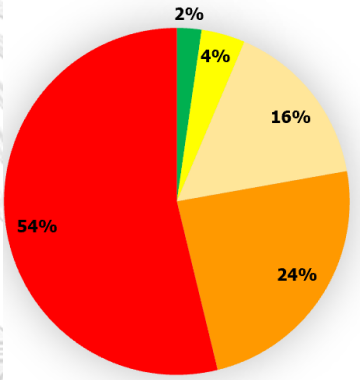
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฝั่งทะเลอันดามัน							
ทะเลอันดามันตอนบน	ระนอง	2,828	0	0	2.6	18.3	79.1
	พังงา	26,126	1.0	0.7	7.1	20.8	70.3
	ภูเก็ต	13,932	0.3	1.2	15.6	20.6	62.3
ทะเลอันดามันตอนล่าง	กระบี่	14,039	0.2	0.7	13.4	37.0	48.8
	ตรัง	3,013	0.6	0.4	14.7	28.1	56.3
	สตูล	13,428	9.8	19.0	38.3	20.4	12.5
	รวมฝั่งอันดามัน	73,365	2.3	4.1	15.8	24.0	53.8
	รวมทั้งประเทศ	**148,955**	**2.0**	**3.7**	**15.9**	**28.3**	**50.1**

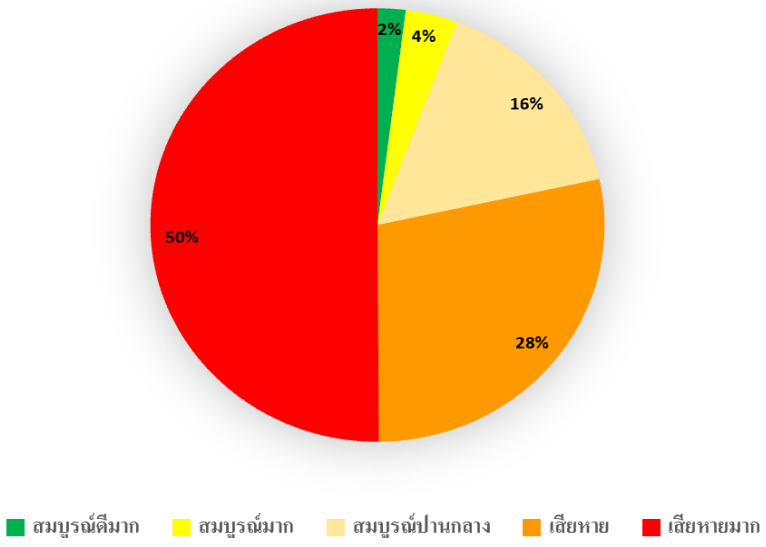
สถานภาพแนวปะการังฝั่งอ่าวไทย



สถานภาพแนวปะการังฝั่งทะเลอันดามัน



สถานภาพรวมความสมบูรณ์ของแนวปะการังในประเทศไทย



ภาพที่ 6 สถานภาพแนวปะการังในบริเวณต่างๆ ในประเทศไทย

2.2 แนวคิดการพัฒนาปะการังเทียม

2.2.1 ความหมายปะการังเทียม

อำนาจ และคณะ (2545) กล่าวว่า ปะการังเทียม (Artificial Reefs) หมายถึง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นในรูปแบบต่างๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อดัดแปลง หรือ ปรับปรุง เสริมแต่งสภาพพื้นที่ท้องทะเลให้เหมาะสมกับรูปแบบที่สัตว์น้ำชอบอยู่อาศัย โดยเลียนแบบบริเวณกองหินใต้น้ำ ซากเรืออับปาง ที่มีสัตว์น้ำชุกชุม

กรมประมง (2549) กล่าวว่า ปะการังเทียม (Artificial Reefs) หมายถึง การนำวัสดุที่แข็งแรงทนทาน ต้านกระแสน้ำได้มาวางรวมกันเป็นกลุ่มอย่างมีแบบแผน เพื่อดึงดูดสัตว์น้ำให้เข้ามาอยู่อาศัยหลบภัย และมีโอกาสในการแพร่ หรือ ขยายพันธุ์ได้มากขึ้น

อริยา และคณะ (2559) กล่าวว่า ปะการังเทียม (Artificial Reefs) หมายถึง แหล่งอาศัยของสัตว์ทะเล แนวหินเทียม ที่อยู่อาศัยทางทะเลเทียม หรือ บ้านปลาเทียม

สุนันทา (2560) กล่าวว่า ปะการังเทียม (Artificial Reefs) หมายถึง การจัดสร้างแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เพื่อให้ชาวประมงสามารถเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำได้มากขึ้น และประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำการประมงต่างๆ ซึ่งภาษาเรียกพื้นบ้านของชาวไทยมุสลิมในแถบจังหวัดสงขลา จนถึงจังหวัดปัตตานีเรียกว่า “อูหยำ”

กล่าวสรุปว่า ปะการังเทียม (Artificial Reefs) หมายถึง สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ดัดแปลง และปรับปรุงเพื่อนำมาวางรวมกันเป็นกลุ่มอย่างมีแบบแผน เพื่อวัตถุประสงค์หลักในการดึงดูดสัตว์น้ำให้เข้ามาอยู่อาศัย หลบภัย และแพร่พันธุ์ หรือ ขยายพันธุ์ได้มากขึ้น โดยวัสดุที่มักนำมาทำเป็นปะการังเทียมในปัจจุบันสามารถอธิบายได้ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.2 คอนกรีต

คอนกรีตถูกพบว่านำมาทำเป็นปะการังเทียมตั้งแต่ปี 1961 โดย Martinez (1964) ในอ่าวเม็กซิโก คอนกรีตที่นำมาทำเป็นแนวปะการังเทียมนั้น มาจากทั้งการออกแบบ หรือ การประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ และผลิตจากคอนกรีตเหลือใช้ต่างๆ เช่น ท่อระบายน้ำ เศษหิน และซากจากการรื้อถอนโครงสร้างของอาคาร ทางเดินเท้า ถนน ไปจนถึงสะพานต่างๆ เป็นต้น ซึ่งส่วนมากมาจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland Cement) ที่ใช้ในการก่อสร้างทั่วไป

ข้อดีของวัสดุแนวปะการังเทียมที่มาจากคอนกรีต คือ การประหยัดต้นทุนการผลิต ความเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมในน้ำเค็มตามธรรมชาติ และความแข็งแรงทนทานในสภาวะน้ำทะเลที่เป็นผลมาจากการที่คอนกรีตได้รับความชุ่มชื้นอย่างต่อเนื่องของซีเมนต์ในระดับโมเลกุล แต่ในทางตรงกันข้าม**ข้อเสีย**ของการนำคอนกรีตเหลือใช้มาทำเป็นแนวปะการังเทียม คือ ค่าความเป็น

กรด – ด่าง ซึ่งต้องลดลงจาก 10 – 11 ให้เหลือประมาณ 8 – 8.5 เพื่อให้ปะการังจริงสามารถลงเกาะและเจริญเติบโตได้ (R. Lukens et al., 2004) รวมทั้งปัญหาในเรื่องของวัสดุปนเปื้อน เช่น แผ่นพลาสติก ไฟเบอร์กลาส เถ้าเผาไหม้อื่นๆ เป็นต้น รวมไปถึงปัญหาเรื่องน้ำหนักในการขนส่งที่ต้องใช้เครื่องมือขนาดใหญ่ และความอันตรายในการติดตั้ง

2.2.3 เรือเหล็กขนาดใหญ่

มีหลักฐานในการนำเรือขนาดใหญ่มาทำเป็นปะการังเทียมโดยความตั้งใจในการจมเรือมาตั้งแต่ปี 1935 (R. Grove et al., 1991) ในชายฝั่งแอตแลนติก โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อการตกปลาในแนวปะการังเทียม (R. B. Stone, 1974) ซึ่งต่อมากลายเป็นแหล่งดึงดูดในการดำน้ำ

ข้อดีของแนวปะการังเทียมที่มาจากซากเรือเหล็กขนาดใหญ่ คือ การส่งเสริมอุตสาหกรรมการประมง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจ การเพิ่มที่อยู่อาศัยให้กับสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยหน้าดิน เป็นแนวหลบภัยที่สำคัญของปลาน้ำลึก ในขณะเดียวกันมีการตระหนักถึง**ข้อเสีย**มากมายในการนำซากเรือเหล็กขนาดใหญ่มาทำเป็นปะการังเทียม คือ ปัญหาในการกำจัดของเสียที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ความเป็นพิษสะสมทางชีวภาพ และการคงอยู่ในสภาพแวดล้อมทางทะเล เช่น สารก่อมะเร็งที่มีความสามารถในการละลายต่ำ ที่เอาไว้ใช้เพิ่มคุณสมบัติในวัสดุทนไฟ ที่เรียกว่า โพลีคลอริเนตไบฟีนิล (Polychlorinated Biphenyls: PCBs) แร่ใยหิน (Asbestos) ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และมีความเสี่ยงในการเกิดโรคปอด ตะกั่ว (Lead) ที่พบในสีรองพื้นของเรือเหล็ก ผลิตภัณฑ์เชื้อเพลิง และน้ำมัน (Fuel/Oil Products) สารป้องกันการแข็งตัว สารหล่อเย็น น้ำเสีย แบตเตอรี่ ระบบดับเพลิง (Halons) สารทำความเย็น วัสดุกัมมันตรังสี ผลิตภัณฑ์ที่มีสารปรอท (K. Gregg & Murphey, 1994; K. L. Gregg, 1995) เศษเล็กเศษน้อยที่ยึดติดไม่แน่นบนเรือ การกัดกร่อนของน้ำทะเลในส่วนประกอบที่เป็นโลหะ อันเนื่องมาจากโครงสร้างของเรือเหล็กขนาดใหญ่ ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรับแรงของคลื่นใต้น้ำ ต้นทุนในการซื้อซากเรือ การทำความสะอาด การขนย้าย และการติดระบบทุ่น ความอันตรายจากการลากจูงเพื่อการจมเรือในทิศทางที่ถูกต้องภายใต้สภาพน้ำทะเลที่แปรปรวน ขาดความซับซ้อนทางโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตทางทะเล และที่สำคัญคือ สีกันเพรียงจะป้องกันไม่ให้สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังเติบโตได้ ดังนั้นการลงเกาะของปะการังจะเกิดขึ้นได้อย่างยากลำบาก และใช้ระยะเวลานาน

2.2.4 แท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ

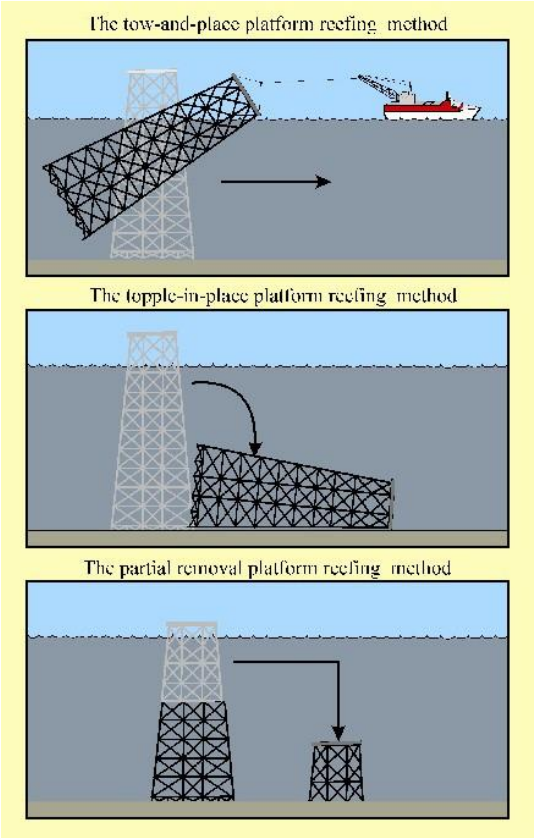
ปะการังเทียมจากแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ เกิดขึ้นครั้งแรกในปี 1947 ภายหลังจากการเสร็จสิ้นภาระกิจการขุดเจาะน้ำมันของบริษัท Kerr-McGee (Stanley, 1994) ซึ่งกลายมาเป็นบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เป็นแนวปะการังเทียมสำหรับการประมง จากรายงานของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lee (1985) มีการประเมินค่าใช้จ่ายในการกำจัดแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซที่ใช้แล้วนั้น จะต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงถึง 1 พันล้านเหรียญ และเป็นการทำลายที่อยู่อาศัยของปลาเป็นบริเวณกว้างในแนวปะการังที่เกิดจากแท่นขุดเจาะ โดย Dauterive (2000) ได้เสนอวิธีในการกำจัดแท่นขุดเจาะอยู่ 3 วิธี ได้แก่ (1) การระเบิดขาแท่นขุดเจาะ (สำหรับแท่นขุดเจาะที่มีขาลึกลงไปต่ำกว่าแนวโคลน 15 ฟุต) ซึ่งหลังจากการระเบิด จะทำให้แท่นขุดเจาะล้มลงไปในแนวนอน ถึงแม้ว่าจะเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนและเวลามากที่สุด แต่เป็นวิธีที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เลี้ยงลูกด้วยนม และเต่าในทะเลมากที่สุด (Gitschlag et al., 2001) (2) การลงไประเบิดขาแท่นขุดเจาะที่ต่ำกว่าแนวโคลน โดยนักประดาน้ำ เมื่อขาแท่นขุดเจาะถูกตัดออก โครงสร้างทั้งหมดจะถูกยกขึ้นจากพื้นทะเล และลากไปยังตำแหน่งที่ต้องการตั้งปะการังเทียมใหม่ที่เหมาะสมโดยใช้เรือปั้นจั่นขนาดใหญ่ วิธีการนี้จะใช้กับน้ำทะเลที่มีระดับความลึกไม่เกิน 100 ฟุตเท่านั้น ด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัยของนักประดาน้ำ โดยวิธีการนี้ถึงแม้จะมีผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งมีชีวิตทางทะเลน้อยกว่าวิธีการแรก แต่จะมีต้นทุน ค่าใช้จ่าย แรงงาน และเวลาที่มาก ในบางกรณี พบว่าวิธีการที่ 2 นี้จะใช้การตัดขาแท่นขุดเจาะโดยนักประดาน้ำ ก่อนทำการเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ที่ต้องการตั้งแนวปะการังเทียมใหม่โดยไม่ใช้ระเบิด ทำให้ไม่ส่งผลกระทบใดๆ ต่อสิ่งมีชีวิตทางทะเล (3) การถอดบางส่วนของแท่นขุดเจาะส่วนบนออกและนำไปวางไว้บนพื้นทะเลถัดจากส่วนล่าง วิธีการนี้เหมาะสำหรับโครงสร้างแท่นขุดเจาะในน้ำลึก และยังเป็นวิธีที่ไม่สร้างความเสียหายต่อปะการังเดิมที่ติดอยู่กับส่วนล่างของแท่นขุดเจาะ เป็นการเพิ่มจำนวน และพัฒนาที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทางทะเลในพื้นที่น้ำลึกอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ประหยัดต้นทุน และลดความเสี่ยงในการทำงานของนักประดาน้ำใต้ทะเลได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อดีของแนวปะการังเทียมจากแท่นขุดเจาะน้ำมันและก๊าซ คือ การพัฒนาที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทางทะเลหลากหลายชนิดในแนวปะการังเป็นบริเวณกว้าง การกระตุ้นเศรษฐกิจจากการประมง และความแข็งแรงทนทาน ในขณะเดียวกัน**ข้อเสีย**ที่พบ คือ การกีดขวางทางเดินทะเล ต้นทุน ค่าใช้จ่าย ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่เลี้ยงลูกด้วยนม และเต่าในทะเล

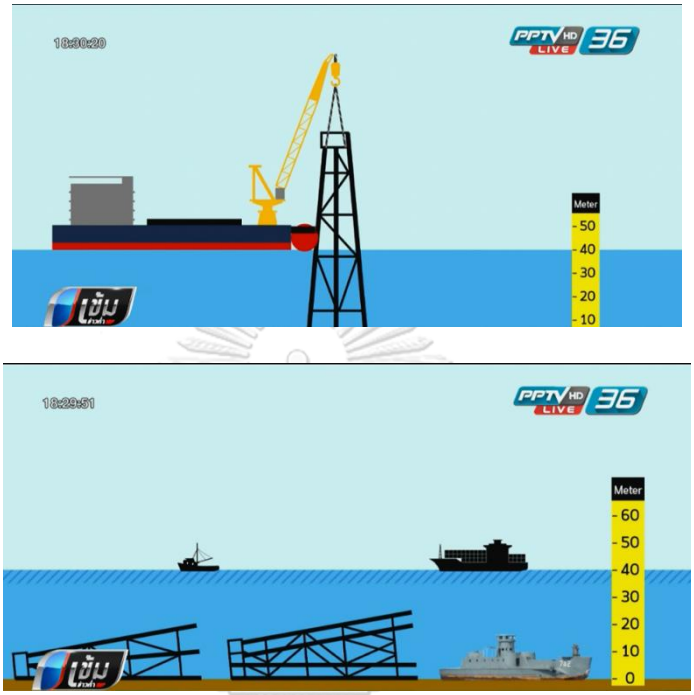


ภาพที่ 7 วิธีการกำจัดแท่นขุดเจาะ

ที่มา: Dauterive (2000)

ปะการังเทียมนั้นมีลักษณะโดยรวมเป็นโครงสร้างคอนกรีตในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป เพื่อนำไปวางในจุดที่มีแนวปะการังตาย ซึ่งต้องรอให้ตัวอ่อนปะการังใหม่พัดมาเพื่อลงเกาะและเจริญเติบโตบนโครงสร้างของปะการังเทียมนั้นๆ จนเกิดเป็นปะการังแนวใหม่ที่มีการวางไว้ตามจุดต่างๆ ในทะเลเพื่อทำให้เกิดการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง ซึ่งจะช่วยทำให้เกิดสมดุลของสิ่งแวดล้อมทางทะเล ในบริบทของประเทศไทย กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ทช.) มีแนวคิดในการนำขาแท่นขุดเจาะปิโตรเลียมที่ปลดระวางแล้วในอ่าวไทย มาทำเป็นปะการังเทียมเช่นกัน โดยใช้เกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นพื้นที่นำร่องในการวางรอบแรกทั้งหมด 8 ขา ซึ่งการขนย้ายอาจใช้งบประมาณสูงถึง 30 ล้านบาทต่อการย้าย 1 ขาแท่นขุดเจาะที่มีน้ำหนัก 300 – 700 ตัน ในระยะทาง 100 ไมล์ทะเล โดยการขนย้ายจะใช้เรือลากโดยไม่ขึ้นสู่ผิวน้ำ เพื่อรักษาสิ่งมีชีวิตพวกปะการังที่มีการเกาะที่ขาแท่นขุดเจาะปิโตรเลียมอยู่แล้ว ในขณะนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการสำรวจความคิดเห็นของประชาชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง โดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ได้ให้ข้อมูลว่า ขาแท่นขุดเจาะน้ำมันที่จะนำมาใช้เป็นปะการังเทียมนั้น

จะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากสารปนเปื้อนปิโตรเลียม และมีความเหมาะสม เนื่องจากมีโครงสร้างที่ซับซ้อน แข็งแรง ทนทาน เนื่องจากเป็นเหล็กกล้าที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในทะเล (PPTV Online, 2018)



ภาพที่ 8 แนวทางโครงการวางปะการังเทียมจากขาแท่นผลิตปิโตรเลียมในประเทศไทย
ที่มา: (PPTV Online, 2018)

2.2.5 เครื่องบิน

เครื่องบินรบทางการทหาร และเครื่องบินฝึกบิน ถูกใช้เป็นแนวปะการังเทียมตั้งแต่ช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 (R. Lukens et al., 2004) ซากเครื่องบินที่อยู่ใต้ทะเลมีการทับถมของทรายและตะกอนทำให้เกิดความมั่นคงอยู่กับที่ พบการสึกกร่อนของผิวอลูมิเนียมเพียงเล็กน้อย ชิ้นส่วนเหล็กกล้า และยางส่วนมากยังคงอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ โดยส่วนประกอบที่เป็นโลหะเบา เช่น แมกนีเซียม และสังกะสีเท่านั้นที่หายไป ซากเครื่องบินใต้ท้องทะเลหลายที่พบว่าเป็นที่ดึงดูดและสร้างความหลากหลายทางชีวภาพ รวมทั้งการประมง และนักประดาน้ำ (Pybas, 1997) นอกจากนี้แล้วเครื่องบินพาณิชย์ก็ถูกนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียม มีการนำเฉพาะส่วนของลำตัวเครื่องบิน (Fuselage) มาใช้ผูกติดไว้กับท่อระบายน้ำที่เป็นคอนกรีต ซึ่งหลายครั้งพบปัญหาด้านความทนทาน และการฉีกขาดของชิ้นส่วนอลูมิเนียมทั้งในส่วนปีกและหางเครื่องบิน ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับนักประดาน้ำได้

ข้อดีของแนวปะการังเทียมที่มาจากซากเครื่องบิน คือ การประมง และโลหะผสมอลูมิเนียมที่มีความต้านทานการกัดกร่อนได้ดีภายใต้สภาพแวดล้อมทางทะเล สำหรับ**ข้อเสีย** คือ ในซากเครื่องบินบางประเภท อลูมิเนียมอัลลอยด์อาจมีความต้านทานการกัดกร่อนต่ำ โครงสร้างเบาที่อาจต้องการการถ่วงน้ำหนัก หรือ ยึดติดกับวัสดุประเภทอื่นที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม การแยกส่วน เช่น ส่วนปีก หัว และหางเครื่องบิน เพื่อความสะดวกในการขนย้ายเป็นการลดโครงสร้างที่ซับซ้อน มูลค่าที่มากเกินไปสำหรับบางชิ้นส่วนของเครื่องบิน เช่น ไทเทเนียม ต้นทุนสำหรับค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้าย รวมทั้งสีรองพื้นที่มีส่วนผสมของโครเนียม อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล

2.2.6 รถไฟ รถไฟใต้ดิน และรถยนต์

รถไฟ หรือ รถที่มีลักษณะเป็นรถกล่อง (รถขนส่งที่ปิดมิดชิด หรือ Boxcar) รวมทั้งรถยนต์เหมาะสมในการนำมาทำเป็นแนวปะการังเทียม เนื่องจากสามารถทำความสะอาดได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นๆ เช่น เรือเหล็กขนาดใหญ่ที่มีการปนเปื้อนผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียมและวัสดุอันตรายอื่นๆ

ข้อดี คือ ค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าในการทำความสะอาด มีจำนวนมากในปัจจุบันเนื่องจากมีอายุการใช้งานเพียง 25 – 30 ปี มีพื้นผิวที่ใหญ่พอสำหรับการเจริญเติบโตของแนวปะการังเพื่อดึงดูดสิ่งมีชีวิตทางทะเล เป็นส่วนหนึ่งของการส่งเสริมการประมง ในขณะเดียวกัน**ข้อเสีย**จากแนวปะการังเทียมที่มาจากรถไฟ รถไฟใต้ดิน และรถยนต์ คือ โครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนเพียงพอ ทำให้ต้องเจาะช่องว่างเพิ่มเติม หรือ การถอดประตู และหน้าต่างออกเพื่อการเข้าถึงของสิ่งมีชีวิตและการไหลเวียนของกระแสน้ำที่ดีขึ้น ความคงทนต่อการกัดกร่อนในสภาพน้ำทะเลต่ำ โดยพบการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมทางทะเล และการพังทลายที่เกิดจากโครงสร้างที่ถูกกัดกร่อนโดยเฉพาะในแนวรอยเชื่อมภายในระยะเวลา 6 – 14 ปี ส่วนมากมาจากการเสื่อมสภาพจากการใช้งานมาตั้งแต่บนบก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.7 โครงสร้างที่ถูกออกแบบมาเฉพาะ

นอกจากวัสดุต่างๆ ข้างต้นจากการทบทวนวรรณกรรมที่ถูกนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมแล้ว มีการพยายามที่จะพัฒนาแนวปะการังเทียมที่มีโครงสร้างที่ถูกออกแบบมาเฉพาะจากการใช้ประโยชน์ทางความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมการอยู่อาศัยของปลามากขึ้น (R. Grove et al., 1991) โครงสร้างแนวปะการังเทียมที่ถูกออกแบบมาเฉพาะในรุ่นแรกๆ ส่วนใหญ่จะทำมาจากวัสดุจากยาง ไม้ ท่อนซุง โครงไม้ไผ่ที่ถูกถ่วงน้ำหนักด้วยถุงทราย และวัสดุอื่นๆ (Fishery Civil Engineering Study Association, 1982) โดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อการประมง (McGurrein, 1988) ทั้งนี้โครงสร้างแนวปะการังเทียมต้นแบบในยุคแรก ยังทำมาจากชิ้นส่วนพลาสติกที่มีน้ำหนักเบา หรือ PVC ทำให้

ไม่ประสบความสำเร็จในการใช้งานจริงภายใต้สภาพแวดล้อมทางทะเล ต่อมาจึงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาวัสดุในการสร้างแนวปะการังเทียมที่ถูกออกแบบมาเฉพาะจากวัสดุคอนกรีตเสริมแรงไฟเบอร์กลาส (Fiberglass-reinforced Plastics: FRP) พลาสติก เซรามิก รวมทั้งวัสดุอื่นๆ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มความแข็งแรง ความทนทานต่อการกัดกร่อน ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ และความยืดหยุ่นในการหล่อคอนกรีตหลากหลายรูปแบบ (R. Lukens et al., 2004) นอกจากนี้ ยังมีการสรุปมาตรฐานที่ตั้งไว้ในหน่วยงานพัฒนาแนวปะการังเทียมจากโครงสร้างที่ถูกออกแบบมาเฉพาะของประเทศญี่ปุ่นว่า จะต้องมีความทนทาน มั่นคง ใช้ได้อย่างต่ำ 30 ปี มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานทางชีวภาพ และมีต้นทุนในการผลิตที่เหมาะสม (R. S. Grove & Sonu, 1985)

โดย**ข้อดี**ของแนวปะการังเทียมประเภทนี้ คือ การออกแบบลักษณะเฉพาะได้ตามความต้องการทั้งรูปแบบ และวัสดุเพื่อตอบสนองเป้าหมาย และวัตถุประสงค์เฉพาะของแนวปะการังเทียม ประสิทธิภาพในการใช้งานจริง ความแข็งแรงทนทานที่ดีกว่า ซึ่งจะนำไปสู่ผลประโยชน์ด้านต้นทุนและผลตอบแทนที่มากกว่า รวมทั้งการขนส่งที่ง่ายกว่าแนวปะการังเทียมที่ทำจากวัสดุอื่น ส่วน**ข้อเสีย** คือ ต้นทุนค่าใช้จ่ายเริ่มแรกที่ค่อนข้างสูงสำหรับการพัฒนาเพื่อประสิทธิภาพด้านการใช้งาน ความน่าดึงดูด และการให้ความสนใจจากสาธารณะชน เนื่องจากแนวปะการังเทียมที่ทำจากวัสดุอื่นยังสามารถใช้งานได้อยู่ในปัจจุบัน รวมถึงจะต้องใช้ระยะเวลาในการทดสอบด้านการใช้งานจริงทางทะเล

2.2.8 อุปกรณ์ทางการทหาร

อุปกรณ์ทางการทหารที่ล้าสมัยถูกนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี เช่น อุปกรณ์เคลื่อนที่ และอุปกรณ์หุ้มเกาะที่มีความทนทานและความมั่นคงสูง การกำจัดอุปกรณ์เหล่านี้ด้วยวิธีการอื่นสามารถทำได้ยาก เช่น การตัดแยกชิ้น และการขนส่ง เป็นต้น ทั้งนี้ในการนำอุปกรณ์ทางการทหารมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมนั้นจะต้องมีการตรวจสอบเพื่อเอา PCBs และแร่ใยหินออกเช่นเดียวกันกับเรือเหล็กขนาดใหญ่ เพื่อลดความเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทางทะเล นอกจากนี้ ยังต้องมีการตรวจสอบรายการเพื่อความเตรียมพร้อมก่อนการนำไปใช้เป็นแนวปะการังเทียม ได้แก่ การถอดเครื่องยนต์ และระบบไฟ การระบายและการปิดผนึกถังน้ำมันเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์ การระบายของเหลวในระบบขับเคลื่อน การถอดระบบไฮโดรลิคทั้งหมด การถอดระบบดับเพลิง การถอดระบบกัมมันตภาพรังสี และกระบวนการทดสอบเพื่อการตรวจจับรังสี การถอดแบตเตอรี่ การเชื่อม หรือ การนำฝาท้ายและประตูเครื่องด้านหลังออก รวมทั้งการถอดผ้าคลุมเบาะนั่งสังเคราะห์ ทั้งนี้การเตรียมพร้อมสำหรับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รถถังในการนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียม ยังต้องดูให้ครอบคลุมถึงความปลอดภัยของปืนหลัก ได้แก่ การเชื่อมก้นกลไก และการนำลูกกระสุนที่เหลือทั้งขนาดเล็กและใหญ่ออก

ข้อดี โดยเฉพาะรถถัง คือ มีความแข็งแรง ความมั่นคงในระดับสูง เพราะน้ำหนักที่มากของตัวถัง ถึงแม้จะต้องพบกับสภาพอากาศที่รุนแรง มีประสิทธิภาพในการขนย้าย เนื่องจากสามารถรองรับในการโหลดขึ้นและลงเรือได้ ทั้งนี้**ข้อเสีย**จากการนำอุปกรณ์ทางการทหารมาใช้เป็นแนวปะการังเทียม คือ วัสดุประเภทอลูมิเนียม และโฟมไม่มีความทนทานในน้ำทะเล และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การหลุดและลอยตัวของโฟม ค่าใช้จ่ายจำนวนมากในการขนส่งและการทำความสะอาดเพื่อเตรียมความพร้อมในการนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียม

2.2.9 วัสดุจากธรรมชาติ

วัสดุจากธรรมชาติมีรายละเอียดดังนี้

2.2.9.1 ไม้และท่อนซุง ถูกนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมในหลายๆ แห่งของโลก (Holbrook, 1860) รวมทั้งไม้ไผ่ ต้นปาล์ม และต้นคริสต์มาสในการดึงดูดปลา ที่เรียกว่า Fish Attraction Devices (FADs) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำการประมงพื้นบ้านมาตั้งแต่ดั้งเดิม (R. Grove et al., 1991)

โดยมี**ข้อดี** คือ ความพร้อมในการใช้งานและการหาได้ง่ายตามธรรมชาติ การเพิ่มห่วงโซ่อาหารจากการย่อยสลายของไม้ให้กับสิ่งมีชีวิตทางทะเล (Shinn & Wicklund, 1989) ในขณะเดียวกัน**ข้อเสีย** คือ การทำลายทรัพยากรธรรมชาติทางบกจากการตัดไม้ ความไม่ทนทานจากการเสื่อมสภาพได้เร็ว และความไม่มั่นคงจากการมีน้ำหนักเบา

2.2.9.2 เปลือกหอย โดยเฉพาะเปลือกหอยนางรม ถูกใช้เป็นแนวปะการังเทียมใกล้กับแนวชายฝั่ง โดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อการดึงดูดปลาในการประมง

ข้อดีจากแนวปะการังเทียมจากเปลือกหอย คือ สามารถเป็นแนวปะการังได้ดีในแหล่งน้ำตื้น ไม่รบกวนการใช้งาน หรือ ทำให้อุปกรณ์การประมงเกิดความเสียหายได้จากการใช้แนวปะการังเทียมชนิดอื่น รวมทั้งความเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมทางทะเล ส่วน**ข้อเสีย** คือ กระบวนการสร้างแนวปะการังเทียมจากเปลือกหอยซึ่งต้องมีการขุดลอกทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศเดิม ทั้งนี้การใช้แนวปะการังเทียมที่ทำจากเปลือกหอยนั้นมีน้ำหนักเบา ทำให้ถูกทับถมได้ง่ายโดยทรายและโคลนใต้ทะเล

2.2.9.3 หินปูน หินปูนเป็นหนึ่งในวัสดุที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาเป็นแนวปะการังเทียม (Boulder Reefs) โดยมีจุดกำเนิดมาจากการดำเนินงานของเหมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในเขตที่มีแนวปะการัง โดยแนวปะการังจากหินปูนอาจจะเป็นได้ทั้งหินก้อนใหญ่ก้อนเดียว หรือ หินหลากหลายขนาดที่ถูกจัดวางเรียงไว้เป็นแนว ในรูปแบบเชิงซ้อน ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากความซับซ้อนของขนาด และรูปร่างที่แตกต่างกันของโครงสร้างของตัวหินปูนเอง ทำให้กลายเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่มั่นคงโดยเฉพาะในน้ำตื้น ทั้งนี้ความแข็งแรงของแนวประการังเทียมในประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของหิน โดยหินแกรนิตจะมีความแข็งแรงมากที่สุด (R. Lukens et al., 2004)

ข้อดีของแนวปะการังเทียมจากหินปูน คือ ความเข้ากันได้ และความไม่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ เนื่องจากหินประกอบด้วยแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นหลัก มีความแข็งแรงคงทนพอที่จะช่วยป้องกันแนวพายุได้ มีความสะดวกในการจัดการและปัญหาเรื่องความสกปรกจากการตกตะกอนรอบแนวหิน ในขณะที่**ข้อเสีย**เพียงเล็กน้อย คือ ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่ค่อนข้างสูง

2.2.10 ยานพาหนะ

จากการทบทวนวรรณกรรม มีข้อมูลการนำยานพาหนะมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมตั้งแต่ปี 1958 (Carlisle et al., 1964) โดยมีการสำรวจจากการศึกษา พบว่า แนวปะการังจากยานพาหนะค่อนข้างมีประสิทธิภาพด้านการห่อหุ้มโดยการยึด หรือ ลงเกาะของสิ่งมีชีวิต และเจริญเติบโตขึ้นบนพื้นผิวโลหะโดยรอบของตัวยานพาหนะหลังจากที่ได้มีการนำไปใช้ในระยะเวลาประมาณ 1 ปี

โดย**ข้อดี** คือ ตัวถังรถยนต์ที่พร้อมในการนำไปใช้งานได้เลยโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรขนาดใหญ่ในการขนย้าย ส่วน**ข้อเสีย** คือ ขั้นตอนในการเตรียมการ การถอดวัสดุ เช่น การระบายและการเจาะถังน้ำมันเพื่อป้องกันการลอยตัว การทำความสะอาดเครื่องยนต์ด้วยไอน้ำ หรือ การนำเครื่องยนต์ออก การถอดสายเบรก และชิ้นส่วนสายไฟ (PCBs) การระบาย หรือถอดของเหลวในระบบขับเคลื่อนและระบบหล่อเย็นที่ส่วนใหญ่เป็นสารในการป้องกันการแข็งตัวออก ซึ่งต้องใช้แรงงานมาก รวมทั้งปัญหาด้านตัวถังของรถยนต์ที่ไม่มีความมั่นคงเนื่องจากมีน้ำหนักเบาและวัสดุตกค้าง เช่น ไฟเบอร์กลาส ยาง และพลาสติกที่ติดกับตัวถังซึ่งอาจสร้างปัญหาให้กับสภาพแวดล้อมทางทะเลในภายหลังจากการกัดกร่อน

2.2.11 ยางรถยนต์

ยางรถยนต์ส่วนใหญ่ผลิตจากยางสังเคราะห์ และยางธรรมชาติ แนวปะการังที่ทำจากยางรถยนต์พบตั้งแต่ในช่วงปี 1950 – 1960 (Carlisle et al., 1964) โดยมีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการ ได้แก่ (1) การพัฒนาแนวปะการังเทียมจากวัสดุที่สามารถหาและจัดทำขึ้นได้ง่ายโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย (R. Stone & Buchanan, 1970) (2) การจัดการในการหาทางออกที่เป็นไปได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สำหรับปัญหาการกำจัดขยะมูลฝอยที่เพิ่มขึ้น (R. B. Stone et al., 1974) ทั้งนี้แนวปะการังเทียมที่ทำมาจากยางรถยนต์ถูกมองว่าเป็นทางเลือกในการกำจัดขยะที่มีต้นทุนต่ำ

ข้อดีของปะการังเทียมที่มาจากยางรถยนต์ คือ มีน้ำหนักเบา และมีจำนวนมาก สามารถนำมาใช้งานได้ง่าย มีอายุการใช้งานยาวนาน ทนทานต่อสภาพแวดล้อมทางทะเล (Parker Jr et al., 1974; Tolley, 1981; Mathews, 1983) ในขณะเดียวกัน **ข้อเสีย** คือ แนวปะการังเทียมจากยางรถยนต์ที่มีการยึดติดกับโครงสร้างคอนกรีตโดยใช้ เชือก สายไฟ เหล็กเส้น หรือ พลาสติกนั้น พบว่าวัสดุยึดติดดังกล่าว มีการเสื่อมสภาพก่อนยางรถยนต์ (Peacock et al., 2010) เนื่องจากตัวยางรถยนต์ที่มีน้ำหนักเบา ทำให้ต้องมีการถ่วง หรือ วางไว้ในระดับความลึกที่เหมาะสมเท่านั้น นอกจากนี้ ยังพบปัญหาเรื่องความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตต่ำเนื่องจากไม่มีความซับซ้อน รวมทั้งปัญหาด้านปิโตรเคมี และสารพิษตกค้างจากยางรถยนต์ ที่อาจทำให้เกิดผลเสียต่อสภาพแวดล้องทางทะเล และปัญหาด้านค่าใช้จ่ายและแรงงานที่เกิดขึ้นในการสร้างแนวปะการังเทียมจากยางรถยนต์ที่อาจไม่มีความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นที่สามารถใช้ทดแทนกันได้

2.2.12 เครื่องใช้ไฟฟ้า

เครื่องใช้ไฟฟ้า ได้แก่ เครื่องซักผ้า เครื่องอบผ้า ตู้เย็น และเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนอื่นๆ ถึงแม้จะมีการนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียมบ้าง แต่ไม่มีการอ้างอิงถึงการใช้งานจากบททบทวนวรรณกรรม

ข้อดี คือ เครื่องใช้ไฟฟ้ามีให้เลือกใช้หลากลาย สามารถจัดการได้ง่ายทั้งบนบกและในทะเล **ข้อเสีย** คือ ความทนทานจากวัสดุ และน้ำหนักเบาที่ไม่เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมทางทะเล

2.2.13 วัสดุเบ็ดเตล็ดอื่น

วัสดุเบ็ดเตล็ดอื่นๆ คือ วัสดุที่อาจนำมาทำเป็นแนวปะการังเทียมได้ แต่ควรมีการคำนึงถึงการใช้งานที่เหมาะสม ความแข็งแรงทนทาน และความเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมทางทะเล โดยวัสดุที่ถูกยกตัวอย่างจากการศึกษาของ R. Lukens et al. (2004) ได้แก่ พลาสติก ไฟเบอร์กลาส (FRG) ท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) และโลหะอื่น เช่น ถังขยะ ปั้นจั่นขนาดใหญ่ ถังน้ำมันขนาดใหญ่ คานคอนกรีตก่อสร้าง ชิ้นส่วนโครงสร้างสะพาน เป็นต้น เซรามิค เช่น สุขภัณฑ์ อ่างอาบน้ำ อ่างล้างมือ เป็นต้น จากรายการข้างต้น จะเห็นได้ชัดว่า วัสดุทั้งหมดนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพและความเหมาะสมมากพอที่จะนำมาใช้เป็นปะการังเทียมอย่างแท้จริง ทั้งนี้ในกรณีที่จำเป็นหรือ ต้องการนำมาใช้เป็นแนวปะการังเทียม จะต้องมีการศึกษา และการจัดการที่ดีเพื่อให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังสูงสุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

2.3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD)

Krishnan & Ulrich (2001) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) หมายถึง การสร้างโอกาสทางการตลาด และเทคโนโลยีในตัวผลิตภัณฑ์ให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปสู่เชิงพาณิชย์ได้

Cooper & Kleinschmidt (1994) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) เป็นกระบวนการ (Processes) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลายขั้นตอน แต่ขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่สุด ได้แก่ ขั้นตอนแรก (Initial Stages) ของกระบวนการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวคิดของผลิตภัณฑ์ใหม่ (Idea Generation) และการคัดเลือก หรือ การกลั่นกรองแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Idea Screening) ต่างๆ ที่ได้มาจากการระดมสมอง (Brainstorming) โดยในช่วงการสร้างแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ใหม่ (Idea Generation) นั้น เป็นช่วงที่มีความสำคัญมากที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ หรือ ความล้มเหลวของโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่างๆ โดยขั้นตอนในช่วงดังกล่าวได้ถูกศึกษา และนิยามจากนักวิชาการหลายท่าน เช่น ขั้นตอนก่อนการพัฒนา (Pre-development) กิจกรรมก่อนเริ่มโครงการ (Pre-project Activities) Fuzzy Front End หรือ ขั้นแรกก่อนเริ่มโครงการ (Pre-phase 0) เป็นต้น

ความร่วมมือในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Collaborative New Product Development) เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างบุคลากรภายในองค์กรและภายนอกองค์กรเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาซึ่งความสำเร็จในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เพราะทำให้การพัฒนาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ออกมาได้ตรงความต้องการตลาดได้มากที่สุด และสามารถลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลักษณะโดยทั่วไปของโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ คือ ความไม่แน่นอน และความเสี่ยงในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

Barki & Pinsoneault (2005) กล่าวว่า พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดจากความสามารถขององค์กรในการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างนวัตกรรม การนำความรู้และทักษะหลายๆ ด้าน ทำให้เกิดการรวมหลายแหล่งที่มาของแนวความคิด เกิดการออกแบบ และการสร้างแนวความคิด ที่ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง

พลวัต (2558) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) หมายถึง กระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ร่วมกัน (Collaborate New Product Development) โดยการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Grant & Baden-Fuller (2004) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) เป็นการร่วมมือกันเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาและยกระดับนโยบาย แผนพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ในด้านความร่วมมือเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์

Distanont et al. (2012) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) เป็นการการร่วมมือกันพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ใหม่มีคุณภาพ โดยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จะประสบความสำเร็จได้ ต้องมีการร่วมมือกันเพื่อถ่ายโอนข้อมูลหรือ ความรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งกันและกัน

Abhari et al. (2020) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่ครอบคลุมถึงการออกแบบ เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ สำหรับการสร้าง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างต่อเนื่องทั้งระยะก่อนและหลังการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้บรรลุความสำเร็จในสภาวะตลาดและเศรษฐกิจ เนื่องจากในโลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วไปพร้อมกับเทคโนโลยีที่ก้าวหน้า ด้วยเหตุผลนี้บริษัทต่างๆ จึงต้องมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อยู่ตลอดเวลา เพื่อตอบโจทย์ระหว่างลักษณะของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่จะพัฒนาขึ้น และความต้องการที่แท้จริงของลูกค้า รวมทั้งกระบวนการในการผลิตที่คล่องตัวมากขึ้น เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด (Owens & Atherton, 2018) ซึ่งเป็นการเพิ่มข้อได้เปรียบทางการค้าในตลาดให้อยู่เหนือคู่แข่ง โดยการเปลี่ยนแปลงและการเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วนี้จำเป็นต้องใช้กระบวนการสร้างสรรค์ทางนวัตกรรม และการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ที่รวดเร็วไปพร้อมกันด้วย (Hannola et al., 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นกระบวนการเพื่อช่วยในการตัดสินใจที่มีผลต่อความอยู่รอด และความสำเร็จขององค์กรธุรกิจในปัจจุบัน โดยกระบวนการนี้จะแตกต่างกันออกไปตามรายละเอียด และจำนวนของแต่ละขั้นตอน ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ และความซับซ้อนขององค์กร (Varandas et al., 2017) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างในตลาด เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ และการกำหนดกลุ่มเป้าหมายตลาดที่น่าสนใจ ในขณะเดียวกันการพิจารณาการใช้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากรูปแบบทั่วไปจะแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์กร ซึ่งจะปรับเปลี่ยนไปตามผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนา (Rudder et al., 2001)

Phillips et al. (1999) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) เป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในองค์กรที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ซึ่งพบว่าองค์กรที่มีการ

ทำงานข้ามสายงาน (Cross Functional) จะสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ได้รวดเร็วกว่าองค์กรที่มีลักษณะโครงสร้างทั่วไป

Yan & Dooley (2014) กล่าวว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานร่วมกันของทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ประกอบด้วย

- **ความรู้และทักษะ (Knowledge and Skill)** ของผู้ทำงานร่วมกัน มีส่วนช่วยในการคิดสร้างสรรค์แนวคิด และการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ได้โดยที่สมาชิกในทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต้องมีความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาใหม่ในโครงการนั้นๆ และความรู้เฉพาะด้านของบุคคลนั้นๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ในการทำงานเฉพาะด้านของบุคคลนั้น
- **การสนับสนุนซึ่งกันและกัน (Mutual Support)** ทั้งการสนับสนุนระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และการสนับสนุนจากภายนอกกลุ่มการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เช่น การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูงที่ทำให้ความสามารถในทีมงานการดำเนินโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาศัยการสนับสนุนทางองค์ความรู้และความเชี่ยวชาญ (Hoegl & Proserpio, 2004)
- **การสื่อสาร (Communication)** การสื่อสารที่ถูกต้องและรวดเร็ว จะช่วยสนับสนุนให้การดำเนินโครงการในด้านการประเมินสถานการณ์ และการเลือกวางแผนที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Mishra & Shah, 2009) ความสามารถในการสื่อสาร และการทำงานร่วมกันทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และลดปัญหาด้านความขัดแย้ง
- **การประสานงาน (Coordination)** ระหว่างสมาชิกในทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้ลดเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ทั้งด้านการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาในขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขัน เนื่องจากเมื่อมีการใช้ระยะเวลาในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ลดลง ทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่นั้นออกสู่ตลาดเร็วขึ้น (Lager & Frishammar, 2012)

ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) หมายถึง การร่วมมือกันพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อสร้างโอกาสเชิงพาณิชย์ และเพิ่มขีดความสามารถทางธุรกิจ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ประกอบด้วยขั้นตอนเริ่มต้น (Initial Stages) ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ใหม่ ขั้นก่อนการพัฒนา (Pre-development) ซึ่งเกิดจากความร่วมมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Collaborative New Product Development) ที่อาจเกิดจากร่วมมือกัน

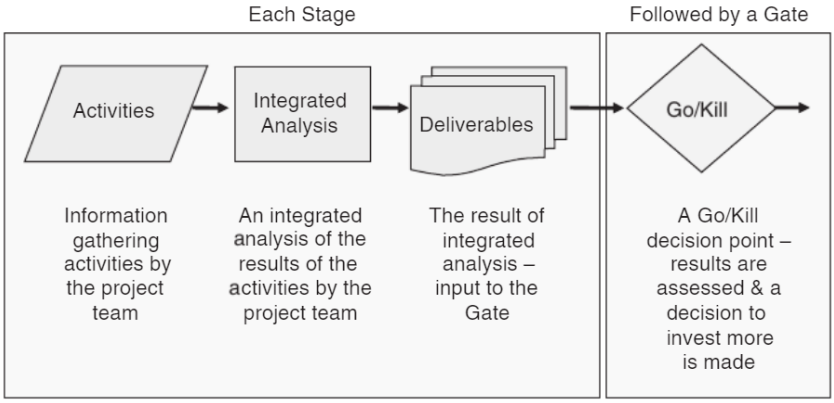
ระหว่างบุคลากรภายในองค์กรและภายนอกองค์กร ซึ่งแต่ละขั้นตอนทีมพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จะต้องมีความรู้ ทักษะเฉพาะด้าน มีการสนับสนุนซึ่งกันและกัน มีการสื่อสาร และมีการประสานงานซึ่งกันและกัน ผู้วิจัยจึงได้นำแนวคิดด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ และแนวคิดเรื่องประเภทของปะการังเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมาเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

จะเห็นได้ว่ากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นั้น ถูกพัฒนามาอย่างยาวนาน ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรวบรวมข้อมูลก่อนการนำไปสู่การตัดสนใจในขั้นตอนถัดไป ซึ่งในระหว่างแต่ละกระบวนการนั้นจะมีจุดตรวจสอบ และหยุดจนกว่าจะรวบรวมข้อมูลให้ได้มากขึ้น เพื่อการตัดสินใจที่ดีขึ้น โดยจุดตรวจสอบนี้จะเป็นกระบวนการในการช่วยลดความเสี่ยงในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการจัดลำดับความสำคัญของแนวคิด และการจัดสรรทรัพยากร (Griffin & Belliveau, 1997; Schmidt et al., 2009) แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการหลัก ได้แก่ การคัดกรองแนวคิด การเรียงลำดับในการพัฒนาและการทดสอบ และการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์อย่างมีประสิทธิผล โดยหนึ่งในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้รับความนิยม ถูกเรียกว่า New Product Development (NPD) โดย Cooper (1993) ในยุคสมัยแรกของการพัฒนาพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ถือได้ว่าเป็นช่วงที่มีความพยายามที่เสี่ยงที่สุดขององค์กร แต่ก็เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดที่หลีกเลี่ยงไม่ได้เช่นกัน เนื่องจากมีอัตราความล้มเหลวในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จำนวนมาก และหลายองค์กรต้องเผชิญกับความเสี่ยงในการสูญเสียเงินลุงทุนจำนวนมากในกระบวนการนี้ ดังนั้นในช่วงเริ่มแรกที่มีการพัฒนาเครื่องมือนี้ในยุค 1990 องค์กรจะต้องทำความเข้าใจ และการจัดการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเป็นอย่างดี (Cooper, 1990)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิวัฒนาการของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้นเริ่มจากการพัฒนาในรูปแบบเชิงเส้น (Linear Model) ในขณะที่การศึกษาของ Rothwell (1994) พบว่าในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในรูปแบบเชิงเส้นที่เกิดขึ้นในองค์กรต่างๆ นั้นไม่เพียงพอ แต่จะต้องให้ความสำคัญกับการเข้ามามีส่วนร่วมจากลูกค้า หรือ ความร่วมมือในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Collaborative New Product Development) ตามบททบทวนวรรณกรรมที่ได้ศึกษาไว้ นอกจากนี้แล้วยังมีการศึกษาของ West & Bogers (2014) และ Ahn et al. (2016) ที่แสดงให้เห็นถึงประโยชน์จากการรับนวัตกรรมภายนอกเข้ามาในองค์กร ซึ่งทำให้เห็นว่าการรับนวัตกรรมจากภายนอกนั้นเป็นส่วนที่จะช่วยส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรมขององค์กร การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ แนวคิดของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ หรือ การค้าผลิตภัณฑ์ (Koen et al., 2002)

พื้นฐานของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่องค์กรโดยทั่วไปรู้จัก และใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ Stage-Gates Model ของ Cooper & Kleinschmidt (1986) และ Cooper (1990) โดยประกอบไปด้วยกิจกรรมขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (The Stages) และจุดช่วยในการตัดสินใจ (The Gates) ในแต่ละขั้นตอนเพื่อตรวจสอบ และการตัดสินใจว่าในแต่ละขั้นตอนนั้นควรที่จะดำเนินการต่อไปหรือไม่ (Go/Kill) (Cooper, 2008) ดังแสดงในภาพที่ 9 ต่อไปนี้



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลภายใน Stage-Gate ตามด้วยกระบวนการตัดสินใจ Go/Kill
ที่มา: Cooper (2008)

กระบวนการที่เรียกว่า Stage Gate นี้ เป็นแนวคิด และแผนผังสำหรับการดำเนินงานในการทำให้เกิดนวัตกรรม ซึ่งถือได้ว่าเป็นแบบแผนสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ประกอบไปด้วยชุดกิจกรรมของแนวทางปฏิบัติที่ดี (Best Practice) ที่จะต้องดำเนินไปแต่ละขั้นก่อนที่จะไปถึงจุดที่จะต้องตัดสินใจต่อๆ ไป แบ่งออกเป็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **The Stages**

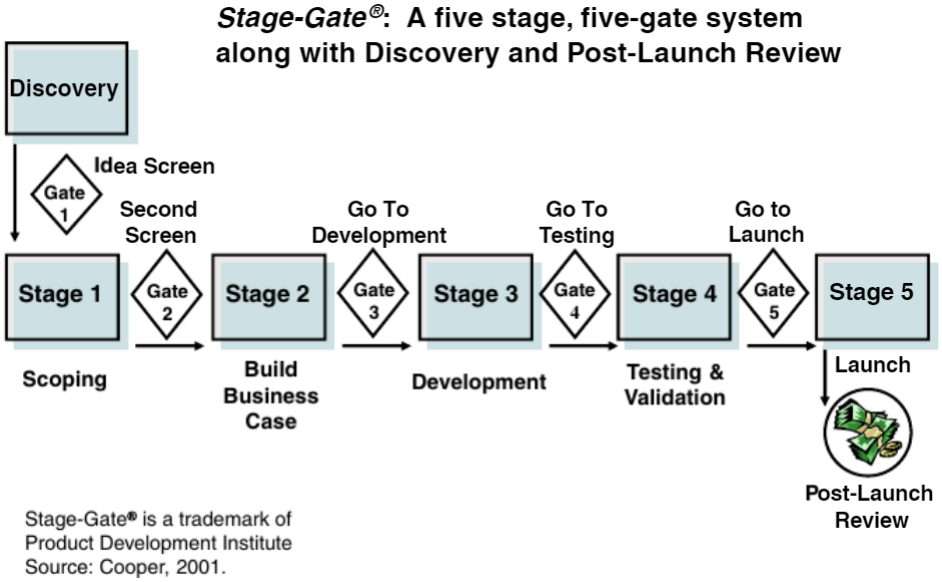
  ในแต่ละขั้นตอน หรือ Stage ถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลเพื่อลดความเสี่ยงและความไม่แน่นอนภายใต้วัตถุประสงค์ในแต่ละขั้นของกระบวนการเพื่อดำเนินการในขั้นต่อไป โดยในแต่ละขั้นตอนนั้นจะมีต้นทุนในการพัฒนาสูงกว่าขั้นตอนก่อนหน้า และในแต่ละขั้นตอนนั้น องค์กรสามารถทำงานร่วมกันด้วยการข้ามสายงานได้ (Cross-Functional Team) ประกอบไปด้วย กิจกรรม (Activities) เป็นกิจกรรมการทำงานตามขั้นตอนและแบบแผนของผู้ที่เข้าร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์แบบบูรณาการ (Integrated Analysis) เป็นการร่วมกันวิเคราะห์เพื่อสรุปผลลัพธ์ระหว่างหัวหน้างานและนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการร่วมกันวิเคราะห์ผลแบบข้ามสายงาน

และการส่งมอบ (Deliverables) เพื่อเป็นการเสนอ และส่งมอบผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปยังประตู หรือ Gate ต่อไป

- **The Gates**

  ภายหลังจากของแต่ละขั้นตอน จะมีการสรุปข้อมูลใน The Gates ที่เรียกว่าประตู เพื่อเป็นจุดตรวจสอบ และช่วยในการตัดสินใจในการพัฒนาต่อ การยุติ การถือ หรือการนำโครงการกลับมาใช้ใหม่ (Go/Kill/Hold/Recycle) ประกอบด้วย การส่งมอบ (Deliverables) เป็นการทบทวนข้อมูลเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้มาจากกิจกรรมในขั้นตอนที่ผ่านมา เกณฑ์การตัดสิน (Criteria) เป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจของโครงการ และผลลัพธ์ในการตัดสินใจ (Outputs) เป็นผลลัพธ์ของแผนงานที่ชัดเจน ซึ่งได้รับการยอมรับ เพื่อนำไปใช้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

แนวคิดนี้ถูกพัฒนาออกมาเป็นต้นแบบของ Stage-Gates Model (Cooper, 1990) และถูกพัฒนาอยู่เรื่อยมาภายใต้การนำแนวคิดใดแนวคิดหนึ่งที่เป็นไปได้มาพัฒนา และนำไปสู่การเปิดตัวที่สามารถนำไปใช้ในตลาดได้จริง (Idea-to-launch System) (Cooper & Edgett, 2005) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เริ่มต้นจากขั้นตอนการคิดเพื่อให้เกิดการค้นพบ และลงท้ายด้วยการทดสอบ หรือตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจก่อนการเปิดตัวผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพ 10



ภาพที่ 10 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่เรียกว่า Stage-Gates Model

ที่มา: Cooper (2008)

- **Discover** การหาที่มาของโอกาสในการสร้างสรรค์แนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ เช่น การดูข้อเสนอแนะ หรือ ผลการตอบรับที่ได้จากลูกค้าหรือในตลาดปัจจุบันเพื่อการหา Insight ในการยกแนวความคิดมาพัฒนาความต้องการแอบแฝง (Unmet Need) ได้อย่างรวดเร็วขึ้น
- **Stage 1 (Scoping)** การคัดกรองแนวความคิดอย่างรวดเร็ว และการกำหนดขอบเขตของผลิตภัณฑ์
- **Stage 2 (Build Business Case)** เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการประเมินความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี และความน่าสนใจตามแนวโน้มที่กำลังเจริญเติบโตของตลาด รวมทั้งการสำรวจความได้เปรียบเหนือสินค้าคู่แค่ง และสินค้าทดแทนในตลาดเพื่อให้สอดคล้องกับขอบเขตในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่วางไว้
- **Stage 3 (Development)** การวางแผนการพัฒนาจากขอบเขตของผลิตภัณฑ์ที่ได้โดยละเอียด เริ่มทำการออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนนี้ยังรวมไปถึงการลงรายละเอียดด้านการผลิต และแผนทางการตลาดเพื่อนำไปพัฒนาในขั้นตอนต่อไป
- **Stage 4 (Testing and Validation)** การพิสูจน์ และการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มาจากขั้นตอนการพัฒนา รวมทั้งการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ของกลุ่มลูกค้าที่กำหนดไว้
- **Stage 5 (Launch)** การเริ่มกระบวนการผลิต และกระบวนการทางการตลาดอย่างเต็มรูปแบบ

ทั้งนี้ Stage Gate เป็นกระบวนการเพื่อแก้ไขขั้นตอนการพัฒนานวัตกรรมในอดีตที่ใช้เวลานาน และมีกระบวนการที่เป็นลำดับขั้นจากแผนกสู่แผนก มาสู่ชุดกระบวนการพัฒนาแบบคู่ขนาน การทำกิจกรรมอื่นควบคู่กันไป และยังอนุญาตให้เกิดการทำงานข้ามแผนกหรือสายงานได้ในเวลาเดียวกัน รวมทั้งกระบวนการทางธุรกิจ ซึ่งทำให้กระบวนการพัฒนามีความรวดเร็วมากขึ้นกว่าเดิมมาก

Stage Gate ยังถือได้ว่าเป็นกระบวนการพัฒนาที่ยืดหยุ่น และไม่ใช่ระบบเชิงเส้น (Linear System) สามารถปรับแต่งกระบวนการให้เข้ากับสถานการณ์ที่เหมาะสมในบริบทของตนเองจนสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ประสบความสำเร็จได้ ไม่ว่าจะเป็นการย้ายกิจกรรมในการทำก่อน – หลัง หรือ ข้ามกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งในกรณีที่ต้องใช้เวลาในการทำกิจกรรมนาน โดยมุ่งเน้นไปที่การทำซ้ำวนไปวนมาในแต่ละ Stage

ปัจจุบันบริษัทต่างๆ ได้เปลี่ยนรูปแบบการพัฒนานวัตกรรมจากการวิจัยภายใน สู่การมีส่วนร่วมเพื่อการวิจัยจากภายนอก เช่น การดึงความมีส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากลูกค้า

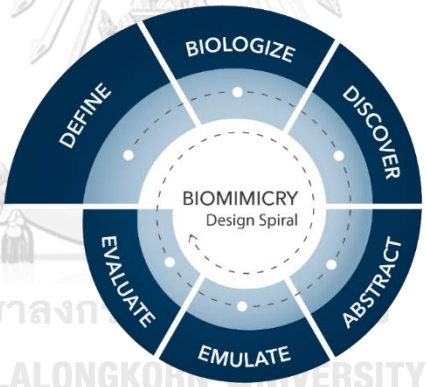
เป็นต้น ซึ่งการพัฒนาในรูปแบบนี้ทำให้เกิดการขยายผลอย่างเป็นวงกว้างในการสร้างนวัตกรรมแบบเปิด หรือที่เรียกว่า Open Innovation (Garcia-Haro et al., 2015; Bogers et al., 2018)

2.3.2 แนวคิดกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process)

กระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ประกอบด้วยขั้นตอนการออกแบบ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

- **กำหนดขอบเขต (Scoping)** การกำหนดปัญหาในการออกแบบ
- **สร้างแนวความคิดใหม่ (Idea Generation)** การสร้างแรงบันดาลใจ และการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมจากธรรมชาติ
- **วิศวกรรม และการประเมินผล (Engineering and Evaluation)** แนวทาง และกฎเกณฑ์ด้านความยั่งยืนสำหรับวิศวกรรมการผลิต

โดยมี The Biomimicry Spirals เป็นรูปแบบที่แสดงให้เห็นกระบวนการออกแบบของ Biomimicry ดังนี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 11 กระบวนการออกแบบชีวจำลอง (The Biomimicry Spirals)
ที่มา: The Biomimicry Institute (2021)

การปฏิบัติตามขั้นตอนการออกแบบชีวจำลองจะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการที่กระชับว่าด้วยองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการออกแบบที่ใช้ธรรมชาติเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.3.2.1 Define ระบุขอบเขตของปัญหา ความต้องการในการออกแบบ กฎเกณฑ์ และข้อจำกัดที่เกิดขึ้นขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการสำรวจ การตั้งคำถาม และการตั้งเป้าหมาย เพื่อทำความเข้าใจว่าการออกแบบนั้นๆ เป็นการทำอะไร เพื่อใคร

และในบริบทใด ซึ่งเป็นขั้นตอนสำหรับการเรียนรู้ การพูดคุยแลกเปลี่ยนกับผู้เชี่ยวชาญ และความต้องการจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่จะได้รับผลกระทบ โดยมุ่งเน้นสิ่งที่มีความเป็นไปได้บนพื้นฐานทรัพยากร และความสามารถที่มีอยู่

2.3.2.2 Biologize ระบุคำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์หน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพที่จำเป็น เพื่อเรียนรู้จากธรรมชาติ

ขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มต้นมองหากลยุทธ์ในการออกแบบที่เฉพาะเจาะจง โดยการตั้งคำถามชี้นำการวิจัยด้วย “ธรรมชาติเป็นอย่างไร” เพื่อไปสู่ขั้นตอนถัดไป (Discovery) ซึ่งอาจพิจารณาถึงความเป็นไปได้หลายวิธี ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะการกำหนดและวิเคราะห์คำถามที่ถูกต้อง จะนำมาซึ่งความสำเร็จและการประหยัดเวลาในกระบวนการออกแบบทั้งหมด

2.3.2.3 Discover มองหาแบบจำลองจากธรรมชาติ ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศที่สอดคล้องกันกับหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการออกแบบ รวมทั้งระบุกลยุทธ์ที่ธรรมชาติใช้เพื่อความอยู่รอด

เนื่องจากการออกแบบชีวจำลองขึ้นอยู่กับข้อมูลทางชีววิทยา ดังนั้นทักษะที่จำเป็นสำหรับการออกแบบชีวจำลอง คือ การรู้วิธีการหาแบบจำลอง และกลยุทธ์ทางชีววิทยา ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นที่การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิจัยโดยใช้คำถามที่ระบุไว้จากขั้นตอน Biologize เป็นแนวทางในการสำรวจ และสังเกตปฏิสัมพันธ์ของธรรมชาติที่หลากหลายอย่างใกล้ชิด รวมทั้งเรียนรู้วิธีการทุกอย่างเกี่ยวกับธรรมชาติเพื่อปรับ และเชื่อมต่อให้เข้ากันกับหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2.4 Abstract ศึกษาคุณลักษณะ หรือ กลไกการออกแบบที่สำคัญทางชีววิทยาอย่างรอบคอบ

เมื่อสามารถระบุกลยุทธ์ที่ตรงกับหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ได้แล้ว จะต้องมีการแปลกลยุทธ์ทางชีววิทยาเป็นกลยุทธ์การออกแบบ โดยการสร้างกลยุทธ์การออกแบบนี้จะมีไว้เพื่ออธิบายว่ากลยุทธ์ทางชีววิทยานั้นๆ ทำงานอย่างไร ในขั้นตอนนี้อาจมีการทำงานร่วมกันข้ามสายงาน เพื่อมุ่งเน้นไปที่ความเข้าใจ รวมทั้งการอธิบายสรุปถึงหลักการทำงาน และกลไกที่ทำให้มีประสิทธิภาพอย่างถูกต้อง เพื่อให้เห็นภาพและแสดงถึงความเข้าใจถึงคุณลักษณะในการนำไปออกแบบ

2.3.2.5 Emulate การมองหารูปแบบ และความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์ที่ค้นพบและขัดเกลาสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาของผลิตภัณฑ์ออกมา สิ่งเหล่านี้จะเป็นองค์ประกอบของการพัฒนาแนวคิดด้านการออกแบบของผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลเชิงลึกมาสร้างสรรค์การออกแบบผลิตภัณฑ์จากการรวบรวมสูตร (Recipe) หรือ พิมพ์เขียว (Blueprint) ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากธรรมชาติ รวมทั้งสำรวจความคิดเพื่อช่วยต่อยอดแนวคิดใหม่ๆ

2.3.2.6 Evaluate เป็นการประเมินแนวคิดการออกแบบว่าตรงกับกฎเกณฑ์ และข้อจำกัดที่เราต้องการหรือไม่ รวมทั้งพิจารณาความเป็นไปได้ทั้งทางรูปแบบธุรกิจ ทางด้านเทคนิค การปรับปรุง และทบทวนตามขั้นตอนของกระบวนการเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้จริง

การทดสอบแนวคิด และการเรียนรู้จากสิ่งที่ใช้ไม่ได้ เพื่อการพัฒนาการออกแบบที่ดียิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าขั้นตอนของการประเมินแนวคิดการออกแบบนี้จะถูกระบุว่าเป็นขั้นตอนสุดท้าย แต่การประเมินนั้นควรเกิดขึ้นหลายครั้ง ซึ่งจะมีความซับซ้อนมากขึ้นเรื่อยๆ ตลอดกระบวนการออกแบบ เช่น การสร้างแบบจำลอง การทดสอบเทคโนโลยี การตอบรับของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจ และช่วยให้เห็นถึงปัญหาที่อาจมีความผิดพลาดไป

ในขั้นตอนนี้จะรวมไปถึงการสร้างแบบจำลอง หรือ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) รวมทั้งการพิจารณาถึงข้อจำกัด และอุปสรรคในความเป็นไปได้ที่อาจเกิดขึ้นในการออกแบบและการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานจริง เช่น ข้อจำกัดของเทคโนโลยี ต้นทุนในการผลิต วัสดุที่ใช้ และข้อบังคับต่างๆ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในขณะที่ The Biomimicry Institute (2021) พบว่าหลายครั้งขั้นตอนเหล่านี้จะต้องทำซ้ำและทำกลับไปมาระหว่างขั้นตอน เพื่อผลลัพธ์การออกแบบที่ดีที่สุด ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลใหม่ๆ ในสมมติฐาน และผลลัพธ์อยู่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตามมีคำแนะนำให้ใช้เครื่องมือนี้ร่วมกับวิธีการออกแบบอื่นที่ผู้วิจัยใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้กระบวนการชีวจำลอง (Biomimicry) เป็นแนวทางในการร่วมพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วย

จะเห็นได้ว่ากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือ หรือ New Product Development (NPD) และกระบวนการออกแบบชีวจำลอง หรือ Biomimicry Design Process นั้นมีความสัมพันธ์

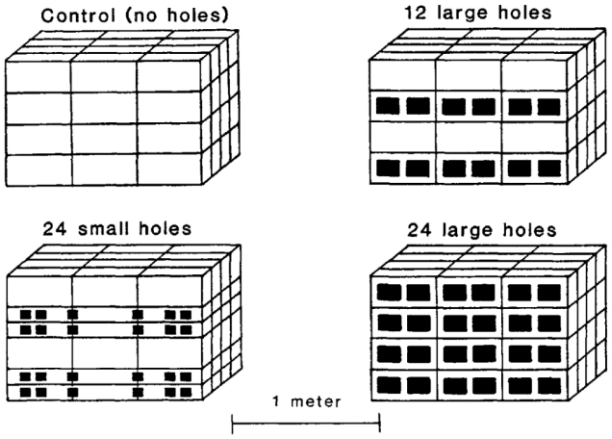
ที่เกี่ยวข้องกัน และยังเป็นการเสริมสร้างองค์ความรู้ในการสร้างสรรค์แหล่งที่มาใหม่ๆ ของนวัตกรรมที่เป็นผลลัพธ์จากแรงบันดาลใจของธรรมชาติที่ยั่งยืน และมีประสิทธิภาพ

2.3.3 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่กับความสัมพันธ์ของปะการังเทียมต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัย

การศึกษาของ Ukkrit (2002) พบว่ามีความเกี่ยวข้องกันระหว่างความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต และปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตที่มีปะการังจริงมาเกาะ โดยปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตที่มีปะการังจริงมาเกาะนั้นจะมีการอพยพของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งปลาที่หลากหลายสายพันธุ์มาอาศัยอยู่ มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตธรรมดา เพราะ การเกิดระบบนิเวศโดยปะการังธรรมชาติสามารถที่จะเป็นทั้งแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเพื่อดึงดูดปลาในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงเกิดการพัฒนา การรวมตัว รวมทั้งการฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่โดยการอพยพของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติจากแนวปะการังเดิมที่ได้รับความเสียหายในพื้นที่ต่างๆ นอกจากนี้การศึกษาของ Alvarez-Filip et al. (2011) ยังพบว่าโครงสร้างของปะการังเทียมนั้น ยิ่งมีความซับซ้อน และช่องว่างสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยมากขึ้น จะยิ่งส่งผลกระทบที่สำคัญโดยตรงต่อความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยที่มากขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งโครงสร้างที่มีความซับซ้อน และช่องว่างสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยที่มากขึ้นของปะการังนี้ จะส่งผลที่ดีกว่าต่อความอุดมสมบูรณ์ของการรวมตัวกันของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) รวมไปถึงในปลาขนาดเล็ก และช่วงชีวิตที่สำคัญช่วงแรกของปลาขนาดใหญ่ที่เข้ามาอยู่อาศัยซึ่งส่งผลต่อการเกิดห่วงโซ่อาหารที่ยาวกว่าตามธรรมชาติทางทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ จากการศึกษาของ Hixon & Beets (1989) ยังพบว่า การเลือกที่อยู่ของสัตว์น้ำในสภาพแวดล้อมทางทะเลขึ้นอยู่กับขนาดของแนวปะการัง ซึ่งจะส่งผลต่อการกระจายตัวของปลาในบริเวณนั้นๆ โดยการทดลองใช้แนวปะการังเทียมที่ทำจากอิฐบล็อกซึ่งมีช่องว่างหลากหลายขนาดเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่างกับจำนวนปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น พบว่าปลามักเลือกที่จะอาศัยอยู่ตามช่องว่างที่มีขนาดเท่ากับขนาดตัวของปลาด้วยเหตุผลในด้านการป้องกันตัวจากการถูกล่า



ภาพที่ 12 แนวปะการังเทียมที่ทำจากอิฐบล็อกซึ่งมีช่องว่างหลากหลายขนาดของ Hixon & Beets
ที่มา: Hixon & Beets (1989)

นอกจากขนาดช่องว่างของแนวปะการังเทียมที่มีความสำคัญแล้ว ยังพบว่าลักษณะรูปร่างที่มีความซับซ้อน และแหล่งที่ตั้งของปะการังเทียมก็ส่งผลต่อจำนวน และความหลากหลายของสัตว์น้ำ โดยปลาที่กินแพลงก์ตอน (Plankton) เป็นอาหาร จะมีจำนวนมากที่สุดในพื้นที่ตามแนวปะการังลาดชันที่อยู่บริเวณน้ำลึก (Deep Reef Slop) ส่วนปลาที่กินปะการังเป็นอาหาร ส่วนมากจะออกหากินในเวลากลางวัน ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดตามบริเวณแนวปะการังลาดชันไปจนถึงบริเวณน้ำลึก เพราะเป็นบริเวณที่มีเหยื่อที่เป็นอาหารอาศัยอยู่มากที่สุด ส่วนบริเวณแนวปะการังน้ำตื้น ซึ่งมีรูปร่างลักษณะที่ซับซ้อนมาก มักเป็นที่อยู่ของกลุ่มปลาขนาดเล็ก เพราะในแนวปะการังดังกล่าวมีช่องว่างเล็กๆ สำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยได้จำนวนมาก โดยในบริเวณแนวปะการังน้ำตื้นนี้พบว่ามีจำนวนสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยต่อหน่วยพื้นที่หนาแน่นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแนวปะการังในบริเวณอื่น เนื่องจากรูปแบบที่ซับซ้อนนั้นมีการแผ่ขยายกิ่งก้านทำให้มีช่องว่างที่เหมาะสม ส่งผลให้กลุ่มปลาขนาดเล็กเคลื่อนไหวในการหลบภัยจากนักล่าได้เป็นอย่างดี ในทางกลับกันปะการังในแนวราบทั้งในบริเวณน้ำลึก และน้ำตื้นจะมีจำนวนสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยต่อหน่วยพื้นที่ต่ำที่สุด แสดงให้เห็นถึงความไม่น่าดึงดูดต่อปลาทั่วไปในการเข้าไปอยู่อาศัยในบริเวณนั้น (Friedlander & Parrish, 1998) ทั้งนี้นอกจากปัจจัยด้านความซับซ้อนทางโครงสร้างของปะการังเทียมที่มีผลต่อความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยแล้ว (Bortone, 2011) ยังพบการศึกษาของ Rouanet et al. (2015) ที่แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางแสง และเงาก็มีความสำคัญต่อต่อปะการังเทียมเช่นกัน

จากข้อมูลข้างต้น ทำให้มีความเป็นไปได้ในการศึกษาต่อด้านการพัฒนาการออกแบบทางโครงสร้างของนวัตปะการังที่มีพื้นฐานมาจากวัสดุคอนกรีต หรือ ซีเมนต์ ความสัมพันธ์ต่อจำนวน

สิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยในแนวนวัตปะการัง และกระบวนการชีวจำลอง (Biomimicry) เพื่อความสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

2.3.4 แนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่กับวัสดุซีเมนต์ในการพัฒนาแนวปะการังเทียม

ความเข้ากันได้ของวัสดุกับสภาพแวดล้อมทางทะเลเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาแนวปะการังเทียมที่ประสบความสำเร็จ ปัจจุบันชิ้นส่วนซีเมนต์ หรือ คอนกรีตถูกนำมาใช้ในการผลิตปะการังเทียมเพื่อฟื้นฟูสภาพระบบนิเวศแนวปะการังอย่างแพร่หลายมากที่สุด เพราะ เป็นพื้นผิวที่มีความเสมือนจริงตามธรรมชาติมากที่สุด และมีอัตราความสำเร็จในการเข้ากันได้กับโครงสร้างทางชีวภาพของปะการังตามธรรมชาติสูง มีความแข็งแรง คงทน และเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมทางทะเล เนื่องจากมีองค์ประกอบของหินปูน หรือ แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นหลักเหมือนกัน จึงมีการพบเห็นกันได้ทั่วไปในปะการังเทียมที่ผลิตขึ้นมา และใช้กันอยู่ในท้องทะเลปัจจุบัน

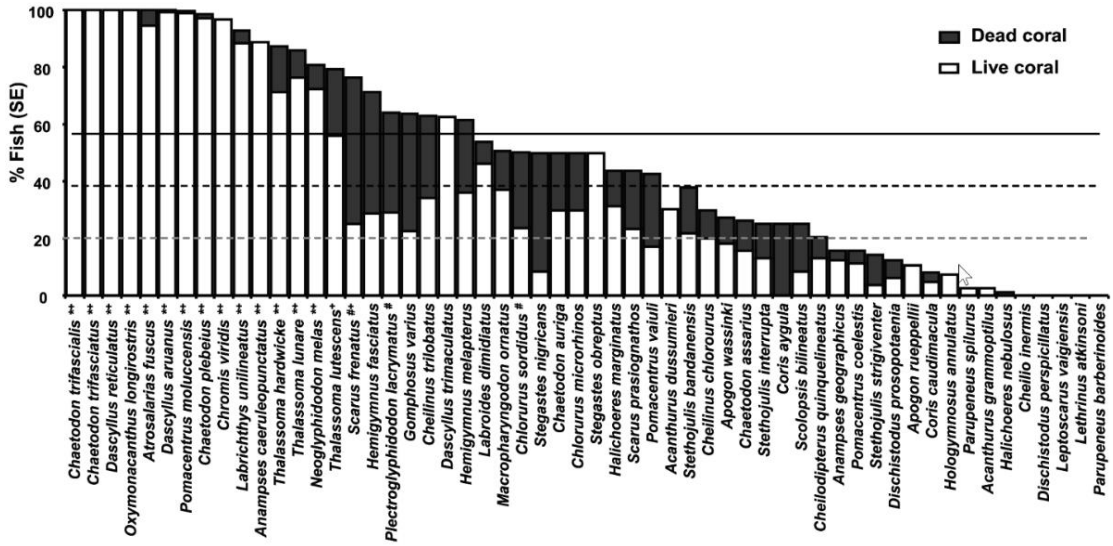
ผลการศึกษาของ Guilbeau et al. (2003) และ Xu et al. (2019) พบว่าปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผลิตปะการังเทียมทั่วไปนั้น (Portland Cement) มีค่าความเป็นกรด – ด่างที่สูง โดยมีค่า pH 13 โดยประมาณ ซึ่งจะต้องใช้เวลาปรับค่า pH ภายใต้สภาพแวดล้อมทางทะเลอย่างน้อยเป็นเวลา 6 เดือน ก่อนที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) บริเวณพื้นผิวของปะการังเทียมนั้นๆ จะเข้าใกล้ค่า pH ของน้ำทะเลตามธรรมชาติ ทำให้การยึดติด และการเจริญเติบโตของปะการังจริงนั้นใช้เวลานาน ซึ่งเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังไปด้วย

ในขณะเดียวกันการศึกษาของ Relini (2000) มีการแสดงให้เห็นว่าพื้นผิวของปูนซีเมนต์ที่มีสารเติมแต่งแร่ธาตุ เช่น เถ้าลอย (Coal Fly Ash Cement) และตะกรันเตาถลุงเหล็ก (Blast-Furnace Slag) มีการยึดติด และการเจริญเติบโตของปะการังจริงที่เร็วกว่าไม่มากนัก เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ต่ำกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดา (Portland Cement) แต่ยังคงมีปัญหาที่ตามมาเกี่ยวกับความเข้ากันได้กับธรรมชาติในเรื่องของความเป็นพิษจากการปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีอยู่ในซีเมนต์เหล่านี้ ซึ่งในส่วนนี้ จะต้องมีการศึกษาด้านวัสดุเพิ่มเติมในการทำงานวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในการขึ้นรูปปะการังเทียม ที่จะทำให้เกิดการฟื้นฟูได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ก่อให้เกิดมลพิษในสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตทางทะเล

โดยพื้นผิวซีเมนต์ที่เสมือนจริงนั้น มีความสำคัญในการคิดเพื่อพัฒนาการวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังเป็นอย่างมาก มีการศึกษาของ Wilson et al. (2010) ที่แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างจากซากปะการังที่ตายแล้ว (Dead Coral Habitat) มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล เพราะไม่ได้มีเพียงปลาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณแนวปะการังที่มีชีวิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เท่านั้น แต่ยังมีปลาบางสายพันธุ์ที่มักจะอยู่อาศัย และใช้ประโยชน์จากแนวปะการังที่ตายแล้ว นอกจากนี้การศึกษาของ Fitzhardinge & Bailey-Brock (1989) ยังมีการเปรียบเทียบวัสดุในการเกาะติด และเจริญเติบโตของปะการังพบว่า ซีเมนต์คอนกรีต และโลหะมีการลงเกาะของปะการังจริงมากที่สุด



ภาพที่ 13 สายพันธุ์ปลาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณแนวปะการังที่มีชีวิต
และที่อยู่อาศัยตามแนวปะการังที่ตายแล้ว
ที่มา: Wilson et al. (2010)

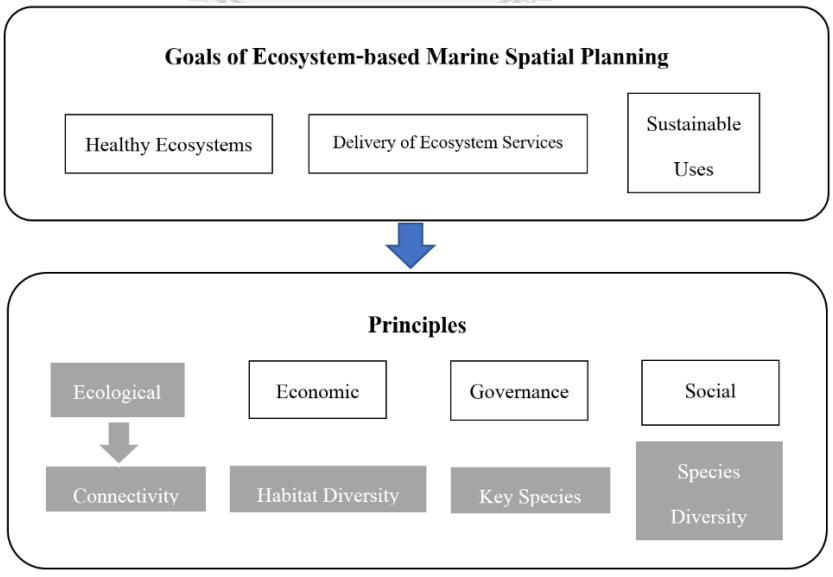
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.5 แนวคิดการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem Based Management: MSP)

การสร้างแนวปะการังเทียมทำให้เกิดประโยชน์ทางนิเวศวิทยา เศรษฐศาสตร์ และการจัดการทางทะเล ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มผลผลิตทางเศรษฐกิจในพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยในปัจจุบันมีปะการังเทียมหลากหลายประเภท และขนาดเพิ่มขึ้นในทะเลอย่างรวดเร็ว แต่ส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผน ความเข้าใจเรื่องบทบาทหน้าที่ ความสำคัญ และผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ทั้งในระบบนิเวศทางทะเล และชุมชนในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเลของแนวปะการังเทียมที่แท้จริง (Feary et al., 2011) ซึ่งในขณะนี้ยังไม่มีผลลัพธ์ใดที่บ่งชี้ถึงความสำเร็จได้อย่างชัดเจนในการกำหนดกฎเกณฑ์เพื่อประเมินประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องของการติดตามความเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณในระบบนิเวศทางทะเล และประโยชน์ ผลกระทบ หรือ ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาแนวปะการังเทียมในการบรรลุเป้าหมายเพื่อนำไปสู่การจัดการที่ใหญ่ขึ้นในการเชื่อมโยงเพื่อพัฒนานโยบายด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการเพื่อการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเล

แนวทางในการจัดการเชิงระบบนิเวศ หรือ Ecosystem-based Management จะช่วยให้สามารถวางแผนกิจกรรมทางทะเลเพื่อเป็นตัวชี้วัดถึงสภาพแวดล้อมที่ดี และความมีประสิทธิภาพของระบบนิเวศ สามารถทำให้เกิดการวางแผนกิจกรรมทางทะเลอย่างยั่งยืนได้ (Kirkfeldt, 2019) การจัดการเชิงระบบนิเวศเป็นการสร้างแนวทางสำหรับการนำไปปฏิบัติเพื่อลดแรงกดดันโดยรวมของกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทางทะเลที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยรวมที่ดีขึ้นภายใต้ขอบเขตการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่ที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์หลักของการจัดการเชิงระบบนิเวศ คือ การจัดการในการกำหนดกรอบการกำกับดูแล รวมทั้งการควบคุมเพื่อรักษาระบบนิเวศทางทะเล และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสะสมของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม (Halpern et al., 2008) เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการตอบสนองต่อความต้องการ และการใช้ประโยชน์จากมนุษย์ (Katsanevakis et al., 2011) แบ่งออกเป็น การสร้างความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพของระบบนิเวศและกิจกรรมของมนุษย์ มุมมองทางนิเวศวิทยา เศรษฐกิจ และสังคม รวมทั้งการสนับสนุนการจัดการในการกำหนดนโยบายในส่วนของการปกครองที่ต้องมีการประสานงานกันเกี่ยวกับระบบนิเวศในแต่ละเขต (Foley et al., 2010) โดยการจัดการเชิงระบบนิเวศ หรือ Ecosystem-based Management นั้นจะถูกขับเคลื่อนด้วยเป้าหมายที่ชัดเจนอันเป็นผลลัพธ์สูงสุดที่ตั้งไว้ และวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานภายในกรอบระยะเวลาที่ชัดเจน



ภาพที่ 14 แผนผังกระบวนการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเลโดยหลักการทางนิเวศวิทยา
ที่มา: Foley et al. (2010)

ทั้งนี้ในการจัดการที่เกิดขึ้นจะต้องสัมพันธ์กับค่านิยมทางสังคม หรือ วัฒนธรรมในแต่ละเขตพื้นที่ด้วย นอกจากนี้แล้วการจัดการเชิงระบบนิเวศอย่างมีแบบแผนจะนำไปสู่การวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเล หรือ Marine Spatial Planning (MSP) ที่ประสบความสำเร็จในกระบวนการกระจายเชิงพื้นที่ของกิจกรรมทางทะเลเพื่อรักษาการใช้ประโยชน์จากาทรัพยากรทางระบบนิเวศที่เหมาะสมจากกิจกรรมการใช้งานที่จำเป็นของมนุษย์ เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องต่อความจำเป็นในการใช้วัดผล และการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพของงานวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังนี้

2.4 แนวคิดการฟื้นฟูด้วยบริการทางระบบนิเวศ หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล

ความหมายบริการทางระบบนิเวศ

G.C. Daily (2013) กล่าวว่า บริการทางระบบนิเวศ หมายถึง งานบริการ หรือ งานนิเวศบริการที่ธรรมชาติเป็นผู้สร้าง ปกป้องและสนับสนุนการดำรงชีวิตของมนุษย์โดยไม่คิดค่าบริการ เช่น อาหาร ที่ดิน และอากาศบริสุทธิ์ เป็นต้น

สฤณี (2557) กล่าวว่า บริการทางระบบนิเวศ (Ecosystem Services) หมายถึง ประโยชน์ที่ธรรมชาติส่งมอบให้กับมนุษย์ ซึ่งได้แก่ อาหาร น้ำและทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการต่างๆ ทั้งนี้หมายรวมถึงการบรรเทา และรักษาระบบนิเวศ เช่น การดูดซับคาร์บอนและการบรรเทาภาวะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

ณิฏฐารัตน์ และคณะ (2549) กล่าวว่า บริการทางระบบนิเวศ หมายถึง หน้าที่ในการบริการของทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลนทำหน้าที่เสมือนการมอบสวัสดิการชายฝั่งให้กับชีวิตมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งการส่งมอบสวัสดิการเหล่านี้ จะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐศาสตร์ เช่น ชาวประมงพื้นบ้านสามารถจับกุ้ง หอย ปู ปลา เลี้ยงชีพต่อ หรือ การนำไม้ป่าชายเลนมาเป็นเชื้อเพลิงหุงต้ม ตลอดจนเป็นยาสมุนไพรรักษาโรค เป้นต้น

UNEP (2011) กล่าวว่า บริการทางระบบนิเวศ หมายถึง ผลประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ เช่น ธรรมชาติของน้ำ และป่าไม้ที่มีความสามารถในการควบคุมสภาพภูมิอากาศและการป้องกันภัยพิบัติทางธรรมชาติ การป้องกันการพังทลายของดิน การรองรับมลพิษ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเป็นแหล่งนันทนาการ และพื้นที่ที่เป็นความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

ปราโมทย์ และคณะ (ม.ป.ป.) กล่าวว่า บริการทางระบบนิเวศ หรือ “บริการทางด้านสิ่งแวดล้อม” หรือ “บริการทางด้านระบบนิเวศ” หมายถึง ผลประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากระบบนิเวศ

ทั้งจากสิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคน และสังคม เช่น น้ำ ไม้ซุง ความสามารถในการควบคุมสภาพภูมิอากาศ การคุ้มครองความเสี่ยงทางธรรมชาติ การควบคุมการกัดเซาะของดิน การพักผ่อนหย่อนใจ และการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

จตุพร (2557) กล่าวว่า Ecosystem Services (ES) หรือ นิเวศบริการ หมายถึง ประโยชน์ที่ธรรมชาติส่งมอบให้กับมนุษย์ โดยนิเวศบริการที่เราคุ้นเคยที่สุด ได้แก่ อาหาร น้ำสะอาด และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ในการผลิตสินค้า และบริการต่างๆ แต่ยังมีบริการอีกมากมายที่เรามักไม่ค่อยนึกถึง เช่น การดูดซับคาร์บอน และการบรรเทาภาวะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงของป่าไม้ การกรอง และทำน้ำให้สะอาดของพื้นที่ชุ่มน้ำ ฯลฯ ดังนั้น ถ้าเรามองระบบนิเวศในฐานะนิเวศบริการ เราก็จะสามารถมองสิ่งแวดล้อมว่าเป็น “สินทรัพย์” ที่ต้องพึ่งพา ดังนั้นการดูแลสิ่งแวดล้อม จึงเป็น “การลงทุน” ที่จำเป็น โดยต้องเลิกคิดว่าการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเป็น “ค่าใช้จ่าย” ที่ไม่ได้อะไรกลับคืน

กล่าวสรุปได้ว่า บริการทางระบบนิเวศ หมายถึง งานบริการ สวัสดิการ การบรรเทา การรักษาระบบนิเวศ และผลประโยชน์ต่างๆ จากระบบนิเวศที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียพึงได้รับ โดยไม่มีค่าบริการ เช่น อาหาร ที่ดิน อากาศบริสุทธิ์ การดูดซับคาร์บอน การบรรเทาภาวะสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง การป้องกันการพังทลายของดิน การรองรับมลพิษ การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การเป็นแหล่งนันทนาการ และพื้นที่ที่เป็นความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

บริการของระบบนิเวศเป็นเครื่องมือการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ (Roongtawanreongsri, 2015) ได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การวัดการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพการผลิต (Change in Productivity Approach)** เป็นวิธีการวัดมูลค่าทางเศรษฐกิจของทรัพยากรธรรมชาติ ในกรณีที่มนุษย์ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทางตรงในลักษณะการบริโภค ทำให้ปริมาณเปลี่ยนแปลงไป
- **การวัดความพึงพอใจแบบเปิดเผย (Revealed Preference)** เป็นการวิธีการวัดมูลค่าสำหรับการใช้ประโยชน์ทางตรงในลักษณะการบริโภคที่ไม่ทำให้ปริมาณเปลี่ยนแปลงไป เช่น ประโยชน์ที่ได้จากการเดินทางไปแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เป็นต้น
- **การวัดความพอใจทางตรง (Stated Preference)** เป็นวิธีการวัดมูลค่าจากการใช้ประโยชน์ทางตรงในลักษณะการบริโภคที่ไม่ทำให้ปริมาณ และมูลค่าการใช้ประโยชน์

ทางอ้อมเปลี่ยนแปลงไป แต่โดยทั่วไปแล้ววิธีการวัดความพอใจทางตรงนี้ มักจะใช้ในการประเมินมูลค่าที่ไม่ได้เกิดจากการใช้บริการของระบบนิเวศ

ทั้งนี้ ปราโมทย์ และคณะ (ม.ป.ป.) ยังกล่าวว่า การประเมินระบบนิเวศแห่งสหัสวรรษ (Millennium Ecosystem Assessment: MA) ที่ได้มีการติดตามประเมินสภาวะและแนวโน้มของระบบนิเวศ และบริการของระบนิเวศได้แบ่งบริการทางระบบนิเวศออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- **การเกิดแหล่งผลิต (Provisioning Service)**

  การเกิดแหล่งผลิต (Provisioning Service) เป็นการให้บริการวัตถุดิบในการผลิต ซึ่งถือได้ว่าเป็นบริการที่ให้ประโยชน์ทางตรง (Direct Benefit) ของระบบนิเวศ เช่น การเป็นแหล่งอาหาร พืชผล ปศุสัตว์ การประมง และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น

- **การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (Regulation Service)**

  การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (Regulation Service) เป็นบริการของระบบนิเวศที่ให้ประโยชน์ทางด้านการควบคุม การรักษาสมดุลของระบบ ให้สามารถตอบสนองความต้องการของสิ่งมีชีวิตได้ เช่น การควบคุมสภาพภูมิอากาศ และการควบคุมสมดุลน้ำ เป็นต้น

- **การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น (Cultural Service)**

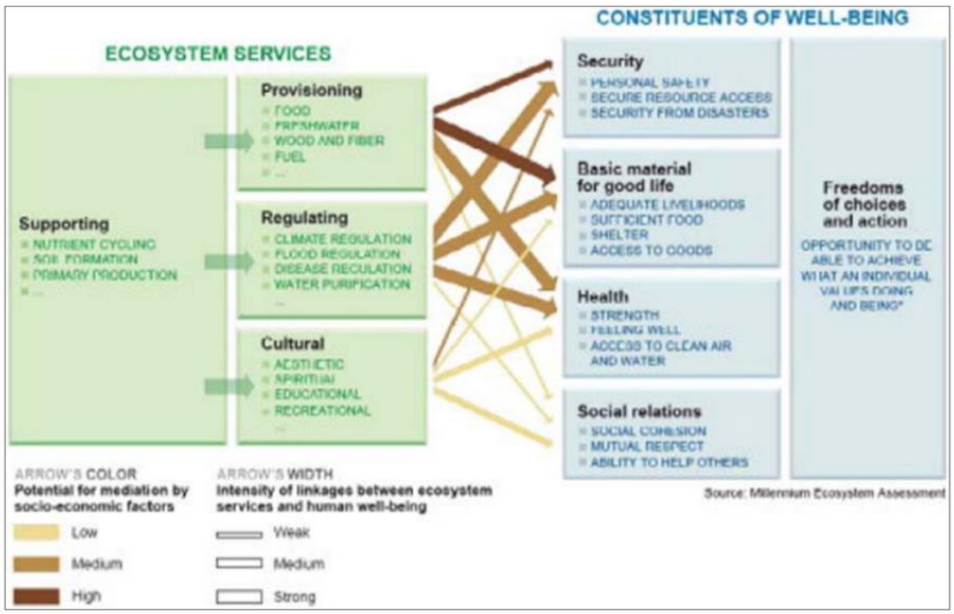
  การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น (Cultural Service) เป็นบริการของระบบนิเวศที่ให้ประโยชน์ทางวัฒนธรรม คุณค่าทางสังคม การพักผ่อน การสร้างแรงบันดาลใจ การท่องเที่ยว รวมถึงการศึกษา เช่น แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ และวัฒนธรรมต่างๆ เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Supporting Service)**

  การสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Supporting Service) เป็นบริการที่ให้ประโยชน์ทางอ้อม (Indirect Benefit) ของระบบนิเวศ โดยเป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่ช่วยสนับสนุนการให้บริการของระบบนิเวศในด้านอื่นๆ ที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น เช่น วัฏจักรสารอาหารในระบบนิเวศ ได้แก่ ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และคาร์บอน โดยผ่านกระบวนการย่อยสลาย หรือ ดูดซึมตามธรรมชาติ วัฏจักรของน้ำผ่านรูปแบบของแข็ง ของเหลว หรือ ก๊าซ เป็นต้น

กล่าวสรุปว่างานวิจัยนี้นำบริการทางระบบนิเวศมาเป็นตัวชี้วัดการได้รับผลประโยชน์ต่างๆ จากระบบนิเวศของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียซึ่งเป็นการวัดความพึงพอใจแบบเปิดเผย (Revealed Preference) และเทียบเคียงกับการบริการของระบบนิเวศที่จะประเมินทั้งหมดภายในขอบเขต ตัวชี้วัด 4 ด้าน ได้แก่ การเกิดแหล่งผลิต (Provisioning Service) การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (Regulation Service) การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น (Cultural Service) และการสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Supporting Service)



ภาพที่ 15 ประเภทของบริการทางระบบนิเวศ หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศ
ที่มา: Gromko (2015)

2.5 ทฤษฎีการมีส่วนร่วม

Cohen & Uphoff (1977) ได้อธิบายและวิเคราะห์รูปแบบการมีส่วนร่วมสามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ดังนี้

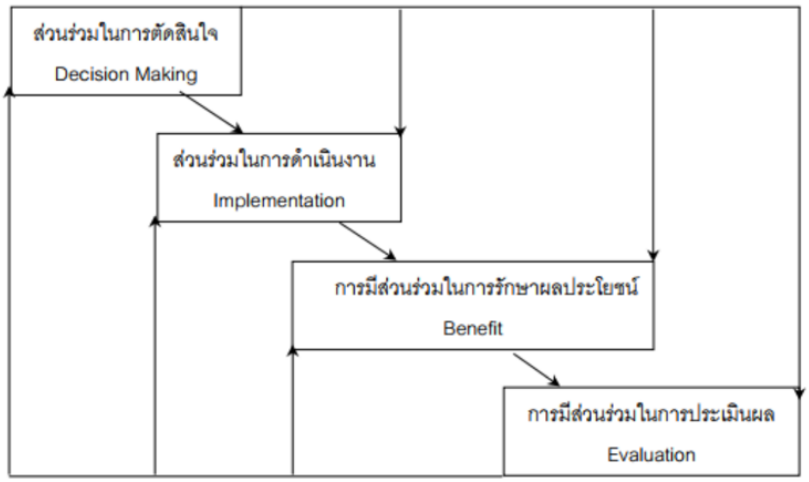
2.5.1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (Decision Making) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ริเริ่ม ตัดสินใจ ดำเนินการตัดสินใจและตัดสินใจลงมือปฏิบัติการ

2.5.2 การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (Implementation) ประกอบด้วยการสนับสนุนทางด้านทรัพยากร การเข้าร่วมในการบริหารและการประสานขอความร่วมมือ

2.5.3 การมีส่วนร่วมในผลประโยชน์ (Benefits) ทางด้านต่างๆ ประกอบด้วย ผลประโยชน์ทางด้านวัสดุ ผลประโยชน์ทางสังคมและผลประโยชน์ส่วนบุคคล

2.5.4 การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (Evaluation) เกี่ยวกับการควบคุม และการตรวจสอบ การดำเนินกิจกรรมทั้งหมดและเป็นการแสดงถึงการปรับตัวในการมีส่วนร่วมต่อไป

จากการอธิบายข้างต้น Cohen & Uphoff (1977) สามารถกล่าวสรุปได้ว่า รูปแบบการมีส่วนร่วมของประชาชน ดังสรุปไว้ดังภาพที่ 16 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนในขั้นการตัดสินใจ มีความสำคัญ ซึ่งส่งผลต่อการปฏิบัติ หรือ การดำเนินงาน และผลต่อการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการประเมินผล



ภาพที่ 16 วงจรการมีส่วนร่วมตามแนวคิดของ Cohen & Uphoff
ที่มา: ดัดแปลงจาก Cohen & Uphoff (1980)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM)

มาตรวัดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model) หรือ TAM เป็นแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาโดย Davis (1989) ซึ่งพัฒนามาตรวัดจากทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasons Action) ของ Fishbein & Ajzen (1975) ที่ศึกษาไว้ ซึ่งประกอบด้วยมาตรวัด 6 องค์ประกอบ ดังนี้

2.6.1 การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน หมายถึง การที่บุคคลรับรู้ถึงคุณประโยชน์ คุณค่าของเทคโนโลยี และนวัตกรรมดังกล่าว ซึ่งวัดได้จากการรับรู้ว่าเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อชีวิตทำให้ชีวิตมีคุณภาพมากขึ้นทำให้เกิดความสะดวกในชีวิตมากขึ้น

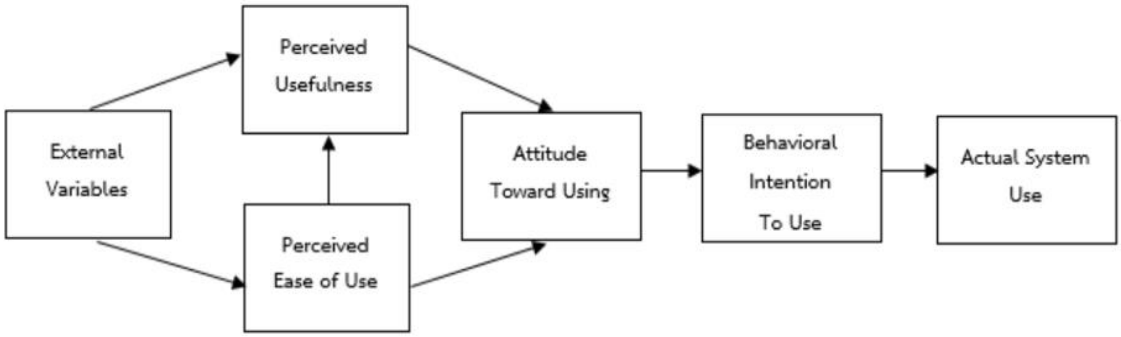
2.6.2 การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน หมายถึง การที่บุคคลรับรู้ว่าเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมดังกล่าวมีความสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน และไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน

2.6.3 ทัศนคติต่อการใช้งาน หมายถึง การที่บุคคลรู้สึกว่าเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมดังกล่าวมีความน่าสนใจ ทำให้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และมีความคิดที่จะแนะนำให้กับคนรอบข้างรู้จัก และลองใช้งาน

2.6.4 ความตั้งใจในการใช้งาน หมายถึง การที่บุคคลสนใจนำเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมดังกล่าวไปปรับใช้ในชีวิต ซึ่งสามารถวัดได้จากการใช้ หรือ เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมดังกล่าวเมื่อมีโอกาส

2.6.5 การนำไปใช้งานจริง หมายถึง การที่บุคคลมีใช้ หรือ เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมดังกล่าวในชีวิตประจำวัน จนอาจถือได้ว่าเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของบุคคลนั้นๆ

2.6.7 ความสนใจในนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล หมายถึง พฤติกรรมการแสวงหาเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมใหม่ๆ ของบุคคล เพื่อนำมาทดลองใช้งาน เป็นการตอบสนอง ทั้งเชิงความรู้สึก และพฤติกรรมของบุคคล



ภาพที่ 17 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)
ที่มา: Davis (1989)

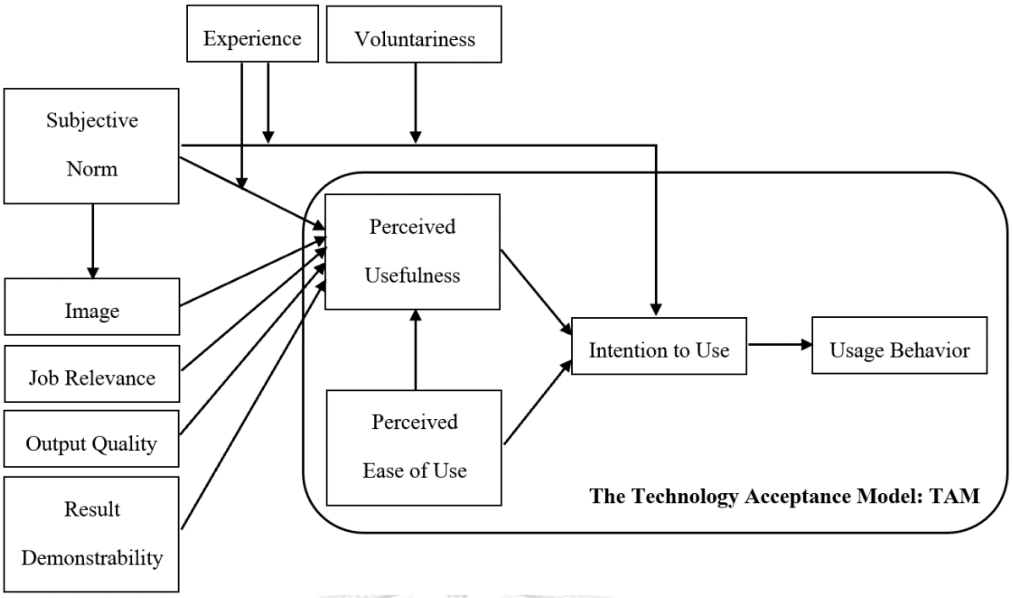
จากภาพที่ 17 จะเห็นได้ว่าลักษณะของระบบมีผลต่อเจตคติต่อการใช้งานอย่างไร ซึ่งมีเกณฑ์การยอมรับของผู้ใช้ที่สำคัญ 2 ปัจจัย คือ การรับรู้ประโยชน์การใช้งาน และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน โดยการรับรู้ประโยชน์การใช้งาน หมายถึง ระดับที่แต่ละคนเชื่อว่าการใช้งานระบบใดระบบหนึ่ง จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพวกเขา และการรับรู้ถึงความง่าย

ในการใช้งาน หมายถึง ระดับที่แต่ละคนเชื่อว่าสามารถใช้งานระบบใดระบบหนึ่งโดยปราศจากความพยายามทั้งทางร่างกาย และจิตใจ

ทั้งนี้ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ถูกตั้งสมมติฐานว่ามีผลกระทบโดยตรงที่สำคัญต่อการรับรู้ถึงประโยชน์การใช้งาน หากเปรียบเทียบกันระหว่าง 2 ระบบที่มีความคล้ายคลึงกัน ผู้ใช้ควรใช้ประโยชน์จากระบบที่ง่ายกว่า ทั้งนี้ในการออกแบบระบบ ผู้ออกแบบควรเพิ่มความสามารถในการทำงานของระบบใหม่ให้ง่ายต่อการใช้งานมากขึ้น ซึ่งถ้าผู้ใช้มีการใช้งานจากระบบที่ง่ายขึ้น สิ่งที่ตามมาก็คือประสิทธิผลในกระบวนการทำงานโดยรวมที่มากขึ้น และทำให้ระบบมีประโยชน์มากขึ้นตามไปด้วย ในขณะเดียวกันตามกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี การรับรู้ประโยชน์การใช้งานนั้นจะไม่มีผลใดๆ ต่อความง่ายในการใช้งาน แต่จะมีผลกระทบโดยรวมต่อการใช้ระบบ และประสิทธิภาพของงาน หรือ ผลลัพธ์ที่ออกมา นอกจากนี้แล้ว Davis (1993) ยังพบว่าการกระตุ้นจากภายนอก (External Stimuli) จะมีผลต่อความเชื่อที่เด่นชัดทางเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับผลที่ตามมาของพฤติกรรมการใช้ระบบ

หลังจากนั้น Venkatesh & Davis (2000) ได้มีการรวบรวมปัจจัยสำคัญเพิ่มเติมของการรับรู้ถึงประโยชน์การใช้งาน และความตั้งใจในการใช้งานของ TAM เพื่อทำความเข้าใจถึงผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ ประกอบด้วย กระบวนการจากอิทธิพลทางสังคม (Social Influence Process) เช่น บรรทัดฐาน หรือ ค่านิยมของคนในสังคม (Subjective Norm) การใช้งานโดยความสมัครใจ (Voluntariness) และภาพลักษณ์ (Image) รวมทั้งกระบวนการทางความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Instrumental Process) เช่น ความสอดคล้องกับงาน (Job Relevance) คุณภาพของผลลัพธ์ หรือ ผลผลิต (Output Quality) และการแสดงผลลัพธ์ (Results Demonstrability) ดังแสดงในภาพที่ 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 18 กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี
(Technology Acceptance Model: TAM2)
ที่มา: Venkatesh & Davis (2000)

โดยบรรทัดฐาน หรือ ค่านิยมของคนในสังคม (Subjective Norm) ที่เพิ่มเข้ามาใน TAM2 จะสอดคล้องกับทฤษฎีการกระทำตามหลักเหตุและผล (The Theory of Reasoned Action: TRA) ของ Fishbein & Ajzen (1977) และทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory of Planned Behavior: TPB) ของ Icek Ajzen (1991) ซึ่งทั้ง 2 ทฤษฎีนี้ เป็นทฤษฎีที่สำคัญในการสนับสนุนการพัฒนาทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) มาตั้งแต่แรก ซึ่งบรรทัดฐาน หรือ ค่านิยมของคนในสังคม จะแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมความตั้งที่จะใช้งาน (Intention to Use) ของบุคคลใดบุคคลหนึ่ง ที่อาจเลือกแสดงพฤติกรรมโดยการปฏิบัติตามบรรทัดฐาน หรือ ค่านิยมของคนในสังคม (Hartwick & Barki, 1994) ถึงแม้ว่าจะไม่ชอบในพฤติกรรมหรือ ผลที่ตามมานั้นๆ จากอิทธิพลรอบข้างที่มีความสำคัญ ซึ่งกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM2) มีเกณฑ์การยอมรับของผู้ใช้ที่สำคัญและรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **เจตคติต่อการใช้ (Attitude Toward Using: AU)**

  เจตคติต่อการใช้ คือ การประเมินพฤติกรรมด้านการใช้งานของบุคคลว่ามีพฤติกรรมในลักษณะที่ดีหรือไม่ โดยหากเชื่อว่าการใช้งานนั้นเป็นหนทางสู่ผลลัพธ์เชิงบวก บุคคลนั้นก็จะมีเจตคติที่ดี ทำให้อยากกระทำพฤติกรรมนั้น แต่หากเชื่อว่าการใช้งานนั้น

จะนำไปสู่ผลลัพธ์เชิงลบ บุคคลนั้นก็จะมีเจตคติที่ไม่ดี และทำให้ไม่อยากกระทำในพฤติกรรมนั้นต่อ (I. Ajzen, 1985)

- **การรับรู้ประโยชน์จากการใช้งาน (Perceived Usefulness: PU)**

  การรับรู้ถึงประโยชน์จากการใช้งาน คือ ระดับความเชื่อเกี่ยวกับประโยชน์ที่ผู้ใช้งานจะได้รับจากการใช้งานดังกล่าว ที่จะช่วยให้ผลลัพธ์ของการปฏิบัติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งดีขึ้น โดยที่สามารถรับรู้ได้ หรือ เมื่อเกิดการใช้งานแล้ว จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับผู้ใช้งานด้านใดด้านหนึ่ง และสามารถก่อให้เกิดผลลัพธ์ด้านคุณค่า กำไร หรือ หากเป็นการทำงานในองค์กร จะเปรียบเทียบได้กับประสิทธิภาพของคนในองค์กรที่ถูกขับเคลื่อนด้วยการให้รางวัล ตำแหน่ง โบนัส ฯลฯ ที่จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการทำงานของคนในองค์กรได้ (Vroom, 1964)

- **การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use: PE)**

  การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน คือ ระดับความเชื่อ หรือ ความคาดหวังว่าระบบจะสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากร หรือ ความพยายามสูง มีความสะดวก และความไม่ซับซ้อนในการใช้งาน (Fred D Davis, 1989)

สำหรับการวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง การศึกษาด้วยกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) จะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการอธิบายถึงวิธีการ และเหตุผลในการชี้วัดด้านการยอมรับนวัตปะการัง โดยการเก็บแบบสอบถามเพื่อวิเคราะห์การยอมรับจากการวิจัยเชิงปริมาณในพื้นที่การศึกษาที่ทำการทดลองติดตั้ง รวมทั้งเพื่อทำความเข้าใจในคุณลักษณะของการออกแบบเฉพาะที่จะส่งเสริมด้านการยอมรับนวัตกรรมของคนที่อยู่อาศัยในพื้นที่ และการเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้สูงสุดในการทำให้เกิดการยอมรับของผู้ใช้ ซึ่งจะต้องสามารถใช้งานได้ดีบนพื้นฐานความเหมาะสม และความสามารถในการนำไปใช้งานได้อย่างง่ายมากที่สุดต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.7 คุณภาพชีวิตของชุมชน

2.7.1 ความหมายคุณภาพชีวิต

UNESCO (1993) นิยามว่า คุณภาพชีวิต หมายถึง ระดับการมีความสุข และความพึงพอใจกับสภาพการดำรงอยู่ของมนุษย์ในชุมชน สังคม และระดับนานาชาติ

ศรีเมือง (2547) กล่าวว่า คุณภาพชีวิต หมายถึง องค์ประกอบการดำรงชีวิตซึ่งประกอบด้วย ความสุขใจ อารมณ์ดี ความรู้สึกนึกคิดที่ดี ความรู้ ความสามารถ ด้านสุขภาพแข็งแรง และสภาพการดำรงชีวิตที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับในสภาวะสังคม

Ferrell et al. (1998) กล่าวว่า คุณภาพชีวิตต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ สุขภาพร่างกายแข็งแรง (Physical Well-being) สุขภาพจิตที่ดี (Psychological Well-being) ความผาสุกด้านจิตวิญญาณ (Spiritual Well-being) ได้แก่ ความเชื่อ และความหวังในด้านศาสนา และความผาสุกด้านสังคม (Social Well-being) ซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งแวดล้อม และบทบาทในสังคม

Zhan (1992) กล่าวว่า คุณภาพชีวิตที่บุคคลสามารถรับรู้และประเมินคุณภาพชีวิตได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความพึงพอใจในชีวิต (Life Satisfaction) ด้านอัตมโนทัศน์ (Self-concept) ซึ่งมาจากความรู้สึก และการรับรู้ถึงคุณค่าของตนเอง ด้านสุขภาพและการทำงานของร่างกาย (Health and Functioning) และด้านสังคและเศรษฐกิจ (Socioeconomic) ซึ่งมาจากความพึงพอใจในรายได้ อาชีพ และการศึกษา

Campbell (1976) กล่าวว่า คุณภาพชีวิต ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านกายภาพ ประกอบด้วย ปัจจัยด้านมลภาวะ และสภาพที่อยู่อาศัย (2) ด้านสังคม ประกอบด้วย ปัจจัยด้านการศึกษา สุขภาพอนามัย และความมั่นคงของครอบครัว และ (3) ด้านจิตวิทยา ประกอบด้วย ปัจจัยด้านความพึงพอใจ ความสำเร็จ และความผิดหวัง

2.7.2 เครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรมสุขภาพจิต (2564) กล่าวว่า คุณภาพชีวิตสามารถวัดค่าได้จากเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ชนิด ได้แก่ (1) แบบภาวะวิสัย (Perceived Objective) และ (2) อัตวิสัย (Self-report Subjective) ประกอบด้วยองค์ประกอบของคุณภาพชีวิต 4 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านสุขภาพกาย (Physical Domain) คือ การรับรู้สภาพทางด้านร่างกายของบุคคล การรับรู้สภาพความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย และการรับรู้ความรู้สึก (2) ด้านจิตใจ (Psychological Domain) คือ การรับรู้สภาพทางจิตใจของตนเอง การรับรู้ความรู้สึกทางบวกที่บุคคลมีต่อตนเอง และการรับรู้ภาพลักษณ์ของตนเอง (3) ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม (Social Relationships) คือ การรับรู้เรื่องความสัมพันธ์ของตนกับบุคคลอื่น การรับรู้ถึงการได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นในสังคม และการรับรู้ว่าตน

ได้เป็นผู้ให้ และ (4) ด้านสิ่งแวดล้อม (Environment) คือ การรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิต เช่น การรับรู้ว่าตนมีชีวิตอยู่อย่างอิสระ และมีความปลอดภัยและมั่นคงในชีวิต เป็นต้น

อรรฆพร (2564) กล่าวว่า คุณภาพชีวิตที่ดี ประกอบด้วย ความสมบูรณ์ด้านร่างกาย ความสมบูรณ์ด้านจิตใจและอารมณ์ ความสมบูรณ์ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม และความสมบูรณ์ด้านปัจจัยการดำรงชีพ

สุวัฒน์ (2543) กล่าวว่า องค์ประกอบของคุณภาพชีวิตสามารถใช้เครื่องมือวัดคุณภาพชีวิตฉบับย่อชุดภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่

- **สุขภาวะด้านสุขภาพ** คือ การรับรู้สภาพทางด้านร่างกายของประชาชน การรับรู้สภาพความสมบูรณ์แข็งแรงของร่างกาย การรับรู้ความรู้สึกสุขสบายไม่มีความเจ็บปวด การรับรู้ความสามารถที่จะจัดการกับความเจ็บปวดทางร่างกาย
- **สุขภาวะด้านจิตใจ** คือ การรับรู้สภาพทางจิตใจของประชาชน เช่น การรับรู้ความรู้สึกทางบวกที่บุคคลมีต่อตนเอง การรับรู้ภาพลักษณ์ของตนเอง การรับรู้ถึงความรู้สึกภาคภูมิใจในตนเอง การรับรู้ถึงความมั่นใจในตนเอง การรับรู้ถึงความคิดความจำ การรับรู้ถึงความสามารถในการจัดการกับความเศร้า หรือ ความกังวลของตนที่มีผลต่อการดำรงชีวิต
- **สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน** คือ การรับรู้ความสัมพันธ์กับบุคคลอื่น การรับรู้การที่ได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลอื่นในสังคม และการรับรู้ว่าตนได้เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือบุคคลอื่นในสังคม
- **สุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม** คือ การรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิต เช่น การรับรู้ว่าตนมีชีวิตอยู่อย่างอิสระ มีความปลอดภัยและมั่นคงในชีวิต การรับรู้ว่าได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่ดี และปราศจากมลพิษต่างๆ เป็นต้น

กล่าวสรุปได้ว่า งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะมีการนำเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตฉบับย่อชุดภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) ขององค์การอนามัยโลกที่ร่วมพัฒนาโดย สุวัฒน์ (2543) ซึ่งมีองค์ประกอบหลัก 4 ด้าน ได้แก่ สุขภาวะด้านสุขภาพ สุขภาวะด้านจิตใจ สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน และสุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตดังกล่าว มีความสอดคล้องกับทฤษฎีความต้องการของ Maslow (1948) หรือ Maslow is Theory of Need Gratification ที่กล่าวว่า มนุษย์มีความความต้องการตามลำดับขั้นจากขั้นต่ำไปขั้นสูงสุดเป็น 5 ขั้น ดังนี้ ได้แก่ (1) ความต้องการด้านร่างกายเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานเพื่อความอยู่รอด (2) ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (3) ความต้องการการยอมรับจากบุคคลอื่น (4) ความต้องการ

การยกย่อง และ (5) ความต้องการความสำเร็จในชีวิตซึ่งถือว่าเป็นความต้องการในระดับสูงสุดที่มนุษย์มีความปรารถนา

2.8 การพัฒนา และการอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนเติบโตอย่างยั่งยืน

2.8.1 ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility หรือ CSR

ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility (CSR) คือ การดำเนินการใดๆ ของกิจการตามหลักจริยธรรม และการจัดการที่ดี โดยมีส่วนในการรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกองค์กร เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นสิ่งที่องค์กรควรปฏิบัติเพื่อให้ได้มาซึ่งสิทธิในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่างๆ ที่มีในสังคม เพราะแต่ละองค์กรจะไม่สามารถประกอบกิจการได้หากขาดสังคม และสิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย (Baxi & Ray, 2012)

Prior et al. (2008) กล่าวว่า ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กรแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 ข้อกำหนดตามกฎหมาย (Mandatory Level) คือ การปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎหมาย และกฎเกณฑ์ที่มีการกำหนดไว้ ระดับที่ 2 ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ (Elementary Level) คือ การให้ผลตอบแทนผู้ถือหุ้น และการคำนึงถึงการประกอบกิจการเพื่อความอยู่รอดขององค์กรด้วยผลกำไรที่ไม่ได้มาจากการเบียดเบียนสังคม ระดับ 3 จรรยาบรรณทางธุรกิจ (Preemptive Level) คือ การให้ผลตอบแทนผู้ถือหุ้นด้วยกำไรที่เหมาะสม และการตอบแทนผลประโยชน์ให้กับสังคมมากขึ้น เช่น สังคมโดยรอบที่อยู่ใกล้ตัวกิจการ เป็นต้น และระดับ 4 ความสมัครใจ (Voluntary Level) คือ การประกอบกิจการที่ดำเนินคู่กับไปแนวทางความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วยความสมัครใจ โดยมุ่งเน้นการให้ประโยชน์ต่อสังคมเป็นสำคัญ

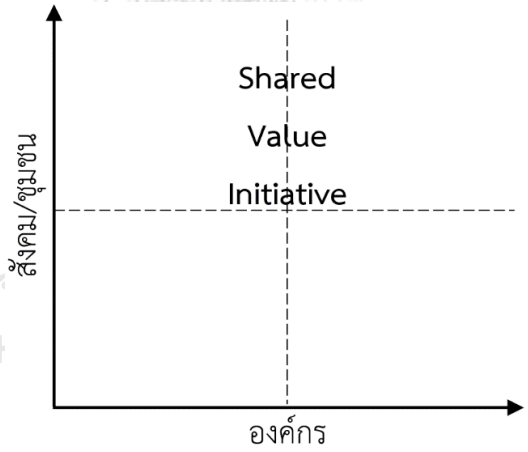
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กรเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้องค์กรต่างๆ สามารถทำงานต่อไปในระยะยาว และสามารถใช้เป็นส่วนในการเพิ่มยอดขาย รวมถึงส่วนแบ่งทางการตลาดได้ (Maignan & Ferrell, 2004) ในปัจจุบันถึงแม้ว่าจะไม่มีกฎหมายที่ออกมาบังคับมาตรการเกี่ยวกับความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม แต่องค์กรโดยส่วนใหญ่ต่างก็ให้ความสำคัญในเรื่องนี้ เนื่องจากเป็นการช่วยกระตุ้นพนักงาน สร้างความน่าเชื่อถือ และภาพลักษณ์ในสายตาของคนในสังคมให้กับองค์กร รวมทั้งยังเป็นการสร้างแรงดึงดูด และความประทับใจให้กับลูกค้าจากผลการดำเนินกิจการขององค์กรที่กระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (Chakraborty & Jha, 2019)

โดยความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กรสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มกิจกรรม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กิจกรรมเพื่อสังคมและสิ่งแวดล้อมภายในองค์กร (In Process) เช่น สวัสดิการพนักงานที่เหมาะสม การผลิตสินค้า หรือ การให้บริการที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ความรับผิดชอบต่อลูกค้า และการทำกิจกรรมลดโลกร้อน เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กิจกรรมเพื่อสังคมและสิ่งแวดล้อมภายนอกองค์กร (After Process) เช่น การจัดกิจกรรมเพื่อช่วยเหลือ หรือ รณรงค์ลดโลกร้อน การปลูกป่า การบริจาค และการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เป็นต้น กลุ่มที่ 3 การจัดตั้งองค์กรเพื่อช่วยเหลือสังคมและสิ่งแวดล้อมโดยไม่แสวงหาผลกำไร (As Process) เช่น สมาคมการกุศลและมูลนิธิต่างๆ เป็นต้น (Piper & Panyadee, 2021)

2.8.2 การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value หรือ CSV

การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV) หมายถึง การสร้างกระบวนการใหม่ในการดำเนินธุรกิจให้สามารถสร้างคุณค่า และสมดุลเพื่อประโยชน์ต่อภาคธุรกิจในขณะที่สามารถแก้ไขปัญหาทางสังคม หรือ สิ่งแวดล้อม ซึ่งเมื่อธุรกิจขององค์กรขยายตัวออกไปก็ยิ่งสามารถแก้ไขปัญหาทางสังคมให้ลดลงไปพร้อมกันได้ (Wójcik, 2016)



ภาพที่ 19 จุดการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV)

โดยการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV) มีความแตกต่างจากความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility (CSR) (Ghasemi et al., 2014) ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ความแตกต่างระหว่างการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV) และความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility (CSR)

การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม Creating Shared Value (CSV)	**ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร Corporate Social Responsibility (CSR)**
การคืนกำไรบางส่วนให้กับสังคม	การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม
การจัดกิจกรรมเพื่อสังคม	การทำธุรกิจที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
การสร้างความพึงพอใจของผู้กับผู้บริหารในองค์กร	การดำเนินธุรกิจเพื่อสังคม
การสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อองค์กร	การสร้างภาพลักษณ์ควบคู่กับการดำเนินงานเชิงธุรกิจ
ไม่มุ่งเน้นเพื่อหวังผลประกอบการ	มุ่งหวังผลประกอบการที่เหมาะสม

การสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม เกิดขึ้นจากการพัฒนาตามแนวคิดของ (Porter & Kramer, 2019) ซึ่งเป็นแนวคิดที่นำเสนอให้กิจการต่างๆ ให้ความสำคัญในการช่วยเหลือ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทางสังคมอันจะเกิดประโยชน์ต่อทั้งผู้ให้ (กิจการ) ที่ดำเนินกิจการ และผู้รับ (สังคม) ไม่ว่าจะเป็นทางตรง หรือ ทางอ้อม อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยยุทธศาสตร์การดำเนินธุรกิจสมัยใหม่ ที่มีพื้นฐานบน 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) ปัญหาที่มีอยู่ในสังคม (Social Needs) (2) ทรัพยากร หรือความสามารถขององค์กรที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (Corporate Assets) และ (3) การสร้างสรรค์งานใหม่จากการดำเนินงานตามการจัดการเพื่อแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ในสังคม และการนำเอาทรัพยากร หรือ ความสามารถขององค์กรบางอย่างไปสนับสนุนเพื่อจัดการปัญหามีอยู่ในสังคมนั้นๆ (Business Opportunities) ซึ่งจะทำให้ปัญหาในสังคมดังกล่าวถูกแก้ไขมากขึ้นตามไปด้วย

ทั้งนี้องค์กรต่างๆ สามารถนำเอาแนวความคิดการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคมไปใช้ได้กับทั้งในระดับผลิตภัณฑ์ (Products) การบริการ (Services) การปรับปรุงผลิตภาพ (Productivity) และการจัดการเพื่อใช้ธุรกิจกับชุมชน หรือ ท้องถิ่นสามารถที่จะพัฒนาความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นร่วมกันได้ (Cluster Development) (Moon et al., 2011)

2.8.3 ธุรกิจเพื่อสังคม Social Enterprise หรือ SE

ชัญญพัชร (2559) กล่าวว่า ธุรกิจเพื่อสังคม หรือ Social Enterprise (SE) หมายถึง กิจการที่สร้างขึ้นมาเพื่อมีเป้าหมายหลักในการแก้ไขปัญหาทางสังคม และสิ่งแวดล้อม โดยการนำกลไกด้านการบริหารทางธุรกิจมาประยุกต์รวมเข้ากับความรู้ และนวัตกรรมทางสังคม เพื่อสร้างเป็นรายได้ที่ยั่งยืนจากสินค้า หรือ บริการใดๆ ที่เกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยเงินจาการบริจาค และนำผลกำไรที่ได้ไปลงทุนต่อเพื่อขยายผลที่จะเกิดขึ้นทางสังคมต่อไป โดยมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

- เป็นกิจการที่มีเป้าหมายหลักเพื่อให้สังคมและสิ่งแวดล้อมได้รับผลประโยชน์อย่างชัดเจน
- มีรูปแบบการดำเนินการที่แสดงให้เห็นถึงความยั่งยืนซึ่งเป็นมิตรกับสังคมและสิ่งแวดล้อม
- ผลกำไรต้องกลับคืนสู่สังคมตามเป้าหมายที่มีการกำหนดไว้
- มีความโปร่งใส และมีธรรมาภิบาลในการดำเนินการ

2.8.4 นโยบาย แผนแม่บททางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

หนึ่งในยุทธศาสตร์การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ.2560 ตามโมเดลขับเคลื่อนประเทศไทย (Thailand 4.0) ของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2559) ระบุไว้ว่า แนวทางในการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น จะต้องควบคู่ไปกับการเติบโตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีการมุ่งเน้นไปที่การรักษา ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รวมทั้งการส่งเสริมการผลิต และการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมการผลิต และการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม จนไปถึงการพัฒนาระบบการบริหารจัดการ และกลไกแก้ไขปัญหาความขัดแย้งด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยปรับปรุงกลไก และกระบวนการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพ ผลักดันการนำแนวทางการประเมินสิ่งแวดล้อมระดับยุทธศาสตร์ให้มีผลบังคับใช้ตามกฎหมาย สร้างจิตสำนึกความตระหนัก และปรับปรุงกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน ทบทวนแก้ไขกฎหมาย ส่งเสริมบทบาทภาคเอกชน และชุมชนเพื่อสร้างพลังร่วม

ทั้งนี้นโยบาย แผนแม่บททางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรทางธรรมชาติ ยังครอบคลุมไปถึงการที่ประชาชนนำทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมไปใช้เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่ของชีวิต โดยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดความยั่งยืน กล่าวคือ จำนวนทรัพยากรต้องสามารถเสริมสร้างขึ้นใหม่ได้เทียบเท่ากับจำนวนที่ใช้ไป เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อต้นทุนทางทรัพยากรที่มีอยู่ตามธรรมชาติ และทำให้ทรัพยากรนั้นมีใช้อยู่ตลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยไม่สูญเสียสภาพไป เพื่อนำไปสู่ความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ (Economic Wealth) ความอยู่ดีมีสุขของผู้คนในสังคม (Social Well-beings) การยกระดับศักยภาพและคุณค่าของมนุษย์ (Human Wisdom) และการรักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Wellness) (สำนักโฆษกสำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรีทำเนียบรัฐบาล, 2560)

จากข้อมูลดังกล่าว นวัตปะการัง จึงเป็นนวัตกรรมที่จะเข้ามาช่วยในเรื่องการกำหนดนโยบาย แผนแม่บททางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นในการจัดการกับทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมทางทะเล เพื่อทำให้เกิดการฟื้นฟู และการจัดสรรทรัพยากรธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้งในปัจจุบัน และอนาคต เพื่อให้มีต้นทุนทางทรัพยากรใช้อย่างเหมาะสมได้ต่อไป โดยนวัตปะการังจะมีส่วนช่วยในการเสริมสร้างทรัพยากรอันมาจากระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ทำหน้าที่เป็นทั้งสินค้า และการบริการในพื้นที่ ทำให้ต้นทุนทางทรัพยากรไม่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดนโยบาย แผนแม่บททางเศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมตัวอย่างที่ดี เพื่อการศึกษาในอนาคตในการเตรียมคนไทยให้พร้อมก้าวเข้าสู่ประเทศพัฒนาต่อไป

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 ประเด็นการศึกษาพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

ในการศึกษาต้นแบบปะการังเทียม ในชื่อ นวัตปะการัง ได้แนวความคิดการออกแบบที่สอดคล้องกับการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืน และกลมกลืนกับสิ่งมีชีวิตในท้องทะเล ให้เข้ามาอาศัย และแก้ไขปัญหาสภาวะเสื่อมโทรมทางทะเล อันมีผลมาจากธรรมชาติและมนุษย์ โดยใช้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development) และกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process)

การศึกษาในประเด็นดังกล่าว มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง เช่น ปริมาณของแสง ลักษณะพื้นที่ทางท้องทะเล (ปฐมพงศ์, 2562) เป็นปัจจัยที่เกื้อหนุนให้ปะการังเจริญเติบโตได้ดี อีกทั้งเมื่อเกิดความเสียหายต่อปะการัง ก็จะมีผลกระทบกับประชากรสัตว์น้ำด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ในแนวปะการังที่ตายแล้วจะมีผลกระทบต่อจำนวนปลาอย่างมีนัยสำคัญ (อศลย์ และคณะ, 2559) ดังนั้น การที่จะพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงกระบวนการที่จะทำให้ปะการังเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี แสงสว่าง คุณภาพของน้ำทะเล (สมภพ, 2561) และรูปแบบ ลักษณะของปะการัง จะต้องมีการพัฒนาขึ้น จึงเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบที่เอื้อต่อการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในท้องทะเล จากการศึกษาพบว่า หากนวัตปะการังมีลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพใกล้เคียงกับธรรมชาติ ประชากรของปลาที่มีลักษณะคล้ายกัน ก็จะเข้ามา

Chulalongkorn University

อยู่อาศัย (รังสิวุฒิ และคณะ, 2561) ในการออกแบบปะการังเทียมนั้น ในอดีตได้จัดทำเป็นคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพน้ำ พบว่าปะการังเทียมทรงลูกบาศก์ทำให้ค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทะเลเปลี่ยนไป (รุจิรา และคณะ, 2561)

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในข้างต้น ทำให้เห็นว่าการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาปะการังเทียมเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังทางทะเลที่เสื่อมโทรมยังมีไม่มากนัก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษานวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง เพื่อเป็นต้นแบบในการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนในการวางแผนการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลที่มีประสิทธิภาพ และเป็นข้อมูลให้แก่ชุมชนและผู้ที่สนใจ นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลในชุมชนเพื่อต่อยอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไป

2.9.2 ประเด็นการศึกษาการมีส่วนร่วมการพัฒนานวัตปะการัง

ในการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ชุมชนจะต้องตระหนักรู้ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมทางทะเล และตระหนักถึงประโยชน์ที่ได้รับจากทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล เมื่อธรรมชาติทางทะเลถูกทำลายไปโดยภัยธรรมชาติ หรือ ถูกทำลายไปโดยฝีมือมนุษย์ เช่น การทำประมง การก่อสร้าง การเดินเรือ และอื่นๆ เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความรู้ โดยมุ่งเน้นถึงประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับ ทั้งทางด้านรายได้ และสภาพจิตใจ ในการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรทางธรรมชาติให้สมบูรณ์ เพื่อดึงดูดการเข้ามามีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อความเป็นอยู่ที่ดี แต่การกระทำดังกล่าว จะต้องเกิดจากการบริหารจัดการที่ดี เพื่อให้ชุมชนหันมาให้ความสนใจ โดยจะต้องกำหนดแผน และการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ รวมถึงการประเมินผลการดำเนินการ ว่าสิ่งที่ดำเนินการไปแล้วมีผลดีหรือไม่ อย่างไร เพื่อทำการปรับแผน และประมวลผล โดยการสนับสนุนจากภาครัฐ (จิราพร, 2555) ซึ่งในการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ อาจมีข้อจำกัด หรือ อุปสรรคในการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ คือ ภาวะผู้นำของชุมชน การเปลี่ยนตัวผู้นำของชุมชน และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง (วิลาสินี, 2556)

ในการพัฒนานวัตปะการังนั้น เทียบเคียงได้กับการศึกษาการอนุรักษ์แนวป่าชายเลน และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงกับทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล มีความสนใจที่จะให้ความร่วมมือกับภาครัฐในระดับปานกลาง (ราตรี และคณะ, 2558; สันติ และรัชดา, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การที่จะทำให้ชุมชนให้ความสนใจ และให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาตินั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการประชาสัมพันธ์ และบูรณาการร่วมกันทุกภาคส่วน (แสงชัย, 2559) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะต้องกำหนดเป็นกฎหมาย หรือ ระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทุกฝ่ายมีส่วนในการป้องกัน และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล เช่น การเข้มงวดต่อการอนุญาตเพื่อจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรม และการกำหนดระเบียบการกำจัดขยะของชุมชน เป็นต้น (ไพบูลย์ และคณะ, 2560)

2.9.3 ประเด็นการศึกษาการยอมรับนวัตปะการัง

นวัตปะการัง เป็นการสร้างประดิษฐกรรมเลียนแบบธรรมชาติ โดยสร้างมาเพื่อทดแทนสิ่งที่เสื่อมโทรม การยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี (Adoption and Innovation Theory) คือ กระบวนการยอมรับ ซึ่งกล่าวถึง พฤติกรรมของบุคคลในสังคมที่แสดงออกถึงการยอมรับ การนำไปปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน (Rogers & Shoemaker, 1971) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การรับรู้ (Awareness Stage) คือ การให้ความรู้ การแสดงให้ทราบถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรทางธรรมชาติทางทะเล ผ่านนวัตกรรมและเทคโนโลยี (จุรีพร และวาสนา, 2553)

ขั้นที่ 2 ความสนใจ (Interest Stage) คือ การแสดงให้ชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้องทราบถึงวิทยาการใหม่ และวิธีการใหม่ เพื่อช่วยลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมด้วยนวัตกรรม หรือ เทคโนโลยี (ชนกันต์, 2559) จนทำให้ประชาชนให้ความสนใจและยอมรับ

ขั้นที่ 3 การประเมินค่า (Evaluation Stage) คือ เมื่อได้ทดลองใช้นวัตกรรม หรือ เทคโนโลยีแล้ว จะต้องมีการประเมินผลว่าดีหรือไม่ โดยทั่วไปแล้วชุมชนจะไม่แน่ใจในวิทยาการใหม่ วิธีการใหม่ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างแรงสนับสนุนให้เกิดความแน่ใจว่า นวัตกรรม หรือ เทคโนโลยีนั้นใช้ประโยชน์ได้ดีและมีความคุณค่า (พรศรี และทิพวรรณ, 2562)

ขั้นที่ 4 การทดลอง (Trial Stage) คือ การทดลองในสถานการณ์บางส่วน เพื่อดูผลลัพธ์ว่ามีประโยชน์จริงหรือไม่ เมื่อผลลัพธ์ออกมาเป็นที่ประจักษ์ จะทำให้เกิดการยอมรับ (ศิริศักดิ์, 2561)

ขั้นที่ 5 การยอมรับ (Adoption Stage) คือ ขั้นที่ยอมรับนวัตกรรม หรือ เทคโนโลยีเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง องค์กรที่จะต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคม หรือ Corporate Social Responsibility (CSR) (ชนนิกานต์ และยุบล, 2561)

2.9.4 ประเด็นการศึกษาบริการของระบบนิเวศทางทะเล

การบริการทางนิเวศ (Ecosystem Services) เป็นแนวความคิดเกี่ยวกับต้นทุนทางธรรมชาติที่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าของบริการทางนิเวศในรูปแบบตัวเงินเป็นจำนวนมาก และได้ถูกนำมาใช้เพื่อเป็นกลไกทางการตลาด เช่น กลไกการตอบแทน หรือ จ่ายค่าชดเชยเพื่อการอนุรักษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หรือ Payment for Ecosystem Services (PES) หรือ คาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) โดยกลไกเหล่านี้ จะส่งเสริมให้เกิดการประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจของระบบนิเวศและทรัพยากรต่างๆ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจในเชิงนโยบาย การสนับสนุนกลไกทางการตลาด รวมไปถึงมาตรการจูงใจต่างๆ เพื่อทำให้เกิดการลงทุนในทรัพยากรธรรมชาติและการสร้างรายได้จากการอนุรักษ์ (วรวีร์ และคณะ, 2561)

โดยความสำคัญของบริการทางนิเวศ ได้แก่

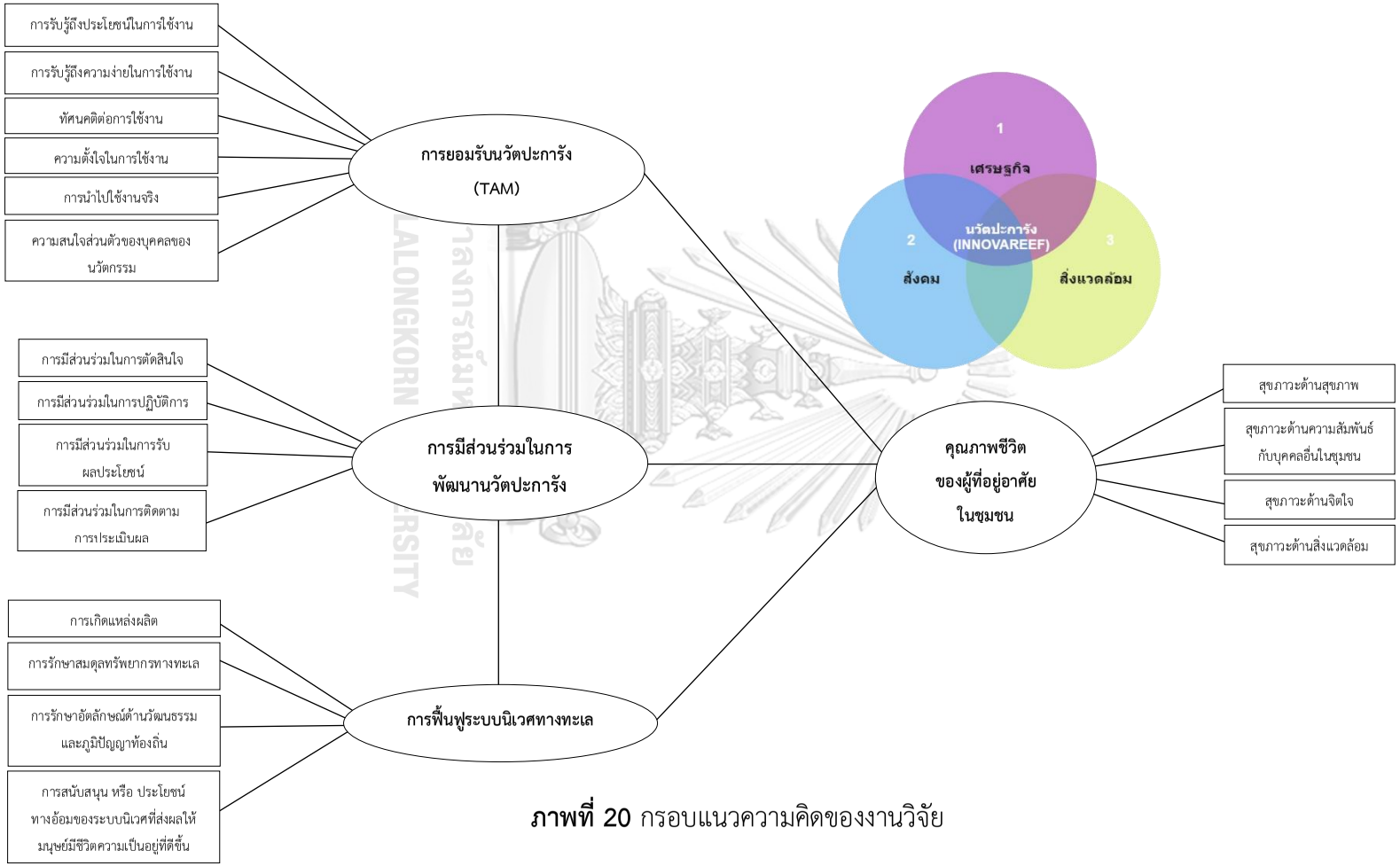
1. เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการคงอยู่ของทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน (ศักดิ์ศรี, 2560)
2. สามารถตอบคำถาม หรือ โต้แย้งในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้ (ฝอยฝา และคณะ, 2559)
3. สามารถใช้เพื่อการตัดสินใจในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน (พิไลวรรณ, 2557)
4. สามารถเชื่อมโยงนโยบายทางเศรษฐศาสตร์ และงานอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม (วันเพ็ญ, 2559)

2.9.5 ประเด็นการศึกษาคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้ง

เมื่อชุมชนได้รับนวัตกรรม หรือ เทคโนโลยีเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากร ก็จะทำให้ทราบถึงประโยชน์ของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีคุณภาพ และทราบถึงอุปสรรคที่จะเกิดขึ้นจากการร่วมกันอยู่กับธรรมชาติอย่างมีความสุข ภายหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการังแล้ว จะทำให้เกิดความสมดุลระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ได้รับการฟื้นฟูจากสภาพเสื่อมโทรมที่สะสมมาเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้ชุมชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีทั้งทางด้านร่างกาย สภาพจิตใจ และความสมบูรณ์ในด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (อรรฆพร, 2564) โดยสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวัดคุณภาพชีวิตได้ในทุกด้าน กล่าวคือ ด้านสุขภาพ ร่างกาย สภาวะจิตใจ ความสัมพันธ์ต่อบุคคลอื่นในสังคม และด้านสิ่งแวดล้อม (สุวัฒน์, 2543)

จากการที่ผู้วิจัย ได้ทำการทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในบทที่ 2 นี้ ทำให้ได้ทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ได้วิเคราะห์ ซึ่งจากการจัดหมวดหมู่โดยถี่ถ้วนแล้ว พบว่างานศึกษาวิจัยในอดีต ยังไม่มีความสมบูรณ์ และยังไม่มีงานวิจัยชิ้นใดที่จะสามารถตอบโจทย์ หรือการแก้ไขปัญหาด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นมาในเบื้องต้น ดังนั้นจึงเป็นช่องว่างทางวิชาการ (Gaps in Literature) ที่ผู้วิจัยจะต้องศึกษาหาความสัมพันธ์ เพื่อทำให้เกิดความรู้ใหม่ขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวโดยละเอียดในบทต่อๆ ไป

2.10 กรอบแนวความคิด



ภาพที่ 20 กรอบแนวความคิดของงานวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่องนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่ เพื่อลดปัญหามลภาวะทางทัศนาการใต้ท้องทะเล รวมทั้งการลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทางทะเล และศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การดำเนินงานของมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบผสม (Mixed Model) ที่มาจากการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณ (Quantitative Method) และคุณภาพ (Qualitative Method) จากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิโดยการใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสนทนาแบบกลุ่ม และจากแหล่งข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาบทความทางวิชาการที่เกี่ยวข้องในบททบทวนวรรณกรรม เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการทำงานวิจัย โดยมีลักษณะการดำเนินงาน ระเบียบวิธี และขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

3.1 วิธีวิจัย
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.5 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 แผนการดำเนินการวิจัย
3.8 งบประมาณค่าใช้จ่ายในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1 วิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีวิธีการดำเนินงานวิจัยตามความสอดคล้องของวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตปะการัง การสร้างความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ตามหลักการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem Based Management: MSP) และการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน

ภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง โดยแบ่งการศึกษา และการดำเนินงานวิจัยออกเป็น 3 ระยะ ซึ่งอธิบายดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงถึงกระบวนการและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3 กระบวนการและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

***ระยะที่ 1*: การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง**
ขั้นตอนที่ 1: การศึกษากรอบแนวความคิด
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 1: เพื่อสร้างนวัตปะการังที่ใช้ในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในทะเลอย่างอุดมสมบูรณ์และยั่งยืน
การดำเนินการวิจัย: ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับระบบนิเวศแนวปะการังตามธรรมชาติ ประเภทของปะการังเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ปะการังและความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัย วัสดุที่เหมาะสม การจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem-based Management: MSP) บริการของระบบนิเวศ ทฤษฎีการมีส่วนร่วม การยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ผลที่ได้รับ: กรอบแนวคิดการพัฒนานวัตปะการัง
ขั้นตอนที่ 2: การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 2: เพื่อสร้างนวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่เพื่อความสวยงามเสมือนจริงตามธรรมชาติ ลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเล และลดภาระแนวปะการังจากการท่องเที่ยว
การดำเนินการวิจัย: พัฒนาและปรับปรุงต้นแบบนวัตปะการังด้วยกระบวนการ New Product Development (NPD) ร่วมกับกระบวนการออกแบบของชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) จากความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องในพื้นที่การศึกษาเพื่อเป็นส่วนร่วมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รวมทั้งการสัมภาษณ์เชิงลึก และการสนทนาแบบกลุ่มกับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านการประยุกต์ใช้นวัตกรรม (Innovation) และด้านการจัดการทรัพยากร (Management) ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 10 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติ และองค์ความรู้ทางด้านต่อดังนี้ **1.ด้านเทคโนโลยี (Technology: T)** 1.1 วุฒิการศึกษาตั้งแต่ปริญญาโทขึ้นไป 1.2 เข้าใจระบบการทำงานของ 3D Cement Printing

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.3 มีประสบการณ์ในการทำ 3D Cement Printing ไม่ต่ำกว่า 2 ปี **2. ด้านการประยุกต์ใช้นวัตกรรม (Innovation: I)** 2.1 วุฒิการศึกษาตั้งแต่ปริญญาโทขึ้นไป 2.2 มีความรู้ความเข้าใจเรื่องของปะการัง และการประยุกต์ใช้นวัตกรรม 2.3 มีประสบการณ์ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสัตว์น้ำหรือระบบนิเวศทางทะเลไม่ต่ำกว่า 5 ปี **3. ด้านการจัดการทรัพยากร (Management: M)** 3.1 วุฒิการศึกษาตั้งแต่ปริญญาโทขึ้นไป 3.2 มีประสบการณ์ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ชุมชน และเศรษฐสังคม ไม่ต่ำกว่า 5 ปี **ช่วงเวลาที่สัมภาษณ์:** ระหว่างเดือนเมษายน – กรกฎาคม พ.ศ.2563
ผลที่ได้รับ: ต้นแบบนวัตปะการัง
***ระยะที่ 2*: การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity)**
ขั้นตอนที่ 1: เก็บข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity)
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 3: เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลตามหลักการการจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem Based Management: MSP)
การดำเนินการวิจัย: ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานทางระบบนิเวศก่อน และหลังการติดตั้งนวัตปะการัง ได้แก่ การเก็บข้อมูล การเปรียบเทียบ และการประเมินผลการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ประกอบไปด้วย สายพันธุ์ (Species) ตระกูล (Family) และจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยในแนวนวัตปะการัง รวมทั้งการวัดคุณภาพน้ำบริเวณติดตั้งในพื้นที่การศึกษา
ผลที่ได้รับ: การพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง โดยการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ในพื้นที่เสื่อมโทรมทางทะเล
***ระยะที่ 3*:** การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง
ขั้นตอนที่ 1: การศึกษาและเก็บข้อมูล
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 4: การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนา

นวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง ภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังร่วมกับมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน
การดำเนินการวิจัย: ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลโดยสมการโครงสร้าง (SEM) และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง
ผลที่ได้รับ: ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง และข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติตามกลุ่มตัวอย่างของผู้ตอบแบบสอบถาม
ขั้นตอนที่ 2: นำเสนอแนวทางการกำหนดนโยบายสาธารณะด้านสิ่งแวดล้อม
สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ 5: เพื่อเสนอแนะแนวทางการกำหนดกฎเกณฑ์ นโยบายสาธารณะ (Public Policy) ด้านสิ่งแวดล้อมให้กับหน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้อง
การดำเนินการวิจัย: นำผลการวิจัยมาวิเคราะห์และนำเสนอแนวทางการกำหนดกฎเกณฑ์นโยบายสาธารณะ (Public Policy) ด้านสิ่งแวดล้อมแก่หน่วยงานของรัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง
ผลที่ได้รับ: แนวทางการกำหนดนโยบายสาธารณะด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการให้ความสำคัญด้านอนุรักษ์ และการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบริเวณติดตั้งนวัตปะการัง อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ได้แก่ ชาวประมง ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยว ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จำนวน 600 คน ซึ่งคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างกรณีไม่ทราบจำนวนประชากร สูตรของคอเครน (Cochran, 1977)

$$\text{สูตรการหาขนาดตัวอย่าง} \quad n = \frac{Z^2}{4e^2}$$

โดยที่ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

N = จำนวนรวมทั้งหมดของประชากรที่ใช้ในการศึกษา

e = ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่า (เท่ากับ 0.05) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้องละ 95

$$n = \frac{Z^2}{4e^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2}{4(0.05)^2}$$

$$n = 384$$

กลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ร้อยละ 5 สามารถคำนวณได้ประมาณ 400 คน แต่เพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้เก็บแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 600 คน

3.3 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้หลักการของความน่าจะเป็น (Non-probability Sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ที่เก็บข้อมูลเฉพาะกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ชุมชน ได้แก่ ชาวประมง ผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยว ในพื้นที่อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและวิจัยที่แบ่งตามระยะการวิจัย ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะถูกจำแนกตามระยะการวิจัยตั้งแต่ระยะที่ 1 จนถึงระยะการวิจัยที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ชุด ดังนี้

3.4.1 ชุดที่ 1: แบบสอบถามการพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง ใช้การสนทนาแบบกลุ่มและแบบสอบถามการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านการประยุกต์ใช้นวัตกรรม (Innovation) และด้านการจัดการทรัพยากร (Management) ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง ซึ่งประกอบด้วยแบบสอบถาม 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: ข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ ชื่อ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่ง ประสบการณ์และระยะเวลาการทำงานในส่วนที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 2: การแสดงความคิดเห็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งเป็นแบบสอบถามปลายเปิด ประกอบด้วยชุดคำถามดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติด้านการใช้งานของนวัตปะการัง ควรเป็นอย่างไร
2. จุดแข็งของนวัตปะการังควรมีอะไรบ้าง อย่างไร
3. จุดอ่อนและปัญหาที่น่าจะพบในนวัตปะการังมีอะไรบ้าง อย่างไร
4. นวัตปะการังมีส่วนในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม การท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงของชุมชนในพื้นที่หลังจากได้รับการติดตั้งหรือไม่ อย่างไร
5. โปรดเสนอแนะการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ในอนาคตจากนวัตปะการัง

3.4.2 ชุดที่ 2: แบบบันทึกการสำรวจความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 2 เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณจากการสำรวจความสัมพันธ์ของจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) โดยดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งแต่ละส่วนจะประกอบด้วย แบบบันทึกประเภทสิ่งมีชีวิต สัตว์ยึดเกาะพื้นผิว การวิเคราะห์ชนิดด้วยวิธี Underwater Stationary Visual Census (UVC) ที่ดัดแปลงจาก Bohnsack & Bannerot (1986) และ T. R. Davis & Smith (2017) โดยการถ่ายภาพ บันทึกวิดีโอ และเก็บข้อมูล ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1: การเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณจากการสำรวจความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือน) ภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

ส่วนที่ 2: การเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณจากการสำรวจความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือน) ภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

ส่วนที่ 3: การเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณจากการสำรวจความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปี) ภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

3.4.3 ชุดที่ 3: แบบสอบถามการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยระยะที่ 3 เป็นแบบสอบถามมาตรวัดเพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1: แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2: แบบสอบถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง

โดยวัดค่าจากมาตราส่วนชนิด 5 ระดับ (Rating Scale) กำหนดน้ำหนัก ดังนี้

ระดับความเห็น 5 หมายถึง มีส่วนร่วมมากที่สุด

ระดับความเห็น 4 หมายถึง มีส่วนร่วมมาก

ระดับความเห็น 3 หมายถึง มีส่วนร่วมปานกลาง

ระดับความเห็น 2 หมายถึง มีส่วนร่วมน้อย

ระดับความเห็น 1 หมายถึง มีส่วนร่วมน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3: แบบสอบถามเกี่ยวกับการยอมรับนวัตปะการัง

โดยวัดค่าจากมาตราส่วนชนิด 5 ระดับ (Rating Scale) กำหนดน้ำหนัก ดังนี้

ระดับความเห็น 5 หมายถึง ยอมรับมากที่สุด

ระดับความเห็น 4 หมายถึง ยอมรับมาก

ระดับความเห็น 3 หมายถึง ยอมรับปานกลาง

ระดับความเห็น 2 หมายถึง ยอมรับน้อย

ระดับความเห็น 1 หมายถึง ยอมรับน้อยที่สุด

ส่วนที่ 4: แบบสอบถามเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศทางทะเล

โดยวัดค่าจากมาตราส่วนชนิด 5 ระดับ (Rating Scale) กำหนดน้ำหนัก ดังนี้

ระดับความเห็น 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับความเห็น 4 หมายถึง เห็นด้วย

ระดับความเห็น 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง

ระดับความเห็น 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย

ระดับความเห็น 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 5: แบบสอบถามเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน

โดยวัดค่าจากมาตราส่วนชนิด 5 ระดับ (Rating Scale) กำหนดน้ำหนัก ดังนี้

ระดับความเห็น 5 หมายถึง มีคุณภาพชีวิตที่ดีมาก

ระดับความเห็น 4 หมายถึง มีคุณภาพชีวิตที่ดี

ระดับความเห็น 3 หมายถึง มีคุณภาพชีวิตปานกลาง

ระดับความเห็น 2 หมายถึง มีคุณภาพชีวิตน้อย

ระดับความเห็น 1 หมายถึง มีคุณภาพชีวิตน้อยที่สุด

3.5 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ดังนี้

3.5.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ด้วยดัชนีวัดความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยข้อคำถามที่มีค่าดัชนีชี้วัดความสอดคล้องโดยผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คะแนน IOC ได้แก่ อ. สพ.ญ. ดร.ฐนิดา เหตระกูล รศ.ดร.ชโยดม สรรพศรี ดร.ปัทมา จันทวิมล พล.ต.ต.ชัยฤกษ์ แก้วพรหมมาลย์ และ ดร.ปริญญา สายน้ำทิพย์

3.5.2 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ประมวลหาค่า Cronbach's Alpha เพื่อทดสอบความถูกต้องของเนื้อหา โดยการหาความเชื่อถือได้ของเครื่องมือวัดนั้น เป็นตัวเลขที่อยู่ในรูปทศนิยม มีค่าไม่เกิน 1.00 โดยสูตรของ Hair et al. (2006)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum \sigma_i}{\sigma_x^2}\right)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยที่ α = ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

σ_i^2 = ความแปรปรวนของคะแนนคำถามที่ i

σ_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนข้อคำถามทั้งชุด

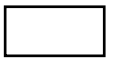
n = จำนวนข้อคำถาม

ซึ่งผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามในงานวิจัยนี้ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ประมวลหาค่า Cronbach's Alpha ได้ค่าเท่ากับ 0.868

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนาเพื่อบรรยาย จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมานด้วยการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง (Structural Equation Model: SEM) ตามสมมติฐานตามกรอบแนวความคิด

โดยสัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



แทน ตัวแปรสังเกตได้ (Observed Variable)

แทน ตัวแปรแฝง (Latent Variable)

แทน ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

แทน ความสัมพันธ์หรือความแปรปรวนของตัวแปรที่ไม่ทราบทิศทางความเป็นเหตุ

การศึกษาคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง มีเกณฑ์การพิจารณาความเหมาะสมตามเกณฑ์ของ Schumacker & Lomax (2004) ดังนี้

ตารางที่ 4 การตรวจแบบความสอดคล้องของตัวแบบโดยใช้ค่า Chi-Square (χ^2)

ค่าสถิติ	เกณฑ์พิจารณา
ค่า (χ2 /df)	ค่า p-value < 0.05 (Hair et al., 2006)
ค่า Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	ค่า p-value < 0.08 (Kline, 2005)
ค่า Goodness of Fit Index (GFI)	≥ 0.90 (Hair et al., 2006)
ค่า Comparative Fit Index (CFI)	≥ 0.90 (Hair et al., 2006)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.2 นอกจากนี้ในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบสอบถามด้านข้อมูลประชากรศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน (Inferential Statistics Analysis) ในการพิจารณา และทดสอบความสัมพันธ์มากน้อยระหว่างตัวแปร โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อหาความสอดคล้องกับผลการศึกษาที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นตัวเลขเพื่อใช้บอกระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 จะแสดงให้เห็นถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากมีค่าเข้าใกล้ 0 จะแสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย หรือ ไม่มีเลย (Hinkle et al., 2003) โดยทั่วไปจะใช้เกณฑ์ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และระดับความสัมพันธ์

ค่า (r)	ระดับความสัมพันธ์
0.90 – 1.00	มีความสัมพันธ์กันสูงมาก
0.70 – 0.90	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.50 – 0.70	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.30 – 0.50	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
0.00 – 0.30	มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

โดยเครื่องหมายบวก (+) หรือลบ (-) หน้าตัวเลขสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จะเป็นตัวเลขที่บ่งบอกทิศทางของความสัมพันธ์ ดังนี้ (1) r มีเครื่องหมายบวก (+) หมายถึง มีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางเดียวกัน หรือ เมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวแปรหนึ่งจะมีค่าสูงตามไปด้วย และ (2) r มีเครื่องหมายลบ (-) หมายถึง มีความสัมพันธ์กันไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน หรือ เมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าสูง อีกตัวแปรหนึ่งจะมีค่าต่ำ ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ออกมาในลักษณะ $0 \leq r \leq 1$ ซึ่งจะบ่งบอกได้เพียงขนาด หรือ ระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเท่านั้น แต่จะไม่สามารถบ่งบอกทิศทางของความสัมพันธ์ได้

3.7 แผนการดำเนินการวิจัย

ตารางที่ 6 แผนการดำเนินการวิจัย

แผนการดำเนินการวิจัย	ก.พ. 63	มี.ค. 63	เม.ย. 63	พ.ค. 63	มิ.ย. 63	ก.ค. 63	ส.ค. 63	ก.ย. 63	ต.ค. 63	พ.ย. 63	ธ.ค. 63	ม.ค. 64
การทบทวนวรรณกรรม	■											
การระบุประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	■											
จัดทำมาตรวัด และรวบรวมข้อมูล	■	■										
รวบรวมรายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในการสัมภาษณ์เชิงลึก	■	■	■									
สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง			■	■	■	■						
วิเคราะห์ และสังเคราะห์กรอบแนวความคิด					■	■	■					
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (NPD)						■	■	■				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทดสอบนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา												
เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย												
แปรผล และวิเคราะห์ข้อมูล												
สรุปผลการศึกษา และเขียนวิทยานิพนธ์												

3.8 งบประมาณ และการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการวิจัย

- ค่าออกแบบ และค่าขึ้นรูปนวัตปะการัง ประมาณ 50,000 บาท
- ค่าเดินทาง ค่าที่พัก 50,000 บาท
- ค่าวัสดุ กระดาษ เครื่องเขียน และการประชาสัมพันธ์ 30,000 บาท

รวมทั้งสิ้นประมาณ 130,000 บาท โดยทางบริษัท ขอนแก่นแหอวน จำกัด สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการสำรวจ การศึกษา และพัฒนางานวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ที่แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง ระยะที่ 2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ และระยะที่ 3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ (1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป (2) ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) (3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐาน และ (4) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยสัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆ ในการนำเสนอข้อมูลงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

ตารางที่ 7 สัญลักษณ์ที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่างๆ

สัญลักษณ์	ความหมาย
$\bar{x}$	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean)
S.D.	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
SK	ค่าความเบ้ (Skewness)
KU	ค่าความโด่ง (Kurtosis)
SE	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
N	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
e	ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปร
t	ค่าสถิติที
X^2	ค่าสถิติไคสแควร์
df	องศาอิสระ
R^2	สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient of Determination)
λ	น้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน
r	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

CV	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation)
ρ_C	ความเที่ยงของตัวแปรแฝง (Construct Reliability)
ρ_V	ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ (Average Variance Extracted)
TE	ขนาดอิทธิพลรวม (Total Effects)
IE	ขนาดอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect)
DE	ขนาดอิทธิพลทางตรง (Direct Effect)
P	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
GFI	ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (Goodness of Fit Index)
AGFI	ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index)
RMSEA	ดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Error of Approximation)
SRMR	ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Square Residual)
CFI	ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (Comparative Fit Index)
QLIFE	คุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง
TAM	การยอมรับนวัตปะการังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนานวัตปะการัง
REEF_IN	การมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนานวัตปะการัง
ECO_SERV	บริการของระบบนิเวศทางทะเล
X1	การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน
X2	การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน
X3	ทัศนคติต่อการใช้งาน
X4	ความตั้งใจในการใช้งาน
X5	การนำไปใช้จริง
X6	ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล
X7	การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ
X8	การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ
X9	การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์
X10	การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล
X11	การเกิดแหล่งผลิต
X12	การรักษาสมดุลทรัพยากรทางทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

X13	การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น
X14	การสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น
Y1	สุขภาวะด้านสุขภาพ
Y2	สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน
Y3	สุขภาวะด้านจิตใจ
Y4	สุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม

4.1 ระยะที่ 1: การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

งานวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างนวัตปะการังในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในทะเลให้เป็นไปอย่างอุดมสมบูรณ์และยั่งยืน โดยการพัฒนาและปรับปรุงต้นแบบด้วยกระบวนการ Collaborative New Product Development จากการสนทนาแบบกลุ่ม และการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี (Technology) ด้านการประยุกต์ใช้นวัตกรรม (Innovation) และด้านการจัดการทรัพยากร (Management) ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบผลการศึกษา ดังนี้

4.1.1 ผลการพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

ต้นแบบนวัตปะการังถูกพัฒนาขึ้น โดยมีคุณสมบัติที่จะทำให้เกิดเป็นพื้นที่แสง และเงาเพื่อรองรับปลา และสัตว์ทะเลอื่นๆ ในการเข้ามาหลบภัย และอยู่อาศัยในแนวนวัตปะการัง ซึ่งนวัตปะการังมีโครงสร้างที่สามารถถอด – ประกอบได้ มีน้ำหนักประมาณ 300 กิโลกรัม พื้นผิวของนวัตปะการังมีลักษณะขรุขระ เพื่อความง่ายต่อการลงเกาะตัวของตัวอ่อนและสารอาหาร มีต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่เหมาะสม ผ่านการศึกษากระแสน้ำภายใต้ระบบ Hydrodynamic Testing System เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ทางโครงสร้าง รูปทรง และน้ำหนักที่ส่งผลต่อการไหลเวียนของกระแสน้ำ โดยนวัตปะการังถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นสถานีทดแทนปะการังธรรมชาติ (Smart Station) ในการเก็บข้อมูล และติดตั้งอุปกรณ์เสริมในอนาคต เช่น เครื่องวัดการตกตะกอน อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ แสง กล้องบันทึกภาพ และวิดีโอใต้น้ำแบบ Real-time เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และสังเกตการณ์ปะการังฟอกขาวทางทะเล ทั้งนี้หากเปรียบเทียบน้ำหนักต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ผิวลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง นวัตปะการังจะมีน้ำหนักน้อยกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิมถึงห้าเท่า จึงสามารถช่วยลดต้นทุนในการขนส่งได้ ซึ่งผู้วิจัยจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไปในบทที่ 5 เรื่องกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยในปัจจุบันนวัตปะการัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มีการจดอนุสิทธิบัตร และติดตั้งในบริเวณพื้นที่การศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเลของเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้แสดงคุณลักษณะของนวัตปะการังไว้ในตารางที่ 9 เรื่องผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับ และการพัฒนานวัตปะการังจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจากการเก็บข้อมูลโดยการสนทนาแบบกลุ่ม และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ในตารางที่ 8 และใช้โปรแกรม NVivo เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 8 รายชื่อผู้สัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก และความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อ – นามสกุล	ความเชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง
1	สพ.ญ.ดร.ฐนิดา เหตระกูล	ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอายุรศาสตร์สัตว์น้ำ
2	ศ.ดร.สุชนา ชวนิชย์	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล
3	ดร.กริชผกา บุญเฟื่อง	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนวัตกรรม
4	คุณอรรถวุฒิ คุ้มครอง	เอสซีจี เคมิคอลส์ (SCGC) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนวัตกรรมและวัสดุศาสตร์
5	คุณสมหวัง แม้นพิมลชัย	เอสซีจี ซีเมนต์ (SCG Cement) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการผลิต
6	คุณปฏิพัทธ์ จิรมรุตพงศ์	เอสซีจี ซีเมนต์ (SCG Cement) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมซีเมนต์ และ 3D Cement Printing
7	ดร.วิชาญ อิงศรีสว่าง	กรมประมง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านปะการังเทียม
8	คุณอุกกฤต สตภูมินทร์	กองอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเล

9	คุณไพทูล แพนชัยภูมิ	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการอนุรักษ์ และการขออนุญาตใช้พื้นพี่ทางทะเล
10	คุณเนติธร ฐิติรัฐ	ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ และศิลปะ

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับ และการพัฒนานวัตปะการังจากผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	**จำนวนผู้ให้สัมภาษณ์**	**จำนวนครั้งที่กล่าวถึง**
1. การต่อยอดของผลงาน	8	52
1.1 การขยายพื้นที่เพื่อฟื้นฟูสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล	2	4
1.2 การใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานปะการังเทียมในอนาคต	2	3
1.3 การต่อยอดการขึ้นรูป	1	1
1.4 การต่อยอดความสามารถให้กับนวัตปะการัง	6	11
1.5 การเก็บข้อมูล และศึกษาธรรมชาติทางทะเล	2	2
1.6 การพัฒนาพื้นผิว และวัสดุของนวัตปะการังในอนาคต	4	9
1.7 การต่อยอดเพื่อการท่องเที่ยว	3	3
1.8 การต่อยอดเพื่อการประมง	2	3
1.9 การทำรูปแบบปะการังให้หลากหลาย	5	7
1.10 การนำไปประกอบเองได้ตามรูปแบบที่ต้องการ	2	7
1.11 การเพิ่มมาตรฐานด้านความแข็งแรง	6	9
1.12 การเลี้ยงและอนุบาลพันธุ์สัตว์น้ำ	3	4
2. การนำไปใช้เชิงพาณิชย์	10	94
2.1 การค้า (Commercialization)	9	46
2.2 การขายจุดเด่นของนวัตปะการัง	3	5
2.3 การขายทั่วโลก	2	2
2.4 การขายในรูปแบบ CSR ขององค์กร	4	7
2.5 การขายในรูปแบบ Custom Made	2	2
2.6 การขายเพื่อการท่องเที่ยว	5	7
2.7 การขายเพื่อการประมง	3	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.8 การขายให้กับภาครัฐ	4	6
2.9 การขายให้กับภาคเอกชน	5	12
2.10 การแบ่งชิ้นเพื่อแยกขายตามงบประมาณ	2	2
2.11 Economy of Scale	3	4
3. การประชาสัมพันธ์	5	16
3.1 การจัดกิจกรรมทางความร่วมมือเชิงอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมการขาย	2	6
3.2 การมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในการช่วยประชาสัมพันธ์	3	4
3.3 การสร้าง และการแสดงให้เห็นถึง Impact ที่เกิดขึ้น	3	6
3.4 การจดทรัพย์สินทางปัญญา	3	3
3.5 การทำ Business Model ที่ชัดเจน (Sustainability)	3	15
3.6 การทำ Diffusion of Innovation เพื่อสร้าง Demand	2	6
3.7 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง	1	2
3.8 การศึกษาข้อมูลด้านการตลาดคู่แข่งในปัจจุบัน	2	2
4. การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ ชุมชน และการท่องเที่ยว	8	43
4.1 เกิด หรือ ฟื้นฟูแหล่งท่องเที่ยว	8	23
4.2 เกิด หรือ ฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยของปะการังจริง+สัตว์น้ำ	5	10
4.3 เกิด หรือ ฟื้นฟูแหล่งประมง	2	3
4.4 ส่งเสริมเศรษฐกิจ+รายได้ในชุมชน (คุณภาพชีวิตของคนในชุมชน)	6	7
5. การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง	10	168
5.1 Research Gap ในปะการังเทียมรูปแบบเดิม	6	13
5.2 การขนส่ง และการติดตั้ง	4	10
5.3 การขอทุน	1	1
5.4 การขึ้นรูปนวัตปะการัง	3	3
5.5 การมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (TAM)	2	10
5.6 การวัด การประเมิน และติดตามผล	3	10
5.7 การศึกษาพื้นที่ในการติดตั้ง	5	12
5.8 การออกแบบ	10	51
5.9 Function การใช้งานอื่นๆ	3	10
5.10 การติดก้าน หรือ พันธุ์ปะการังจริงบนนวัตปะการัง	1	6
5.11 เร่งการเจริญเติบโตของปะการัง	3	4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

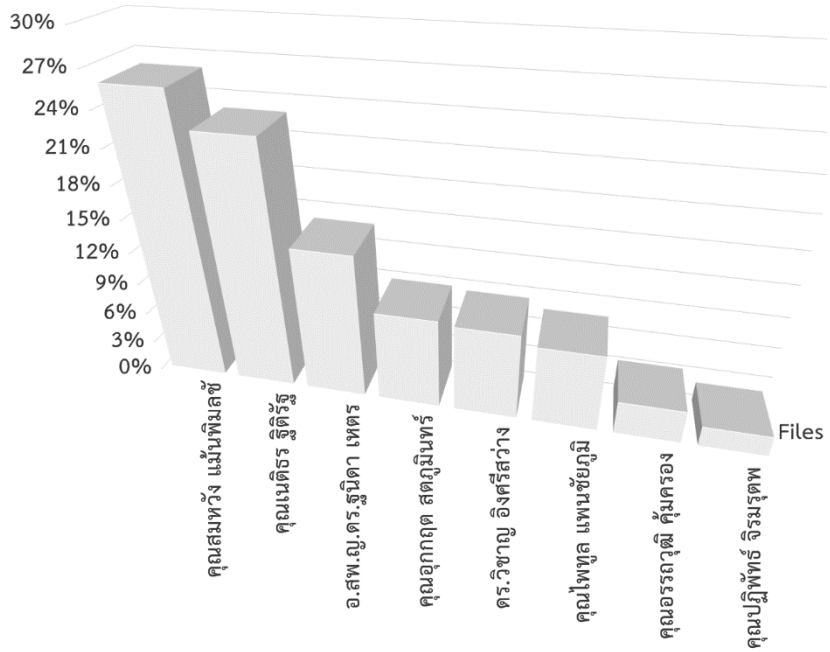
5.12 ความกลมกลืน ใกล้เคียงกับธรรมชาติ	7	15
5.13 ความแข็งแรง คงทน	6	10
5.14 รูปแบบโครงสร้างที่เหมาะสม	5	16
5.15 ข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	5	19
5.16 การผลิต+การขึ้นรูป	2	4
5.17 ต้นทุนการผลิต	4	11
5.18 น้ำหนักของผลิตภัณฑ์	1	3
5.19 วัสดุที่ใช้	1	1
5.20 วัตถุประสงค์ด้านการใช้งาน	3	9
5.21 วัสดุที่ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์	4	9
5.22 สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้	2	5
5.23 เหตุผลสนับสนุนแนวคิดนวัตปะการัง	9	16
6. จุดเด่นของผลิตภัณฑ์	8	48
6.1 กระบวนการติดตั้ง	3	7
6.2 การช่วยลดภาระแนวปะการังจริง	1	1
6.3 การใช้วัสดุที่เหมาะสม	2	2
6.4 การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว	6	10
6.5 การยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล	4	8
6.6 ความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ	6	13
6.7 ทัศนียภาพทางทะเล (Visual Pollution)	3	5
6.8 สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ	1	2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 9 เรื่องผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับ และการพัฒนานวัตปะการังจากการสนทนาแบบกลุ่ม และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง พบว่าผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีการยอมรับด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของนวัตปะการัง โดยผู้เชี่ยวชาญจำแนกสาระสำคัญในการพัฒนาและการยอมรับนวัตปะการังไว้ 6 ประการ ได้แก่ การต่อยอดผลงาน การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ การประชาสัมพันธ์ การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยว การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง และจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ซึ่งอธิบายสาระสำคัญ ดังนี้

4.1.1.1 การต่อยอดผลงาน

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับการต่อยอดของผลงาน ซึ่งนวัตปะการังสามารถนำไปต่อยอดได้โดยการเพิ่มมาตรฐานด้านความแข็งแรง การทำรูปแบบปะการังให้หลากหลายมากขึ้น การพัฒนาพื้นผิว และวัสดุของนวัตปะการังในอนาคต การต่อยอดด้านการท่องเที่ยว การเลี้ยงและอนุบาลสัตว์น้ำ การนำไปประกอบได้เองตามรูปแบบที่ต้องการ การต่อยอดเพื่อการประมง การขยายพื้นที่เพื่อฟื้นฟูสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล และการใช้เป็นรูปแบบมาตรฐานของปะการังเทียมในอนาคต



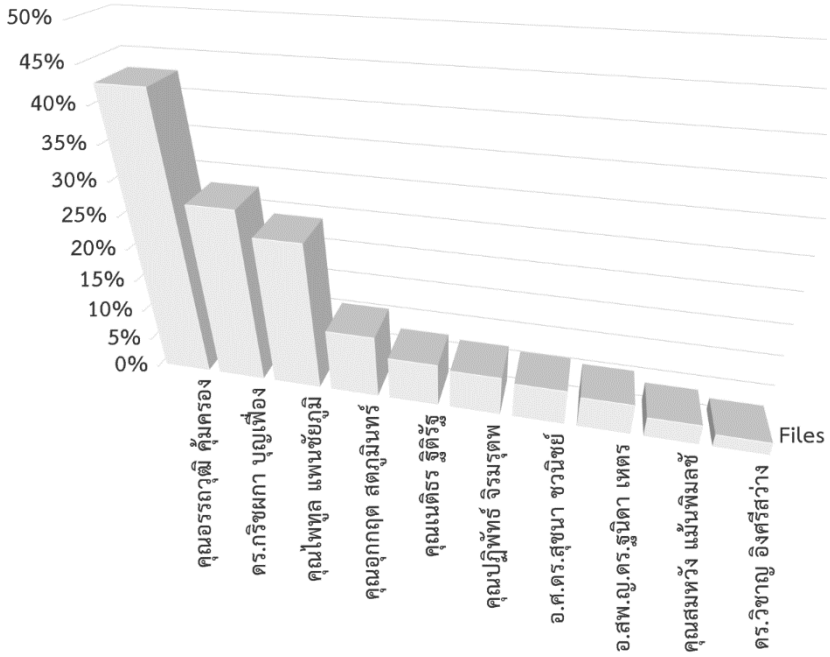
Chulalongkorn University

ภาพที่ 21 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของการต่อยอดผลงาน

4.1.1.2 การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับการนำนวัตกรรมไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ หรือการขายเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการท่องเที่ยว เนื่องจากลูกค้าของโรงแรม หรือ สถานประกอบการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถดูปะการังบริเวณที่มีการติดตั้งนวัตปะการังได้ ซึ่งสามารถสร้างเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตนของแต่ละสถานที่จากนวัตปะการังได้ จึงกล่าวได้ว่าโรงแรม หรือ สถานประกอบการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง มีความเป็นไปได้ในการซื้อนวัตปะการัง ทั้งนี้นวัตปะการังอาจต้องมีการออกแบบให้มีความยืดหยุ่นในด้านคุณลักษณะที่เอื้อต่อ

การฝึกฝน และการติดตั้ง รวมทั้งการนำเสนอขายสำหรับการประมงเพื่อนำไปติดตั้งในแนวปะการังจริงที่ใช้ในการทำประมงท้องถิ่น เพื่อลดภาระแนวปะการังจริง โดยผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่กล่าวว่า นวัตปะการังควรมีราคาที่เหมาะสม ต้นทุนนวัตปะการังอยู่ที่ประมาณ 15,000 บาท ในขณะที่ปะการังรูปแบบเดิมในปัจจุบันมีต้นทุนประมาณ 10,0000 บาท ซึ่งต้นทุนของนวัตปะการังอาจจะสูงกว่าเพราะการออกแบบ แต่หากเปรียบเทียบกับประโยชน์โดยรวมที่จะได้รับจากนวัตปะการังที่นับว่ามีความว่าคุ้มค่า หรือ กล่าวอีกนัยหนึ่งว่า ถึงแม้ต้นทุนของนวัตปะการังสูงจะสูงในช่วงแรก แต่มีความสามารถในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า ถือว่าเป็นเรื่องที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ผู้วิจัยจะต้องมีวิธีการเพื่อทำให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่เกี่ยวข้องยอมรับ และทราบถึงคุณค่าในเรื่องนี้ได้ด้วย

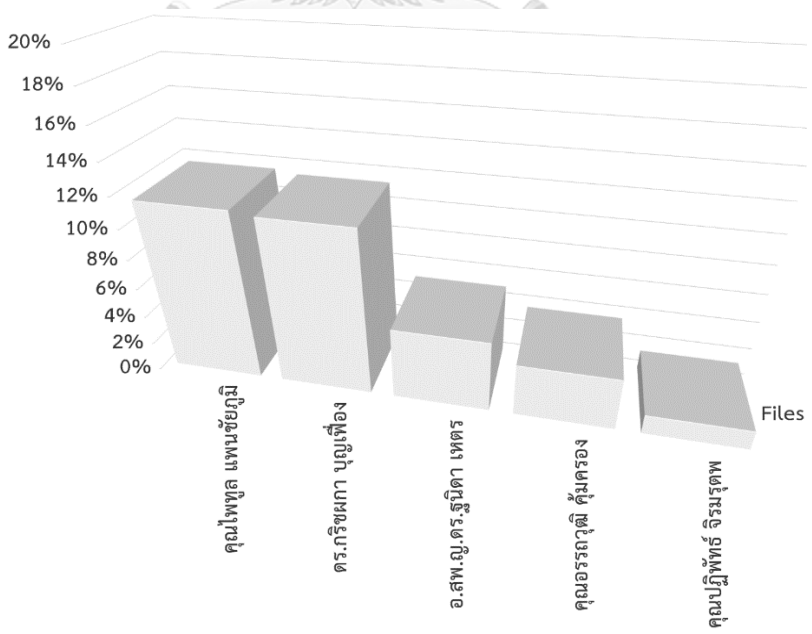


ภาพที่ 22 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

4.1.1.3 การประชาสัมพันธ์

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ กล่าวว่า การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้องในการช่วยประชาสัมพันธ์ จะเป็นการช่วยกระตุ้น และส่งเสริมให้ชุมชนเป็นผู้เผยแพร่และประชาสัมพันธ์ไปในตัว เช่น ชุมชน นักดำน้ำ และนักท่องเที่ยว ที่สามารถร่วมกันติดตั้ง

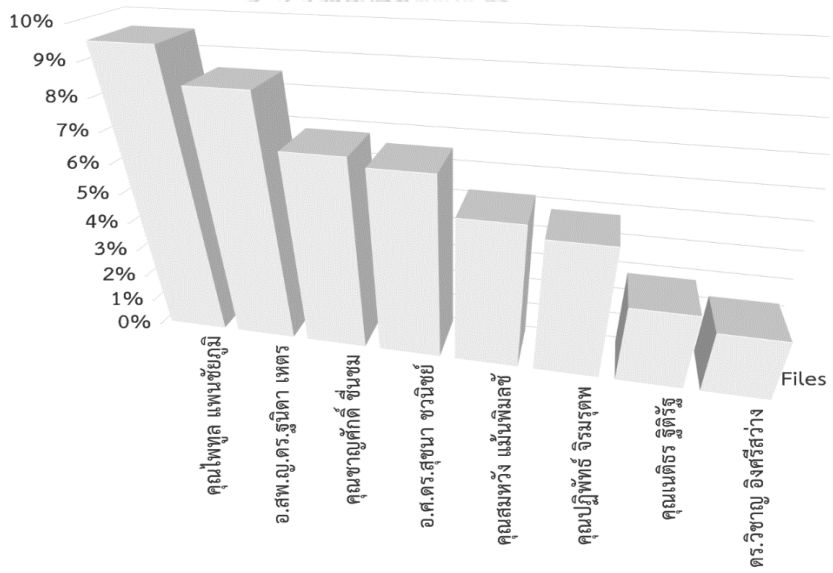
นวัตปะการังในหลายๆ พื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเผยแพร่ และกระจายข้อมูลออกไปจนกลายเป็นการประชาสัมพันธ์ที่ต่อเนื่อง หรือ การสร้างเพจนวัตปะการังขึ้นมา และนำเสนอข้อมูล รวมถึงการจัดตั้งกองทุนเพื่อรับบริจาค เช่น จัดทำ $1 Funding เพื่อสร้างความต้องการในตลาด ซึ่งจะทำให้เกิดโอกาสต่อการประชาสัมพันธ์ หรือ การโปรโมทบนช่องทาง LinkedIn หรือ การร่วมใส่ #Hashtag เพื่อการรับรู้ และการเพิ่มช่องทางการสื่อสารโดยตรงกับผู้ที่อยากมีส่วนร่วม ได้แก่ การมีส่วนร่วมของเครือข่ายโรงแรม ผู้ประกอบการ และเจ้าของธุรกิจ ที่ให้ความสนใจในการฟื้นฟูปะการังด้วยการจัดกิจกรรมส่งเสริมการปลูกปะการัง การสนับสนุนเงินทุนเพื่อติดตั้งนวัตปะการัง รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบด้วยโครงการคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) จากนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมของชุมชนในการรับผลประโยชน์ด้านรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากนวัตปะการังจากการช่วยส่งเสริมด้านการท่องเที่ยว หรือ การเชิญประชาชนทั่วไปเข้ามามีส่วนร่วมในการใช้งาน หรือ สนับสนุนนวัตปะการัง เช่น การแสดงความคิดเห็นในมิติต่างๆ การช่วยติดตั้งในทะเล การใช้เรือประมงของชาวบ้านเพื่อติดตั้ง นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยังกล่าวว่านวัตปะการังเป็นผลิตภัณฑ์แห่งนวัตกรรมที่แท้จริง ที่สามารถใช้งานได้จริง และจำเป็นจะต้องทำการจดทรัพย์สินทางปัญญาต่อไป



ภาพที่ 23 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของการประชาสัมพันธ์

4.1.1.4 การเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยว

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ กล่าวว่า นวัตปะการังจะเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสนับสนุนด้านการฟื้นฟูแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล โดยหากสามารถฟื้นฟูแนวปะการังในพื้นที่เสื่อมโทรมได้ จะทำให้มีแหล่งดำน้ำ และกิจกรรมส่งเสริมที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ในการดึงดูด และจูงใจนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะการท่องเที่ยวในรูปแบบของการชมทัศนียภาพ และความสวยงามของท้องทะเล ดังนั้นการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยนวัตปะการัง จึงสมควรที่จะต้องรีบดำเนินการ เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจและรายได้ ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน ทั้งนี้หากนวัตปะการังสามารถเป็นแหล่งอนุบาลปลา และสัตว์น้ำทางทะเลได้ ก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อรายได้ที่เพิ่มขึ้นของชาวประมงและสภาพความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น รวมทั้งระบบนิเวศ และทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลที่จะได้รับผลประโยชน์ในมิติความสวยงาม และความกลมกลืนตามธรรมชาติด้วยเช่นกัน

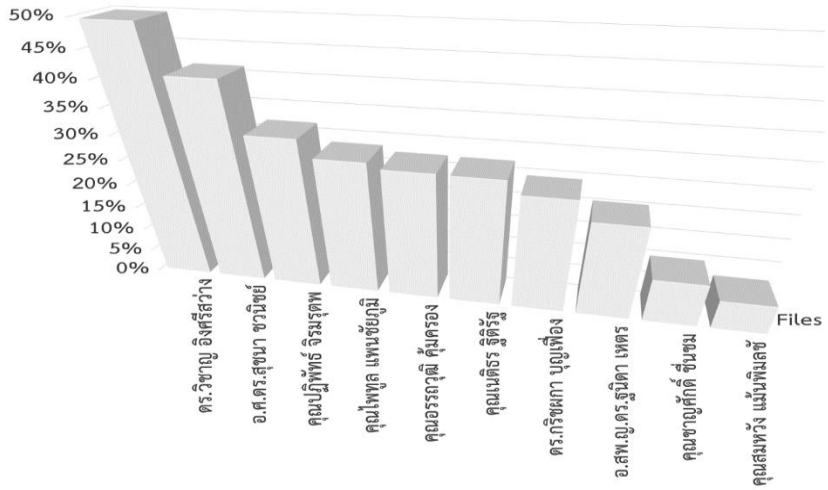


ภาพที่ 24 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจชุมชนและการท่องเที่ยว

4.1.1.5 การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ยอมรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง โดยนวัตปะการังจะกลายเป็นต้นแบบของปะการังเทียมรูปแบบใหม่ หรือ ตัวอย่างที่ดี ที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบอื่นๆ เพิ่มเติมในอนาคตได้ เนื่องจากนวัตปะการังถูกออกแบบมาเพื่อรองรับความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ลักษณะของกระแสน้ำ และลักษณะ

ของสิ่งมีชีวิตในบริเวณต่างๆ โดยการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ รวมทั้งสูตรส่วนผสมเฉพาะของปูนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทางทะเล ซึ่งผ่านการศึกษา การทดลอง และการวิจัยที่เหมาะสม ทั้งนี้นวัตปะการังยังถูกออกแบบให้ออกมาในลักษณะ Modular Design ซึ่งทำให้สามารถสร้างสรรค์รูปแบบ และโครงสร้างได้หลากหลายมากกว่าเดิม การพ่นเคลือบผิวนอกที่เอื้อต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง การดึงดูดสัตว์น้ำ และการคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำที่มีผลต่อความแข็งแรงของนวัตปะการัง ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญยังกล่าวว่า การคำนึงถึงการยก การเคลื่อนย้าย และการติดตั้งเป็นสิ่งที่สำคัญมากเช่นกัน เพราะต้องมีการออกแบบที่คำนึงถึงการป้องกันการเกิดอันตรายกับผู้ใช้งาน ซึ่งผลลัพธ์ทำให้นวัตปะการังถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้าย ขนส่ง และติดตั้งในทะเลได้ง่าย ทั้งนี้สิ่งที่ต้องคำนึงเพิ่มเติมเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง คือ การใช้เครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติในการขึ้นรูป ซึ่งมีเพียงโรงงานเดียว และตั้งอยู่ค่อนข้างไกล จึงควรต้องหาช่องทางเพื่อแก้ไขปัญหานี้ในอนาคต เพื่อความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

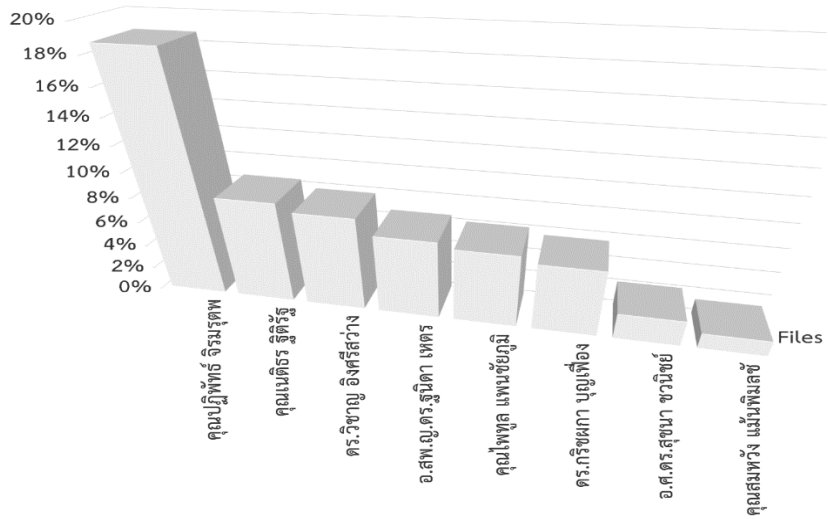


ภาพที่ 25 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

4.1.1.6 จุดเด่นของผลิตภัณฑ์

ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ กล่าวว่า จุดเด่นของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง คือ การมีส่วนช่วยในการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว โดยนวัตปะการังมีส่วนช่วยทั้งทางด้านการเพิ่มพื้นที่ลงเกาะ การเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อน และการเป็นแหล่งอาหารของปลา

และสัตว์น้ำทางทะเล เนื่องจากนวัตปะการังถูกออกแบบมาให้มีโพรง ซึ่งเป็นการช่วยให้สิ่งมีชีวิตทางทะเลสามารถใช้เป็นที่หลบภัย และที่อยู่อาศัยได้ เป็นการเพิ่มจำนวนประชากรสัตว์น้ำ ในขณะที่บริเวณด้านนอกของนวัตปะการังสามารถปลูกปะการังจริง เพื่อดึงดูดและเพิ่มอัตราการลงเกาะของปะการังธรรมชาติตามกระแสน้ำ รวมทั้งการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ทางทะเลที่มีระดับน้ำตื้นในระดับแสงแดดส่องถึง ทำให้ส่งผลกระทบเชิงบวกต่อการเจริญเติบโตของปะการังที่ไม่สามารถเจริญเติบโตบนกองหินธรรมชาติได้ เนื่องจากกองหินธรรมชาติมีสภาพที่ค่อนข้างเสื่อมโทรม และไม่มีพื้นผิวที่แข็งแรงพอให้ยึดเกาะ ทั้งนี้การพัฒนานวัตปะการังยังสามารถนำไปใช้เพื่อทดแทนแนวปะการังจริงในพื้นที่เสื่อมโทรม โดยการสร้างความกลมกลืน และใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด เนื่องจากรูปแบบ และโครงสร้างของนวัตปะการังนั้นมีลักษณะคล้ายกับปะการังโขดที่มีความคล้ายคลึงกับแนวปะการังธรรมชาติ ทำให้เป็นการช่วยปรับทัศนียภาพทางท้องทะเลด้วยคุณลักษณะเด่นของนวัตปะการัง โดยใช้ระยะเวลาอันรวดเร็วในการสร้างความกลมกลืนและความสวยงามตามธรรมชาติ นำไปสู่ผลกระทบเชิงบวกต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังทั้งในระยะสั้น และระยะยาว



ภาพที่ 26 อัตราร้อยละของการให้สัมภาษณ์และจำนวนผู้ให้สัมภาษณ์ในเรื่องของจุดเด่นของผลิตภัณฑ์

4.2 ระยะที่ 2: การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์

การศึกษาระยะที่ 2 เป็นการศึกษาการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ โดยการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ และข้อมูลเชิงปริมาณของสิ่งมีชีวิต โดยแบ่งระยะเวลาการเก็บผลสำรวจเป็น 3 ระยะเวลา ได้แก่ การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือนภายหลังการติดตั้ง) การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือนภายหลังการติดตั้ง) และการติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง) ซึ่งแบ่งการแสดงผลของการศึกษาไว้ในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 10 ผลคุณภาพน้ำบริเวณติดตั้ง

ค่าคุณภาพน้ำ (Parameter)	ติดตามผลครั้งที่ 1			ติดตามผลครั้งที่ 2			ติดตามผลครั้งที่ 3		
	ผิวน้ำ	กลางน้ำ	ใต้น้ำ	ผิวน้ำ	กลางน้ำ	ใต้น้ำ	ผิวน้ำ	กลางน้ำ	ใต้น้ำ
pH	8.26	8.21	8.23	8.28	8.16	8.22	8.29	8.26	8.23
Water Temperature (C)	31.4			31.0			31.4		
Dissolved Oxygen (mg/l)	6.24			6.24			6.24		
Salinnity (Ppt)	32			33			33		
Transparency (Cm)	97.5			97.5			97.5		
Hardness (mg/l)	11050	11390	11050	11050	11390	11050	11050	11390	11050
Alkalinity (mg/l)	88	101	107	88	101	107	88	101	107
Nitrite (mg/l)	0.022	0.052	0.006	0.022	0.052	0.006	0.022	0.052	0.006
Nitrate (mg/l)	3.7	2.1	4.7	3.7	2.1	4.7	3.7	2.1	4.7
Ammonia (mg/l)	0.08	0.08	0.06	0.08	0.08	0.06	0.08	0.08	0.06
Phosphorus (mg/l)	0.59	0.28	0.24	0.59	0.28	0.24	0.59	0.28	0.24
Turbidity (FAU)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Suspended Solids (mg/l)	332	95	328	332	95	328	332	95	328

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นถึงคุณภาพน้ำในบริเวณที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า คุณภาพน้ำหลังการติดผลครั้งที่ 1 การติดผลครั้งที่ 2 และการติดผลครั้งที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน

4.3 ระยะที่ 3: การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ (1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ

พื้นฐานของข้อมูลทั่วไป (2) ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์โมเดลสมการ (3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐาน และ (4) สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทั่วไปนำเสนอ (1) เพศ (2) ระดับการศึกษา (3) สถานภาพ (4) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และ (5) กลุ่มผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	ประเภท	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	(1) ชาย	355	59.20
	(2) หญิง	245	40.80
	รวม	**600**	**100**
2. ระดับการศึกษา	(1) ต่ำกว่าปริญญาตรี	147	24.50
	(2) ปริญญาตรี	303	50.5
	(3) ปริญญาโท	124	20.70
	(4) ปริญญาเอก	26	4.3
	รวม	**600**	**100**
3. สถานภาพ	(1) โสด	290	48.30
	(2) สมรส	306	51.00
	(3) หม้าย/หย่าร้าง	4	0.70
	รวม	**600**	**100**
4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	(1) น้อยกว่า 15,000 บาท	102	17.00
	(2) 15,000-20,000 บาท	302	50.30
	(3) 20,001-30,000 บาท	111	18.50
	(4) มากกว่า 30,000 บาท	85	14.20
	รวม	**600**	**100**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. กลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่	(1) ชาวประมง	84	14.00
	(2) ผู้ประกอบการ	115	19.20
	(3) ท่องเที่ยว	401	66.80
	รวม	**600**	**100**

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 11 ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่ หรือ กลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ชุมชนการศึกษา เป็นเพศชาย จำนวน 355 คน (ร้อยละ 59.20) รองลงมาเป็นเพศหญิง จำนวน 245 คน (ร้อยละ 40.80) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 303 คน (ร้อยละ 50.50) รองลงมาต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 147 คน (ร้อยละ 24.50) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส 306 คน (ร้อยละ 51.00) รองลงมามีสถานภาพโสด จำนวน 290 คน (ร้อยละ 48.30) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีรายได้ 15,001 – 20,000 บาท (ร้อยละ 50.3) รองลงมามีรายได้ 20,001 – 30,000 บาท จำนวน 111 คน (ร้อยละ 18.5) และกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอาศัยในชุมชนที่ติดตั้งนวัตปะการังส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยว จำนวน 401 คน (ร้อยละ 66.80) รองลงมาเป็นผู้ประกอบการในพื้นที่ จำนวน 115 คน (ร้อยละ 19.20) และประกอบอาชีพประมง จำนวน 84 คน (ร้อยละ 14)

4.5 ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง โดยประมาณค่าจากตัวแปรสังเกตได้ โดยผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ มีรายละเอียดดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 12 ค่าสถิติบรรยายลักษณะของตัวแปรองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	**ตัวแปร**	$\bar{x}$	**ระดับ**	**S.D.**	**SK**	**KU**
1. การยอมรับนวัตปะการัง	TAM	**4.46**	**มาก**	**0.22**	**-0.17**	**-0.46**
1.1 การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน	X1	4.46	มาก	0.31	-0.05	-0.34
1.2 การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน	X2	4.44	มาก	0.29	0.15	-0.66
1.3 ทัศนคติต่อการใช้งาน	X3	4.52	มากที่สุด	0.33	-0.36	-0.82
1.4 ความตั้งใจในการใช้งาน	X4	4.46	มาก	0.30	0.06	-0.97

1.5 การนำไปใช้งานจริง	X5	4.47	มาก	0.30	0.11	-0.95
1.6 ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล	X6	4.38	มาก	0.30	0.05	-0.91
2. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง	**REEF_IN**	**4.48**	**มาก**	**0.23**	**0.07**	**0.35**
2.1 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	X7	4.56	มากที่สุด	0.32	-0.19	-0.88
2.2 การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ	X8	4.44	มาก	0.29	0.31	-0.80
2.3 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์	X9	4.44	มาก	0.33	-0.14	-0.75
2.4 การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล	X10	4.48	มาก	0.33	0.07	-1.13
3. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล	**ECO_SERV**	**4.49**	**มาก**	**0.18**	**0.14**	**-0.51**
3.1 บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	X11	4.42	มาก	0.29	0.45	-0.64
3.2 บริการด้านการควบคุม	X12	4.54	มากที่สุด	0.29	0.09	-1.16
3.3 บริการด้านวัฒนธรรม	X13	4.48	มาก	0.23	0.17	-0.59
3.4 บริการด้านการสนับสนุน	X14	4.50	มาก	0.20	0.09	0.32
4. คุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง	**QLIFE**	**4.46**	**มาก**	**0.14**	**-1.38**	**3.74**
4.1 ด้านสุขภาพกาย	Y1	4.43	มาก	0.21	-0.00	-1.00
4.2 ด้านชุมชน	Y2	4.48	มากที่สุด	0.26	0.25	-0.43
4.3 ด้านจิตใจ	Y3	4.46	มาก	0.25	-0.25	0.25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 ด้านสิ่งแวดล้อม	Y4	4.46	มาก	0.23	-0.03	-0.25

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบตัวแปรสังเกตได้ที่บรรยายคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) พบค่าเฉลี่ยมากสุดที่ 4.52 ด้านทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) ประกอบไปด้วย การมีส่วนช่วยสนับสนุนระบบนิเวศทางทะเล การมีรูปทรงที่โดดเด่น การมีส่วนประกอบที่เป็นมิตรกับระบบนิเวศทางทะเล การนำเทคโนโลยีที่น่าสนใจมาผลิต (3D Cement Printing) และความเหมาะสมในการแนะนำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทดลองใช้ ในขณะที่ลำดับถัดมา ได้แก่ ด้านการนำไปใช้งานจริง (X5) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.47 ประกอบไปด้วย ความสนใจในการติดต่อกับผู้ผลิตเพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับนวัตปะการัง ความคุ้มค่าในการใช้นวัตปะการัง ความเต็มใจที่จะสนับสนุนด้านการเงินเพื่อพัฒนานวัตปะการัง ความต้องการที่จะบริจาคนวัตปะการังแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และการมีส่วนร่วมในการช่วยประชาสัมพันธ์ประโยชน์ของนวัตปะการัง ด้านการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.46 ประกอบไปด้วย การสร้างความกลมกลืนกับทรัพยากรทางทะเล การสร้างความสวยงามใต้ท้องทะเล การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสัตว์น้ำ การเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ และการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ด้านความตั้งใจในการใช้งาน (X4) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.46 ประกอบไปด้วย การให้ความสนใจในเทคโนโลยีการผลิตนวัตปะการัง ความตั้งใจศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง ความตั้งใจเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง ความตั้งใจติดตามข่าวสารเกี่ยวกับนวัตปะการัง และความตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตปะการังเมื่อมีโอกาส ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.44 ประกอบด้วย การมีน้ำหนักเบาสามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้ ความสะดวกในการขนส่งและติดตั้ง และการใช้งานง่าย และลำดับสุดท้ายที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 4.38 ได้แก่ ด้านความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล ซึ่งประกอบด้วย การศึกษาค้นคว้านวัตปะการังด้วยตนเอง การทดลองผลิตนวัตปะการังด้วยตัวเอง การนำนวัตปะการังไปทดลองใช้ การแสวงหาเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการพัฒนานวัตปะการัง และการแสวงหาวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนานวัตปะการัง

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) พบว่า ค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด คือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) ที่ 4.48 ประกอบด้วย การมีความรู้สึกผูกพันและเป็นเจ้าของปะการัง การมีทัศนคติเชิงบวกต่อการพัฒนานวัตปะการัง การใช้ความรู้และภูมิปัญญาในการร่วมพัฒนานวัตปะการัง การรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อหน่วยงานพัฒนานวัตปะการัง และการเห็นพ้องร่วมกันกับหน่วยงานพัฒนานวัตปะการัง ในขณะที่ลำดับถัดมา

ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.48 ประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมติดตามกิจกรรมการพัฒนานวัตปะการัง การมีส่วนร่วมติดตามผลงานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่พัฒนานวัตปะการัง การมีส่วนร่วมป้องกันและรักษาการพัฒนานวัตปะการัง การมีส่วนร่วมประเมินผลติดตามสภาพแวดล้อมทางทะเลหลังการพัฒนานวัตปะการัง และการมีส่วนร่วมรายงานปัญหาหลังการพัฒนานวัตปะการัง ด้านการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) มีค่าเฉลี่ย 4.44 ประกอบด้วย การเข้าร่วมเพื่อเรียนรู้การพัฒนานวัตปะการัง การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง การร่วมแสวงหาเงินทุนเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง การร่วมสื่อสารเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง และการร่วมประสานงานกับหน่วยงานที่พัฒนานวัตปะการัง ด้านการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.44 ประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากการพัฒนานวัตปะการัง การได้รับการพัฒนาศักยภาพตนเองจากการพัฒนานวัตปะการัง การมีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง การมีทัศนคติเชิงบวกต่อการอนุรักษ์ปะการัง และความรู้สึกหวงแหนปะการังและทรัพยากรทางทะเล

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มการบริการของระบบนิเวศทางทะเล หรือ การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) พบค่าเฉลี่ยมากสุดที่ 4.54 ในบริการด้านการควบคุม (X12) ประกอบด้วย การมีแนวปะการังป้องกันชายฝั่งจากคลื่นลม การมีแนวปะการังลดการกัดเซาะชายฝั่ง การมีแนวปะการังสร้างเม็ดทรายให้กับชายหาด การมีแนวปะการังมีส่วนช่วยผลิตหินปูน และการมีแนวปะการังสร้างความสมดุลสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่ลำดับถัดมา ได้แก่ บริการด้านการสนับสนุน (X14) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.50 ประกอบด้วย การเป็นแหล่งวัฏจักรของสารอาหาร การเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ การเป็นแหล่งหมุนเวียนของสารอาหาร การส่งเสริมการจัดการที่ถูกต้อง และการสนับสนุนการส่งออกและการค้าปลีกทั่วโลก บริการด้านวัฒนธรรม (X13) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.48 ประกอบด้วย การมีแนวปะการังเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว การมีแนวปะการังเพื่อส่งเสริมกิจกรรมนันทนาการ การมีแนวปะการังเพื่อส่งเสริมจริยธรรมการท่องเที่ยว การมีแนวปะการังเพื่อส่งเสริมคุณค่าอันดีงามของวิถีชีวิต และการมีแนวปะการังเพื่อเป็นแหล่งจ้างงาน และลำดับสุดท้ายที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 4.42 ได้แก่ บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11) ประกอบด้วย การมีแนวปะการังไว้เพื่อเป็นแหล่งตกปลา การมีแนวปะการังไว้เพื่อเป็นแหล่งผลิตเครื่องประดับ การมีแนวปะการังไว้เพื่อเป็นแหล่งผลิตยารักษาโรค การมีแนวปะการังไว้เพื่อเป็นแหล่งผลิตปลาสำหรับการประมงพื้นบ้าน และการมีแนวปะการังไว้เพื่อเป็นแหล่งผลิตปลาสำหรับการประมงพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวแปรสังเกตได้ในกลุ่มคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) พบค่าเฉลี่ยมากสุดที่ 4.48 ในด้านสุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน (Y2) ซึ่งประกอบไปด้วยการมีส่วนช่วยร่วมกันทำกิจกรรมในชุมชน การมีส่วนช่วยผูกมิตรในชุนชน การมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชนและการมีส่วนช่วยสร้างสภาพแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น ในขณะที่ลำดับถัดมา ได้แก่ ด้านสุขภาวะด้านจิตใจ (Y3) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.46 ประกอบด้วย การมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจการอาศัยในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความรู้สึกหวงแหน การมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจในชีวิต การมีส่วนช่วยสร้างความสุข และการมีส่วนช่วยสร้างความหวังของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน และด้านสุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม (Y4) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.46 ประกอบด้วย การมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงในชุมชน การมีส่วนช่วยส่งเสริมอาชีพในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างอากาศที่ดีในชุมชน และการมีส่วนช่วยสร้างทรัพยากรอื่นๆ ในชุมชน และลำดับสุดท้ายที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 4.43 ได้แก่ ด้านสุขภาวะด้านสุขภาพ (Y1) ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนช่วยผ่อนคลายความเครียด การมีส่วนช่วยสุขภาพที่แข็งแรง การมีส่วนช่วยชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น การมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชีวิต และการมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงทางอาชีพ

จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้จากงานวิจัยนี้พบว่าค่าเฉลี่ยมากที่สุดที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญจะอยู่ในกลุ่มการบริการของระบบนิเวศแนวปะการัง หรือ การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) ที่ 4.49 ตามมาด้วยการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.48 การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) และคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.46 ตามลำดับ

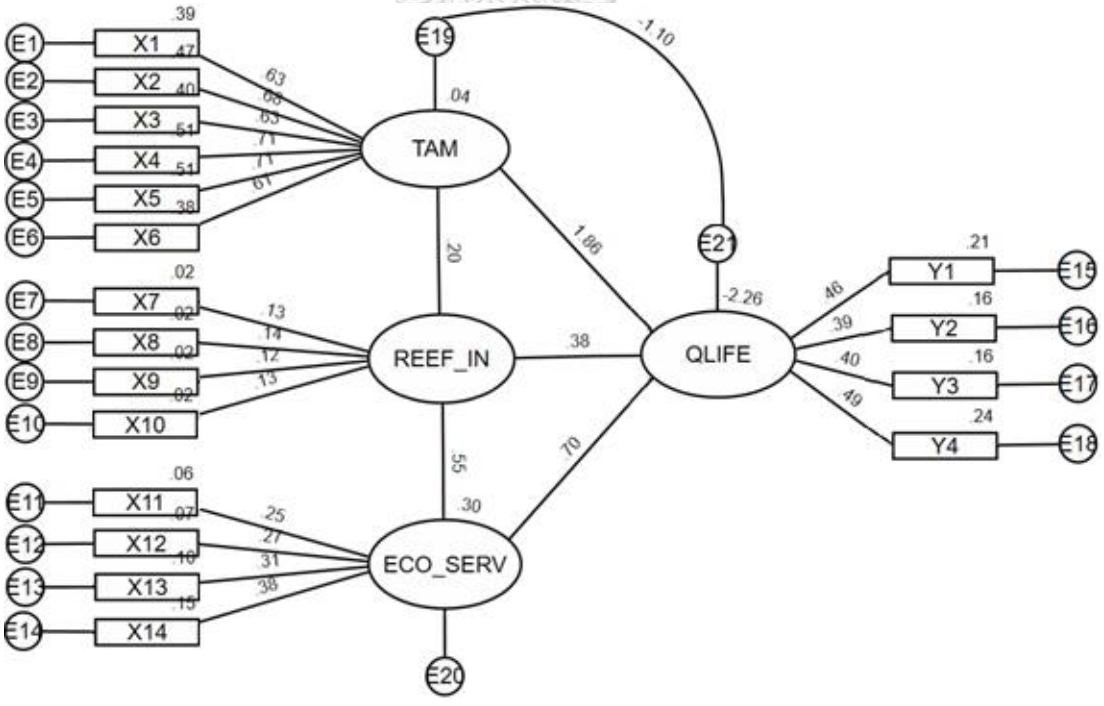
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐานแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย (1) ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างตามสมติฐาน (2) การปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (3) ผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังร่วมกับมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน และ (4) ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 ผลการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างตามสมติฐาน

โมเดลความสัมพันธ์ระหว่าง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ใช้วิธีการ (Maximum Likelihood: ML) โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือทางเทคนิคสถิติ (Structural Equation Model: SEM) ด้วยโปรแกรม AMOS 24.0 เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนระหว่างโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยพิจารณาจากค่าสถิติซึ่งประกอบด้วย ดัชนี X^2/df (ดัชนีการเปรียบเทียบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์) CFI (ดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน) GFI (ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล) และ RMSEA (ดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า) ซึ่งผลการวิเคราะห์โมเดลครั้งแรกพบว่า ค่าดัชนีความกลมกลืนยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือ ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยพิจารณาจาก X^2=85.99 df=12.09 X^2/df=11.01 RMSEA=0.23 GFI=0.56 และ CFI=0.22 ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอดังภาพที่ 27 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวม และตารางที่ 13 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวม



ภาพที่ 27 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวม

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวม

ค่าดัชนี	เกณฑ์	การวัดองค์ประกอบ	
		ค่าสถิติ	ผลการพิจารณา
X^2/df	≤ 3.0	11.01	ไม่ผ่านเกณฑ์
CFI	≥0.90	0.22	ไม่ผ่านเกณฑ์
GFI	≥0.90	0.56	ไม่ผ่านเกณฑ์
RMSEA	≤0.05	0.23	ไม่ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่าโมเดลความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องยังไม่มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากค่า Chi-Square (χ^2) ค่า Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) ค่า Goodness of Fit Index (GFI) และค่า Comparative Fit Index (CFI) ไม่ผ่านเกณฑ์ จึงต้องมีการการปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อถัดไป

4.6.2 การปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผู้วิจัยดำเนินการปรับโมเดล (Model Modification) โดยพิจารณาจากการปรับพารามิเตอร์ในโมเดลด้วยค่าดัชนีปรับโมเดล (Model Modification Indices: MI) จากนั้นปรับพารามิเตอร์จนกระทั่งค่าดัชนีความกลมกลืน มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยรายละเอียดของการปรับแก้โมเดลเพื่อให้มีความสอดคล้องกลมกลืน (Model Fit) กับข้อมูลเชิงประจักษ์นำเสนอผลดังตารางที่ 14 รายละเอียดการปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

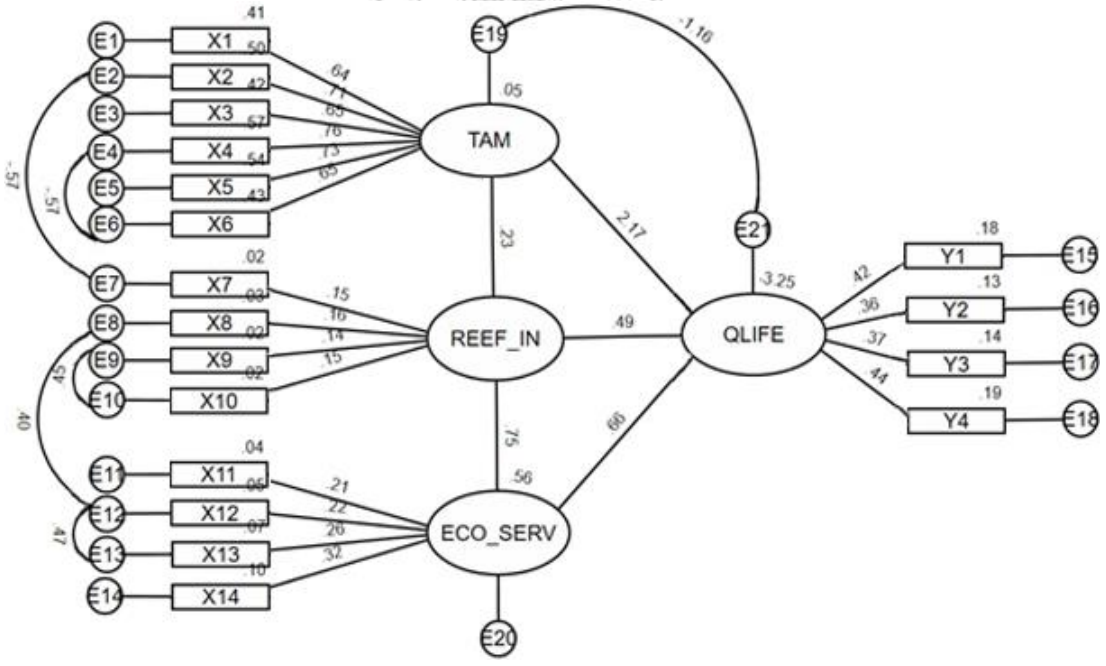
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 14 รายละเอียดการปรับโมเดลให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การปรับครั้งที่	คู่ความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนที่ทำการปรับ	X^2	df	X^2/df	CFI	GFI	RMSEA
1	E12 กับ E13	55.46	12.09	7.12	0.47	0.70	0.13
2	E9 กับ E10	39.98	6.53	5.70	0.47	0.68	0.09

3	E8 กับ E12	18.03	4.62	4.01	0.64	0.85	0.06
4	E4 กับ E6	5.03	2.62	2.99	0.88	0.92	0.05
5	E2 กับ E7	4.10	2.59	2.97	0.92	0.92	0.04

จากตารางที่ 14 พบว่า โมเดลมีการปรับทั้งหมด 5 ครั้ง โดยครั้งที่ 5 คู่ความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนที่ทำการปรับ E2 กับ E7 ให้มีความสัมพันธ์กัน พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น ทำให้ค่า RMSEA ลดลง แสดงให้เห็นว่าการปรับแก้โมเดลเพื่อให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยวิธีการดังกล่าวค่อนข้างดี โดยความสัมพันธ์ของค่าความคลาดเคลื่อนที่ทำการปรับ E2 กับ E7 ค่า RMSEA น้อยกว่า 0.05 ซึ่งแสดงว่าโมเดลตามสมมติฐานมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดลโดยรวมหลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับโมเดลทำให้สามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ได้ดังภาพที่ 28 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวมหลังจากการปรับแก้โมเดลและตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวมหลังจากการปรับแก้โมเดล



ภาพที่ 28 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวมจากการปรับแก้โมเดล

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวมหลังจากการปรับแก้โมเดล

ค่าดัชนี	เกณฑ์	การวัดองค์ประกอบ	
		ค่าสถิติ	ผลการพิจารณา
X^2/df	≤ 3.0	2.97	**ผ่านเกณฑ์**
CFI	≥0.90	0.92	**ผ่านเกณฑ์**
GFI	≥0.90	0.92	**ผ่านเกณฑ์**
RMSEA	≤0.05	0.04	**ผ่านเกณฑ์**

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวมหลังจากการปรับแก้โมเดล เพื่อให้มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้วพบว่า ค่าดัชนีความกลมกลืนทั้ง 4 นั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับจึงสรุปได้ว่าโมเดลแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างมีความเหมาะสมกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

- การพิจารณาค่าสถิติไคสแควร์สัมพัทธ์ หรือ ค่าดัชนีการเปรียบเทียบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (X^2/df) ควรมีค่าน้อยกว่า 3.0 ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีการเปรียบเทียบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลโดยรวมหลังจากปรับแก้โมเดลมีค่าเท่ากับ 2.97 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์
- การพิจารณาค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (Comparative Fit Index: CFI) ควรมีค่าสูงกว่า 0.90 ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนโดยรวมหลังจากปรับแก้โมเดล มีค่าเท่ากับ 0.92 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนที่ระดับค่าการตรวจสอบความกลมกลืนสูงผ่านเกณฑ์
- การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (Goodness of Fit Index: GFI) ควรมีค่าสูงกว่า 0.90 ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลโดยรวมหลังจากปรับแก้โมเดล มีค่าเท่ากับ 0.92 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์
- การพิจารณาค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Residual Error of Approximation: RMSEA) ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 ซึ่งผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าโดยรวม

หลังจากปรับแก้โมเดล มีค่าเท่ากับ 0.04 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนที่ระดับค่าความคลาดเคลื่อนต่ำผ่านเกณฑ์

จากค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลในตารางที่ 15 ทำให้พบความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีโครงสร้างที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในพื้นที่การศึกษาด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) บริการของระบบนิเวศแนวปะการัง (ECO_SERV) และผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้ คือ คุณภาพชีวิตของชุมชน (QLIFE) กล่าวคือ การยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และบริการของระบบนิเวศแนวปะการัง มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งจะได้อธิบายต่อไปในหัวข้อผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของปัจจัยความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล

4.6.3 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของปัจจัยความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล

ผู้วิจัยวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง เพื่อทำการตอบคำถามการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย โดยผู้วิจัยนำเสนอผลของอิทธิพลทางตรง (Direct Effect: DE) อิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effects: IE) และอิทธิพลรวม (Total Effects: TE) ซึ่งสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 16 ผลการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

ค่าสถิติ									
Chi-Square = 41.06									
df = 2.59									
X^2/df = 2.97									
CFI = 0.92									
GFI = 0.92									
RMSEA = 0.04									
ขนาดของค่าอิทธิพลจากตัวแปรสาเหตุไปตัวแปรผล									
ตัวแปรผล	**การมีส่วนร่วมพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN)**			**บริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV)**			**การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)**		
	DE	IE	TE	DE	IE	TE	DE	IE	TE
บริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV)	0.75	-	0.75	-	-	-	-	-	-
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)	0.23	-	0.23	-	-	-	-	-	-
คุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE)	0.49	0.98	1.47	0.66	-	0.66	2.17	-	2.17

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง เมื่อพิจารณาค่าสถิติที่ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากค่า Chi-Square ซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.06 ที่องศาอิสระ (df) เท่ากับ 2.59 ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ (X^2/df) เท่ากับ 2.97 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพันธ์ (CFI) เท่ากับ 0.92 ค่าดัชนีความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.92 ค่าดัชนี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รากกำลังสองเฉลี่ยของความแตกต่างโดยประมาณ (RMSEA) เท่ากับ 0.04 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA เข้าใกล้ 0 และค่าไคสแควร์สัมพันธ์มีค่าน้อยกว่า 3 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยพิจารณาผลประมาณค่าอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อมและอิทธิพลรวม ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- อิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) คือ 0.75 และไม่มีอิทธิพลทางอ้อม อิทธิพลรวม เท่ากับ 0.75
- อิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) คือ 0.23 และไม่มีอิทธิพลทางอ้อม อิทธิพลรวม เท่ากับ 0.23
- อิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 0.49 อิทธิพลทางอ้อม คือ 0.98 และอิทธิพลรวม เท่ากับ 1.47
- อิทธิพลทางตรงของบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 0.66 และไม่มีอิทธิพลทางอ้อม อิทธิพลรวม เท่ากับ 0.66
- อิทธิพลทางตรงของ การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 2.17 และไม่มีอิทธิพลทางอ้อม อิทธิพลรวม เท่ากับ 2.17

เมื่อพิจารณาขนาดค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพล (Effect Size) ระหว่างตัวแปร พบว่าการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) ในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าอิทธิพลรวม เท่ากับ 2.17 รองลงมา ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่าค่าอิทธิพลรวม เท่ากับ 1.47 และ 0.66 ตามลำดับ ในขณะที่การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) จะมีความสัมพันธ์ต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) ในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าอิทธิพลรวม เท่ากับ 0.75

ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์โดยการแยกค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของแต่ละตัวแปรพบว่า การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดที่ 0.76 ได้แก่ ความตั้งใจในการใช้งาน (X4) รองลงมาได้แก่ การนำไปใช้งานจริง (X5) การรับรู้ถึงความง่ายในการ

ใช้งาน (X2) ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) และการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.73 0.71 0.65 0.65 และ 0.64 ตามลำดับ

การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดที่ 0.16 ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) รองลงมาได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) และการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9) ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.15 0.15 และ 0.14 ตามลำดับ

บริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดที่ 0.32 ได้แก่ บริการด้านการสนับสนุน (X14) รองลงมาได้แก่ บริการด้านวัฒนธรรม (X13) บริการด้านการควบคุม (X12) และบริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11) ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.26 0.22 และ 0.21 ตามลำดับ

ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุดเท่ากับ 0.44 ได้แก่ สุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม (Y4) ด้านการมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงในชุมชน การมีส่วนช่วยส่งเสริมอาชีพในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างอากาศที่ดีในชุมชน และมีส่วนช่วยสร้างทรัพยากรอื่นๆ ในชุมชน รองลงมาได้แก่ สุขภาวะด้านสุขภาพ (Y1) ด้านการมีส่วนช่วยผ่อนคลายความเครียด การมีส่วนช่วยสุขภาพที่แข็งแรง การมีส่วนช่วยชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น การมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชีวิต และมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงทางอาชีพ สุขภาวะด้านจิตใจ (Y3) ด้านการมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจการอาศัยในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความรู้สึกหวงแหน การมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจในชีวิต การมีส่วนช่วยสร้างความสุข และการมีส่วนช่วยสร้างความหวัง และสุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน (Y2) ด้านการมีส่วนช่วยร่วมกันทำกิจกรรมในชุมชน การมีส่วนช่วยผูกมิตรในชุนชน การมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชน การมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชน และการมีส่วนช่วยสร้างสภาพแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.42 0.37 และ 0.36 ตามลำดับ ดังสรุปในตารางที่ 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE)

ลำดับที่	ตัวแปร	ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลรวม (Effect Size)	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading)
1	**การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)**	**2.17**	
	1.1 ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)		0.76
	1.2 การนำไปใช้งานจริง (X5)		0.73
	1.3 การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)		0.71
	1.4 ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)		0.65
	1.5 ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)		0.65
	1.6 การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)		0.64
2	**การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN)**	**1.47**	
	2.1 การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)		0.16
	2.2 การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)		0.15
	2.3 การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)		0.15
	2.4 การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)		0.14
3	**บริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV)**	**0.66**	
	3.1 บริการด้านการสนับสนุน (X14)		0.32
	3.2 บริการด้านวัฒนธรรม (X13)		0.26
	3.3 บริการด้านการควบคุม (X12)		0.22
	3.4 บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)		0.21

ตารางตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) นี้ เป็นตารางเพื่อใช้อธิบายสรุปตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชน โดยเรียงลำดับจากตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด และตัวแปรย่อยในแต่ละส่วนที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด กล่าวคือ ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนมากที่สุด ไปหาน้อยที่สุด

โดยผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้ ไปใช้ประโยชน์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมและการวางแผนด้านวัตถุประสงค์ และวิธีการต่อในบทที่ 7 ด้านข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

4.6.4 ผลการวิเคราะห์ตามสมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยสามารถนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามการวิจัยและสมมติฐานการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบสมมติฐาน

ข้อที่	สมมติฐาน	ผลการทดสอบ
1	การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังมีอิทธิพลต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล	**สอดคล้องกับสมติฐาน**
2	การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตปะการัง	**สอดคล้องกับสมติฐาน**
3	การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังมีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง	**สอดคล้องกับสมติฐาน**
4	บริการของระบบนิเวศทางทะเลมีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง	**สอดคล้องกับสมติฐาน**
5	การยอมรับนวัตปะการังมีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง	**สอดคล้องกับสมติฐาน**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)	0.14**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)	0.23**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)	0.15**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)	0.18**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
5. การนำไปใช้งานจริง (X5)	0.08*	0.05	สัมพันธ์ต่ำมาก
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)	0.11**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
รวม	0.20**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.20 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก ซึ่งสามารถแจกแจงความสัมพันธ์ตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) ซึ่งประกอบไปด้วย (1.1) นวัตปะการังสร้างความกลมกลืนกับทรัพยากรทางทะเล (1.2) นวัตปะการังสร้างความสวยงามใต้ท้องทะเล (1.3) นวัตปะการังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสัตว์น้ำ (1.4) นวัตปะการังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ และ (1.5) นวัตปะการังเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ซึ่งประกอบไปด้วย (2.1) นวัตปะการังมีน้ำหนักเบา (2.2) นวัตปะการังถอดประกอบชิ้นส่วนได้ (2.3) นวัตปะการังสะดวกในการขนส่ง (2.4) นวัตปะการังสะดวกในการติดตั้ง และ (2.5) นวัตปะการังใช้งานได้ง่าย โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน มีความสัมพันธ์ที่ส่งผล

ต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.23

3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) ซึ่งประกอบไปด้วย (3.1) นวัตปะการังมีส่วนช่วยสนับสนุนระบบนิเวศทางทะเล (3.2) นวัตปะการังมีรูปทรงที่โดดเด่น (3.3) นวัตปะการังมีส่วนประกอบที่เป็นมิตรกับระบบนิเวศทางทะเล (3.4) นวัตปะการังนำเทคโนโลยีที่น่าสนใจมาผลิต ได้แก่ 3D Printing และ (3.5) นวัตปะการังเหมาะแก่การแนะนำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทดลองใช้ โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ ทัศนคติต่อการใช้งานมีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4) ซึ่งประกอบไปด้วย (4.1) ความสนใจเทคโนโลยีการผลิตนวัตปะการัง (4.2) ความตั้งใจศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง (4.3) ความตั้งใจเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง (4.4) ความตั้งใจติดตามข่าวสารเกี่ยวกับนวัตปะการัง และ (4.5) ความตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตปะการังเมื่อมีโอกาส โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ ความตั้งใจในการใช้งาน มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน
5. การนำไปใช้งานจริง (X5) ซึ่งประกอบไปด้วย (5.1) การติดต่อผู้ผลิตเพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับนวัตปะการัง (5.2) ความคุ้มค่าในการใช้นวัตปะการัง (5.3) การสนับสนุนเงินเพื่อการพัฒนานวัตปะการัง (5.4) การบริจาคนวัตปะการังแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ (5.5) การมีส่วนช่วยประชาสัมพันธ์ประโยชน์ของนวัตปะการัง โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การนำไปใช้งานจริง มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันน้อยที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.08
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) ซึ่งประกอบไปด้วย (6.1) การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับนวัตปะการัง (6.2) การทดลองผลิตปะการังเทียมรูปแบบใหม่ด้วยตัวเอง (6.3) การนำนวัตปะการังมาทดลองใช้ (6.4) การแสวงหาเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ และ (6.5) การแสวงหาวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)	0.18**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)	0.24**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)	0.08	0.06	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)	0.32**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
รวม	0.28**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดระหว่างปัจจัยด้าน การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่าปัจจัยด้าน การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.28 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก ซึ่งสามารถแจกแจงความสัมพันธ์ตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) ซึ่งประกอบไปด้วย (1.1) ความรู้สึกผูกพันเป็นเจ้าของนวัตปะการัง (1.2) ทัศนคติเชิงบวกต่อการพัฒนานวัตปะการัง (1.3) ความรู้และภูมิปัญญาในการร่วมพัฒนานวัตปะการัง (1.4) การรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ต่อหน่วยงานพัฒนานวัตปะการัง และ (1.5) เห็นพ้องร่วมกันกับหน่วยงานที่พัฒนานวัตปะการัง โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน

2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) ซึ่งประกอบไปด้วย (2.1) การร่วมเรียนรู้ในการพัฒนานวัตปะการัง (2.2) การทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง (2.3) การร่วมแสวงหาเงินทุนเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง (2.4) การร่วมสื่อสารเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง และ (2.5) การร่วมประสานงานกับหน่วยงานที่พัฒนานวัตปะการัง โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกัน
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9) ซึ่งประกอบไปด้วย (3.1) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากการพัฒนานวัตปะการัง (3.2) การได้รับการพัฒนาศักยภาพตนเองจากการพัฒนานวัตปะการัง (3.3) การมีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง (3.4) การมีทัศนคติเชิงบวกต่อการอนุรักษ์ปะการัง และ (3.5) ความรู้สึกหวงแหนปะการังและทรัพยากรทางทะเล โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันน้อยที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.08
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) ซึ่งประกอบไปด้วย (4.1) การมีส่วนร่วมติดตามกิจกรรมการพัฒนานวัตปะการัง (4.2) การมีส่วนร่วมติดตามผลงานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่พัฒนานวัตปะการัง (4.3) การมีส่วนร่วมป้องกันและรักษาการพัฒนานวัตปะการัง (4.4) การมีส่วนร่วมประเมินผลติดตามสภาพแวดล้อมทางทะเลหลังการพัฒนานวัตปะการัง และ (4.5) การมีส่วนร่วมรายงานปัญหาหลังการพัฒนานวัตปะการัง โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการติดตาม

การประเมินผล มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน ไปในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.32

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)	-0.05	0.26	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. บริการด้านการควบคุม (X12)	0.20**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)	0.04	0.29	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)	0.40**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
รวม	0.19**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดระหว่างปัจจัยด้าน การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้าน การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.19 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก ซึ่งสามารถแจกแจงความสัมพันธ์ตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. บริการด้านการควบคุม (X12) ซึ่งประกอบไปด้วย (1.1) แนวปะการังป้องกันชายฝั่งจากคลื่นลม (1.2) แนวปะการังลดการกัดเซาะชายฝั่ง (1.3) แนวปะการังสร้างเม็ดทรายให้กับชายหาด (1.4) แนวปะการังมีส่วนช่วยผลิตหินปูน และ (1.5) แนวปะการังสร้างความสมดุลสภาพภูมิอากาศ โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig.

(2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ บริการด้านการควบคุม มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันน้อยที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.20

2. บริการด้านการสนับสนุน (X14) ซึ่งประกอบไปด้วย (2.1) แนวปะการังเป็นแหล่งวัฏจักรของสารอาหาร (2.2) แนวปะการังเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ (2.3) แนวปะการังเป็นแหล่งหมุนเวียนของสารอาหาร (2.4) แนวปะการังส่งเสริมการจัดการที่ถูกต้อง และ (2.5) แนวปะการังสนับสนุนการส่งออกและการค้าปลีกทั่วโลก โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ บริการด้านการสนับสนุน มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.40
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9) ซึ่งประกอบไปด้วย (3.1) การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากการพัฒนานวัตปะการัง (3.2) การได้รับการพัฒนาศักยภาพตนเองจากการพัฒนานวัตปะการัง (3.3) การมีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง (3.4) การมีทัศนคติเชิงบวกต่อการอนุรักษ์ปะการัง และ (3.5) ความรู้สึกหวงแหนปะการังและทรัพยากรทางทะเล โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันน้อยที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.08
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) ซึ่งประกอบไปด้วย (4.1) การมีส่วนร่วมติดตามกิจกรรมการพัฒนานวัตปะการัง (4.2) การมีส่วนร่วมติดตามผลงานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่พัฒนานวัตปะการัง (4.3) การมีส่วนร่วมป้องกันและรักษาการพัฒนานวัตปะการัง (4.4) การมีส่วนร่วมประเมินผลติดตามสภาพแวดล้อมทางทะเลหลังการพัฒนานวัตปะการัง และ (4.5) การมีส่วนร่วมรายงานปัญหาหลังการพัฒนานวัตปะการัง โดยการทดสอบค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) พบว่ามีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 คือ การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล มีความสัมพันธ์ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนไปในทิศทางเดียวกันมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.32

จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน พบว่าทั้งปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และปัจจัยด้านบริการของระบบนิเวศทางทะเล หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) โดยปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากที่สุด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.28 รองลงมาได้แก่ ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง และปัจจัยด้านบริการของระบบนิเวศทางทะเล หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.20 และ 0.19 ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมติฐานเช่นเดียวกันกับผลการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุของปัจจัยความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	**คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน**		
	Pearson Correlation (r)	**Sig. (2-tailed)**	**ระดับความสัมพันธ์**
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.15**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.13*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.21**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.25**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.14**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.15*	0.02	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.20**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
5. การนำไปใช้งานจริง (X5)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.08	0.12	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.08	0.22	สัมพันธ์ต่ำมาก
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.11*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.11	0.09	สัมพันธ์ต่ำมาก
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.18**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.17**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.23**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.25**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.07	0.20	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.09	0.17	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
หญิง (n = 245)	0.34**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)			
เพศ: ชาย (n = 355)	-0.05	0.35	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	-0.04	0.53	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. บริการด้านการควบคุม (X12)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.20**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.19**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.06	0.24	สัมพันธ์ต่ำมาก
หญิง (n = 245)	0.02	0.82	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)			
เพศ: ชาย (n = 355)	0.41**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
หญิง (n = 245)	0.39**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยเพศ ของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ปรากฏในข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดข้างต้นตามตารางที่ 19 ตารางที่ 20 และตารางที่ 21 แต่ไม่พบความสัมพันธ์ที่สามารถแจกแจง หรือ อธิบายรายละเอียดระหว่างผู้ที่ตอบแบบสอบถามที่เป็นเพศชาย และเพศหญิงได้

ตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.10	0.23	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.12*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.26**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.08	0.69	สัมพันธ์ปานกลาง
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.20*	0.02	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.21**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.29**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.30	0.14	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.12	0.15	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.12*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.20*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.27	0.18	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.17*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.23**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)0.20	0.20	0.33	สัมพันธ์ต่ำมาก
5. การนำไปใช้งานจริง (X5)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.06	0.47	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.06	0.28	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.13	0.16	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.19	0.37	สัมพันธ์ต่ำมาก
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.06	0.47	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.10	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.16	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.21	0.30	สัมพันธ์ต่ำมาก
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.14	0.09	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.16**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.24**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.20	0.33	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.20*	0.02	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาเอก (n = 26)	0.30	0.14	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.01	0.93	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.07	0.35	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.15	0.11	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.11	0.59	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาตรี (n = 303)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาโท (n = 124)	0.39**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาเอก (n = 26)	0.31	0.12	สัมพันธ์ต่ำ
การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	-0.13	0.13	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	-0.04	0.48	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.11	0.90	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	-0.02	0.93	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. บริการด้านการควบคุม (X12)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.12	0.15	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.19**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.26**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.30	0.13	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	-0.09	0.30	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาตรี (n = 303)	0.06	0.33	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาโท (n = 124)	0.12	0.18	สัมพันธ์ต่ำมาก
ปริญญาเอก (n = 26)	0.12	0.57	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)			
ระดับการศึกษา: ต่ำว่าปริญญาตรี (n = 147)	0.34**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาตรี (n = 303)	0.40**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาโท (n = 124)	0.47**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
ปริญญาเอก (n = 26)	0.33	0.10	สัมพันธ์ต่ำ

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบความสัมพันธ์ซึ่งสามารถแจกแจงตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) และความตั้งใจในการใช้งาน (X4) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เรียงลำดับจากการศึกษามากไปหาน้อย ได้แก่

    1.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) เท่ากับ 0.12 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) เท่ากับ 0.26 ตามลำดับ

    1.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.20 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.21 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท

มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.29 ตามลำดับ

1.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.12 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.20 ตามลำดับ

1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี และปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.17 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.23 ตามลำดับ

2. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เรียงลำดับจากการศึกษามากไปหาน้อย ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.16 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.24 ตามลำดับ

2.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.20 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.22 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.31 ตามลำดับ

2.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี และปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.31 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.39 ตามลำดับ

3. การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม (X12) บริการด้านวัฒนธรรม (X13) และบริการด้านการสนับสนุน (X14) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เรียงลำดับจากการศึกษามากไปหาน้อย ได้แก่

3.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.19 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.26 ตามลำดับ

3.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.34 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.40 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาปริญญาโท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.47 ตามลำดับ

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.05	0.36	สัมพันธ์ต่ำ
สมรส (n = 306)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.59	0.41	สัมพันธ์ปานกลาง
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.23**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.86	0.14	สัมพันธ์สูง
3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.11	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.92	0.08	สัมพันธ์สูงมาก
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.16**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.19**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.81	0.19	สัมพันธ์สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การนำไปใช้งานจริง (X5)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.04	0.54	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.11*	0.05	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.58	0.42	สัมพันธ์ปานกลาง
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.09	0.12	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.12*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.64	0.36	สัมพันธ์ปานกลาง
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.13*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.47	0.53	สัมพันธ์ต่ำ
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.24**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.24**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.85	0.15	สัมพันธ์สูง
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.60	0.31	สัมพันธ์ปานกลาง
สมรส (n = 306)	0.09	0.11	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	-0.04	0.965	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
สมรส (n = 306)	0.34**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.78	0.23	สัมพันธ์สูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	-0.05	0.37	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	-0.04	0.46	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	-0.29	0.71	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. บริการด้านการควบคุม (X12)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.31	0.69	สัมพันธ์ต่ำ
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	-0.01	0.92	สัมพันธ์ต่ำมาก
สมรส (n = 306)	0.10	0.09	สัมพันธ์ต่ำมาก
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	-0.78	0.23	สัมพันธ์สูง
4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)			
สถานภาพ: โสด (n = 290)	0.34**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
สมรส (n = 306)	0.45**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
หม้าย/หย่าร้าง (n = 4)	0.66	0.34	สัมพันธ์ปานกลาง

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบความสัมพันธ์ซึ่งสามารถแจกแจงตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) ความตั้งใจในการใช้งาน (X4) การนำไปใช้งานจริง (X5) และความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มากกว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ได้แก่

    1.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) เท่ากับ 0.22

    1.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.23 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.22

    1.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.17

    1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.19 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.16

    1.5 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการนำไปใช้งานจริง (X5) เท่ากับ 0.11

    1.6 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) เท่ากับ 0.12

2. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มากกว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.22 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เพียง 0.13

2.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด และสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากันที่ 0.24

2.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.34 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.31

3. การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม (X12) และบริการด้านการสนับสนุน (X14) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางโดยพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มากกว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ได้แก่

3.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.22 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.17

3.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.45 ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.34

ตารางที่ 25 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.18	0.08	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.10	0.09	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.24**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.12	0.26	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.21*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.20*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.22**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.13	0.20	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.12**	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.17	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.22*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.11*	0.05	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.18	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.24*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
5. การนำไปใช้งานจริง (X5)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.08	0.44	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.05	0.41	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.15	0.11	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.11	0.34	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.06	0.55	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.11	0.06	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.13	0.19	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.16	0.14	สัมพันธ์ต่ำมาก
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.18	0.08	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.10*	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.15**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.25**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.21*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.23*	0.02	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.24**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.03	0.77	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.07	0.21	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.08	0.43	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.14	0.20	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.20*	0.05	สัมพันธ์ต่ำ
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.31**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.32**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	-0.09	0.35	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	-0.04	0.46	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	-0.04	0.69	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	-0.01	0.94	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. บริการด้านการควบคุม (X12)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.15	0.13	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.18**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.24*	0.03	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.24**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	-0.05	0.65	สัมพันธ์ต่ำมาก
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.04	0.53	สัมพันธ์ต่ำมาก
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.15	0.11	สัมพันธ์ต่ำมาก
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.02	0.84	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)			
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน: น้อยกว่า 15,000 บาท (n = 102)	0.22*	0.04	สัมพันธ์ต่ำ
15,001 – 20,000 บาท (n = 302)	0.37**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
20,001 – 30,000 บาท (n = 111)	0.43**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
มากกว่า 30,000 บาท (n = 85)	0.37**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบความสัมพันธ์ซึ่งสามารถแจกแจงตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) และความตั้งใจในการใช้งาน (X4) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ส่วนมาก**เรียงลำดับจากผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากไปหาน้อย ได้แก่

    1.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) เท่ากับ 0.24

    1.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.21 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.20 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.22 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.31

    1.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.12 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า

30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.22 ตามลำดับ

1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.11 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.17 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.24 ตามลำดับ

2. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เรียงลำดับจากผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากไปหาน้อย ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.10 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.15 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.25 ตามลำดับ

2.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.21 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.23 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.24 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.31 ตามลำดับ

2.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.20 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท และ 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.31 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.32 ตามลำดับ

3. การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม (X12) และบริการด้านการสนับสนุน (X14) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เรียงลำดับจากผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากไปหาน้อย ได้แก่

3.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.18 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท และมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.24 ตามลำดับ

3.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 15,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.22 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 15,001 ถึง 20,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.37 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนระหว่าง 20,001 ถึง 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.43 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 30,000 บาท มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.37

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ด้านปัจจัยการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนจากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วยกลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่

ปัจจัย	คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน		
	Pearson Correlation (r)	Sig. (2-tailed)	ระดับความสัมพันธ์
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)			
1. การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.08	0.49	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.16	0.09	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.15**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.21	0.05	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.24**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.23**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.10	0.35	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.15	0.12	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.15**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. ความตั้งใจในการใช้งาน (X4)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.17	0.13	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.19*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.19**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. การนำไปใช้งานจริง (X5)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.03	0.76	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.08	0.38	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.09	0.07	สัมพันธ์ต่ำมาก
6. ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.08	0.47	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.12	0.22	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.12*	0.02	สัมพันธ์ต่ำมาก
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง			
1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.14	0.22	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.17**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.18**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.08	0.49	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.25**	0.01	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.24**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (X9)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.05	0.64	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.09	0.33	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.08	0.12	สัมพันธ์ต่ำมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.32**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.35**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.32**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล			
1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (X11)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	-0.07	0.54	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	-0.05	0.60	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	-0.04	0.42	สัมพันธ์ต่ำมาก
2. บริการด้านการควบคุม (X12)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.14	0.20	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.20*	0.04	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.21**	0.00	สัมพันธ์ต่ำมาก
3. บริการด้านวัฒนธรรม (X13)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	-0.04	0.75	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.04	0.65	สัมพันธ์ต่ำมาก
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.06	0.24	สัมพันธ์ต่ำมาก
4. บริการด้านการสนับสนุน (X14)			
อยู่อาศัยในพื้นที่: กลุ่มชาวประมง (n = 84)	0.34**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (n = 115)	0.40**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ
กลุ่มนักท่องเที่ยว (n = 401)	0.41**	0.00	สัมพันธ์ต่ำ

*,** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากการแบ่งตามกลุ่มตัวอย่าง ด้วยรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ตอบแบบสอบถาม ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบความสัมพันธ์ที่สามารถแจกแจงตามรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1. การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) ทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) ความตั้งใจในการใช้งาน (X4) และความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ส่วนมาก** อยู่ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน ได้แก่

    1.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน (X1) เท่ากับ 0.15

    1.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.24 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (X2) เท่ากับ 0.23

    1.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยทัศนคติต่อการใช้งาน (X3) เท่ากับ 0.15

    1.4 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวและกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความตั้งใจในการใช้งาน (X4) เท่ากับ 0.19

    1.5 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล (X6) เท่ากับ 0.12

2. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(X10) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ส่วนมาก**อยู่ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน ได้แก่

2.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.17 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (X7) เท่ากับ 0.18

2.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.25 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ (X8) เท่ากับ 0.24

2.3 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็น**กลุ่มชาวประมง**ในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.32 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.35 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล (X10) เท่ากับ 0.32

3. การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม (X12) และบริการด้านการสนับสนุน (X14) นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ส่วนมาก**อยู่ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน ได้แก่

3.1 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.20 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยว

ในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยการบริการด้านการควบคุม (X12) เท่ากับ 0.21 ตามลำดับ

3.2 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็น**กลุ่มชาวประมง**ในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.34 กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.40 และกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ด้านปัจจัยบริการด้านการสนับสนุน (X14) เท่ากับ 0.41 ตามลำดับ

โดยเมื่อพิจารณาตัวแปรความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวมด้านอิทธิพลเชิงสาเหตุและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่แบ่งตามกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนอย่างมีนัยสำคัญในบทที่ 4 เรื่องผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 27 ต่อไปนี้

ตารางที่ 27 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวแปรความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลรวม และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม

ตัวแปร	ความสัมพันธ์ต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง		หมายเหตุ
	มี	ไม่มี	
การยอมรับนวัตปะการัง (TAM)	✓		การยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE)
การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN)	✓		การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริการของระบบนิเวศทางทะเล หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV)	✓		บริการของระบบนิเวศทางทะเล หรือ การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE)
เพศ	✓		ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งเพศชาย และเพศหญิง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE)
ระดับการศึกษา	✓		ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาในระดับสูง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาในระดับที่ต่ำกว่า
สถานภาพ	✓		ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด และหม้าย/หย่าร้าง
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	✓		ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูง มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำ
กลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่	✓		ผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มชาวประมงในพื้นที่ชุมชน

จากข้อมูลทางสถิติที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ตัวแปรพร้อมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างๆ จนครบถ้วนทุกมิติแล้ว ข้อมูลในส่วนนี้จึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อในด้านการวางแผนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมั่นคง และยั่งยืน ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ โดยเริ่มต้นจากแนวความคิดการพัฒนาชุมชน กล่าวคือ การพัฒนาความรู้ การศึกษา และความสามารถของประชาชน เพื่อทำให้เกิดการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี รวมทั้งการนำไปปฏิบัติ และใช้งานจริง โดยการสนับสนุน

และส่งเสริมด้านความมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล การรักษาไว้ซึ่งบริการทางระบบนิเวศที่ดี อันจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของคนในชุมชน ที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และประชาชนในพื้นที่

ทั้งนี้ การทำแผนพัฒนาชุมชนที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้ ยังจะต้องมุ่งเน้นให้เกิดการตระหนักถึงความสำคัญ และความสนใจด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลของท้องถิ่น สำหรับผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่ชุมชน โดยเฉพาะกลุ่มที่เป็นชาวประมง ซึ่งผู้วิจัยจะทำการอภิปรายถึงรายละเอียดต่อไปในบทที่ 7 เรื่องข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ในบทนี้จะกล่าวถึง กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development: NPD) ซึ่งเป็นบทที่มีความสำคัญอย่างยิ่งด้านนวัตกรรมในการอธิบายเรื่อง กระบวนการค้นคว้า การคิด การออกแบบ การแก้ไข และการปรับปรุงเพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง หรือ INNOVAREEF ซึ่งเป็นบทที่นำเสนอกระบวนการทางนวัตกรรมที่นำมาใช้ในการออกแบบทางโครงสร้าง รวมทั้งรูปแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และทัศนียภาพของปะการังเทียมให้ดียิ่งขึ้น เพื่อแก้ปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเลที่พบในแนวปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ความกลมกลืนกับธรรมชาติ ความเหมาะสมด้านการใช้งาน การใช้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทางทะเล การเลือกใช้วัสดุในการผลิตที่ไม่เป็นพิษ และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม ทำให้ได้ผลลัพธ์ทางผลิตภัณฑ์ที่มีความใหม่ มีประโยชน์ และสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างเหมาะสม ซึ่งกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของนวัตปะการังจะเป็นการนำกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการออกแบบชีวจำลอง หรือ Biomimicry (The Biomimicry Spirals) เข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ Collaborative New Product Development ในงานวิจัย ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การวิเคราะห์โอกาส (Discovery หรือ Opportunity Identification)

5.2 การสร้างแนวความคิดใหม่ (Idea Generation)

5.3 การคัดกรองและประเมินแนวความคิด (Screening and Evaluation)

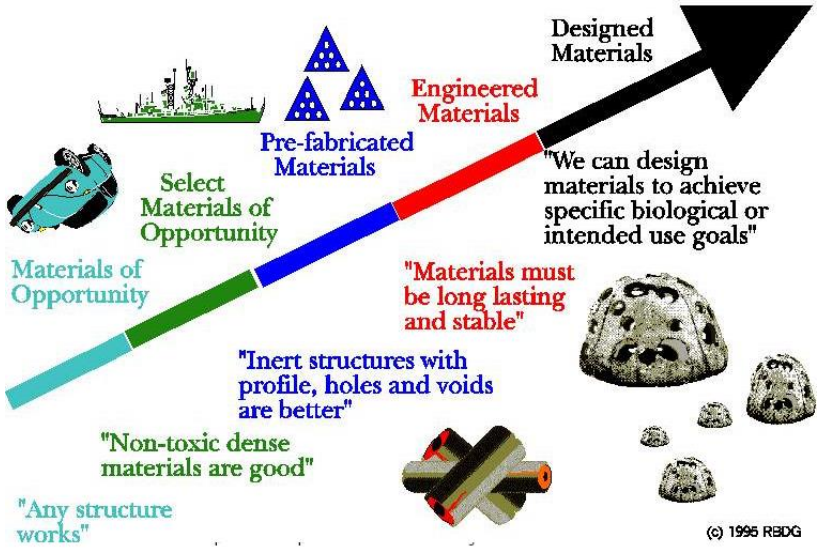
5.4 การพัฒนาแนวความคิด และการทดสอบ (Concept Development and Testing)

5.5 การทดสอบแนวความคิด (Concept Testing)

5.6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development)

5.7 กระบวนการทดสอบ (Testing)

5.1 การวิเคราะห์โอกาส (Discovery หรือ Opportunity Identification)



ภาพที่ 29 วิวัฒนาการของปะการังเทียมแต่ละประเภท

ที่มา: The Reef Ball Foundation (2017)

การออกแบบ และวิวัฒนาการของแนวปะการังเทียมนั้นได้เริ่มต้นขึ้นในศตวรรษที่ 18 เมื่อชาวประมงในประเทศญี่ปุ่นพบว่าสัตว์น้ำจำนวนมาก มักจะรวมตัวกันอยู่อาศัยภายในซากใต้น้ำ หรือ ต้นไม้ที่ตายแล้ว นำไปสู่การเป็นพื้นที่ทำการประมง หลังจากนั้นได้มีการทดลองสร้างโครงไม้ขนาดใหญ่ที่มีกิ่งก้านถ่วงไว้ใต้ทะเลด้วยกระสอบทรายในระดับความลึก 38 เมตร พบว่าบริเวณนั้นสามารถจับสัตว์น้ำได้ในปริมาณที่มากขึ้น จึงเป็นที่มาของการเริ่มต้นพัฒนาแนวปะการังเทียม โดยเริ่มต้นจากการใช้วัสดุแบบง่ายจากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ จนไปสู่วิวัฒนาการการนำวัสดุเหลือใช้อื่นๆ โครงสร้างคอนกรีต ตลอดจนวัสดุที่ออกแบบมาโดยเฉพาะที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกไปมาเป็นแนวปะการังเทียม

ในปัจจุบัน มีจุดประสงค์การทำแนวปะการังเทียมเพื่อให้วัตถุนั้นๆ รองรับกับการใช้งานทางชีวภาพอย่างเหมาะสมมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น Reef Balls (ปะการังเทียมทรงกลวงรูปลูกบอล) และปะการังเทียมชนิดแท่งคอนกรีตแบบโครงสี่เหลี่ยม ที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีการออกแบบมาหลายขนาด มีช่องไว้ให้สำหรับสัตว์น้ำอยู่อาศัย และผลิตด้วยคอนกรีตที่มีความหนัก ความทนทาน เพื่อรองรับอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า 500 ปี (The Reef Ball Foundation, 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่า การออกแบบแนวปะการังเทียมเพิ่มเติมเพื่อให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีคุณภาพ และประสิทธิภาพด้านการใช้งานตามธรรมชาติยังคงเป็นเรื่องที่ต้องค้นหาโอกาส และความเป็นไปได้ในการสร้าง โดยใช้วิธีการรวบรวมข้อมูลด้านปะการังเทียมที่มีอยู่ในปัจจุบัน และนำมาวิเคราะห์เพื่อค้นหาความต้องการที่แท้จริงของทั้งลูกค้าและธรรมชาติ

ตารางที่ 28 ประเภทของแนวปะการังเทียม

ประเภทของปะการังเทียม	ทัศนียภาพใต้น้ำ	วัสดุที่ใช้	ความซับซ้อนทางโครงสร้าง (ต่ำ/ปานกลาง/สูง)	วัตถุประสงค์ด้านการใช้งาน
Simulation Reef: แนวปะการังจำลองเลียนแบบรูปแบบ ความสวยงาม และประสิทธิภาพจากแนวปะการังธรรมชาติ	เป็นธรรมชาติ	การหล่อโดยใช้หินปูน ก้อนหิน กำแพงหิน หรือ ซากปะการังจริง	ต่ำ	การประมง การประดาน้ำ การดำน้ำตื้น การโต้คลื่น การศึกษา
Replication Reef: แนวปะการังจำลองเลียนแบบประสิทธิภาพจากแนวปะการังธรรมชาติ	กึ่งธรรมชาติ	โครงสร้างสำเร็จรูป โลหะ ปิรามิด คอนกรีต ท่อ ยาง ยางรถยนต์	ต่ำ – ปานกลาง	การประมง การประดาน้ำ การดำน้ำตื้น การโต้คลื่น การศึกษา
Transformation Reef: แนวปะการังจำลองที่ไม่เลียนแบบรูปแบบ และประสิทธิภาพจากแนวปะการังธรรมชาติ (สร้างขึ้นตามเงื่อนไขเฉพาะ หรือวัตถุประสงค์บางอย่าง)	ไม่เป็นธรรมชาติ	ท่าเรือ ท่าเทียบเรือ สะพาน เรือ มอเตอร์ไซค์ รถถัง รถยนต์ เครื่องบิน	ปานกลาง – สูง	การประมง การประดาน้ำ การดำน้ำตื้น การศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางเปรียบเทียบประเภทของแนวปะการังเทียม จะเห็นได้ว่าโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังนั้น จะต้องดึงและรวบรวมจุดเด่นในด้านของ (1) การสร้างให้มีรูปแบบความสวยงาม และประสิทธิภาพเทียบเท่ากับแนวปะการังธรรมชาติ (2) การสร้างให้มีกลมกลืนกับธรรมชาติของทัศนียภาพใต้น้ำ เพื่อลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเล (3) การเลือกใช้วัสดุในการผลิตอย่างเหมาะสม (4) การออกแบบโครงสร้างที่มีความซับซ้อนเพื่อให้สัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่จะเข้ามาอยู่อาศัยและหลบภัย และ (5) การออกแบบเพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ด้านการในงานในหลายด้าน

ตารางที่ 29 การเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของแนวปะการังเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

	ข้อดี									ข้อเสีย								
ชนิดของปะการังเทียม	ประหยัดต้นทุน	ความเข้ากันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเล	ความแข็งแรง/ทนทาน	โครงสร้างเอื้อต่อการเป็นที่อยู่ของสัตว์ (เพิ่มจำนวน และที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต)	พัฒนาเศรษฐกิจ-การประมง	พื้นที่ผิวกลงเกาะเยอะ	ออกแบบให้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และความต้องการ	น้ำหนักเบา สามารถขนส่ง-ติดตั้งง่าย	หา และนำมาใช้งานได้ง่าย	ควบคุมในการรองเกาะ	ความปนเปื้อน และเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม	น้ำหนักมาก/ค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด แยกส่วน และขนส่ง-ติดตั้ง	การกัดกร่อนส่วนโลหะ/วัสดุยึดติดบางประเภท (ไม่แข็งแรง/ทนทาน)	การกีดขวางทางเดินทะเล	น้ำหนักเบา ถูกระบบปั้นน้ำมันพัดพา	โครงสร้างไม่มีความซับซ้อน	บดบังการไหลเวียนของกระแสน้ำ/การตกตะกอน	ต้นทุนในการผลิตในระยะเริ่มต้นสูง
คอนกรีต	✓	✓	✓							✓	✓	✓						
เรือเหล็กขนาดใหญ่				✓	✓	✓				✓	✓		✓					
แท่นขุดเจาะน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ			✓	✓	✓							✓		✓				
เครื่องบิน			✓	✓	✓						✓	✓			✓			
รถ รถไฟ รถไฟฟ้าใต้ดิน รถยนต์				✓	✓	✓							✓			✓	✓	
โครงสร้างที่ถูกออกแบบเฉพาะ	✓		✓				✓	✓										✓

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อุปกรณ์ทางการทหาร			✓					✓			✓	✓	✓					
วัสดุจากธรรมชาติ	✓	✓							✓			✓	✓		✓		✓	
ยานพาหนะ								✓			✓	✓						
ยางรถยนต์	✓		✓					✓	✓		✓		✓		✓			
เครื่องใช้ไฟฟ้า								✓	✓		✓		✓					
วัสดุเบ็ดเตล็ด											✓				✓			

จากตารางการเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียที่พบในแนวปะการังเทียมปัจจุบัน สามารถสรุปข้อมูลในขั้นตอนการค้นหาโอกาสของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ได้ดังนี้

5.1.1 คุณสมบัติของการพัฒนาแนวปะกาเทียมที่ดี

- ต้องประหยัดต้นทุนทั้งในช่วงเริ่มต้น และช่วงหลังของการผลิต สามารถนำสิ่งของที่มีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งของที่มีอยู่มาก หรือ สิ่งของที่เหลือใช้อย่างเหมาะสมมาเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาและผลิต
- วัสดุในการผลิตต้องเข้ากันได้ ไม่ปนเปื้อน และไม่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ
- ต้องมีความแข็งแรงทนทานภายใต้สภาวะน้ำทะเล ไม่เกิดการกัดกร่อนในส่วนของโลหะ และวัสดุยึดติดบางประเภท
- ต้องมีโครงสร้างที่ซับซ้อน และเหมาะสมเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการเพิ่มที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหน้าดิน และใต้ทะเล ซึ่งจะเป็นแนวหลบภัยที่สำคัญของสัตว์น้ำ เป็นการเพิ่มจำนวนกลุ่มประชากรของสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่มีการติดตั้งแนวปะการังเทียม
- ต้องมีโครงสร้างที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์การประมง
- ต้องเป็นการช่วยส่งเสริมอุตสาหกรรมการประมง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจ
- ต้องมีพื้นที่ผิวให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะเยอะ และส่งเสริมการเจริญเติบโตของปะการังจริงอย่างรวดเร็ว
- ต้องออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และความต้องการในแต่ละพื้นที่

- ต้องมีน้ำหนักเบา แต่ไม่ถูกกระแสน้ำพัดพา สามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้งานได้ง่าย ไม่เกิดอันตราย
- ต้องประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด แยกชิ้นส่วน ขนส่ง และติดตั้ง
- ต้องไม่บดบังการไหลเวียนของกระแสน้ำ เพื่อป้องกันการจม การทรุดตัว และการเกิดตะกอนบริเวณโดยรอบแนวปะการังเทียม
- ต้องไม่เป็นการกีดขวางทางเดินทะเล

จะเห็นได้ว่าโอกาสในการสร้างนวัตกรรมแนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ ที่มีชื่อว่า “นวัตปะการัง” หรือ “INNOVAREEF” เพื่อตอบโจทย์ และแก้ไขปัญหาที่พบในแนวปะการังเทียมชนิดต่างๆ ในเบื้องต้นนั้นมีความชัดเจนบนพื้นฐานความเป็นไปได้ และมีความพร้อมที่จะนำข้อมูลดังกล่าวไปเข้าสู่กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในขั้นตอนต่อไป

ทั้งนี้จากช่องว่างของปัญหาที่พบในข้อเสียของแนวปะการังที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงได้นำส่วนแรกของกระบวนการออกแบบ Biomimicry (The Biomimicry Spirals) ในขั้นตอนระบุขอบเขตของปัญหา ความต้องการในการออกแบบ กฎเกณฑ์ และข้อจำกัดที่เกิดขึ้น หรือ Define เพื่อช่วยให้เข้าใจ เล็งเห็นเป้าหมาย และความท้าทายในการออกแบบที่ชัดเจนขึ้น

5.1.2 Frame Your Challenge: การวางกรอบความท้าทาย

- การออกแบบแนวปะการังเทียมที่มีเหมือนจริง สวยงาม และมีคุณสมบัติตามธรรมชาติที่ชื่อว่า “นวัตปะการัง” หรือ “INNOVAREEF”

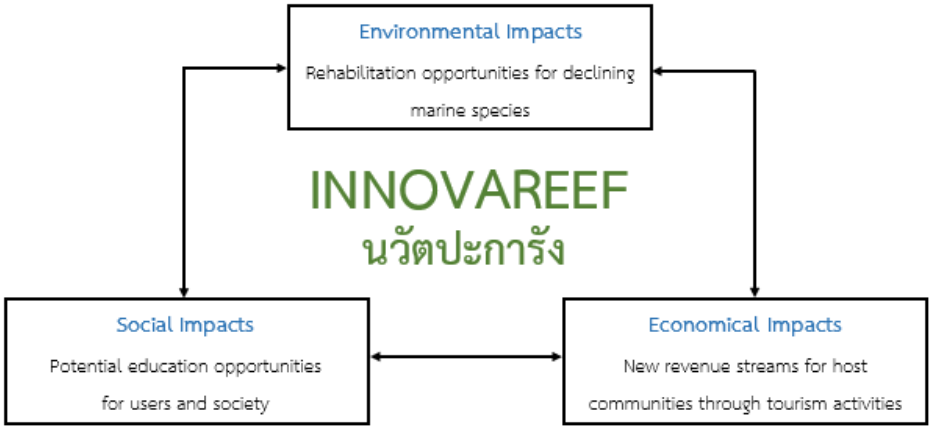
5.1.3 Consider Context: การพิจารณาบริบท หรือ ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความท้าทาย

- เทคโนโลยีการออกแบบ และการขึ้นรูปปะการังเทียมรูปแบบใหม่

5.1.4 Design Question: คำถามด้านการออกแบบ

- เราจะสร้างปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่สามารถดึงดูดสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังธรรมชาติอย่างรวดเร็วได้อย่างไร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 30 ความสัมพันธ์ด้านผลลัพธ์จากการใช้ปะการังเทียม
ที่มา: ดัดแปลงจาก Hall (1998)

5.2 การสร้างแนวความคิดใหม่ (Idea Generation)

กระบวนการสร้างแนวความคิดใหม่ของงานวิจัยนวัตปะการังนี้ มาจากการวิจัยเชิงสำรวจ หรือ Survey Research เพื่อศึกษาหาการตอบสนอง และความต้องการที่แท้จริงจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ประกอบกับการหาความต้องการที่แท้จริงเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศทางทรัพยากรธรรมชาติกลับคืนสู่ทะเล

โดยการะบวนการนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยการสนทนาแบบกลุ่ม และการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก (In-depth Interview) กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อให้ได้มาซึ่งการสร้างแนวความคิดใหม่ของนวัตปะการัง ดังต่อไปนี้

5.2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำผลจากการวิเคราะห์ในการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวความคิดใหม่ของนวัตปะการัง ทำให้ได้แนวทางในการสร้างปะการังรูปแบบใหม่ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 30 สรุปผลการสัมภาษณ์เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแนวความคิดใหม่ของนวัตปะการัง

แนวทางในการสร้างนวัตปะการัง	จำนวนผู้ให้สัมภาษณ์	จำนวนครั้งที่พูดถึง
1. ความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ	6	13
2. การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว	6	10
3. การยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล	4	8

4. กระบวนการติดตั้งง่าย	3	7
5. ทัศนียภาพทางทะเล (Visual Pollution)	3	5
6. การใช้วัสดุที่เหมาะสม	2	2
7. สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ	1	2
8. การช่วยลดภาระแนวปะการังจริง	1	1

5.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์

5.2.2.1 ปะการังเทียมที่มีความเสมือน และกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ

ผู้ให้สัมภาษณ์ 6 ท่านได้ให้ความสำคัญกับแนวทางด้านการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีความเสมือน สวยงาม และกลมกลืน เหมือนกับระบบนิเวศแนวปะการังธรรมชาติ โดยการออกแบบทางโครงสร้าง รูปทรงให้มีลักษณะเป็นโขดหิน เป็นรู และเป็นโพรงใต้น้ำ รวมทั้งการออกแบบสีสันที่คล้ายกับธรรมชาติมากที่สุด ซึ่งจะทำให้นวัตปะการังนั้นออกมาโดดเด่นเมื่อเปรียบเทียบกับปะการังเทียมรูปแบบเดิม สามารถเข้ากับธรรมชาติได้มากขึ้น

5.2.2.2 ปะการังเทียมเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว

แนวทางต่อมาที่มีผลต่อการสร้างแนวความคิดใหม่ โดยผู้ให้สัมภาษณ์ 6 ท่านได้ให้ความคิดเห็นที่ตรงกันว่า การพัฒนานวัตปะการัง จะเป็นการเพิ่มจำนวนสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมใต้ทะเลที่มีปัญหาเสื่อมโทรมให้กลับมาเหมือนเดิม เพราะเป็นการเรียกสมดุลเดิมในธรรมชาติที่เคยเป็นอยู่ให้กลับมาสู่สภาพเดิมได้เร็วยิ่งขึ้น และสิ่งมีชีวิตยังสามารถใช้เป็นที่หลบภัย ขยายพันธุ์ แหล่งห่วงโซ่อาหาร และที่อยู่อาศัยเพื่อเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งเป็นการฟื้นฟู และเพิ่มจำนวนประชากรปลาใต้ท้องทะเลในบริเวณที่มีการติดตั้งได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งในบริเวณที่เกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น Climate Change สึนามิ และพื้นที่ที่เกิดการทับถมของตะกอนทราย เป็นต้น

ในข้อนี้มีการสนับสนุนแนวความคิดเรื่องการปลูกปะการังจริงบนพื้นผิวนวัตปะการัง (Coral Seeding) เพื่อเพิ่มอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และเร่งการเจริญเติบโตของปะการังจริง เป็นการลดระยะเวลาการฟื้นฟูที่แท้จริง

5.2.2.3 ปะการังเทียมที่ได้รับการยอมรับจากสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล

แนวทางรองลงมาได้แก่ปัจจัยด้านการยอมรับจากสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล ซึ่งมีผู้ให้สัมภาษณ์ที่มีความคิดเห็นตรงกัน 4 ท่าน คือ การสร้างนวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่ ให้มีจุดแข็ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ด้านการที่ให้สิ่งมีชีวิตรู้สึกได้ถึงบรรยากาศ สภาพแวดล้อม และการเป็นที่อยู่อาศัยเหมือนกันกับแนวปะการังตามธรรมชาติโดยไม่รู้สึกว่าเป็นสิ่งแปลกปลอม

5.2.2.4 ปะการังเทียมที่มีกระบวนการติดตั้งได้ง่าย

แนวทางต่อมาที่ผู้ให้สัมภาษณ์ 3 ท่านให้ความคิดเห็นตรงกันในการสร้างนวัตปะการัง ได้แก่ การทำให้กระบวนการติดตั้งปะการังเทียมสามารถทำได้โดยง่าย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการยก เคลื่อนย้าย ติดตั้ง และการปรับเปลี่ยนการจัดวางไม่ให้บดบัง หรือเปลี่ยนแปลงทิศทางของกระแสน้ำใต้ทะเล เมื่อเปรียบเทียบกับปะการังเทียมที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งเป็นการป้องกันการเกิดอันตรายของผู้ทำงาน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้ให้สัมภาษณ์ 3 ท่าน จึงให้คำแนะนำด้านการออกแบบให้นวัตปะการัง มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา มีช่องไว้สำหรับยก รวมทั้งการออกแบบให้สามารถถอด – ประกอบชิ้นส่วนได้

5.2.2.5 ปะการังเทียมที่ช่วยในเรื่องของทัศนียภาพทางทะเล (Visual Pollution)

แนวทางต่อมาที่มีผลต่อการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีผู้ให้สัมภาษณ์ให้ความคิดเห็นตรงกัน 3 ท่าน คือ เรื่องของทัศนียภาพทางทะเล โดยให้ความคิดเห็นว่านวัตปะการังควรทำให้ทัศนียภาพใต้ท้องทะเลที่มีแนวปะการังเสื่อมโทรมดีขึ้น ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้มีทัศนียภาพที่น่ามอง สวยงามตามแบบฉบับของธรรมชาติ

5.2.2.6 การใช้วัสดุที่เหมาะสมในการพัฒนานวัตปะการัง

แนวทางต่อมาที่มีผลต่อการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่นี้ โดยมีผู้ให้สัมภาษณ์ที่ให้ความคิดเห็นตรงกันในปัจจัยด้านนี้ 2 ท่าน ว่าเรื่องที่ควรตระหนักในการสร้างแนวความคิดใหม่นี้ คือ การเลือกใช้วัสดุในการออกแบบนวัตปะการังที่มีความเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เช่น โครงสร้างที่มีส่วนผสมของเหล็ก ซึ่งอาจกลายเป็นสนิม ถูกน้ำทะเลกัดกร่อน และพังได้ในระยะยาว รวมทั้งการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบที่ไม่เป็นสิ่งแปลกปลอม ไม่เป็นพิษที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ และสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้

5.2.2.7 ปะการังเทียมที่สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ

ผู้ให้สัมภาษณ์ 1 ท่าน ได้ให้ความสำคัญกับแนวทางด้านการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ เพราะจะทำให้สามารถต่อยอดการออกแบบต่อไปในอนาคตได้อย่างหลากหลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.2.2.8 ปะการังเทียมเพื่อช่วยลดภาระแนวปะการังจริง

แนวทางด้านการพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่สุดท้ายที่ผู้ให้สัมภาษณ์ 1 ท่าน ให้ความสำคัญ คือ การช่วยลดภาระแนวปะการังจริง โดยผู้ให้สัมภาษณ์ท่านนี้ได้ให้ความสำคัญในการตระหนักถึงการออกแบบ และพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ขึ้นมาว่าจะต้องไม่กระทบต่อแนวปะการังจริง เพื่อช่วยเรื่องการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในแนวปะการังธรรมชาติ

จากการเก็บข้อมูลสถิติเชิงคุณภาพในกระบวนการสร้างแนวความคิดใหม่จากกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงแนวทางในการสร้างนวัตปะการังให้มีจุดแข็ง และความโดดเด่น ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่นำไปสู่การพัฒนาในกระบวนการคัดกรองต่อไป

ในขณะเดียวกัน การสร้างแนวความคิดใหม่ของนวัตปะการัง ไม่ได้จัดทำขึ้นเพียงเพื่อตอบโจทย์ความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย แต่เพื่อตอบสนองความต้องการทางทะเลตามธรรมชาติที่แท้จริง ผู้วิจัยจึงได้นำในส่วนของการระบุคำถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์หน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพที่จำเป็น ที่เรียกว่า Biologize เข้ามาเพื่อเป็นการเริ่มระบุหากลยุทธ์ในการออกแบบที่เฉพาะเจาะจงในการสร้างแนวความคิดใหม่ของผลิตภัณฑ์ให้เกิดความชัดเจนมากขึ้น ตามตารางที่ 31 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 31 การวิเคราะห์ Biologize ในหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพที่จำเป็น

ระบุหน้าที่ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง (Identify Related Biological Functions)	**ระบุปัจจัยด้านบริบทที่เกี่ยวข้อง (Define Relevant Contextual Factors)**
ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ	**รูปแบบ**
ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต	**ลักษณะทางโครงสร้าง**
ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล	
ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์	**ลักษณะพื้นผิว**
ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต	

5.2.3 Biologized Question: คำถามด้านชีวภาพ

เราจะสร้างปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่เหมาะสมเพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังธรรมชาติอย่างรวดเร็วได้อย่างไร

5.3 การคัดกรองและประเมินแนวความคิด (Screening and Evaluation)

ในขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการเพื่อคัดเลือก และประเมินแนวความคิดในการพัฒนานวัตปะการัง โดยการใช้เครื่องมือในการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือ Weight Scoring เพื่อคัดกรอง และประเมินความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี และความเป็นไปได้ทางการตลาด ด้วยการนำเอาแนวคิดการพัฒนานวัตปะการังที่ได้ข้อมูลมาจากการทำแบบสอบถาม (Questionnaire) และเลือกเอา 4 แนวคิดที่ดึงดูดความสนใจจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมากที่สุด ได้แก่

แนวความคิดที่ 1: ผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจาก 3D Cement Printing

แนวความคิดที่ 2: ผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากแท่งคอนกรีต

แนวความคิดที่ 3: ผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากท่อ PVC

แนวความคิดที่ 4: ผลิตภัณฑ์นวัตปากรังจากวัสดุเหลือใช้

ตารางที่ 32 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี โดยการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)

เงื่อนไขการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวเลือก								
		น้ำหนักคะแนน	แนวคิดที่ 1		แนวคิดที่ 2		แนวคิดที่ 3		แนวคิดที่ 4	
			Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score
การพัฒนาผลิตภัณฑ์	ยาก – ง่าย	0.2	4.0	0.8	3.0	0.6	1.0	0.2	1.0	0.2
ความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี	สูง – ต่ำ	0.2	4.5	0.9	5.0	1.0	5.0	1.0	5.0	1.0
ความยากในการลอกเลียนแบบ	ยาก – ง่าย	0.1	5.0	0.5	1.0	0.1	1.0	0.1	5.0	0.5
เทคโนโลยีทดแทน	ยาก – ง่าย	0.1	5.0	0.5	2.0	0.2	1.0	0.1	1.0	0.1
การสนับสนุนจากองค์กร	มาก – น้อย	0.1	4.0	0.4	5.0	0.5	3.0	0.3	5.0	0.5
ความเข้ากันได้กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน	สูง - ต่ำ	0.1	5.0	0.5	4.0	0.4	4.0	0.4	3.0	0.3
วัสดุที่ใช้ในการผลิต	ยาก – ง่าย	0.1	4.0	0.4	2.0	0.2	1.0	0.1	3.0	0.3
อายุในการใช้งาน	> 10 ปี – < 1 ปี	0.1	5.0	0.5	4.0	0.4	1.0	0.1	3.0	0.3
	รวม	1.0		4.5		3.4		2.3		3.2

จากตารางที่ 32 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขการประเมินทางความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือ Weight Scoring

ด้วยการวิจัยเฉพาะกลุ่ม หรือ แบบ Focus Group จากปัจจัยความเป็นไปได้ของเทคโนโลยี ปัจจัยความยากในการลอกเลียนแบบ ปัจจัยเทคโนโลยีทดแทน ปัจจัยการสนับสนุนจากองค์กร ปัจจัยความเข้ากันได้กับเทคโนโลยีในปัจจุบัน ปัจจัยวัสดุที่ใช้ในการผลิต ปัจจัยด้านอายุการใช้งาน และปัจจัยความยากในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากการวิเคราะห์แนวคิดการพัฒนานวัตปะการัง 4 แนวความคิด พบว่า แนวคิดที่ได้คะแนนสูงสุด ได้แก่ (1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจาก 3D Cement Printing (4.5 คะแนน) ตามมาด้วย (2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากแท่งคอนกรีต (3.4 คะแนน) (3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากวัสดุเหลือใช้ (3.2 คะแนน) และ (4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากท่อ PVC (2.3 คะแนน) ตามลำดับ

ตารางที่ 33 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความเป็นไปได้ด้านการตลาด โดยการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)

เงื่อนไขการประเมิน	เกณฑ์การประเมิน	ตัวเลือก								
		น้ำหนักคะแนน	แนวคิดที่ 1		แนวคิดที่ 2		แนวคิดที่ 3		แนวคิดที่ 4	
			Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score
ความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์	มาก – น้อย	0.3	5.0	1.5	3.0	0.9	1.0	0.3	2.0	0.6
การตอบสนองความต้องการของตลาด	มาก – น้อย	0.2	5.0	1.0	4.0	0.8	2.0	0.4	3.0	0.6
ความสามารถในการเข้าถึงตลาด	สูง – ต่ำ	0.2	4.0	0.8	5.0	1.0	1.0	0.2	2.0	0.4
ความสามารถในการทำกำไร	มาก – น้อย	0.1	5.0	0.5	5.0	0.5	2.0	0.2	5.0	0.5
ความต้องการในการลงทุน	มาก – น้อย	0.1	5.0	0.5	4.0	0.4	2.0	0.2	2.0	0.2
โอกาสในการขอสนับสนุนแหล่งเงินทุน	มาก – น้อย	0.1	5.0	0.5	5.0	0.5	2.0	0.2	4.0	0.4
รวม		1.0		4.8		4.1		1.5		2.7

จากตารางที่ 33 การประเมินแนวคิดตามเงื่อนไขการประเมินความเป็นไปได้ด้านการตลาด โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือ Weight Scoring ด้วยการวิจัยเฉพาะกลุ่ม หรือ แบบ Focus Group จากปัจจัยความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยการตอบสนองความต้องการของตลาด ปัจจัยความสามารถในการเข้าถึงตลาด ปัจจัยความสามารถในการทำกำไร ปัจจัยความต้องการในการลงทุน และปัจจัยด้านโอกาสในการขอสนับสนุนแหล่งเงินทุน พบว่า แนวคิด

ที่ได้คะแนนภายใต้เงื่อนไขการประเมินความเป็นไปได้ด้านการตลาดมากที่สุด ได้แก่ (1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจาก 3D Cement Printing (4.8 คะแนน) (2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากแท่งคอนกรีต (4.1 คะแนน) (3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากวัสดุเหลือใช้ (2.7 คะแนน) และ (4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากท่อ PVC (1.5 คะแนน) ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของการประเมินแนวคิดตามเงื่อนไขปัจจัยความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี และด้านการตลาด โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือ Weight Scoring จากแนวคิดการพัฒนานวัตปะการังทั้ง 4 แนวความคิด พบว่าแนวความคิดที่ควรนำมาพิจารณาเพื่อทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป ได้แก่ แนวความคิดที่ (1) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจาก 3D Cement ซึ่งได้คะแนนภาพรวมที่ 4.65 คะแนน และแนวความคิดที่ควรพิจารณาเพื่อทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นลำดับต่อมา ได้แก่ (2) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากแท่งคอนกรีต (2.10 คะแนน) (3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากวัสดุเหลือใช้ (2.95 คะแนน) และ (4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากท่อ PVC (1.90 คะแนน) ตามลำดับ

ตารางที่ 34 การประเมินแนวคิดแบบภาพรวมตามเงื่อนไขปัจจัยความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี และด้านการตลาด โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)

สรุปเงื่อนไขการประเมิน	น้ำหนัก	แนวคิดที่ 1		แนวคิดที่ 2		แนวคิดที่ 3		แนวคิดที่ 4	
	คะแนน	Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score
ปัจจัยความเป็นไปได้ด้านเทคโนโลยี	0.5	4.5	2.25	3.4	1.7	2.3	1.15	3.2	1.60
ปัจจัยความเป็นไปได้ด้านการตลาด	0.5	4.8	2.40	4.1	0.4	1.5	0.75	2.7	1.35
รวม	1.0		4.65		2.10		1.90		2.95

นอกจากนี้แล้ว ผู้วิจัยได้นำขั้นตอน Discovery จากการออกแบบชีวจำลองมาใช้ในกระบวนการคัดกรองและประเมินแนวความคิด โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก หรือ Weight Scoring ด้วยการวิจัยเฉพาะกลุ่ม หรือ แบบ Focus Group ซึ่งจะทำให้ได้แนวความคิดที่สอดคล้องกันระหว่างหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ทางชีวภาพจากแบบจำลองแนวปะการังธรรมชาติเบื้องต้น ซึ่งเกี่ยวกับปัจจัยด้านความโดดเด่น หรือ ความสวยงามตามธรรมชาติ ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ และความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยอ้างอิงจากข้อมูลชนิดของปะการังในบททบทวนวรรณกรรม แบ่งออกเป็นแนวความคิดที่ได้คะแนนมากที่สุด คือ (1) ปะการังแข็ง หรือ Hard Coral

(4.8 คะแนน) ตามมาด้วยแนวความคิดที่ (2) ปะการังอ่อน หรือ Soft Coral (2.8 คะแนน) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ แนวความคิดที่ (3) กัลปังหา หรือ Horny Coral/Gorgonians (2.2 คะแนน) ตามตารางที่ 35 ซึ่งทำให้ได้แนวความคิดที่ (1) ปะการังแข็ง (Hard Coral) เป็นชนิดของปะการังที่เหมาะสมในการพัฒนาแนวความคิด และการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 35 การประเมินแนวความคิดตามเงื่อนไขความสอดคล้องระหว่างหน้าที่ (Function) และบริบท (Context) ด้านชีวภาพ โดยการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring)

เงื่อนไขการประเมิน		ความสอดคล้อง	ตัวเลือก					
บริบท (Context)	หน้าที่ (Function)		น้ำหนักคะแนน	แนวคิดที่ 1		แนวคิดที่ 2		แนวคิดที่ 3	
				Rating	Score	Rating	Score	Rating	Score
รูปแบบ	ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ	มาก – น้อย	0.2	4.0	0.8	5.0	1.0	5.0	1.0
ลักษณะทางโครงสร้าง	ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต	มาก – น้อย	0.2	5.0	1.0	4.0	0.8	2.0	0.4
	ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล	มาก – น้อย	0.2	5.0	1.0	3.0	0.6	2.0	0.4
ลักษณะพื้นผิว	ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์	มาก – น้อย	0.2	5.0	1.0	1.0	0.2	1.0	0.2
	ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต	มาก – น้อย	0.2	5.0	1.0	1.0	0.2	1.0	0.2
		รวม	1.0		4.8		2.8		2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4 การพัฒนาแนวความคิด และการทดสอบ (Concept Development and Testing)

จากกระบวนการคัดกรองและประเมินแนวความคิด หรือ Screening and Evaluation นั้น พบว่า แนวความคิดที่ควรได้รับการพิจารณาเข้าสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อมากที่สุด ได้แก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจาก 3D Cement Printing ในรูปแบบของปะการังแข็ง หรือ Hard Coral ในการคัดกรอง และประเมินแนวความคิดเพิ่มเติม เพื่อหาความเหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากขั้นตอน Discovery ของการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry)

เพื่อทำให้แนวความคิดดังกล่าวมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้นำปัจจัยจากกระบวนการสร้างแนวความคิดใหม่มาเพื่อกำหนดทิศทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังอย่างถูกต้องและเหมาะสมตามระดับที่ผู้ให้สัมภาษณ์ให้ความสำคัญจากมากไปน้อยดังต่อไปนี้

- มีความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ
- สามารถฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว
- เป็นที่ยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล
- มีกระบวนการติดตั้งง่าย
- ส่งเสริมทัศนียภาพทางทะเลเพื่อลดปัญหามลภาวะทางทัศนาการทางทะเล (Visual Pollution)
- ใช้วัสดุที่เหมาะสม
- สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ
- สามารถช่วยลดภาระแนวปะการังจริง

โดยการพัฒนาแนวคิดเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับนวัตปะการังนั้นจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อดี – ข้อเสียของปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสรุปการเปรียบเทียบจากข้อมูลในบททบทวนวรรณกรรมดังต่อไปนี้

- **ต้นทุน:** ปะการังเทียมบางประเภทมีต้นทุนในการหาวัสดุ การผลิตในระยะเริ่มต้น การแยกชิ้นส่วน การทำความสะอาดก่อนการนำไปใช้งาน รวมทั้งต้นทุนในการขนส่ง เคลื่อนย้าย และการติดตั้งที่ค่อนข้างสูง
- **ความเข้ากันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเล:** ปะการังเทียมบางประเภทมีความเป็นพิษจากการปนเปื้อนของสารเคมี และโลหะหนักซึ่งติดมากับวัสดุ หรือ วัตถุที่นำมาใช้ทำปะการังเทียม ทำให้เกิดความล่าช้าในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง รวมทั้งความล่าช้าในการปรับสภาพเพื่อให้เข้ากันได้กับสิ่งมีชีวิต และสภาพแวดล้อมทางทะเล
- **ความแข็งแรงและคงทน:** ปะการังเทียมบางประเภทไม่มีความแข็งแรงทนทาน และไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับแรงของคลื่นใต้น้ำ รวมทั้งโลหะ และวัสดุที่ใช้ยึดติดกับแนวปะการังเทียมบางประเภทยังมีความคงทนต่อการกัดกร่อนในสภาพแวดล้อมทางทะเลต่ำ ทำให้เสื่อมสภาพลงอย่างรวดเร็ว
- **โครงสร้างและการใช้เป็นที่อยู่ของสัตว์:** ปะการังเทียมบางประเภทไม่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนมากพอที่จะดึงดูด และเอื้อต่อการให้เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทำให้ไม่สามารถช่วยเพิ่มจำนวน และที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตทางทะเลได้มากเท่าที่ควร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- **การประมงและพัฒนาเศรษฐกิจ:** ปะการังเทียมบางประเภททำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์การประมง ทำให้เสียพื้นที่ในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการประมง
- **พื้นที่ผิวกลงเกาะ:** ปะการังเทียมบางประเภทมีพื้นที่ผิวลงเกาะน้อย และไม่เหมาะสมกับตัวอ่อนปะการัง
- **การออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานและความต้องการ:** ปะการังเทียมบางประเภทไม่สามารถออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งานในแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตั้ง ซึ่งมีความต้องการที่แตกต่างกันออกไป
- **น้ำหนัก:** ปะการังเทียมบางประเภทที่มีน้ำหนักมาก ทำให้การขนส่งเคลื่อนย้ายและการติดตั้งเป็นไปได้อย่างยากลำบาก ในขณะเดียวกันปะการังเทียมบางประเภทที่มีน้ำหนักเบามากจนเกิดไป ก็จะถูกกระแสน้ำพัดพา
- **การกีดขวางทางเดินทะเล:** ปะการังเทียมบางประเภทที่มีขนาดใหญ่มากจนเกินไป จะทำให้เกิดการกีดขวางทางเดินทะเล
- **ต้านการไหลเวียนของกระแสน้ำและเกิดการตกตะกอน:** ปะการังเทียมบางประเภททำให้เกิดการกีดขวาง หรือ ต้านการไหลเวียนของกระแสน้ำในทะเล ส่งผลให้เกิดการตกตะกอนบริเวณโดยรอบแนวปะการังเทียมที่มีการติดตั้งในพื้นที่นั้นๆ

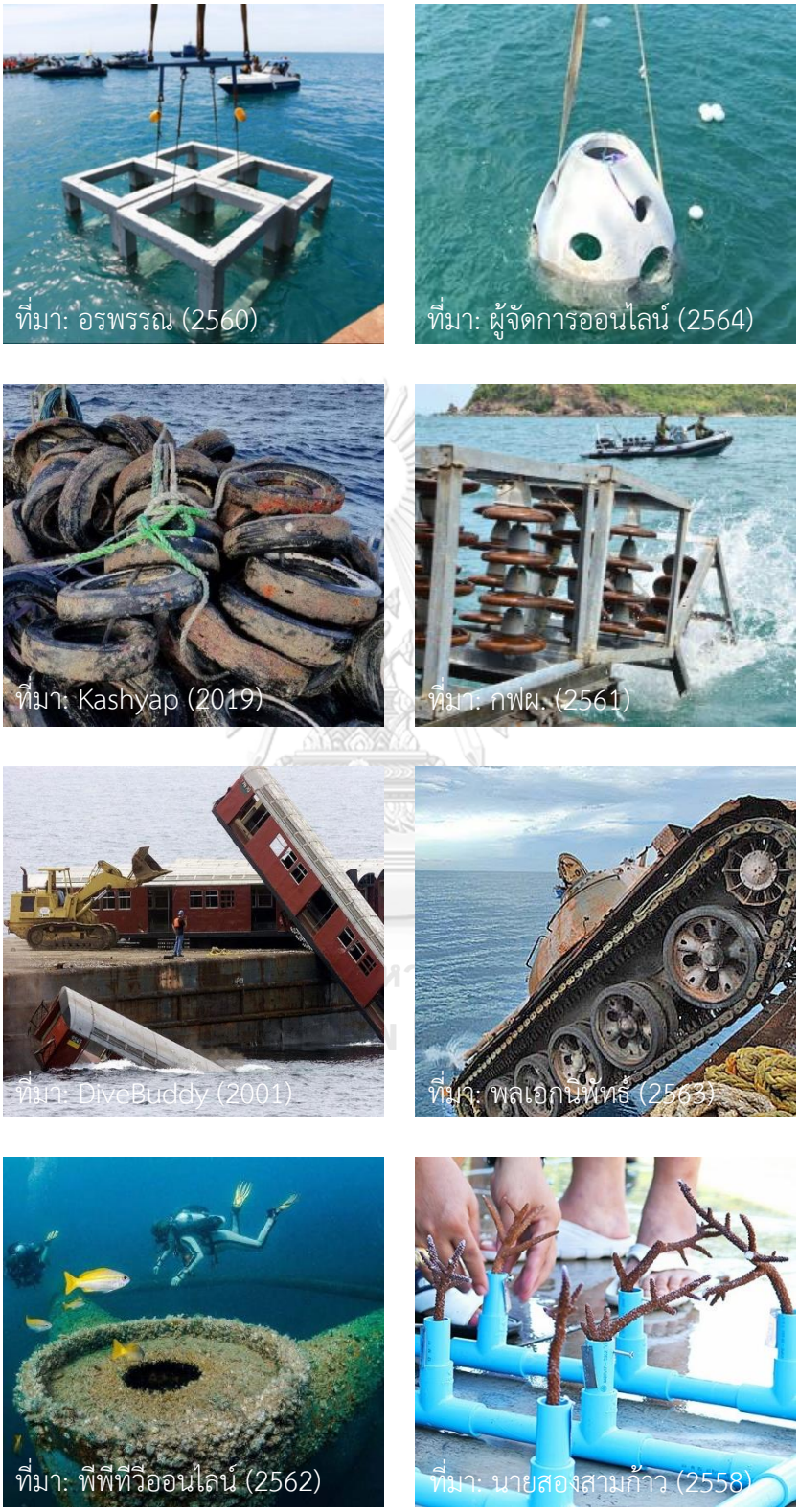
ในขณะเดียวกันก็จะสามารถสรุปข้อมูลที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแนวความคิดผลิตภัณฑ์ในการหารูปแบบ และคุณสมบัติของแนวปะกาเทียมที่ดีเพื่อพัฒนานวัตปะการังได้ดังนี้

- ควรประหยัดต้นทุนทั้งในช่วงเริ่มต้น และช่วงหลังของการผลิต สามารถนำสิ่งของที่มีอยู่ตามธรรมชาติ สิ่งของที่มีอยู่มาก หรือ สิ่งของเหลือใช้ที่เหมาะสมมาเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาและผลิต รวมทั้งควรประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาด แยกชิ้นส่วน ขนส่ง และติดตั้ง
- วัสดุในการผลิตต้องเข้ากันได้ ไม่ปนเปื้อน และไม่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ
- ควรมีความแข็งแรงทนทานภายใต้สภาวะน้ำทะเล ไม่เกิดการกัดกร่อนในส่วนของโลหะและวัสดุยึดติดบางประเภท
- ควรมีโครงสร้างที่ซับซ้อน และเหมาะสมเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อการเพิ่มที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตผิวดิน พื้นดินในทะเล ซึ่งจะเป็นแนวหลบภัยที่สำคัญของสัตว์น้ำ เพื่อเป็นการเพิ่มจำนวนกลุ่มประชากรของสิ่งมีชีวิตในบริเวณที่มีการติดตั้งแนวปะการังเทียม

- ควรมีโครงสร้างที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์การประมง เพื่อทำให้เกิดเป็นพื้นที่ในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการประมง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจ
- ควรมีพื้นที่ผิวให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะเยอะ และเหมาะสม เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตของปะการังจริงอย่างรวดเร็ว
- ควรออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ความต้องการ และความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตั้ง
- ควรมีน้ำหนักเบา แต่ไม่ถูกกระแสน้ำพัดพา และสามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้งานได้ง่ายโดยไม่เกิดอันตราย
- ไม่ควรกีดขวางทางเดินทะเล
- ไม่ควรต้านการไหลเวียนของกระแสน้ำ เพื่อป้องกันการจม การทรุดตัว และการเกิดตะกอนบริเวณโดยรอบแนวปะการังเทียม

ด้วยคุณสมบัติ และข้อจำกัดทางด้านข้อดี-ข้อเสียของปะการังเทียมแต่ละประเภท องค์กรและหน่วยงานต่างๆ จึงได้เลือกใช้ปะการังเทียมเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในรูปแบบที่ต่างกันออกไป ทั้งการจัดทำปะการังเทียมขึ้นมาเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์โดยเฉพาะ เช่น ปะการังเทียมคอนกรีตทรงลูกบาศก์ และปะการังเทียมคอนกรีตรูปโดม เป็นต้น ปะการังเทียมจากวัตถุ หรือ วัสดุเหลือใช้ต่างๆ เช่น ท่อคอนกรีต ยางรถยนต์ ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า ตู้รถไฟ รถถัง และแท่นปิโตรเลียม เป็นต้น รวมทั้งโครงการทำปะการังเทียมต่างๆ ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครผู้ที่มีความสนใจ ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน หรือ ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง ในการร่วมกันทำปะการังเทียมจากอิฐบล็อก และท่อ PVC เพื่อฟื้นฟูแนวปะการังธรรมชาติ และลดผลกระทบจากการท่องเที่ยวดำน้ำในแนวปะการัง เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ที่อยู่อาศัย และที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลในพื้นที่เสื่อมโทรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 31 ปะการังเทียมในรูปแบบต่างๆ

อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากข้อจำกัดด้านข้อดี และข้อเสียของปะการังเทียมในแต่ละประเภท ตามตารางที่ 29 แล้ว จากการติดตั้งปะการังเทียมในปัจจุบัน ข้อจำกัดที่พบมากอย่างเห็นได้ชัดจากองค์กร และหน่วยงานต่างๆ ที่มีการติดตั้งแนวปะการังเทียม คือ ในเรื่องของน้ำหนักปะการังเทียมที่มีมาก ทำให้การเคลื่อนย้ายลำบาก ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง ทั้งนี้ภายหลังจากการติดตั้ง และใช้งานในหลายพื้นที่ยังเกิดปัญหาเกี่ยวกับการจมและทรุดตัวลงในพื้นตะกอนใต้ทะเล รวมไปถึงการต้านและถูกพัดพาโดยกระแสน้ำ

จากข้อจำกัดที่พบดังกล่าว การใช้นวัตกรรมเพื่อการพัฒนาแนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีคุณสมบัติที่ดี ควบคู่ไปกับความเหมาะสมทั้งกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องและทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นก่อน ระหว่างและภายหลังจากการใช้งาน รวมถึงการเติมเต็มช่องว่างทางการตลาดของแนวปะการังเทียมที่ขาดหายไปในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยจะได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์แนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ภายใต้ชื่อ “นวัตปะการัง” ตามกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ในขั้นตอนต่อไป

ภาพที่ 32 ปัญหาที่พบภายหลังการติดตั้งปะการังเทียม

5.4.1 Abstract

เนื่องจากขั้นตอน Discovery จากการออกแบบชีวจำลองในกระบวนการที่ผ่านมา ปะการังแข็ง (Hard Coral) เป็นรูปแบบปะการังที่ได้คะแนนมากที่สุดจากการใช้เครื่องมือการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weight Scoring) ดังนั้นในขั้นตอน Abstract หรือ การศึกษาคุณลักษณะเกี่ยวกับกลไกการออกแบบที่สำคัญทางชีวภาพนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการแปลกลยุทธ์ทางชีวภาพของแนวปะการังแข็งในธรรมชาติ เป็นกลยุทธ์การออกแบบเพื่อช่วยกำหนดกรอบของกระบวนการพัฒนาแนวความคิดของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง โดยการศึกษาลักษณะทางกายภาพ และรูปแบบของปะการังแข็งใต้ท้องทะเล

จากการศึกษาเพิ่มเติมพบว่ารูปแบบของปะการังแข็งตามธรรมชาติ สามารถแบ่งออกได้เป็น 7 ประเภท ตามหนังสือ Corals of the World โดย Veron (2000) ได้แก่

- **ปะการังเคลือบ (Encrusting Coral):** ปะการังแข็งที่มีลักษณะปกคลุมเป็นแนวราบไปตามพื้นผิว
- **ปะการังเดี่ยว (Free-Living Coral):** ปะการังแข็งชิ้นเดี่ยวที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายเห็ด
- **ปะการังก้อน (Massive Coral):** ปะการังแข็งในที่มีลักษณะเป็นก้อนที่มีความตันคล้ายกับก้อนหินขนาดใหญ่ หรือ ในบางพื้นที่จะมีลักษณะเป็นปะการังกึ่งก้อน (Submassive Coral) ซึ่งรวมตัวกันเป็นกลุ่มกระจายอยู่ตามพื้นที่ แต่ไม่รวมเป็นก้อนเดียวกัน
- **ปะการังแท่ง (Columna Coral):** ปะการังแข็งที่มีลักษณะเป็นแท่งรูปทรงกระบอก
- **ปะการังโต๊ะ (Tabulate/Plate-Like Coral):** ปะการังแข็งที่ขยายตัวออกเป็นผืนตามแนวราบคล้ายกับลักษณะของโต๊ะ
- **ปะการังแผ่น (Foliose Coral):** ปะการังแข็งที่มีลักษณะเป็นแผ่นรวมกันเป็นกระจุกในลักษณะที่คล้ายกับใบไม้ หรือ ผัก
- **ปะการังกิ่ง (Branching Coral):** ปะการังแข็งที่มีลักษณะแตกแขนงเป็นกิ่งก้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 36 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง

ปะการังเคลือบ Encrusting Coral	**ปะการังเดี่ยว Free living Coral**	**ปะการังก้อน Massive Coral**	**ปะการังแท่ง Columna Coral**	**ปะการังโต๊ะ Tabulate Coral**	**ปะการังแผ่น Foliose Coral/Plate -Like Coral**	**ปะการังกิ่ง Branching Coral**
รูปแบบ						
ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ						
น้อย						มาก
ความซับซ้อน						
เรียบง่าย						ซับซ้อน
การขยายพันธุ์						
ยาก						ง่าย
การเจริญเติบโต						
ช้า						เร็ว
การขยายอาณานิคม						
แนวราบ						แนวตั้ง
การฟอกขาว						
น้อย						มาก
การย้ายอาณานิคม						
น้อยครั้ง						บ่อยครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 37 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง (ต่อ)

ลักษณะทางโครงสร้าง						
ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต						
พื้นที่อยู่อาศัย						
นักล่า						ผู้ถูกล่า
ขนาดใหญ่						ขนาดเล็ก
ผิวดิน						พื้นดิน
ความหลากหลายทางชีวภาพ						
น้อย						มาก
เอื้ออำนวย/เกื้อกูลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง						
น้อย						มาก
พื้นที่แสงและเงา						
น้อย						มาก
สารอาหารตามกระแสน้ำ						
น้อย						มาก
ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล						
ความแข็งแรง/คงทน						
มาก						น้อย
การต้านกระแสน้ำ						
น้อย						มาก
การถูกพัดพา						
น้อย						มาก
การเกิดกระแสน้ำวน						
เล็ก						ใหญ่
การตกตะกอน						
น้อย						มาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

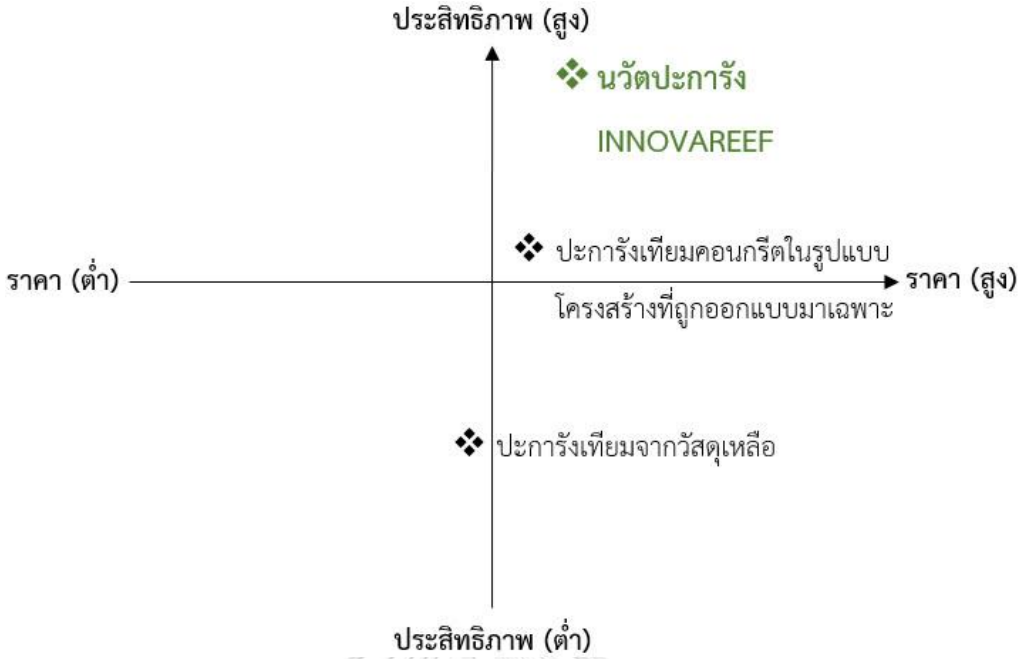
ตารางที่ 38 ข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็ง (ต่อ)

ลักษณะพื้นผิว						
ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์						
พื้นที่ผิวลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง						
มาก						น้อย
เรียบ						ขรุขระ
ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต						
ลักษณะของปะการังที่ลงเกาะ						
น้อย						มาก
ขนาดใหญ่						ขนาดเล็ก
พื้นผิวที่แสงส่องถึง						
มาก						น้อย

จากการนำข้อมูลทางชีวภาพของปะการังแข็งมาเข้ากระบวนการการออกแบบชีวจำลองในขั้นตอน Abstract จะเห็นได้ว่า ลักษณะของปะการังแข็งแต่ละประเภทนั้นมีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งผลลัพธ์ของกระบวนการดังกล่าวนี้ทำให้เห็นภาพรวมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังที่ชัดเจนยิ่งขึ้นกว่าขั้นตอน Discovery โดยการรวบรวม เติมเต็ม และพัฒนาช่องว่างด้านข้อจำกัดที่พบในลักษณะทางกายภาพ และรูปแบบของปะการังแข็งใต้ท้องทะเลตามธรรมชาติ โดยการดึงความโดดเด่นของลักษณะทางกายภาพในแต่ละด้านมาไว้เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังของผู้วิจัยต่อไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เมื่อได้ข้อมูลด้านการพัฒนาแนวความคิด (Concept Development) ขั้นตอนต่อไป คือ การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ หรือ Product Positioning ก่อนเข้ากระบวนการทดสอบแนวความคิด (Concept Testing) เพื่อกำหนดลักษณะของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง เมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่งในตำแหน่งที่ใกล้เคียงในตลาด โดยเป็นการระบุตำแหน่งเพื่อแสดงให้เห็นถึงจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ และโอกาสในการพัฒนาแผนทางธุรกิจ



ภาพที่ 33 การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product Positioning)

5.5 การทดสอบแนวความคิด (Concept Testing)

เนื่องจากการพัฒนานวัตปะการัง มีการนำเอาคุณสมบัติต่างๆ จากทั้งความต้องการของผู้บริโภค และความเป็นไปได้ที่มาจากการออกแบบชีวจำลอง จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์คุณสมบัติร่วม ที่เรียกว่า Conjoint Analysis ในกระบวนการทดสอบแนวความคิดของผลิตภัณฑ์ไว้ในนวัตปะการังจาก 3D Cement Printing ในรูปแบบของปะการังแข็ง (Hard Coral) โดยการนำข้อมูลคุณสมบัติเด่นในด้านต่างๆ ที่ได้ มาพัฒนาเป็นรูปแบบผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง เพื่อดูการตอบสนองต่อกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย และการหาผลลัพธ์ที่แสดงออกถึงแนวคิดที่สามารถดึงดูดความสนใจ และตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้โภคได้มากที่สุด ซึ่งจะเป็นการช่วยขยายข้อมูลด้านการวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (Product Positioning) ข้างต้นให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และจะทำให้สามารถคาดการณ์ส่วนแบ่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังได้

ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

- มีความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ
- สามารถฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว
- เป็นที่ยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล
- มีกระบวนการติดตั้งง่าย

- ส่งเสริมทัศนียภาพทางทะเลเพื่อลดปัญหามลภาวะทางทัศนาการทางทะเล (Visual Pollution)
- ใช้วัสดุที่เหมาะสม
- สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ
- สามารถช่วยลดภาระแนวปะการังจริง

5.5.1 Emulate

เมื่อทราบถึงความต้องการจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องแล้ว Emulate ของกระบวนการออกแบบชีวจำลองนี้ จะเป็นส่วนที่ช่วยทำให้เห็นถึงรูปแบบ และรายละเอียดสำคัญในแต่ละจุดที่ได้มาจากกระบวนการ Abstract โดยนำมาใช้เป็นองค์ประกอบในการสร้าง และพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังให้มีความสมบูรณ์ และตอบโจทย์ความต้องการของสิ่งมีชีวิต และธรรมชาติทางทะเลได้มากขึ้น ซึ่งเปรียบเสมือนสูตร (Recipe) หรือ พิมพ์เขียว (Blueprint) ในการพัฒนาโครงการนวัตปะการัง ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจส่วนหนึ่งจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นการต่อยอดแนวความคิดใหม่ในกระบวนการทดสอบแนวความคิดที่เพิ่มเติมจากความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

5.5.1.1 รูปแบบ

ตารางที่ 39 รายละเอียดที่สำคัญด้านรูปแบบ จากกระบวนการ Emulate

		นวัตปะการัง	
ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ	น้อย	ออกแบบโดยใช้ความสวยงามของปะการังแข็งตามธรรมชาติ ผสมผสานเข้ากับความโดดเด่นของปะการังก้อน (Massive Coral) ปะการังแท่ง (Columna Coral) ปะการังโต๊ะ (Tabulate/Plate-Like Coral) ปะการังแผ่น (Foliose Coral) และปะการังกิ่ง (Branching Coral) เพื่อให้นวัตปะการังออกมามีความโดดเด่น และสวยงามตามธรรมชาติมากที่สุด	มาก
ความซับซ้อน	เรียบง่าย	ออกแบบให้มีความซับซ้อนอยู่ระหว่างกลาง คือ ไม่เรียบง่าย แต่ไม่ซับซ้อนจนเกินไป	ซับซ้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การขยายพันธุ์	ยาก	ผสมผสานรูปแบบที่สามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งยาก และง่ายไว้ด้วยกัน	ง่าย
การเจริญเติบโต	ช้า	เลือกรูปแบบที่มุ่งเน้นให้เห็นถึงการเจริญเติบโตของปะการังได้อย่างรวดเร็ว	เร็ว
การขยายอาณานิคม	แนวราบ	ผสมผสานรูปแบบของการขยายอาณานิคมไปทั้งแนวราบ และแนวตั้ง	แนวตั้ง
การฟอกขาว	น้อย	ผสมผสานรูปแบบของปะการังแข็งที่มีการฟอกขาวอยู่ระหว่างกลาง คือ รูปแบบที่มีการฟอกขาวน้อย (มีความโดดเด่น/ความสวยงามน้อย) และ รูปแบบที่มีการฟอกขาวมาก (มีความโดดเด่น/ความสวยงามมาก) เข้าด้วยกัน	มาก
การย้ายอาณานิคม	น้อยครั้ง	มุ่งเน้นการใช้รูปแบบการย้ายอาณานิคมน้อยครั้งเป็นฐานหลักของนวัตปะการัง แต่ใช้รูปแบบการย้ายอาณานิคมบ่อยครั้งเป็นการตกแต่งเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ	บ่อยครั้ง

5.5.1.2 ลักษณะทางโครงสร้าง

ตารางที่ 40 รายละเอียดที่สำคัญด้านลักษณะทางโครงสร้าง จากกระบวนการ Emulate

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต		**นวัตปะการัง**	
พื้นที่อยู่อาศัย	นักล่า	ออกแบบให้มีพื้นที่อยู่อาศัยระหว่างกลาง คือ เหมาะสมทั้งนักล่า และผู้ถูกล่า	ผู้ถูกล่า
	ขนาดใหญ่	ผสมผสานการออกแบบให้ลักษณะทางโครงสร้างของนวัตปะการังมี รู หรือ โพรงที่มีขนาดช่องแตกต่างกันออกไป เพื่อให้เหมาะสมกับการเป็นที่อยู่อาศัยของทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก และสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่	ขนาดเล็ก
	ผิวดิน	ผสมผสานให้เกิดลักษณะทางโครงสร้างที่เหมาะสมต่อทั้งสิ่งมีชีวิตผิวดิน และหน้าดิน	พื้นดิน

ความหลากหลายทางชีวภาพ	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับความหลากหลายทางชีวภาพจำนวนมาก	มาก
เอื้ออำนวย/เกื้อกูลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างที่เอื้ออำนวย และเกื้อกูลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังจำนวนมาก	มาก
พื้นที่แสงและเงา	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างที่สามารถทำให้เกิดพื้นที่แสงและเงาได้มาก เป็นการส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ	มาก
สารอาหารตามกระแสน้ำ	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างที่ทำให้เกิดกระแสน้ำวนตามจุดที่ให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ เพื่อดักสารอาหารที่ลอยมากับกระแสน้ำในบริเวณดังกล่าว เป็นการส่งเสริมการเจริญเติบโตของปะการังจริงได้อย่างรวดเร็ว	มาก
2. ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล		**นวัตปะการัง**	
ความแข็งแรง/คงทน	มาก	ออกแบบให้มีความแข็งแรงและคงทนอยู่ระหว่างกลาง คือ ฐานหลักในแนวราบต้องมีความแข็งแรงและคงทนมาก ผสมผสานกับลักษณะทางโครงสร้างในแนวตั้งที่มีความแข็งแรงและคงทนน้อย เพื่อดึงดูดความน่าสนใจ	น้อย
การต้านกระแสน้ำ	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบโครงสร้างให้มีความโค้งมนเพื่อลดแรงต้านจากกระแสน้ำรอบทิศทาง	มาก
การถูกพัดพา	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบโครงสร้างที่ถูกพัดพาน้อย มีช่องสำหรับให้กระแสน้ำไหลผ่าน	มาก
การเกิดกระแสน้ำวน	เล็ก	มุ่งเน้นการออกแบบโครงสร้างให้เกิดเป็นกระแสน้ำวนขนาดเล็กโดยรอบของชิ้นงานนวัตปะการัง เพื่อกระตุ้นจำนวนตัวอ่อน	ใหญ่

		ปะการังตามกระแสน้ำในการลงเกาะ	
การตกตะกอน	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างโค้งมนที่ทำให้เกิดการตกตะกอนบริเวณโดยรอบชิ้นงานน้อยที่สุด	มาก

5.5.1.3 ลักษณะพื้นผิว

ตารางที่ 41 รายละเอียดที่สำคัญด้านลักษณะพื้นผิว จากกระบวนการ Emulate

1. ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์		**นวัตปะการัง**	
พื้นที่ผิวลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง	มาก	มุ่งเน้นการออกแบบให้มีพื้นที่ผิวในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด	น้อย
	เรียบ	มุ่งเน้นการออกแบบให้มีลักษณะพื้นที่ผิวขรุขระ เพื่อให้ง่าย และเหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง	ขรุขระ
2. ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต		**นวัตปะการัง**	
ลักษณะของปะการังที่ลงเกาะ	น้อย	มุ่งเน้นการออกแบบให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปะการังจริงบนพื้นผิวนวัตปะการังจำนวนมาก	มาก
	ขนาดใหญ่	ผสมผสานให้เป็นพื้นผิวที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของปะการังจริงทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่	ขนาดเล็ก
พื้นผิวที่แสงส่องถึง	มาก	มุ่งเน้นการออกแบบให้มีลักษณะพื้นผิวที่แสงสามารถส่องถึงได้มาก เพื่อประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของปะการังจริงได้อย่างรวดเร็ว	น้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.6 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototyping) ของงานวิจัยนวัตปะการังนี้ เมื่อผู้วิจัยได้รวบรวมแนวความคิดจากความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลที่แท้จริง ร่วมกับแนวทางด้านคุณสมบัติของแนวปะกาเทียมที่ดีแล้ว ผู้วิจัยจึงได้ค้นพบแนวทาง และวิธีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง โดยการใช้เครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบสามมิติ (3D Cement Printing) ในรูปแบบของปะการังแข็ง (Hard Coral)

การออกแบบด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติในการกำหนดขอบเขต และโครงร่างของรูปแบบผลิตภัณฑ์นวัตปะการังเบื้องต้น โดยเริ่มจากการออกแบบตัวฐานให้มีความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติที่คละกันจำนวน 3 ขนาด และปะการังแข็งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการตกแต่งบริเวณช่วงฐานของนวัตปะการัง เพื่อเพิ่มความสวยงาม และความเหมาะสมในการยอมรับของสิ่งมีชีวิตทางทะเล ตามตารางดังต่อไปนี้

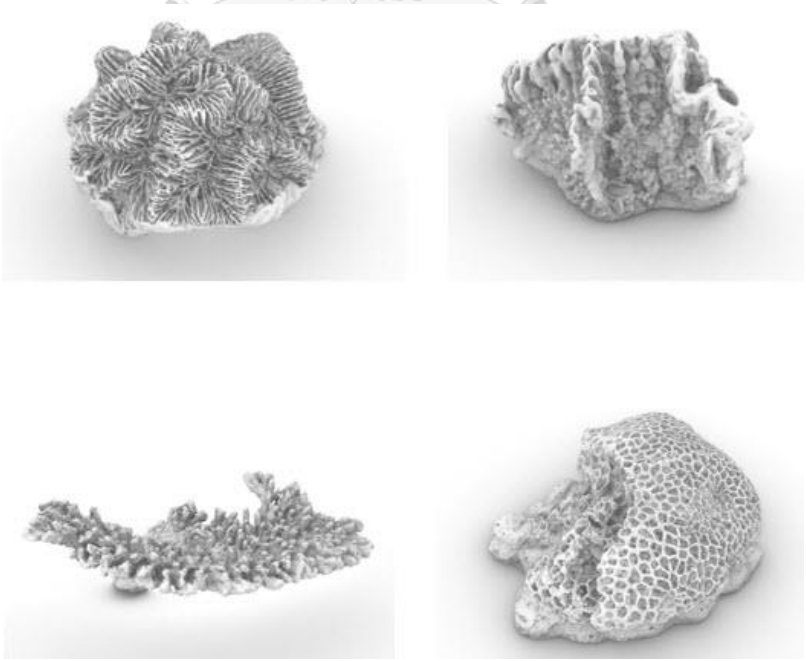
ตารางที่ 42 ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลส่วนที่ 1

ความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง	**ความต้องการทางทะเลตามธรรมชาติ**	
มีความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ	**รูปแบบ**	ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ
เป็นที่ยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล	**ลักษณะทางโครงสร้าง**	ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต
ส่งเสริมทัศนียภาพทางทะเลเพื่อลดปัญหามลภาวะทางทัศนาการทางทะเล (Visual Pollution)		
สามารถช่วยลดภาระแนวปะการังจริง		

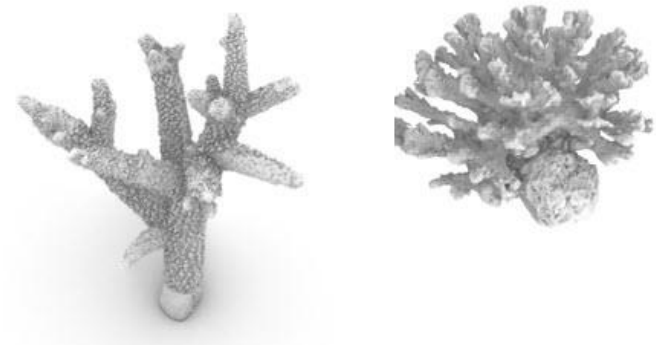
จากตารางที่ 42 ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลส่วนที่ 1 นั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบนวัตปะการังให้มีโครงสร้างที่อยู่ในลักษณะเป็นโขดตามธรรมชาติใต้ท้องทะเล ร่วมกับการตกแต่งโดยใช้ลักษณะความโดดเด่นของปะการังก้อน (Massive Coral) ปะการังแท่ง (Columna Coral) ปะการังโต๊ะ (Tabulate/Plate-Like Coral) ปะการังแผ่น (Foliose Coral) และปะการังกิ่ง (Branching Coral) เพื่อทำให้นวัตปะการังมีความน่าสนใจ ประกอบกับการออกแบบให้มีความซับซ้อนทางโครงสร้างที่มากพอ

และเหมาะสมกับการขยายพันธุ์ การเจริญเติบโต และการขยายอาณานิคมของปะการัง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมทัศนียภาพทางทะเล และช่วยลดปัญหามลภาวะทางทัศนาการทางทะเล (Visual Pollution) จากปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่เคยใช้ และปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Coral Bleaching) เพราะเป็นการผสมผสานให้การออกแบบทางโครงสร้างนั้นออกมาในลักษณะที่เหมาะสมกับทั้งปะการังฟอกขาวน้อย และปะการังฟอกขาวมาก รวมทั้งมีสวยงามตามธรรมชาติมากที่สุดเพื่อเป็นการช่วยลดภาระแนวปะการังจริงจากการแห่งเที่ยวทางทะเล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้นำเอาองค์ประกอบที่ได้มาจากกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ด้านลักษณะทางโครงสร้างที่มีความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตมาร่วมในการออกแบบผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง โดยมีการออกแบบลักษณะทางโครงสร้างให้เป็นที่อยู่อาศัยได้ทั้งสิ่งมีชีวิตที่เป็นนักล่าขนาดกลาง และสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ถูกล่าขนาดเล็ก ซึ่งสามารถใช้เป็นที่หลบภัยได้ ทั้งนี้นวัตปะการังยังถูกออกแบบให้มีโพรง หรือ ช่องบริเวณใต้ฐานเพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตทั้งผิวดิน และพื้นดินในการใช้เป็นที่อยู่อาศัย ซึ่งโครงสร้างที่สลับซับซ้อนนี้ จะทำให้นวัตปะการังเอื้อต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ทั้งยังเป็นแหล่งสะสมอาหารตามธรรมชาติที่ไหลมากับกระแสน้ำ และเกิดเป็นพื้นที่แสงและเงาเยอะ ทำให้กลายเป็นศูนย์รวมแห่งความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเล



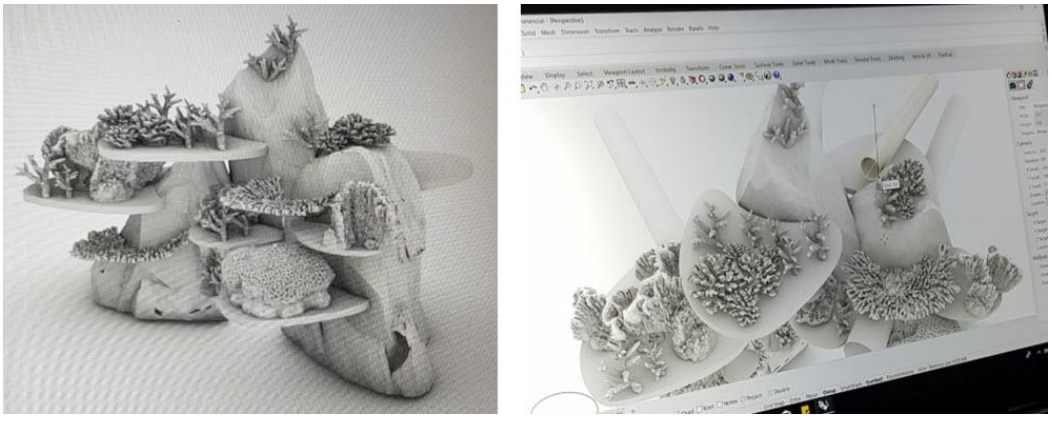
ภาพที่ 34 การออกแบบปะการังแข็งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการตกแต่งนบนวัตปะการัง



ภาพที่ 35 การออกแบบปะการังแข็งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการตกแต่งนบนวัตปะการัง (ต่อ)

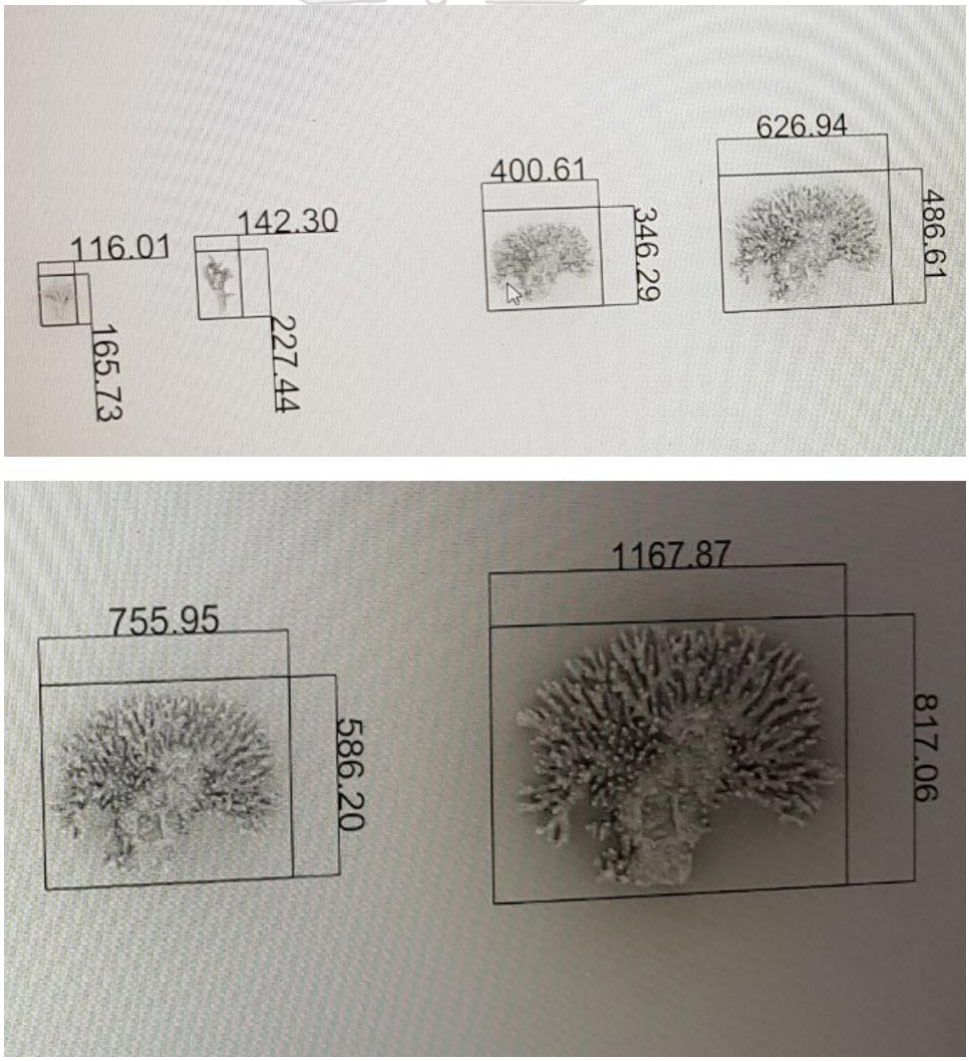
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 36 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 1



ภาพที่ 37 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 2

หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลอีกครั้งด้วยการนำไปทดสอบรูปแบบผลิตภัณฑ์จากกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องด้วยแบบจำลองสามมิติดังกล่าว ทำให้ได้ความคิดเห็นในการเพิ่มเติมรายละเอียดในการทำปะการังแข็งที่ใช้ตกแต่ง ให้มีขนาดเสมือนจริงมากยิ่งขึ้น โดยให้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาปะการังแข็งชนิดปะการังโต๊ะ หรือ Tabulate Coral เพื่อใช้ในการตกแต่ง เพราะจะเป็นพื้นที่ในแต่ละส่วนบนผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ที่จะทำให้เกิดเป็นกระแสน้ำวนขนาดเล็กโดยรอบของชิ้นงานเพื่อช่วยในการกระตุ้นให้มีจำนวนของตัวอ่อนปะการังตามกระแสน้ำในการมาลงเกาะเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ ยังได้มีการเสนอแนวคิดการทำช่องสำหรับปลูกปะการังจริงบนนวัตปะการังเพื่อตกแต่งให้มีความโดดเด่น และสวยงามมากยิ่งขึ้น ทั้งยังช่วยในการเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ให้เร็วขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 38 การออกแบบปะการังแข็งชนิดปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) เพื่อใช้ในการตกแต่ง

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 39 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 3

เมื่อได้รูปแบบของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังต้นแบบในเบื้องต้นแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาแนวความคิดที่ได้จากความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลในส่วนที่เหลือ ตามตารางที่ 43 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 43 ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลส่วนที่ 2

<table>
<tr><th>ความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
ที่เกี่ยวข้อง</th><th colspan="2">ความต้องการทางทะเลตามธรรมชาติ</th></tr>
<tr><td>สามารถฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว</td><td rowspan="2">ลักษณะทางโครงสร้าง</td><td rowspan="2">ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล</td></tr>
<tr><td>มีกระบวนการติดตั้งง่าย</td></tr>
<tr><td>ใช้วัสดุที่เหมาะสม</td><td rowspan="2">ลักษณะพื้นผิว</td><td>ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์</td></tr>
<tr><td>สามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ</td><td>ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต</td></tr>
</table>

จากตารางที่ 43 จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเติมเต็มกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะรัง ซึ่งมีส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ในความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

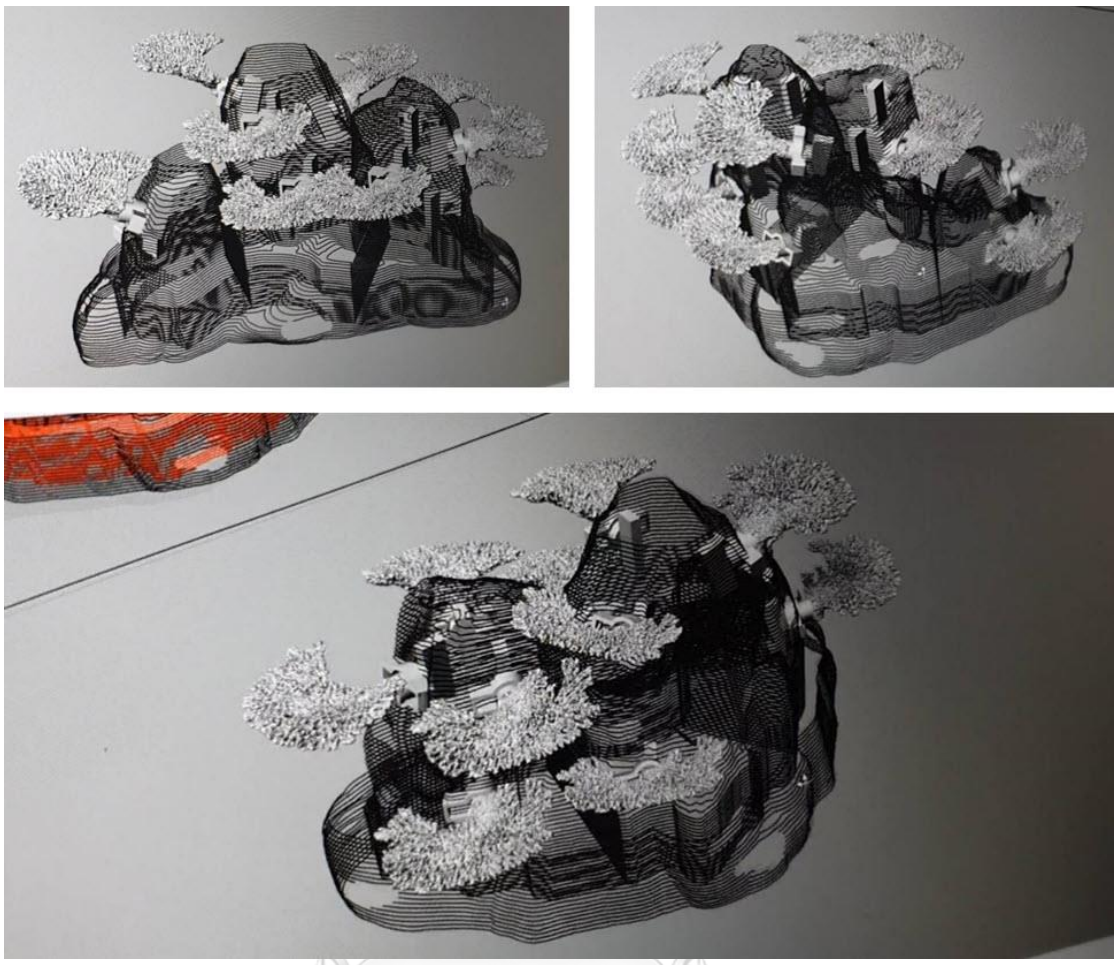
- **ด้านความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล** ซึ่งเป็นเรื่องของความต้องการเกี่ยวกับความสามารถในการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว และการใช้วัสดุที่เหมาะสม ด้วยเหตุผลนี้ ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) เป็นส่วนผสมหลักในการขึ้นรูปนวัตปะการัง เพราะเป็นองค์ประกอบเดียวกันกับโครงสร้างของปะการังแข็งที่พบตามธรรมชาติ รวมทั้งการนำสารประกอบไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารตัวอ่อนปะการังมาพ่นเคลือบทับผิวนอกของชิ้นงาน เพื่อส่งเสริมการลงเกาะและการเจริญเติบโตของปะการัง โดยไม่มีความเป็นพิษที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และยังทำให้นวัตปะการังสามารถปรับเข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมทางทะเลทันทีที่มีการติดตั้ง
- **ด้านการใช้งาน** ซึ่งเป็นเรื่องของความต้องการเกี่ยวกับ การมีกระบวนการติดตั้งที่สามารถทำได้ง่ายและความสามารถในการปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการ ซึ่งในส่วนนี้ทำให้ผู้วิจัยได้เลือกการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถถอดประกอบชิ้นส่วนได้

ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้มีการนำข้อมูลที่ได้มาจากขั้นตอน Emulate ของกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ในส่วนที่เหลือมาเป็นส่วนส่วนหนึ่งของ

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง เพื่อช่วยให้เกิดผลิตภัณฑ์แนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติทางทะเลอย่างแท้จริง ได้แก่ การออกแบบให้มีความแข็งแรงและความคงทนด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) โดยเฉพาะบริเวณฐานที่เป็นแนวราบจะมุ่งเน้นการออกแบบให้มีความแข็งแรงคงทนเป็นพิเศษ ส่วนในแนวตั้งของนวัตปะการังจะมีความแข็งแรงคงทนน้อยกว่าที่บริเวณฐานเพื่อทำให้เกิดความสวยงามในการดึงดูดความน่าสนใจ และเป็นโครงสร้างที่มีความซับซ้อน ซึ่งเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตทางทะเล ทั้งนี้ยังมีการออกแบบโครงสร้างของนวัตปะการังให้มีความโค้งมนตามธรรมชาติ มีการเจาะรูให้เป็นช่องคละขนาดจำนวนหลายช่องผ่านชิ้นงานนวัตปะการัง เพื่อเป็นการลดแรงต้านของกระแสน้ำที่ไหลผ่านจากรอบทิศทาง ป้องกันการถูกพัดพา ลดปัญหาการตกตะกอน และยังทำให้เกิดเป็นกระแสน้ำวนขนาดเล็กรอบของชิ้นงานนวัตปะการัง เพื่อกระตุ้นจำนวนตัวอ่อนปะการังตามกระแสน้ำในการลงเกาะ

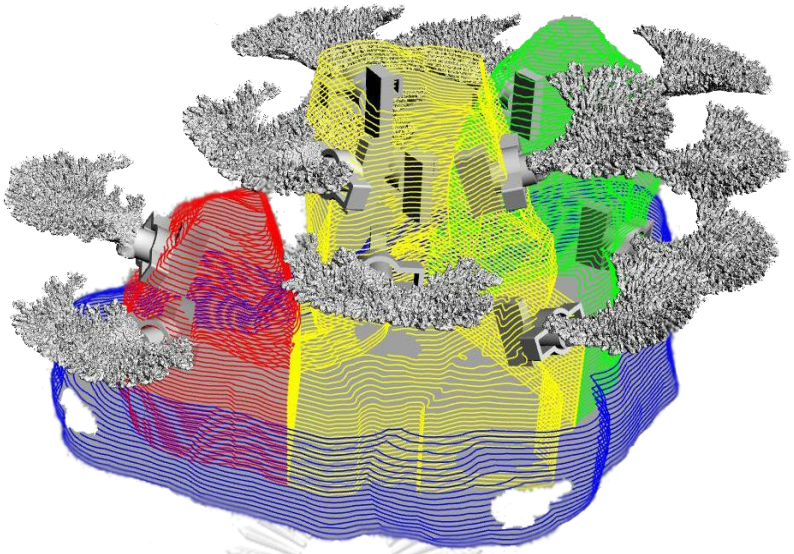
ในขณะเดียวกัน ผู้วิจัยก็ได้ออกแบบลักษณะพื้นผิวของนวัตปะการังให้มีความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์ และการเจริญเติบโตของปะการัง เพื่อทำให้นวัตปะการังเป็นนวัตกรรมที่สามารถฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว โดยการออกแบบให้มีพื้นที่ผิวลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด ซึ่งตัวอ่อนปะการังสามารถลงเกาะได้ทั้งพื้นผิวรอบนอก และพื้นผิวชั้นในของนวัตปะการัง เพราะถูกออกแบบมาให้มีลักษณะกลวง หรือ เป็นโพรงข้างในชิ้นงาน รวมทั้งมีการออกแบบให้มีพื้นผิวชั้นนอกที่มีลักษณะขรุขระเพื่อให้ง่าย และเหมาะสมต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง นอกจากนี้แล้วความขรุขระของพื้นผิวนวัตปะการังยังสามารถรองรับ และมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปะการังขนาดน้อย – ใหญ่ตามธรรมชาติจำนวนมาก เพราะมีการออกแบบให้นวัตปะการังมีพื้นที่ผิวที่แสงสามารถส่องถึงได้เป็นบริเวณกว้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

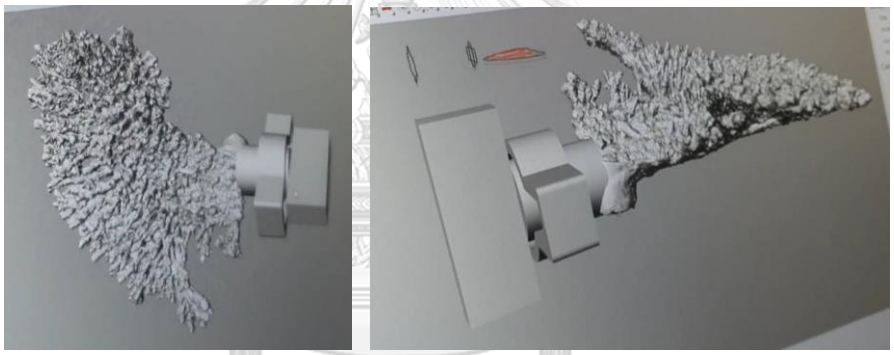


ภาพที่ 40 การออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 4

เนื่องจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความสำคัญในเรื่องของการถอด – ประกอบชิ้นส่วนของนวัตปะการัง ในการออกแบบนวัตปะการังด้วยโปรแกรมการออกแบบสามมิติครั้งที่ 4 ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้ฐานแต่ละส่วน รวมทั้งปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) ที่ใช้ในการตกแต่งนวัตปะการังสามารถที่จะถอดเพื่อขนย้าย และนำไปประกอบใต้น้ำได้โดยง่าย โดยการใช้คนเพียงไม่กี่คน



ภาพที่ 41 การแยกสีตามชิ้นส่วนของนวัตปะการังที่สามารถนำไปถอด – ประกอบได้

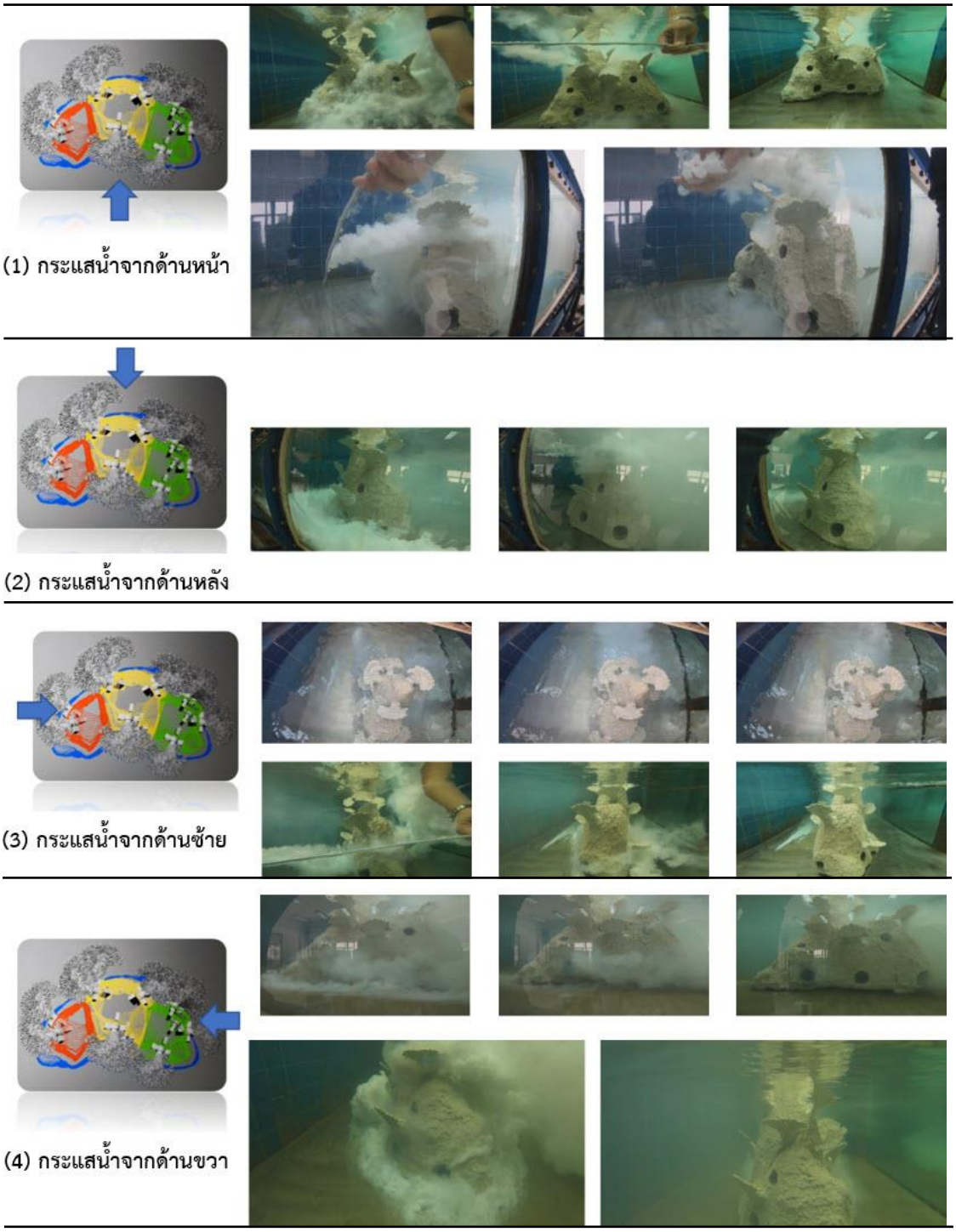


ภาพที่ 42 กลไกการถอด – ประกอบของปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) ที่ใช้ในการตกแต่งนวัตปะการัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยภายหลังจากที่ได้รูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของนวัตปะการังแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการขึ้นรูปนวัตปะการังต้นแบบขนาดเล็ก เพื่อนำไปทดสอบกับ Hydrodynamic Testing System ที่ SEAFDEC เพื่อดูการไหลเวียนของกระแสน้ำ พบว่าความโค้งมนของรูปทรงทางโครงสร้างช่วยลดแรงต้านของกระแสน้ำโดยรอบ การเจาะรูให้เป็นช่องคละขนาดจำนวนหลายช่องทำให้น้ำสามารถไหลผ่านไปได้เป็นอย่างดี เกิดความมั่นคงบริเวณรอบตัวชิ้นงานนวัตปะการัง และไม่เกิดการตกตะกอนบริเวณโดยรอบตัวฐานจากการถูกกระแสน้ำพัดรอบทิศทาง ทั้งยังสามารถป้องกันการถูกพัดพาภายใต้กระแสน้ำได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังพบว่าภายหลังที่นวัตปะการังถูกกระแสน้ำพัดพาทั้งจาก (1) ด้านหน้า (2) ด้านหลัง (3) ด้านซ้าย และ (4) ด้านขวา ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นกระแสน้ำวนขนาดเล็กโดยรอบ โดยเฉพาะในส่วนของปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) ซึ่งเป็น

ปะการังที่ใช้ในการตกแต่งนวัตปะการัง ซึ่งนอกจากจะช่วยกระตุ้นให้มีตัวอ่อนปะการังตามกระแสน้ำลงเกาะมากขึ้นแล้ว ยังสามารถทำหน้าที่ในการช่วยดักสารอาหารที่ลอยมากับกระแสน้ำได้ดีมากขึ้น ส่งผลให้การเจริญเติบโตของปะการังจริงนั้นเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 43 การทดสอบการไหลเวียนของกระแสน้ำภายใต้ระบบ Hydrodynamic Testing System

5.6.1 ขั้นตอนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติด้านต่างๆ จากผลิตภัณฑ์นวัตปะการังต้นแบบขนาดเล็กอย่างครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดจริงด้วยขนาด 1.5 x 1 x 0.75 เมตร ด้วยเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบสามมิติ (3D Cement Printing) และนำไปพ่นเคลือบผิวนอกให้ขรุขระด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate) เพื่อให้พื้นผิวนวัตปะการังที่ออกมาเหมาะสมกับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด

ภาพที่ 44 การขึ้นรูปนวัตปะการังด้วยเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบสามมิติ (3D Cement Printing)

ภาพที่ 45 นวัตปะการังก่อน และหลังการพ่นเคลือบ

ภาพที่ 46 พื้นผิวก่อน และภายหลังการพ่นเคลือบให้ขรุขระด้วยไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate)

ภาพที่ 47 ผลงานนวัตปะการัง

5.7 กระบวนการทดสอบ (Testing)

ภายหลังการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้มีการนำนวัตปะการังไปทดสอบติดตั้ง ผลลัพธ์ที่ได้คือ การที่นวัตปะการังมีขนาดชิ้นส่วนประกอบที่เล็ก มีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถยกเคลื่อนย้าย และติดตั้งได้ง่ายด้วยคนเพียงไม่กี่คน เนื่องจากนวัตปะการังจะมีน้ำหนักน้อยกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันถึงสามเท่า จึงเป็นการช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง ลดอัตราการแตกหัก – เสียหายระหว่างกระบวนการ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำรวมทั้งค่าติดตั้งต่ำกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิม

5.7.1 ด้านคุณสมบัติ

ตารางที่ 44 กระบวนการทดสอบด้านคุณสมบัติ

	คุณสมบัติของแนวปะกาเทียมที่ดี										**ความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง**							
ประเภทของปะการังเทียม	**ประหยัดต้นทุน**	**ความเข้ากันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเล**	**ความแข็งแรง/คงทน**	**โครงสร้างเอื้อต่อการใช้เป็นที่อยู่ของสัตว์ (เพิ่มจำนวน และที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต)**	**เป็นส่วนช่วยในการพัฒนาการประมง/เศรษฐกิจ**	**พื้นที่ผิวลดลงเกาะเยอะ**	**ออกแบบได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และความต้องการในแต่ละพื้นที่**	**น้ำหนักเบา สามารถขนส่ง-ติดตั้งง่าย**	**ไม่กีดขวางทางเดินทะเล**	**ไม่ต้านการไหลเวียนของกระแสน้ำ/ลดการ**	**ความเสถียรกับกับนวัตปะการังธรรมชาติ**	**พื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว**	**การยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล**	**กระบวนการติดตั้งง่าย**	**ส่งเสริมทัศนียภาพทางทะเลเพื่อลดปัญหามลภาวะทางทัศนการทางทะเล**	**ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้**	**ปรับแต่งโครงสร้าง/รูปแบบได้ตามความต้องการ**	**ลดการแพร่ปะการังจริง**
นวัตปะการัง (INOVAREEF)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ปะการังเทียมคอนกรีต	✓		✓		✓					✓						✓		
ปะการังจากวัสดุเหลือใช้	✓				✓													

5.7.2 ด้านการใช้งาน

5.7.2.1 ทดสอบการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ทดลองงานวิจัย

- **การขนส่ง**
  - **การขนส่งทางบก**

การขนส่งทางบกของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง สามารถทำได้อย่างง่าย โดยการขนส่งและเคลื่อนย้ายทางบกนั้นสามารถทำได้ด้วยการใช้กำลังคนเพียง 2 – 3 คน ในการดำเนินการ มีการออกแบบให้มีช่องไว้สำหรับการยกโดยเฉพาะ ที่สามารถใช้ประโยชน์ได้จริงในทะเล รวมทั้งยังสามารถใช้รถกระบะธรรมดาในการขนส่งได้ เมื่อเปรียบเทียบกับ ปะการังเทียมคอนกรีตในรูปแบบโครงสร้างที่ถูกออกแบบมาเฉพาะที่มีขนาดใหญ่ และปะการังเทียมจากวัสดุเหลือใช้ ที่ต้องใช้รถขนส่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมในการยกของหนักเข้ามาช่วย เช่น ปั้นจั่น หรือ เครน (Crane) เป็นต้น ทำให้เพียงกำลังคนไม่สามารถที่จะยก และเคลื่อนย้ายได้ ส่งผลให้การขนส่งทางบกของนวัตปะการังนั้นเกิดขึ้นได้อย่างง่าย สะดวกสบาย และเป็นการลดต้นทุน หรือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ได้มากกว่าปะการังเทียมรูปแบบอื่น

ภาพที่ 48 การขนส่งทางบกของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

  - **การขนส่งทางน้ำ**

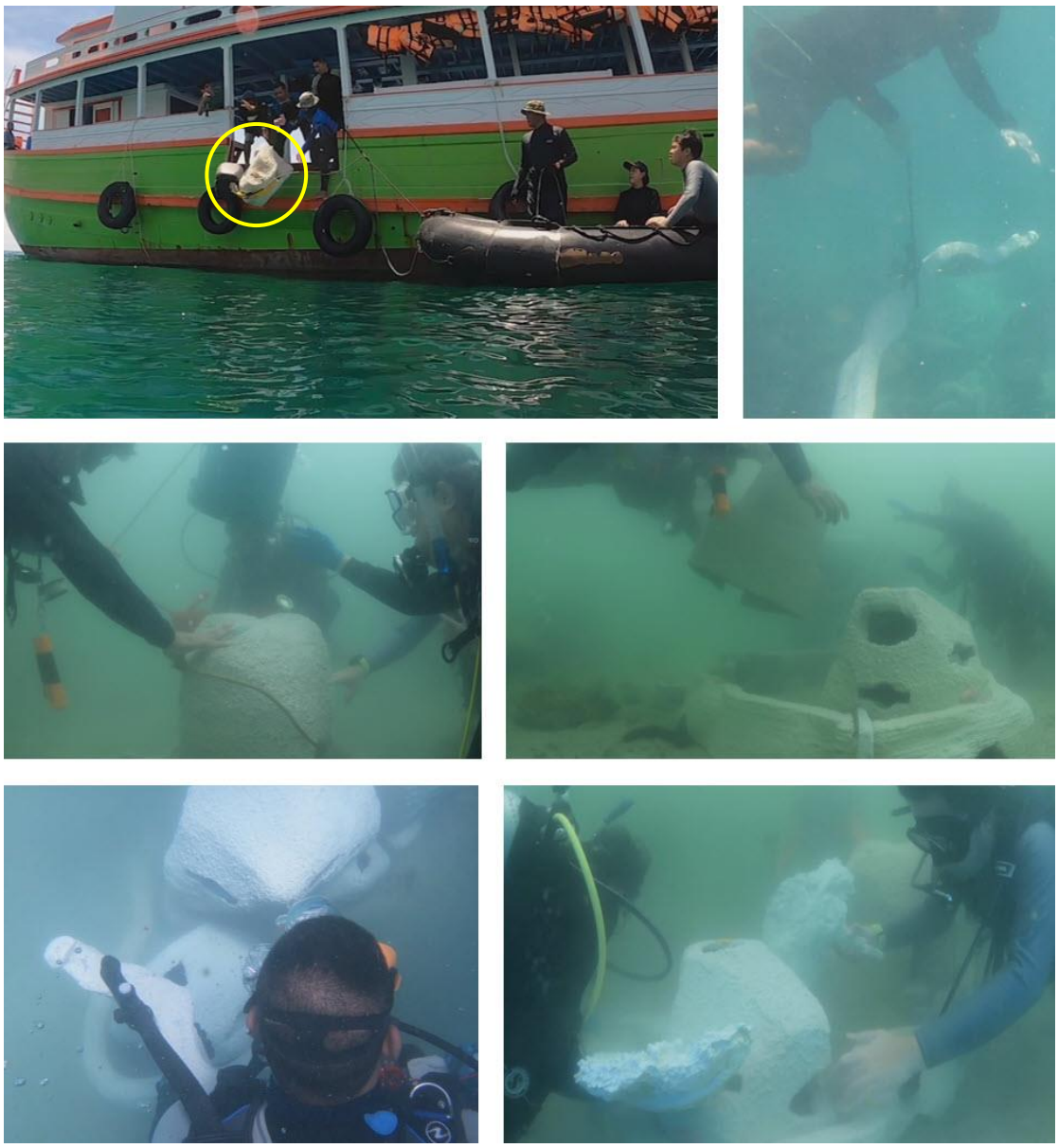
การขนส่งทางน้ำของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง สามารถขนส่งโดยใช้เรือที่มีขนาดเล็กไปยังพื้นที่ที่จะติดตั้งได้ โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมในการยกของหนัก เช่น ปั้นจั่น หรือ เครน (Crane) เข้ามาช่วยในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานขึ้นเรือ และปล่อยลงสู่ทะเล

ภาพที่ 49 การขนส่งทางน้ำของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

5.7.2.2 กระบวนการติดตั้ง

นวัตปะการังสามารถติดตั้งลงสู่ทะเลได้อย่างง่ายโดยนักประดาน้ำเพียง 2 – 3 คน ทั้งนี้ผู้ติดตั้งสามารถใช้เพียงทุ่นลอยน้ำ หรือ ถังน้ำ โดยการบรรจุอากาศเข้าไป และผูกเชือกติดกับชิ้นงานนวัตปะการังเพื่อช่วยพยุงในการลอยตัว และลากไปสู่พื้นที่ที่ต้องการติดตั้งได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมอื่นๆ ทำให้ต้นทุน หรือ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งปะการังเทียมในรูปแบบเดิม ที่ต้องใช้นักประดาน้ำจำนวนมาก เรือขนส่งขนาดใหญ่ ปั้นจั่น หรือ เครน (Crane) ในการยกปะการังเทียมลงจากเรือสู่ผิวน้ำ รวมทั้งถุงลมชนิดพิเศษ (Lift Bag) เพื่อช่วยพยุงในการลอยตัว และลากไปสู่จุดที่จะติดตั้ง ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้นวัตปะการังช่วยลดการเกิดอันตรายในระหว่างกระบวนการติดตั้งไปในตัว

เนื่องจากนวัตปะการังถูกออกแบบให้สามารถถอด-ประกอบชิ้นส่วนได้ ดังนั้นการออกแบบจึงมุ่งเน้นวิธีการที่จะทำให้แต่ละชิ้นส่วน รวมทั้งปะการังโต๊ะ (Tabulate Coral) ซึ่งใช้เป็นก้านตกแต่งของนวัตปะการังนั้นสามารถถอดประกอบได้อย่างง่ายมากที่สุด โดยแต่ละชิ้นจะมีการวางกรอบ วางมุมเข้าหากันด้วยลักษณะเฉพาะที่มีความแตกต่างกันออกไป ทำให้สามารถถอด และนำมาประกอบเข้าด้วยกันให้ถูกรูปได้ จากการสังเกตแบบง่ายเป็นการลดขั้นตอน และความซับซ้อนในการใช้งานด้านการประกอบ และการติดตั้งสำหรับผู้ใช้งาน โดยกระบวนการติดตั้งของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังนี้ สามารถทำให้สำเร็จได้ในระยะเวลาเพียง 20 นาที



ภาพที่ 50 กระบวนการติดตั้งของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา

5.7.3 ด้านความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล

5.7.3.1 Evaluate

การทดสอบคุณสมบัติของนวัตปะการังในอีกด้านหนึ่งนั้น ผู้วิจัยได้นำขั้นตอน Evaluate จากกระบวนออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry) มาประเมินการยอมรับของสิ่งมีชีวิตทางทะเล เพื่อดูผลลัพธ์ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการังว่าตรงกับกฎเกณฑ์การออกแบบที่สร้างมาเพื่อตอบสนองกับความต้องการทางทะเลตามธรรมชาติหรือไม่

โดยระหว่างการติดตั้งพบว่า สิ่งมีชีวิตในพื้นที่ทะเลสภาพเสื่อมโทรมพยายามที่จะเข้าไปอยู่อาศัยโดยไม่รู้สึกว่าเป็นสิ่งแปลกปลอมในทันที และหลังจากการติดตั้งไปเพียงไม่กี่วัน ผู้วิจัยมีการสำรวจพบอาหารของปะการัง ที่เรียกว่า Diatom แบ่งเป็น 5 ชนิด ได้แก่ Amphora, Bacteriastrum, Campylodiscus, Climacosphenia, Coscinodiscus และ Lioloma ซึ่งเป็นตัวชี้วัดโอกาสของการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการังได้เป็นอย่างดี ภายหลังจากการติดตั้งเพียง 90 วัน และจากการลงสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง พบว่ามีตัวอ่อนปะการังชนิดเขากวาง *(Acropora Sp.)* ลงเกาะเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวภายนอกของนวัตปะการัง

ทั้งนี้ จากการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) พบสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่ และอาศัยในนวัตปะการัง 16 ชนิด ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 45 ข้อมูลเชิงปริมาณของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity)

การสำรวจสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) หลังการติดตั้งในพื้นที่ศึกษา	**วันติดตั้ง**	**การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือน)**	**การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือน)**	**การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปี)**
	จำนวนที่พบ			
ปะการังกิ่งก้าน (Branched Coral)	6	6	10	15
ดอกไม้ทะเล (Ritteri Anemone)	0	0	1	1
ปลิงดำแข็ง (Black Sea Cucumber)	1	2	2	5
ปลากะพงปานข้างลาย (Russell's Snapper)	0	1	3	4
ปลาการ์ตูนอินเดียนแดงชมพู (Pink Skunk Clownfish)	0	2	3	1
ปลาสลิดหิน (Black Damsel)	0	1	4	4
เม่นทะเล (Long-spined Sea Urchin)	2	3	5	8
ปลานกแก้ว (Parrotfish)	0	1	2	3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปลาสลิดหินลายบั้ง (Indo-pacific Sergeant)	1	3	4	9
ปลานกขุนทอง (Batu Coris)	0	1	4	7
ปลาผีเสื้อแปดแถบ (Eight-band Butterflyfish)	1	1	2	2
ปลาสลิดหินนีออน (Electric Blue Damsel)	0	1	1	2
ปลาเขียวพระอินทร์ (Moon Wrasse)	0	1	2	4
ปลากระรอกแดง (Squirrel Fish)	0	1	4	8
ปลากะพงแดง (Snapper)	0	1	2	3
หอยมือเสือ (Fluted Giant Clam)	0	0	1	2

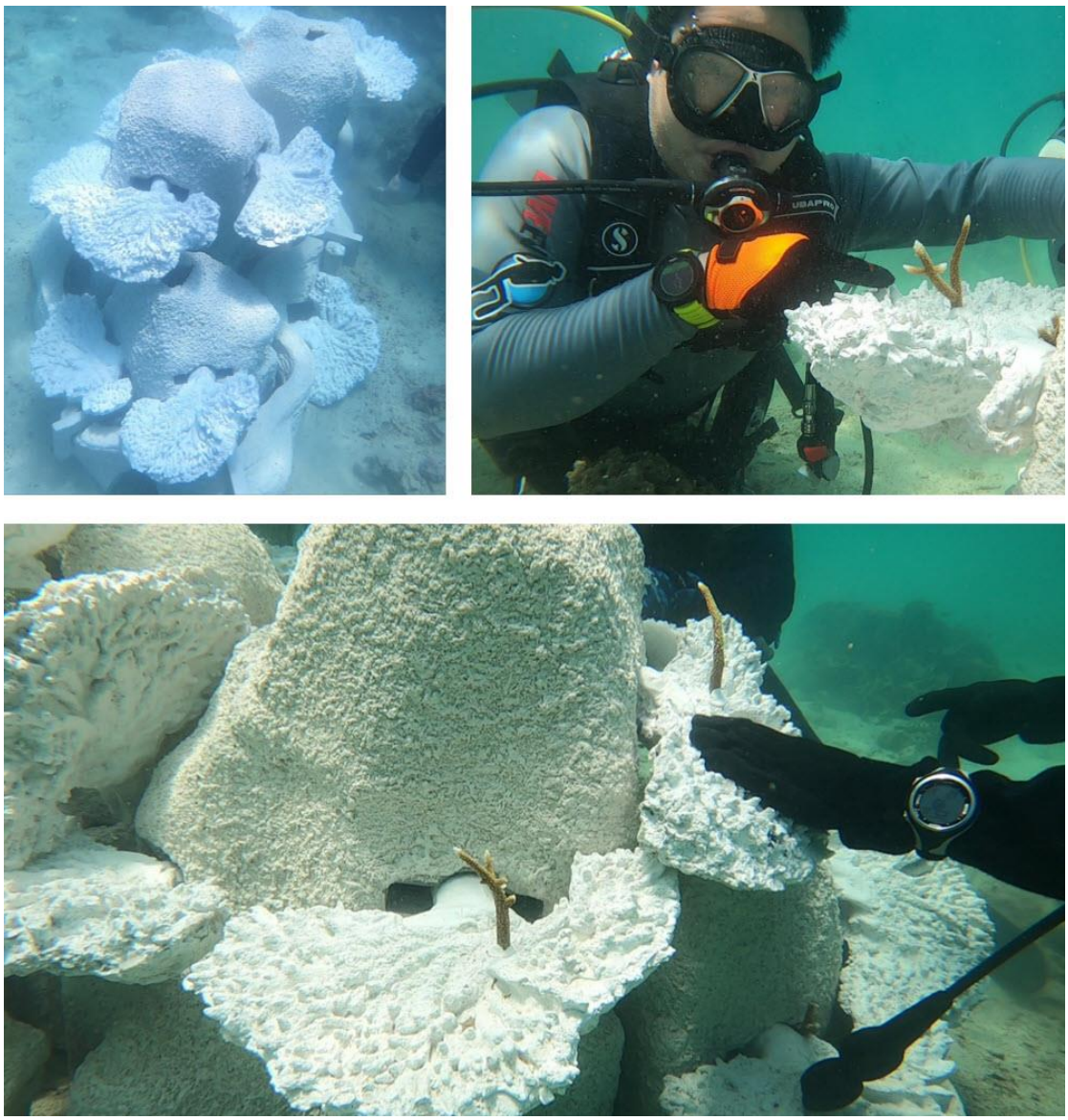
นอกจากนี้ยังพบว่าปะการังกิ่งก้าน โดยเฉพาะเขากวาง (Acropora Coral) ทั้งส่วนที่ผู้วิจัยนำมาปลูกไว้กับนวัตปะการังในครั้งแรกที่การติดตั้ง และเศษที่ปลิวมาลงเกาะกับกระแสน้ำตามธรรมชาติ มีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วบนพื้นผิวนวัตปะการัง

ตารางที่ 46 ข้อมูลอัตราการเจริญเติบโตของปะการังกิ่งก้านที่ลงเกาะบนนวัตปะการัง

การสำรวจอัตราการเจริญเติบโตของปะการังกิ่งก้าน (Branched Coral)	**ขนาดโดยเฉลี่ย (ซม.)**
วันติดตั้ง	4
การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือน)	4.5
การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือน)	5
การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปี)	7

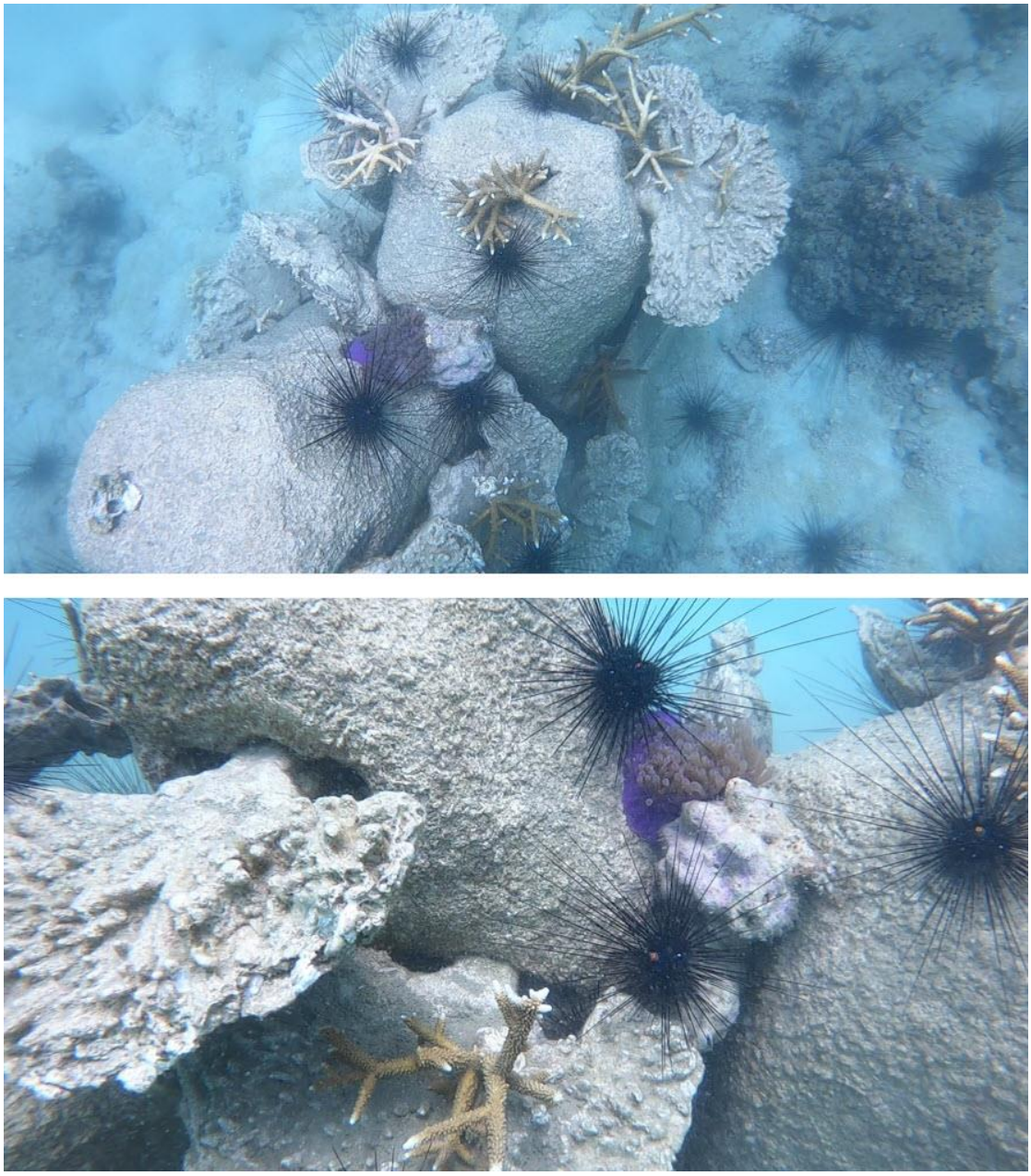
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.7.4 พัฒนาการของนวัตปะการัง



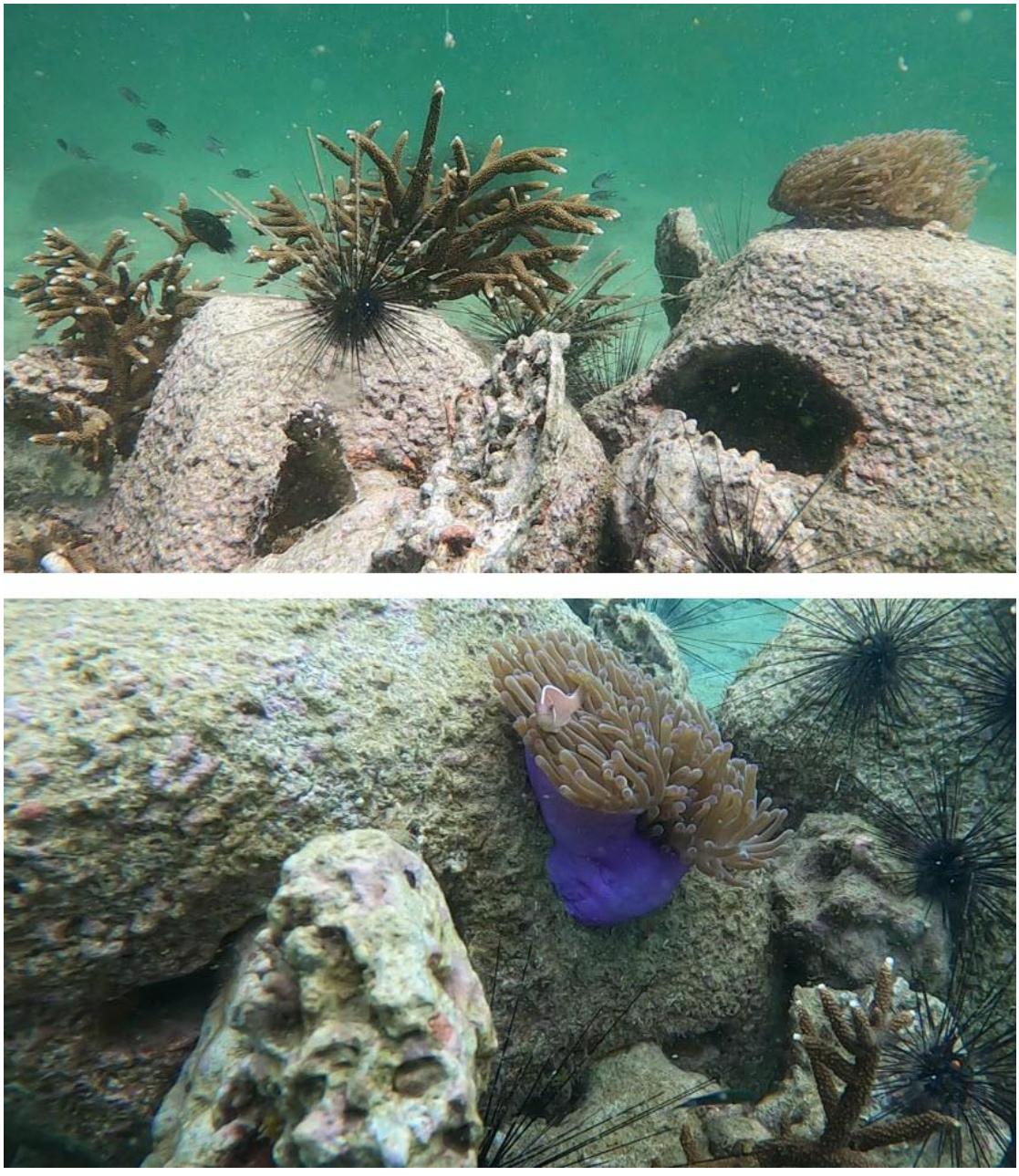
ภาพที่ 51 วันที่ติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษาที่มีความเสื่อมโทรมทางทะเล

ภาพที่ 52 การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือนภายหลังการติดตั้ง)

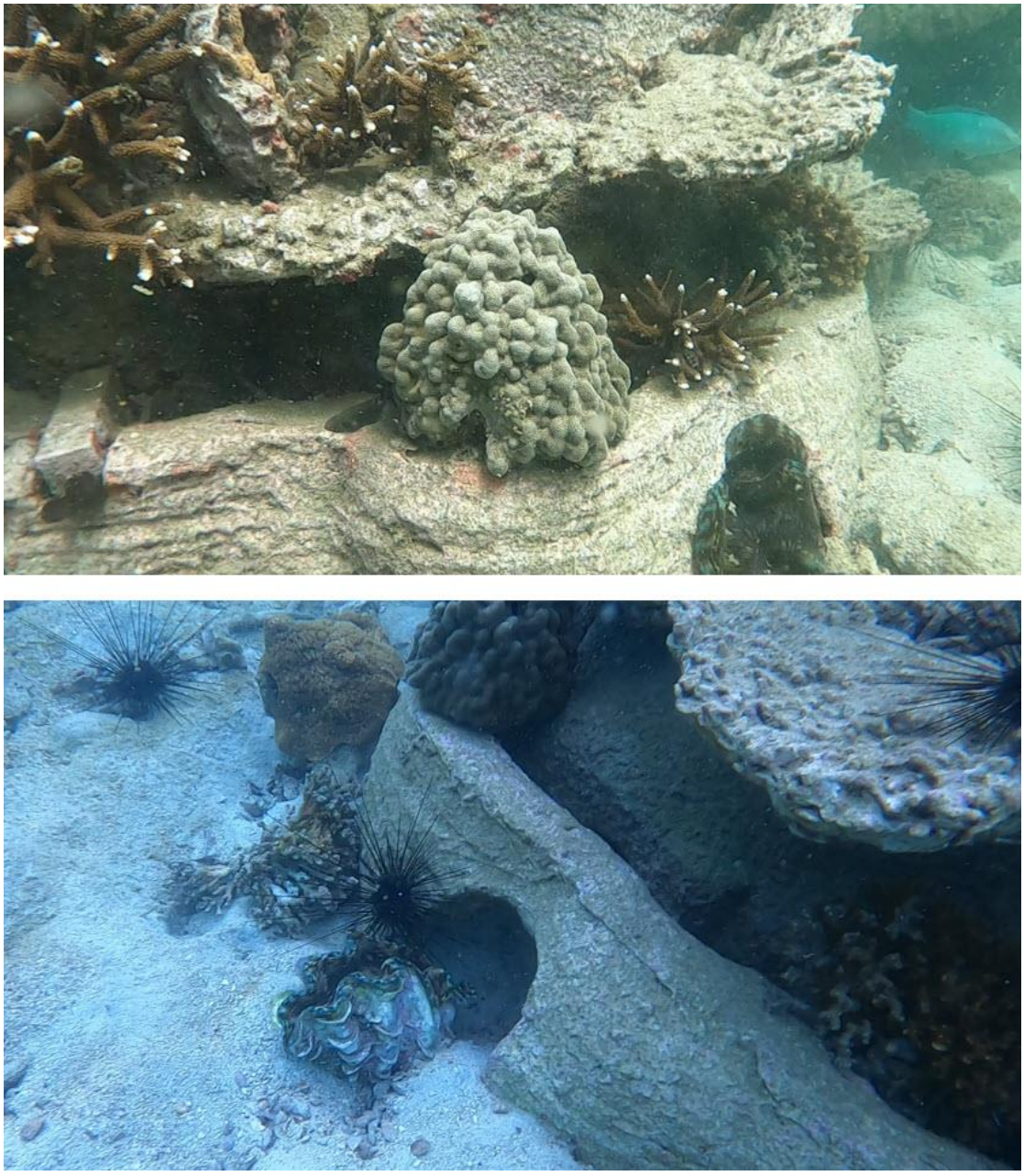


ภาพที่ 53 การติดตามผลครั้งที่ 1 (3 เดือนภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ)

ภาพที่ 54 การติดตามผลครั้งที่ 2 (5 เดือนภายหลังการติดตั้ง)



ภาพที่ 55 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง)

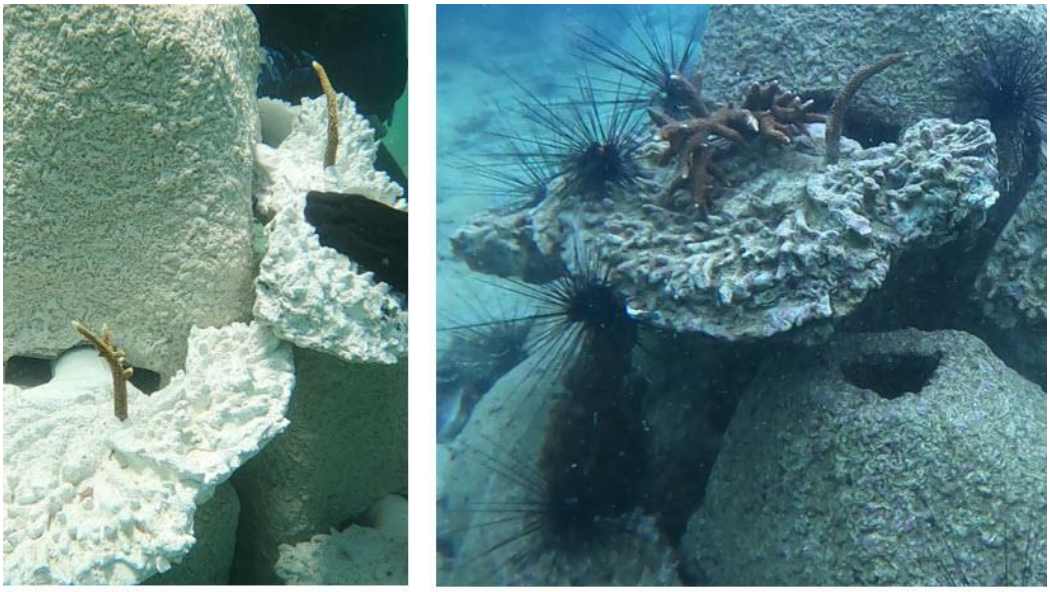


ภาพที่ 56 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ)

ภาพที่ 57 การติดตามผลครั้งที่ 3 (1 ปีภายหลังการติดตั้ง) (ต่อ)

5.7.5 การเปรียบเทียบพัฒนาการของนวัตปะการัง

อัตราการเจริญเติบโตของปะการังเขากวางการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง การจมตัวและทรุดตัวลงในพื้นตะกอนคงที่ มีจำนวนสิ่งมีชีวิตเข้ามาอยู่อาศัยเพิ่มเติม และมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวอย่างมีนัยสำคัญ

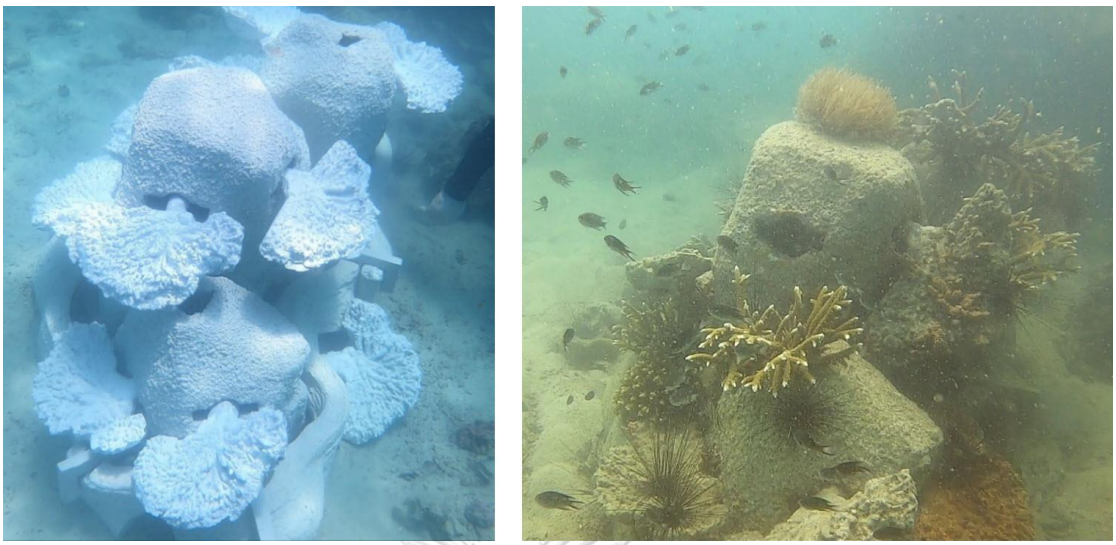


ณ วันที่ติดตั้ง

5 เดือนภายหลังการติดตั้ง

1 ปีภายหลังการติดตั้ง

ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของนวัตปะการัง



ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของนวัตปะการัง ณ วันติดตั้ง และ 1 ปีภายหลังการติดตั้ง

ภาพที่ 60 การจมตัว และทรุดตัวลงในพื้นตะกอน (1 ปีภายหลังการติดตั้ง)

จากบทนี้จะเห็นได้ว่า นวัตปะการัง ได้รับการค้นคว้า ออกแบบ แก้ไข และปรับปรุงทั้งมิติด้านการออกแบบร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้ผลงานที่ออกมามีประสิทธิภาพบนพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เหมาะสม ที่สามารถขึ้นรูปได้อย่างอิสระโดยใช้ 3D Cement Printing ด้านความสามารถในการถอด – ประกอบ และการปรับแต่งโครงสร้างได้ตามความต้องการ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ในแต่ละพื้นที่ ด้วยขนาดชิ้นส่วนประกอบที่มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา ทำให้สามารถยกเคลื่อนย้ายได้ง่าย ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ และค่าติดตั้งต่ำกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิม รวมทั้งเป็นการป้องกันการเกิดอันตรายกับผู้ทำงานในระหว่างการขนส่งและติดตั้งอันเนื่องมาจากการใช้เครื่องจักรใหญ่ในการดำเนินงาน ด้านการออกแบบให้เกิดกระแสน้ำวนขนาดเล็กบริเวณพื้นผิวของนวัตปะการัง เพื่อเป็นการเพิ่มเวลา และอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ด้านความสามารถในการนำไปติดตั้งได้ทันที โดยไม่ต้องกังวลเรื่องทิศทางของกระแสคลื่น ที่จะทำให้เกิดการจม การทรุดตัวลงในพื้นตะกอน การต้านกระแสน้ำ และการถูกพัดพา ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ด้านความสามารถในการนำไปใช้เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการท่องเที่ยวทางทะเลได้ทันที โดยไม่ต้องรอระยะเวลาในการฟื้นฟู ด้านการพ่นเคลือบผิวโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิตทางทะเล ด้านการยอมรับอย่างรวดเร็วของสิ่งมีชีวิตภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง รวมทั้งด้านความเหมาะสมต่อการใช้เป็นที่อยู่อาศัย ทั้งทางด้านโครงสร้างและขนาดที่มีความซับซ้อน มีช่องว่างที่เหมาะสม มีพื้นที่แสงและเงาที่พอดี ช่วยให้สัตว์สามารถใช้เป็นที่อยู่อาศัย และเข้าไปหลบภัยได้ ซึ่งจะช่วยกระตุ้นต่อความอุดมสมบูรณ์ของการรวมตัวกันของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) รวมไปถึงในปลาขนาดเล็ก และช่วงชีวิตที่สำคัญช่วงแรกของปลาขนาดใหญ่ที่เข้ามาอยู่อาศัย ที่จะส่งผลต่อการเกิดห่วงโซ่อาหารที่ยาวกว่าตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากงานวิจัยโดยการใช้กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการออกแบบชีวจำลอง หรือ Biomimicry (The Biomimicry Spirals) เข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ Collaborative New Product Development ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของงานวิจัย กล่าวคือ การฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง การแก้ไขปัญหามลภาวะทางทัศนาการ (Visual Pollution) ทางทะเล อันเนื่องมาจากนวัตปะการังที่มีความสวยงาม และความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการัง ซึ่งเป็นการช่วยลดภาระแนวปะการังธรรมชาติ และเพิ่มศักยภาพด้านการท่องเที่ยว อันเป็นที่มาของคุณภาพชีวิต และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนในที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทั้งนี้ การศึกษาวิจัยในบทนี้ พบว่าปัจจัยหลายๆ ด้านมีผลต่อการออกแบบ ทั้งทางด้านกายภาพ และชีวภาพ โดยข้อมูลต่างๆ ผู้วิจัยได้นำมาสังเคราะห์ และวิเคราะห์โดยละเอียดแล้ว จึงได้เป็นที่มาของรูปแบบนวัตปะการังเชิงประจักษ์ที่มีความเหมาะสมอย่างเป็นรูปธรรม มีผลกระทบเชิงบวกต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง และสิ่งมีชีวิตทางทะเล ซึ่งส่งผลต่อผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนและนักท่องเที่ยวที่จะได้รับอรรถประโยชน์ร่วมกันอย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
การวิเคราะห์การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ การบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา และผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคม

เนื่องด้วยความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์นวัตปะการังจากกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการใช้กระบวนการออกแบบชีวจำลอง หรือ Biomimicry (The Biomimicry Spirals) เข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ Collaborative New Product Development ตามที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 5 โดยละเอียดแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อนำนวัตปะการังไปใช้งานในทางปฏิบัติ ซึ่งมีความเกี่ยวเนื่องในเชิงพาณิชย์ การบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา และผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคม

ในบทนี้ จะกล่าวถึง การวิเคราะห์เพื่ออธิบายนวัตปะการังกับการคาดการณ์ความเป็นไปได้ทางการตลาด ความเป็นไปได้ทางการเงิน เพื่อขยายผลออกไปด้านการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic Factors) ในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง รวมไปถึงการคาดการณ์ผลประโยชน์เชิงสังคมที่จะได้รับตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต่อไป โดยจะมีขั้นตอนในการวิเคราะห์แบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

6.1 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

6.2 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

6.3 การวิเคราะห์การแข่งขันทางธุรกิจ

6.4 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis

6.5 การกำหนดทางด้านทิศทาง และกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ

6.6 แผนการตลาด

6.7 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

6.8 การวิเคราะห์เพื่อประเมินผลประโยชน์เชิงสังคม

6.9 แบบร่างการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา

6.1 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

แนวปะการังเทียมรูปแบบเดิมในปัจจุบัน เช่น ปะการังเทียมคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ปะการังเทียมคอนกรีตรูปโดม ปะการังเทียมจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ปะการังเทียมจากอิฐบล็อก และปะการังเทียมจากท่อ PVC นั้นยังมีข้อจำกัดในหลายด้าน เช่น ต้นทุนการผลิตในช่วงเริ่มต้นสูง ไม่สามารถเข้ากันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเล ไม่มีความแข็งแรงคงทน ไม่มีความเหมาะสม

ทางด้านพื้นผิว และมีโครงสร้างที่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์การประมง การกีดขวางทางเดินทะเล การต้านการไหลเวียนของกระแสน้ำ และเกิดการตกตะกอน ทั้งยังไม่สามารถปรับแต่งรูปแบบให้เข้ากันได้กับวัตถุประสงค์การใช้งานและความต้องการในแต่ละพื้นที่ ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้นวัตปะการังซึ่งเป็นนวัตกรรมแนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นมาด้วยกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นี้ เป็นนวัตกรรมที่สามารถเข้ามาแก้ไขข้อจำกัดในปะการังเทียมรูปแบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีคุณสมบัติเหมาะสม โดดเด่น และมีความได้เปรียบมากกว่าแนวปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ในท้องตลาด ดังนั้นการวิเคราะห์ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ของงานวิจัยนี้ จะเป็นการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบข้อได้เปรียบทางการตลาดของนวัตปะการังกับผลิตภัณฑ์แนวปะการังเทียมรูปแบบเดิมที่มีการนำมาใช้งาน และมีอยู่ในท้องตลาดเดิม เช่น ปะการังเทียมคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ปะการังเทียมคอนกรีตรูปโดม ปะการังเทียมจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ปะการังเทียมจากอิฐบล็อก และปะการังเทียมจากท่อ PVC เป็นต้น ด้วยการวิเคราะห์ Business Model Canvas (BMC) โดย Osterwalder & Pigneur (2010) เนื่องจากเป็นรูปแบบการอธิบายองค์ประกอบของธุรกิจอย่างเป็นระบบที่ทุกคนสามารถเข้าใจได้ง่าย ทำให้เห็นถึงภาพรวม และข้อมูลที่สำคัญทางธุรกิจ เพื่อใช้ในการวางแผนวิเคราะห์ แก้ไขปัญหา กำหนดทิศทาง และปรับกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจให้มีจุดเด่นเหนือคู่แข่งและการพัฒนาจุดด้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1.1 การวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า (Customer Segment: CS)

ลูกค้าถือได้ว่าเป็นหัวใจหลักในการทำธุรกิจ ดังนั้นการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้าจึงเป็นส่วนที่ต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก (Forrest & Liu, 2022) โดยการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้านั้นสามารถเป็นได้ทั้งบุคคล หรือ หน่วยงานต่างๆ ทั้งขนาดเล็ก หรือ ขนาดใหญ่ ที่มีการตั้งเป้าไว้เพื่อให้เราสามารถที่จะเข้าถึง หรือ ให้บริการได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ (Slavik & Bednár, 2014) ซึ่งจะเป็นส่วนที่ต้องสัมพันธ์กับการนำเสนอคุณค่าผลิตภัณฑ์ที่แท้จริงของเราอย่างชัดเจนผ่านช่องทางการเข้าถึงลูกค้าที่วางไว้อย่างเหมาะสม (Rowlinson et al., 2019) โดยการทำให้กลุ่มลูกค้าที่เรากำหนดไว้ เกิดความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay) เพื่อให้ธุรกิจนั้นสามารถทำกำไร และประกอบกิจการ หรือ ดำเนินธุรกิจต่อไปได้อย่างยั่งยืน (Kim & Ku, 2016) โดยการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้าสามารถจัดแบ่งออกเป็นกลุ่ม ตามความต้องการเฉพาะที่กลุ่มลูกค้านั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีร่วมกัน ทั้งนี้ประเภทของกลุ่มลูกค้าเป้าหมายที่สำคัญแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม (Osterwalder et al., 2011) ได้แก่

- **ตลาดมวลชน (Mass Market):** กลุ่มลูกค้าทั่วไปในตลาดที่มีจำนวนมาก และมีขนาดใหญ่
- **ตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market):** กลุ่มลูกค้าย่อยที่มีขนาดเล็กมาก แต่มีความต้องการเฉพาะเป็นพิเศษเหมือนกันภายในกลุ่ม
- **ตลาดเฉพาะด้าน (Segmented):** กลุ่มลุกค้าที่มีความต้องการแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แต่ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม เช่น เพศ และอายุ เป็นต้น
- **ตลาดหลากหลาย (Diversified):** กลุ่มลูกค้าที่มีความหลากหลาย และมีความต้องการแตกต่างกันออกไป เหมาะสำหรับธุรกิจที่มีผลิตภัณฑ์หลากหลาย
- **ตลาดสองด้าน (Multi-sided Platform/Multi-sided Markets):** กลุ่มลูกค้าตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์ แต่มีความต้องการที่แตกต่างกัน

การศึกษากลุ่มลูกค้าเป้าหมายของนวัตปะการัง มีการมุ่งเน้นไปที่ความต้องการของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง และคุณลักษณะต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับงาน ในงานวิจัยนวัตปะการังนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มลูกค้าเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นการวางกลุ่มลุกค้าเป้าหมายแบบตลาดมวลชน (Mass Market) และตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche Market) ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางน้ำ หรือ ทางทะเล โดยมีรายละเอียดดังนี้

- **หน่วยงานภาครัฐ**

  กลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักที่เป็นหน่วยงานภาครัฐที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางน้ำ หรือ ทางทะเล ได้แก่ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมประมง และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

- **หน่วยงานเอกชน**

  กลุ่มลูกค้าเป้าหมายรองที่เป็นหน่วยงานเอกชนต่างๆ ที่ให้ความสนใจในด้านการอนุรักษ์และการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล รวมทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน ชาวประมง ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยว

6.1.2 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ (Value Proposition: VP)

การวิเคราะห์คุณค่าของผลิตภัณฑ์ เป็นการนำเสนอคุณค่าผลิตภัณฑ์ หรือ ผลประโยชน์ที่จะส่งต่อไปยังกลุ่มลุกค้า Customer Segment (CS) ซึ่งเป็นเหตุผลที่สามารถดึงดูดกลุ่มลูกค้า

ด้วยตัวผลิตภัณฑ์ หรือ บริการของเรา โดยการวิเคราะห์คุณค่าของผลิตภัณฑ์นี้ จะต้องตอบโจทย์ในการช่วยแก้ไขปัญหา หรือ การตอบสนองความต้องการของกลุ่มลูกค้าด้วยคุณลักษณะ หรือ คุณสมบัติที่มีความใหม่กว่าของเดิมที่มีอยู่ในตลาด โดยมีองค์ประกอบต่างๆ ดังต่อไปนี้

- **ความใหม่ (Newness):** การนำเสนอคุณค่าของผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่ไม่เคยมีมาก่อน
- **ประสิทธิภาพ (Performance):** การปรับปรุงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการเดิมที่มีอยู่ในตลาดให้ดีกว่า ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการที่สามารถนำไปสู่การสร้างคุณค่าของผลิตภัณฑ์ได้
- **การปรับแต่ง (Customization):** การปรับแต่งผลิตภัณฑ์ หรือ บริการให้ตรงกับความต้องการเฉพาะที่ลูกค้าแต่ละราย หรือ แต่ละกลุ่มสามารถกำหนดเอง โดยที่ยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากการผลิตแบบการประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ได้
- **การออกแบบ (Design):** การออกแบบที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ หรือ บริการในธุรกิจมีความโดดเด่นเหนือคู่แข่ง
- **ยี่ห้อ หรือ สถานะ (Brand/Status):** การทำให้ลูกค้ามองเห็นยี่ห้อ หรือ สถานะของธุรกิจเป็นสิ่งที่ทำให้นึกถึงผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่ง หรือ การให้บริการใดบริการหนึ่งที่โดดเด่นอย่างชัดเจน
- **ราคา (Price):** การตั้งราคาให้ต่ำกว่าคู่แข่งในตลาด เป็นกลยุทธ์หนึ่งในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่มีความอ่อนไหวต่อราคา ทั้งนี้การตั้งราคาที่ต่ำจนเกินไปอาจส่งผลสะท้อนต่อภาพลักษณ์ทางธุรกิจ แต่ในขณะเดียวกัน ก็จะสามารถทำให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าใหม่ได้
- **การลดต้นทุน (Cost Reduction):** การช่วยให้ลูกค้าสามารถลดต้นทุนได้ เป็นอีกหนึ่งวิธีสำคัญในการสร้างมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ
- **การลดความเสี่ยง (Risk Reduction):** ลูกค้าจะให้ความสำคัญต่อการลดความเสี่ยงเมื่อทำการซื้อสินค้า หรือ บริการต่างๆ เช่น การรับประกันสินค้า และบริการหลังการขาย เป็นต้น
- **ความสามารถในการเข้าถึงของลูกค้า (Accessibility):** การทำให้ผลิตภัณฑ์ หรือ บริการสามารถเข้าถึงลูกค้าได้ในรูปแบบที่คู่แข่งในตลาดไม่สามารถทำได้ ถือเป็นความได้เปรียบและเป็นอีกหนึ่งวิธีในการสร้างมูลค่า ซึ่งเป็นผลจากการใช้นวัตกรรมแบบจำลองธุรกิจ

(Business Model Innovation) หรือ เทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจรูปแบบใหม่ ในการส่งเสริมให้การดำเนินธุรกิจนั้นประสบความสำเร็จ

- **ความสะดวกต่อการใช้งาน (Convenience/Usability):** การทำให้ผลิตภัณฑ์หรือ บริการเป็นสิ่งที่สะดวก เข้าใจได้ และง่ายต่อการใช้งาน สามารถสร้างมูลค่าและความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้เป็นอย่างมาก

นวัตปะการังมีคุณสมบัติโดดเด่นด้านของความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติ และความสามารถในการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว เพราะมีการใช้วัสดุที่เหมาะสม ทำให้เป็นที่ยอมรับของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล รวมทั้งสามารถถอด – ประกอบชิ้นส่วนได้ ทำให้มีน้ำหนักเบา สามารถขนย้าย และนำไปติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ ได้ง่าย ทั้งยังสามารถปรับแต่งโครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการในแต่ละวัตถุประสงค์ด้านการใช้งานในแต่ละพื้นที่ ส่งผลให้เป็นการช่วยลดภาระแนวปะการังจริง ทำให้นวัตกรรมนวัตปะการัง สอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์ของประเทศที่ส่งผลต่อทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งของประเทศ ได้แก่ การรักษาความมั่นคงในมิติของทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาเศรษฐกิจที่ควบคู่กับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และการลดมลพิษในสิ่งแวดล้อม ที่จะเป็นปัจจัยในการขับเคลื่อนระดับประเทศที่จะส่งผลต่อทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งโดยตรง ทั้งยังเป็นการส่งเสริมแผนแม่บทภาตใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจภาคทะเล โดยคุณค่า และความโดดเด่นของนวัตปะการัง จะสามารถนำมาอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แนวปะการังเทียมที่มีความใหม่ เนื่องจากเป็นการออกแบบปะการังเทียมที่มีรูปแบบใหม่ทั้งหมด สามารถเห็นได้ชัดถึงความโดดเด่นทางด้านโครงสร้าง และการออกแบบ โดยมุ่งเน้นให้เกิดความสวยงาม ความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังธรรมชาติที่สามารถใช้งานได้จริง ทำให้กลายเป็นจุดแข็งที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงของลูกค้า

ประสิทธิภาพด้านการใช้งาน เนื่องจากนวัตปะการังมีขนาดชิ้นส่วนประกอบที่เล็ก น้ำหนักเบา ทำให้ยก หรือ เคลื่อนย้ายเพื่อนำไปติดตั้งได้ด้วยรถกระบะ และเรือขนาดเล็กด้วยคนเพียงไม่กี่คน โดยชิ้นงานแต่ละชิ้นมีการออกแบบให้มีช่องไว้สำหรับการยกโดยเฉพาะ ทำให้เกิดความสะดวกต่อการใช้งาน ทั้งยังสามารถใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเลได้จริง และด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ลดอัตราการแตกหัก – เสียหายระหว่างกระบวนการติดตั้ง ส่งผลให้ค่าใช้จ่าย หรือ ต้นทุนในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ รวมทั้งค่าติดตั้งต่ำกว่าปะการังเทียมรูปแบบเดิมในท้องตลาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้ นวัตปะการังนี้ยังมีประสิทธิภาพด้านการใช้งานต่อสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัย ซึ่งถือได้ว่าเป็นผู้ใช้งานเช่นกัน เพราะมีการออกแบบให้พื้นผิวมีความเข้ากันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเลมากที่สุด มีความเหมาะสม และสารอาหารเพื่อเร่งอัตราในการลงเกาะ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการังจากกระแสน้ำวนขนาดเล็กที่เกิดขึ้นตามบริเวณต่างๆ ของนวัตปะการัง ทั้งยังออกแบบให้มีรู หรือ โพรงโดยรอบบริเวณชิ้นงานที่มีขนาดแตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้เป็นที่อยู่อาศัยของทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ด้วยโครงสร้างของชิ้นงานที่มีความแข็งแรง คงทน ไม่เกิดการตกตะกอนบริเวณโดยรอบตัวฐานจากการถูกกระแสน้ำพัดรอบทิศทาง รวมทั้งยังสามารถป้องกันการถูกพัดพาภายใต้กระแสน้ำทะเลได้เป็นอย่างดี

การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม นวัตปะการังจะนำมาสู่การเติบโต และการพัฒนาภาคการท่องเที่ยว โดยการดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวให้กลับมาสู่ชุมชนในพื้นที่ทางทะเลที่มีความเสื่อมโทรมจากการที่ได้รับการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลด้วยนวัตปะการัง และการประมงทางทะเลอย่างยั่งยืน ด้วยการดึงดูดสิ่งมีชีวิตทางทะเลให้กลับมาสู่พื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมนั้นๆ เพื่อเป็นแหล่งที่ทำให้คนในชุมชนสามารถสร้างรายได้จากการประมง เป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนที่มีการติดตั้งนวัตปะการังให้ดีขึ้นตามไปด้วย

6.1.3 ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customer Relationships: CR)

ความสัมพันธ์กับลูกค้าจะช่วยให้สามารถอธิบายถึงประเภทของความสันพันธ์ที่ธุรกิจจะสร้างขึ้นกับกลุ่มลูกค้าเฉพาะแต่ละกลุ่ม โดยความสัมพันธ์ดังกล่าว อาจถูกสร้างขึ้นผ่านช่องทางส่วนบุคคลไปจนถึงระบบอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการดึงดูดลูกค้าใหม่ การรักษาลูกค้าเดิม และการเพิ่มยอดขาย ซึ่งเป็นการต่อยอดทางธุรกิจที่มีอิทธิพลมากที่ส่งผลโดยตรงต่อประสบการณ์โดยรวมของลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความสัมพันธ์กับลูกค้าสามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้ดังต่อไปนี้

- **การแลกเปลี่ยนเชิงสัมพันธ์ (Transactional):** การที่ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับลูกค้า แต่มีเครื่องมือที่คอยสร้างความสัมพันธ์ และปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าเป็นครั้งๆ ไป เช่น ตู้คีออส (Kiosk) เป็นต้น
- **ความสัมพันธ์ระยะยาว (Long-term):** การสร้างความสัมพันธ์ระยะยาวโดยตรงกับลูกค้า โดยมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้าเป็นประจำ
- **การช่วยเหลือส่วนบุคคล (Personal Assistance):** ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล โดยลูกค้าสามารถสื่อสารเพื่อขอความช่วยเหลือในระหว่าง

หรือ ภายหลังการซื้อ – ขาย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ณ บริเวณจุดขาย Call Center อีเมล์ หรือ ช่องทางการสื่อสารอื่นๆ

- **การช่วยเหลือส่วนบุคคลโดยเฉพาะ (Dedicated Personal Assistance):** ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการมีปฏิสัมพันธ์กับลูกค้ารายบุคคลโดยเฉพาะ เป็นการแสดงถึงความสัมพันธ์ที่ลึกซึ้ง และสนิทสนทกับลูกค้าแบบส่วนตัวมากที่สุด
- **การบริการตนเอง (Self-service):** การที่ไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับลูกค้า แต่มีวิธีการที่จำเป็นทั้งหมดไว้ให้ลูกค้าช่วยเหลือตัวเองระหว่างการใช้ผลิตภัณฑ์ หรือ บริการนั้นๆ
- **การบริการอัตโนมัติ (Automated Services):** ความสัมพันธ์ที่ผสมผสานรูปแบบที่มีความซับซ้อนระหว่างการบริการตนเองกับกระบวนการอัตโนมัติ โดยการเก็บ และจดจำคุณลักษณะ หรือ ข้อมูลของลูกค้าส่วนบุคคล เพื่อนำเสนอข้อมูล หรือ เนื้อหาที่เกี่ยวข้องและตรงกับความต้องการของลูกค้าแต่ละรายมากที่สุด (Recommendations) โดยการบริการอัตโนมัตินั้น เป็นหนึ่งในวิธีการที่ดี เพื่อช่วยในการกระตุ้นความสัมพันธ์ส่วนตัวกับลูกค้า
- **ความสัมพันธ์กับชุมชนออนไลน์ (Communities):** การใช้ประโยชน์จากชุมชนออนไลน์เพื่อดึงความมีส่วนร่วมของลูกค้า โดยอำนวยความสะดวกด้านการเชื่อมต่อ และการเข้าถึงระหว่างสมาชิกในชุมชนออนไลน์นั้นๆ ซึ่งทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวทางในการแก้ไขปัญหาซึ่งกันและกัน เป็นความสัมพันธ์ที่ทำให้ธุรกิจนั้นๆ สามารถเข้าถึง และเข้าใจลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น
- **ความมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ (Co-creation):** ความสัมพันธ์ที่เปิดโอกาสให้ลูกค้าเข้ามาร่วมเป็นส่วนหนึ่งในการทำความเข้าใจ การค้นพบ และการสร้างคุณค่าใหม่ๆ ไปด้วยกัน เป็นการสร้างความรู้สึกในการเป็นเจ้าของร่วมในผลิตภัณฑ์ หรือบริการที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบโจทย์ความต้องการที่แท้จริงของผู้บริโภค ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน
- **ต้นทุนในการเปลี่ยนเจ้า หรือ ต้นทุนที่ลูกค้าเปลี่ยนไปใช้สินค้าอื่น (Switching Costs):** ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับต้นทุนของผู้บริโภคในความยาก – ง่ายต่อการตัดสินใจเพื่อเปลี่ยนจากการใช้ผลิตภัณฑ์ หรือ บริการของผู้ให้บริการรายเดิม ไปเป็นผู้ขายผลิตภัณฑ์ หรือ ผู้ให้บริการรายใหม่ ในบางกรณีถึงแม้ว่าผลิตภัณฑ์ หรือ บริการของคู่แข่งรายใหม่

ในตลาดจะดีกว่ารายเดิม แต่ถ้ามีต้นทุนในการเปลี่ยนเจ้า หรือ ต้นทุนที่ลูกค้าเปลี่ยนไปใช้สินค้าอื่นที่สูง ก็ส่งผลให้ลูกค้าไม่เปลี่ยนใจได้

นวัตปะการัง มีรูปแบบการนำความมีส่วนร่วมจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายมาเป็นจุดเด่นในการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า ร่วมไปกับการสร้างสรรค์นวัตปะการัง โดยจะมีการให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับประโยชน์ และความแตกต่างของปะการังแต่ละชนิด หลักการในการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างปะการังเทียมที่ถูกต้อง รวมทั้งความเกี่ยวข้องของปะการัง และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทางทะเล ทำให้เป็นจุดที่สามารถดึงดูดความน่าสนใจกับกลุ่มลูกค้าได้ นอกจากนี้ เพื่อเป็นการสานความสัมพันธ์กับลูกค้ามากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงให้ลูกค้าที่สนใจ สามารถเลือกขนาด ออกแบบ ใส่ชื่อของลูกค้า และผสมสานปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ ที่เตรียมไว้ให้ (Mix and Match) ด้วยการจำลองรูปแบบเสมือน 3 มิติผ่านหน้าเว็บไซต์ หรือ แอพพลิเคชั่น ตามแบบที่ลูกค้าต้องการได้อย่างอิสระด้วยตัวเอง เป็นการต่อยอดจินตนาการด้านการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลและการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าอย่างแท้จริง

6.1.4 ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า (Channels: CH)

การอธิบายช่องทางที่จะใช้ติดต่อ สื่อสาร การรับรู้ การจัดจำหน่าย รวมถึงการบริการหลังการขาย เพื่อให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าในการนำเสนอ และส่งมอบคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งมีบทบาทสำคัญที่จะส่งผลโดยตรงต่อประสบการณ์ที่กลุ่มลูกค้านั้นๆ จะได้รับ โดยช่องทางการเข้าถึงลูกค้านี้ อาจจะเป็นช่องทางตรงที่สร้างขึ้นเอง (Owned Direct) เช่น เว็บไซต์ และร้านร้านค้าปลีก เป็นต้น หรือ ใช้พันธมิตรเป็นช่องทางในการเข้าถึงลูกค้า (Partner Indirect) เช่น การขายปลีก การขายส่ง และเว็บไซต์ของพันธมิตร เป็นต้น ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากจุดแข็งของพันธมิตร หรือ อาจจะเป็นได้ทั้งสองอย่างรวมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเข้าถึงลูกค้าด้วยการประชาสัมพันธ์จากทั้งพันธมิตรที่มาจากหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานเอกชนที่เป็นกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย และมีการนำนวัตปะการังไปใช้งานจริง โดยมุ่งเน้นการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และความสามารถในการฟื้นฟูที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงและประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทางทะเลในพื้นที่ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง นอกจากช่องทางการประชาสัมพันธ์เพื่อการเข้าถึงลูกค้าดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยยังจัดวางช่องทางในการเข้าถึงลูกค้าแบบ Online ผ่านช่องเว็บไซต์ และ Social Media ในการให้ความรู้เกี่ยวกับปะการังและกิจกรรมต่างๆ ที่จะจัดขึ้น รวมทั้งช่องทางการเข้าถึงลูกค้าแบบ Onsite โดยการตั้งบูธเพื่อการประชาสัมพันธ์ในพื้นที่นั้นๆ ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง เพื่อดึงดูดการมีส่วนร่วม และส่งเสริม

การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้วยนวัตปะการัง เพื่อทำให้เกิดเป็นการตลาดแบบปากต่อปาก หรือ Word of Mouth ต่อไป

6.1.5 รายได้หลัก (Revenue Streams: RS)

การสร้างรายได้ที่มาจากความยินดีที่จะจ่ายของแต่ละกลุ่มลูกค้า โดยอาจมีกลไกการกำหนดราคาที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความเชื่อมโยงกับการออกแบบจำลองทางธุรกิจ หรือ Business Model เช่น รายได้ที่มาจากการขายเพียงครั้งเดียวของลูกค้า และรายได้ที่มาจากการซื้อซ้ำ หรือ รูปแบบการทำธุรกิจแบบการคิดค่าบริการรายเดือน หรือ ค่าสมาชิก (Subscription Model) เป็นต้น รายได้หลักสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

- **การขายสินทรัพย์ (Asset Sale):** การสร้างรายได้ที่ใช้กันมากที่สุด โดยการขายสิทธิ์ความเป็นเจ้าของให้ผู้ซื้อ ทำให้ผู้ซื้อมีอิสระในความเป็นเจ้าของต่อ ขายต่อ หรือแม้แต่ทำลาย
- **ค่าธรรมเนียมการใช้ (Usage Fee):** การสร้างรายได้จากการใช้บริการที่เฉพาะเจาะจง ยิ่งใช้บริการมาก ยิ่งจ่ายมาก เช่น บริการโทรคมนาคม โรงแรม การจัดส่งพัสดุ เป็นต้น
- **ค่าบริการรายเดือนหรือค่าสมาชิก (Subscription Fees):** การสร้างรายได้จากการขายเพื่อการเข้าถึงการให้บริการอย่างต่อเนื่องของลูกค้า ซึ่งอาจเป็นการสมัครสมาชิกรายเดือน หรือ รายปี
- **การให้ยืม/ให้เช่า/เช่าซื้อ (Lending/Renting/Leasing):** การสร้างรายได้จากการให้สิทธิ์เฉพาะบุคคลในการใช้ หรือ เข้าถึงเนื้อหาในระยะเวลาที่กำหนดเพื่อแลกเปลี่ยนกับค่าธรรมเนียม โดยการสร้างรายได้ในประเภทนี้ จะทำให้เกิดประโยชน์จากรายได้ที่เกิดซ้ำในขณะที่ลูกค้าก็จะได้รับประโยชน์จากค่าใช้จ่ายที่ถูกลงแทนการแบกรับต้นทุนที่จะต้องซื้อผลิตภัณฑ์ หรือ บริการที่มีค่าใช้จ่ายสูงทั้งหมด
- **การอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing):** การสร้างรายได้จากการอนุญาตให้ลูกค้าใช้ประโยชน์จากทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการคุ้มครองเพื่อแลกกับค่าธรรมเนียม ซึ่งทำให้ผู้ถือสิทธิ์ก่อเกิดรายได้จากทรัพย์สินโดยไม่ต้องซื้อผลิตผลิตภัณฑ์ หรือ ให้บริการด้วยตนเอง เช่น การสงวนลิขสิทธิ์ความเป็นเจ้าของเนื้อหาในอุตสาหกรรมสื่อ และการอนุญาตให้ใช้สิทธิในเทคโนโลยี เป็นต้น
- **ค่านายหน้า (Brokerage Fees):** การสร้างรายได้จากการทำหน้าที่เป็นตัวกลางเพื่อดำเนินการในนามของสองฝ่ายขึ้นไป เช่น ค่าธรรมเนียมในการซื้อขายหลักทรัพย์และตัวแทนอสังหาริมทรัพย์ เป็นต้น

- **การโฆษณา (Advertising):** การสร้างรายได้จากค่าธรรมเนียมในการโฆษณาผลิตภัณฑ์ บริการ หรือ ตราสินค้าให้กับลูกค้า เช่น อุตสาหกรรมสื่อ ซอฟต์แวร์ และการบริการ เป็นต้น

รายได้หลักของนวัตปะการัง จะมาจากการขายสินทรัพย์ให้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักที่เป็นหน่วยงานภาครัฐ และกลุ่มลูกค้าเป้าหมายรองที่เป็นหน่วยงานเอกชนต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ หรือ ผู้ที่ให้ความสนใจในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล และเนื่องจากโครงการนวัตปะการัง เป็นงานที่ต้องติดตามผลภายหลังการติดตั้ง ดังนั้นรายได้หลักอีกส่วนที่จะได้รับจากนวัตกรรม คือ รายได้จากค่าบริการรายเดือนหรือค่าสมาชิกในการดูแล ประเมิน และติดตามผลโครงการ รวมทั้งรายได้ยังจะมาจากการจัดตั้งโครงการ หรือ กิจกรรมด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้วยนวัตปะการัง ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบการหารายได้จากการจัดตั้งมูลนิธิ หรือ ธุรกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise) เพื่อดึงดูดผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วม และเป็นการสร้างโอกาสในกระจายรายได้สู่ส่วนรวม โดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง นอกจากนี้ รายได้จากงานวิจัยนี้ยังสามารถมาจากการขายวัตถุดิบสำหรับการขึ้นรูปปะการังเทียมรูปแบบใหม่ๆ ต่อไป ที่มีคุณสมบัติในด้านการเร่งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง

6.1.6 พันธมิตร (Key Partners: KP)

การอธิบายถึงการสร้างความร่วมมือที่สำคัญกับเครือข่ายพันธมิตรเพื่อทำให้แบบจำลองทางธุรกิจ หรือ Business Model ที่ออกแบบไว้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยง รวมไปถึงการจัดสรรทรัพยากรร่วมกันอย่างคุ้มค่า ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) พันธมิตรเชิงกลยุทธ์ (Strategic Alliance) ระหว่างผู้ที่ไม่ใช่คู่แข่ง (Non-competitors) (2) ความร่วมมือเชิงกลยุทธ์ระหว่างคู่แข่ง (Coopetition) (3) การร่วมทุนเพื่อพัฒนาธุรกิจใหม่ (Joint Ventures) และ (4) การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อกับซัพพลายเออร์ (Buyer-supplier Relationships) เพื่อให้มั่นใจว่าลูกค้าจะได้รับผลิตภัณฑ์ หรือ บริการนั้นๆ อย่างสม่ำเสมอ โดยการสร้างพันธมิตรจะทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

- **การเพิ่มประสิทธิภาพ และการประหยัดต่อขนาด (Economy of Scale):** รูปแบบพื้นฐานของการสร้างความร่วมมือระหว่างผู้ซื้อกับซัพพลายเออร์ (Buyer-supplier Relationships) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนด้วยการจัดสรรทรัพยากร และกิจกรรมต่างๆ ซึ่งส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับการจัดจ้างคนภายนอก (Outsourcing) และการใช้โครงสร้างพื้นฐาน (Sharing Infrastructure) ร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **การลดความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้น:** การสร้างความร่วมมือเป็นการช่วยลดความเสี่ยงในสภาพแวดล้อมการแข่งขันที่มีความไม่แน่นอน
- **การเข้าซื้อทรัพยากร หรือ กิจกรรมเฉพาะ:** การสร้างความร่วมมือเพื่อขยายขีดความสามารถ โดยการมุ่งเน้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือ บริการของตนเอง ด้วยการอาศัยบริษัทอื่นในการจัดหาทรัพยากร หรือ ดำเนินกิจการบางอย่างโดยเฉพาะ เช่น ผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือขอใช้สิทธิ์ (License) ในระบบปฏิบัติการจากเจ้าอื่น แทนที่จะพัฒนาระบบของตัวเอง เป็นต้น โดยพันธมิตรของนวัตปะการัง แบ่งออกเป็น
  - **พันธมิตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านการออกแบบ และการขึ้นรูป** ได้แก่ หน่วยปฏิบัติการวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสัตว์น้ำเพื่อการอนุรักษ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด
  - **พันธมิตรด้านการขนส่ง และการติดตั้ง** ได้แก่ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน ชาวประมง ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยว
  - **พันธมิตรด้านการขออนุญาตใช้พื้นที่ การสนับสนุน และการช่วยเหลือในด้านต่างๆ** ได้แก่ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมประมง และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า พันธุ์พืช

6.1.7 กิจกรรมหลัก (Key Activity: KA)

กิจกรรมหลักเป็นการอธิบายถึงวิธีการที่สำคัญที่สุด ที่ต้องดำเนินการเพื่อให้แบบจำลองทางธุรกิจ หรือ Business Model สามารถทำงานได้ เช่นเดียวกันกับทรัพยากรหลัก หรือ Key Resources (KR) ในการสร้าง และเสนอคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ การเข้าถึงตลาด การรักษาความสัมพันธ์กับลูกค้า และการสร้างรายได้ โดยกิจกรรมหลักนั้น จะแตกต่างกันออกไปตามประเภทของแบบจำลองทางธุรกิจ ทั้งนี้กิจกรรมหลักสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

- **การผลิต (Production):** กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การผลิต และการส่งมอบผลิตภัณฑ์ หรือ บริการในปริมาณมาก หรือ คุณภาพที่เหนือกว่าคู่แข่ง ซึ่งมีความสำคัญมากต่อกลุ่มธุรกิจที่เป็นบริษัทผู้ผลิต
- **การแก้ไขปัญหา (Problem Solving):** กิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้องกับการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา หรือ หาทางออกให้กับลูกค้า ซึ่งมีความสำคัญมากต่อกลุ่มธุรกิจที่เป็นบริษัท

ด้านการให้คำปรึกษา และการบริการ ได้แก่ กิจกรรมในการจัดการความรู้ (Knowledge Management: KM) และกิจกรรมการฝึกอบรบอย่างต่อเนื่อง

- **การสร้างรูปแบบแพลตฟอร์มหรือเครือข่าย (Platform/Network):** กิจกรรมหลักที่ทรัพยากรหลัก หรือ Key Resources (KR) เกี่ยวข้องกับแพลตฟอร์ม หรือ เครือข่าย โดยเฉพาะการจับคู่ (Matchmaking) ซอฟต์แวร์ และแบรนด์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์ม ซึ่งกิจกรรมหลักในประเภทนี้จะมุ่งเน้นไปที่การจัดการแพลตฟอร์ม (Platform Management) การบริการด้านการจัดหา (Service Provisioning) และการส่งเสริมแพลตฟอร์ม (Platform Promotion) เป็นหลัก

โดยกิจกรรมหลักของงานวิจัยนวัตปะการัง คือ การจัดกิจกรรมเพื่อดึงดูดความมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบ การสร้าง เพื่อต่อยอด พัฒนา และผลิตปะการังเทียมรูปแบบใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป บนพื้นฐานความรู้ ความถูกต้องและความเหมาะสม โดยมุ่งเน้นการนำนวัตปะการังไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลในพื้นที่เสื่อมโทรม รวมทั้งการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทางทะเลในพื้นที่ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง

6.1.8 ทรัพยากรหลัก (Key Resources: KR)

การอธิบายถึงทรัพยากรหลักที่สำคัญ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการทำให้แบบจำลองธุรกิจสามารถทำงานได้ โดยทรัพยากรหลักอาจอยู่ในรูปแบบของกายภาพ (Physical) ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property) การเงิน (Financial) หรือ บุคลากร (Human) ที่เราเป็นเจ้าของเอง หรือ มาจากการเช่า หรือ มาจากพันธมิตรก็ได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **กายภาพ (Physical):** ทรัพยากรที่อยู่ในรูปแบบทางกายภาพทั้งหมด และเครือข่ายในการจัดจำหน่ายที่รวมทั้งเครือข่ายทั่วโลกขนาดใหญ่ โครงสร้างพื้นฐานทางด้านการเคลื่อนย้าย การจัดเก็บ คลังสินค้า การกระจายสินค้า การบริการ และไอที หรือ Logistics Infrastructure ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องใช้เงินทุนสูง
- **ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual Property):** ทรัพยากรที่อยู่ในรูปแบบทรัพย์สินทางปัญญา ได้แก่ แบรนด์ องค์ความรู้ สิทธิบัตรและลิขสิทธิ์ พันธมิตรทางธุรกิจ รวมทั้งฐานข้อมูลของลูกค้า ซึ่งในปัจจุบัน ถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการสร้างรูปแบบทางธุรกิจที่แข็งแกร่ง ถึงแม้ทรัพยากรประเภทนี้จะมีความยากในการพัฒนา แต่ก็ให้ความคุ้มค่าอย่างมากกับธุรกิจ

- **การเงิน (Financial):** ทรัพยากรที่อยู่ในรูปแบบการเงิน เพราะ รูปแบบทางธุรกิจบางรูปแบบจำเป็นที่จะต้องใช้ทรัพยากรทางการเงิน หรือ หนังสือค้ำประกันทางการเงินในการดำเนินธุรกิจให้ประสบความสำเร็จเหนือคู่แข่ง เช่น การกู้ยืมเงินสด และวงเงินสินเชื่อซึ่งมาจากการกู้ยืมจากธนาคาร หรือ ตลาดทุน เป็นต้น
- **บุคลากร (Human):** ทรัพยากรที่อยู่ในรูปแบบบุคลากร เนื่องจากบุคคลเป็นทรัพยากรที่ต้องใช้ในทุกธุรกิจ และมีความสำคัญมากโดยเฉพาะธุรกิจที่ต้องให้ความสำคัญกับความรู้และความคิดสร้างสรรค์เป็นหลัก

  โดยทรัพยากรหลักที่สำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ประกอบด้วย

  - **ทรัพยากรด้านบุคคล** ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน ชาวประมง ผู้ประกอบการ และนักท่องเที่ยวในพื้นที่ที่มีการติดตั้ง รวมทั้งบุคลากรที่ทำงานในหน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่มีการนำนวัตปะการังไปใช้
  - **ทรัพยากรด้านองค์ความรู้** ได้แก่ วิธี หรือ กระบวนการสร้าง และพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีความถูกต้อง แข็งแรงคงทนในสภาพแวดล้อมทางทะเล โดยมีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นที่อยู่อาศัย และเพิ่มจำนวนกลุ่มประชากรของสิ่งมีชีวิตทางทะเล รวมทั้งการส่งเสริมการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และการเจริญเติบโตของปะการังจริงอย่างรวดเร็ว
  - **ทรัพยากรด้านสารตั้งต้น และวัตถุดิบในการผลิตนวัตปะการัง** ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) และสารประกอบไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate) เพื่อใช้ในการขึ้นรูปนวัตปะการัง โดยมีความเข้ากันได้และไม่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ

6.1.9 โครงสร้างต้นทุน (Cost Structure: C$)

การอธิบายถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งเป็นการกำหนดและการบริหารจัดการต้นทุนของธุรกิจที่แตกต่างกันออกไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) การมุ่งเน้นต้นทุน (Cost-driven) คือ การมุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนให้ได้มากที่สุด ทำให้โครงสร้างต้นทุนต่ำที่สุด เพื่อนำเสนอคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการในราคาที่ต่ำ ในโครงสร้างต้นทุนประเภทนี้ จะมีการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ร่วมกับการจัดจ้างคนภายนอก (Outsourcing) ให้ได้มากที่สุด เช่น สายการบินราคาประหยัด เป็นต้น และ (2) การมุ่งเน้นคุณค่า (Value-driven) คือ

การนำเสนอคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการกับลูกค้าด้วยคุณภาพระดับสูง เช่น โรงแรมหรูระดับ 6 ดาว เป็นต้น โดยโครงสร้างต้นทุนแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

- **การประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale):** การใช้ความได้เปรียบด้านโครงสร้างต้นทุนที่ธุรกิจจะได้รับเมื่อมีการผลิตที่เพิ่มมากขึ้น
- **การประหยัดจากขอบเขต (Economies of Scope):** การใช้ความได้เปรียบด้านโครงสร้างต้นทุนที่ธุรกิจจะได้รับ จากการดำเนินธุรกิจที่หลากหลายมากขึ้นในเวลาเดียวกัน
- **ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost):** การใช้ความได้เปรียบด้านโครงสร้างต้นทุนที่สามารถรักษาต้นทุนคงที่ในสัดส่วนเท่าเดิม แต่มีปริมาณการผลิต หรือ การให้บริการที่เพิ่มมากขึ้น
- **ต้นทุนผันแปร (Variable Cost):** การใช้ความได้เปรียบด้านโครงสร้างต้นทุนที่สามารถปรับต้นทุนผันแปรได้ตามสัดส่วนปริมาณการผลิต หรือ การให้บริการ

ต้นทุนของนวัตปะการัง ประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ค่าใช้จ่ายด้านการผลิต และขึ้นรูปชิ้นงาน ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง และติดตั้งชิ้นงาน และค่าใช้จ่ายในการติดตามและประเมินผล

ตารางที่ 47 การวิเคราะห์ Business Model Canvas (BMC) ของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง

พันธมิตรหลัก (Key Partners)	**กิจกรรมหลัก (Key Activities)**	**คุณค่าของสินค้า (Value Propositions)**	**ความสัมพันธ์กับลูกค้า (Customers Relationships)**	**กลุ่มลูกค้า (Customer Segments)**
พันธมิตรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้านการออกแบบ และการขึ้นรูป - หน่วยปฏิบัติการวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสัตว์น้ำเพื่อการอนุรักษ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์	- การจัดกิจกรรมเพื่อดึงดูดความมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีส่วนเกี่ยวข้อง - การนำนวัตปะการังไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากร	- ปะการังเทียมรูปแบบใหม่ ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดในปะการังเทียมรูปแบบเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ - สามารถถอด-ประกอบชิ้นส่วนได้ - สามารถปรับแต่ง	- นำความมีส่วนร่วมจากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายมาเป็นจุดเด่นในการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้า - การให้ความรู้ และคำแนะนำเกี่ยวกับประโยชน์ และความแตกต่างของปะการัง	**หน่วยงานภาครัฐ** - กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง - กรมประมง - กรมอุทยานแห่งชาติ **หน่วยงานเอกชน** - หน่วยงานเอกชนที่ให้ความสนใจในด้านการอนุรักษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มหาวิทยาลัย - ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด **พันธมิตรด้านการดำเนินการ (ขนส่งและการติดตั้ง)** - ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง **พันธมิตรด้านการขออนุญาตใช้พื้นที่ การสนับสนุน และการช่วยเหลือในด้านต่างๆ** - กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง - กรมประมง - กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช	ธรรมชาติทางทะเลในพื้นที่เสื่อมโทรม - การติดตามผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทางทะเลในพื้นที่ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง **ทรัพยากรหลัก (Key Resources)** **ทรัพยากรด้านบุคคล** - ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง - ผู้ที่อยู่อาศัยใน	โครงสร้าง และรูปแบบได้ตามความต้องการในแต่ละวัตถุประสงค์ด้านการใช้งานในแต่ละพื้นที่ - ช่วยลดภาระแนวปะการังจริง - สอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์ของประเทศที่ส่งผลต่อทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งของประเทศ - ส่งเสริมแผนแม่บทภาตใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ด้านการสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจภาคทะเล **แนวปะการังเทียมที่มีความใหม่** - เป็นปะการังเทียมรูปแบบใหม่ - มีความโดดเด่นทางด้านโครงสร้างและการออกแบบ - มีความสวยงามความเสมือนกลมกลืนกับแนว	แต่ละชนิด - การนำเสนอหลักการในการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างปะการังเทียมที่ถูกต้อง รวมทั้งความเกี่ยวข้องของปะการังและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ใต้ทะเล - ลูกค้าที่สนใจสามารถเลือกขนาดออกแบบ ใส่ชื่อของลูกค้า และผสมสานปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ ที่เตรียมไว้ให้ (Mix and Match) ด้วยการจำลองรูปแบบเสมือน 3 มิติ ผ่านหน้าเว็บไซต์หรือ แอพพลิเคชั่นตามแบบที่ลูกค้าต้องการได้อย่างอิสระ **ช่องทางการเข้าถึงลูกค้า (Channels)** - การประชาสัมพันธ์จากทั้งหน่วยงานหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานเอกชนที่มี	และการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล - บุคคลทั่วไป หรือ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ชุมชน - ชาวประมง - ผู้ประกอบการ - นักท่องเที่ยวในพื้นที่ - บุคลากรที่ทำงานในหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่มีการนำนวัตปะการังไปใช้ **ทรัพยากรด้านองค์ความรู้** - วิธี หรือ กระบวนการสร้าง และพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีความถูกต้องเหมาะสม แข็งแรง คงทนในสภาพแวดล้อมทางทะเล - องค์ความรู้เรื่องการส่งเสริมการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และการเจริญเติบโตของปะการังจริงอย่างรวดเร็ว **ทรัพยากรด้านสารตั้งต้น และวัตถุดิบในการผลิตนวัตปะการัง** - แคลเซียมคาร์บอ	ปะการังธรรมชาติที่สามารถใช้งานได้จริง **ประสิทธิภาพด้านการใช้งาน** - มีขนาดชิ้นส่วนประกอบที่เล็กน้ำหนักเบา สามารถยก หรือเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปติดตั้งได้ง่ายด้วยคนเพียงไม่กี่คน - มีช่องไว้สำหรับการยก ที่สามารถใช้ประโยชน์ในการใช้เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเลได้จริง - ลดอัตราการแตกหัก – เสียหายระหว่างกระบวนการติดตั้ง - ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งทั้งทางบกและทางน้ำ และค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง - มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานต่อสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัย - พื้นผิวมีความเข้า	การนำนวัตปะการังไปใช้งานจริง - การแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพ และความสามารถในการฟื้นฟูที่เกิดขึ้น รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงและประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทางทะเลในพื้นที่ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง - การเข้าถึงลูกค้าแบบ Online ผ่านช่อง Official Website ต่างๆ และ Social Media - การเข้าถึงลูกค้าแบบ Onsite โดยการตั้งบูธเพื่อประชาสัมพันธ์ในพื้นที่นั้นๆ ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง เพื่อดึงดูดการมีส่วนร่วม และส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้วยนวัตปะการัง - การตลาดแบบปากต่อปาก หรือ Word of Mouth	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	เนต (Calcium Carbonate) - สารประกอบไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate)	กันได้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเล - ผลิตจากวัสดุที่มีความเหมาะสมและมีสารอาหารเพื่อเร่งอัตราในการลงเกาะ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง - มีรู หรือ โพรงโดยรอบบริเวณชิ้นงานที่มีขนาดแตกต่างกันเพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้เป็นที่อยู่อาศัยของทั้งสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ - มีความแข็งแรงคงทน ไม่เกิดการตกตะกอนบริเวณโดยรอบตัวฐานจากการถูกกระแสน้ำพัดรอบทิศทาง - สามารถป้องกันการถูกพัดพาภายใต้กระแสน้ำทะเล		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โครงสร้างต้นทุน **(Cost Structures)**	**รายได้** **(Revenue Streams)**
- ค่าใช้จ่ายด้านการวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง	- การขายให้กับกลุ่มลูกค้าเป้าหมายหลักที่เป็นหน่วยงาน

- ค่าใช้จ่ายด้านการผลิต และขึ้นรูปชิ้นงาน - ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง และติดตั้งชิ้นงาน - ค่าใช้จ่ายในการติดตาม และประเมินผล	ภาครัฐ และกลุ่มลูกค้าเป้าหมายรองที่เป็นหน่วยงานเอกชนต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ - การขายให้กับผู้ที่ให้ความสนใจในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล - รายได้จากการดูแล ประเมิน และติดตามผลโครงการ - รายได้ยังจากการจัดตั้งโครงการ หรือ กิจกรรมด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้วยนวัตปะการัง - รายได้จากการจัดตั้งมูลนิธิ หรือ ธุรกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise) เพื่อดึงดูดผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามามีส่วนร่วม - รายได้จากการขายวัตถุดิบสำหรับการขึ้นรูปปะการังเทียมรูปแบบใหม่ๆ ต่อไปที่มีคุณสมบัติในด้านการเร่งการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง

6.2 การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์

นวัตปะการังเป็นนวัตกรรมผลิตภัณฑ์โดยมีวัตถุประสงค์การใช้หลักเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังสำหรับพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมทางทรัพยากรธรรมชาติในทะเล และเพื่อทำให้นวัตปะการังนั้นเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ และการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญญา จึงมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.2.1 การขายขาด (Buyout) การให้สิทธิ์ขาดกับบุคคลอื่นเพื่อแลกกับการได้รับค่าตอบแทนจากการขายเพียงครั้งเดียว

6.2.2 การอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing) การที่เจ้าของทรัพย์สินทางปัญญา (Licensor) อนุญาตให้ผู้ขอรับอนุญาตในการใช้สิทธิ (Licensee) สามารถใช้ทรัพย์สินทางปัญญาตามขอบเขตและเงื่อนไขที่ได้มีการตกลงกันไว้ เช่น เพื่อการผลิตและการขาย และการใช้งานเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ เป็นต้น โดยสิทธิความเป็นเจ้าของ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การอนุญาตแบบเด็ดขาด (Exclusive Licensing) คือ การอนุญาตให้ใช้สิทธิแต่เพียงผู้เดียว และการอนุญาตแบบไม่เด็ดขาด (Non-exclusive Licensing) คือ การอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยไม่จำกัดแต่เพียงผู้เดียว โดยในส่วนของค่าตอบแทนการขออนุญาตให้ใช้สิทธินั้น แบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

- **ค่าเปิดเผยเทคโนโลยี (Disclosure Fee)** ค่าธรรมเนียมเพื่อตอบแทนในการขออนุญาตใช้สิทธิที่ผู้ขอรับอนุญาตในการใช้สิทธิ (Licensee) จะต้องจ่ายให้กับเจ้าของทรัพย์สินทางปัญญา (Licensor) เพื่อขอใช้สิทธิตามจำนวนปีที่ตกลงกันไว้
- **ค่าตอบแทนการใช้เทคโนโลยี (Royalty Fee)** ค่าธรรมเนียมเพื่อขออนุญาตใช้สิทธิที่ผู้ขอรับอนุญาตในการใช้สิทธิ (Licensee) จะต้องจ่ายให้กับเจ้าของทรัพย์สินทางปัญญา (Licensor) ตามอัตราร้อยละของยอดขายผลิตภัณฑ์ หรือ ผลประโยชน์ที่ได้รับในแต่ละปี ขึ้นอยู่กับข้อตกลงที่ได้ทำสัญญากันไว้

6.2.3 กิจการร่วมค้า (Joint Venture) กิจการที่ดำเนินการร่วมกันในการทำการค้า หรือ การหากำไรระหว่างบริษัท ห้างหุ้นส่วน นิติบุคคล และ/หรือ บุคคลธรรมดา ภายใต้ข้อตกลง หริอ สัญญาร่วมค้าที่มีวัตถุประสงค์และเป้าหมายในการทำธุรกิจร่วมกันอย่างชัดเจน

6.2.4 การแยกออกมาเป็นบริษัทใหม่ (Spin-off) การแยกบริษัทแม่ – ลูกออกมาเป็นบริษัทย่อย เพื่อตั้งเป็นบริษัทใหม่ที่มีการบริหารเป็นเอกเทศ ซึ่งเป็นการขยายธุรกิจในส่วนที่มีศักยภาพโดยเฉพาะให้เติบโตในระยะยาว โดยมีรายละเอียดเพื่อการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบดังข้อมูลในตารางที่ 48 ต่อไปนี้

ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียในการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์แต่ละรูปแบบ

รูปแบบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์	ข้อดี	ข้อเสีย
การขายขาด (Buyout)	- การได้รับผลตอบแทนทันทีหลังการขายโดยไม่มีภาระผูกพัน	- ไม่มีสิทธิในความเป็นเจ้าของหลังการขาย - ไม่มีโอกาสในการต่อยอดผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ
การอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing)	- ความมีสิทธิในการเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ - การได้รับผลตอบแทนที่แน่นอน - โอกาสในการต่อยอดผลิตภัณฑ์ หรือ บริการทำให้เข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้มากขึ้น	- การถูกละเมิดสิทธิทรัพย์สินทางปัญญา - ความซับซ้อนในขั้นตอน และการดำเนินการในการตกลงข้อสัญญาตามกฎหมาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจการร่วมค้า (Joint Venture)	- สร้างศักยภาพของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการที่เป็นจุดแข็งเฉพาะด้วยกิจการร่วมค้า - ลดความเสี่ยงด้านการดำเนินการในส่วนที่ไม่มีความชำนาญ - เพิ่มโอกาสในการส่งเสริมการพัฒนา และการต่อยอดผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ	- ความซับซ้อนในขั้นตอน และการเจรจาด้านความร่วมมือ - การเสียสิทธิในความเป็นเจ้าของบางประการ - การหาผู้ร่วมทุนทางธุรกิจ การแบ่ง และการจัดสรรผลประโยชน์จากกิจการร่วมค้า
การแยกออกมาเป็นบริษัทใหม่ (Spin-off)	- มีสิทธิในความเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริการ - ความสามารถในการพัฒนาการต่อยอด และการได้รับผลประโยชน์อย่างต่อเนื่อง - การขยายกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย	- ความเสี่ยงในการลงทุนสูง - ระยะเวลาในการคืนทุน - ใช้ผู้เชี่ยวชาญหลากหลายสาขาในการแยกออกมาเป็นบริษัทใหม่

จากการวิเคราะห์การเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์สำหรับผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ผู้วิจัยเห็นว่า มีความเหมาะสมที่จะนำผลิตภัณฑ์นวัตปะการังไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์โดยการจัดตั้งบริษัทเพื่อการออกแบบ การผลิต และการจัดจำหน่ายนวัตปะการังที่ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งานของลูกค้า และความต้องการในแต่ละพื้นที่ แบบการขายขาด (Buyout) รวมทั้งการติดตั้ง และการติดตามผล โดยในช่วงแรกของการดำเนินธุรกิจ จะมีแหล่งที่มาของรายได้จากการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing) ตามอนุสิทธิบัตรเลขที่ 16948 ภายใต้การประดิษฐ์ชื่อ ปะการังเทียมถอดประกอบชิ้นส่วน (รูปที่ 61) ที่ได้จากงานวิจัยนี้ แบบการอนุญาตแบบไม่เด็ดขาด (Non-exclusive) หรือ การอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยไม่จำกัดแต่เพียงผู้เดียว และคิดค่าตอบแทนแบบค่าเปิดเผยเทคโนโลยี (Disclosure Fee) จากกลุ่มลูกค้าเป้าหมายทั้งที่เป็นหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการก่อตั้งบริษัทเพื่อการขายขาด และพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง รวมทั้งการบริการเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังที่เกี่ยวข้องต่อไป

เลขที่อนุสิทธิบัตร 16948 อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
ึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542
ับดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บริษัท เอสซีจี ซิเมนต์ จำกัด

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)
กฏในอนุสิทธิบัตรนี้

ขที่คำขอ	2003000260
อรับอนุสิทธิบัตร	11 กุมภาพันธ์ 2563
ดิษฐ์	รองศาสตราจารย์นันทริกา ชันซื่อ และคณะ
สดงถึงการประดิษฐ์	ปะการังเทียมถอดประกอบชิ้นส่วน

ให้ผู้ทรงอนุ ทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 23 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2563

หมดอายุ ณ วันที่ 10 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2569

(ลงชื่อ).....
(นางสาวนสรา กาญจนกูล)
รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา
ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ
1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ
2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวก็ได้
3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่
4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

048340

ภาพที่ 61 อนุสิทธิบัตรปะการังเทียมถอดประกอบชิ้นส่วน

6.3 การวิเคราะห์การแข่งขันทางธุรกิจ

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมในการแข่งขันทางธุรกิจในอุตสาหกรรมปะการัง ซึ่งผู้วิจัยได้นำทฤษฎี 5 Forces Model มาใช้เพื่อศึกษาหาความยากง่าย และความเป็นไปได้ที่จะดำเนินธุรกิจ โดยแบ่งออกเป็นการวิเคราะห์แรงกดดัน 5 ส่วน ดังต่อไปนี้

6.3.1 การแข่งขันในอุตสาหกรรม (Industry Rivalry): น้อยถึงปานกลาง เพราะ นวัตปะการังเป็นนวัตกรรมปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพด้านการใช้งานสูงกว่าคู่แข่งในตลาดที่มีจำนวนน้อย แต่อาจมีการนำรูปแบบที่เป็นต้นแบบของงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นรูปแบบในลักษณะอื่น หรือ การใช้งานที่ใกล้เคียงกันกับนวัตปะการัง

6.3.2 อำนาจการต่อรองของลูกค้า (Bargaining of Customer): น้อย เพราะ นวัตปะการังเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความใหม่มากในตลาด ทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ และส่งมอบคุณค่าอันเป็นประโยชน์อย่างมากด้านการใช้งานของลูกค้า และประสิทธิภาพในการใช้เป็นที่อยู่อาศัยสำหรับสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลได้อย่างแท้จริง

6.3.3 อำนาจการต่อรองของซัพพลายเออร์ (Bargaining of Supplier): ปานกลางถึงมาก เพราะ การพัฒนานวัตปะการัง จะต้องใช้วัตถุดิบเฉพาะในการขึ้นรูปเพื่อความเหมาะสม ไม่ปนเปื้อน และไม่เป็นพิษกับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ ได้แก่ ปูนสูตรเฉพาะที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ (3D Cement Printing) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) และไดแคลเซียมฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate)

6.3.4 ภัยคุกคามจากคู่แข่งขันรายใหม่ (Threat of New Entrance): ปานกลางถึงมาก เพราะ อาจมีการนำรูปแบบ และวิธีการคิด ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากับปะการังเทียมเสมือนจริงรูปแบบใหม่ๆ เพิ่มเติม เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในรูปแบบอื่นที่แตกต่างกันไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.5 ภัยคุกคามจากสินค้าทดแทน (Threat of Substitution): น้อยถึงปานกลาง เพราะ ถึงแม้ว่าอาจมีการนำรูปแบบ และวิธีการคิด ไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนากับปะการังเทียมรูปแบบอื่นๆ ที่คล้ายกัน แต่เทคโนโลยีในการพัฒนาพื้นผิว เพื่อเพิ่มอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง การออกแบบรูปทรงเพื่อการไหลเวียน และการต้านกระแสน้ำที่เหมาะสมในการป้องกันการจมการทรุดตัว และการเกิดตะกอนบริเวณโดยรอบแนวปะการังเทียม รวมทั้งส่วนผสมทางวัตถุดิบในการขึ้นรูปเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของปะการังจริง ยังคงเป็นเรื่องที่ยากสำหรับการพัฒนาในตัวสินค้าทดแทน

6.4 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรคเพื่อให้เห็นแนวทางเป็นภาพรวมและวิธีการรับมือสิ่งที่จะเข้ามากระทบกับผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 49 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมขององค์กรด้วย SWOT Analysis

	Helpful	Harmful
Interal Origin	**จุดแข็ง – Strengths (S)** ● ผลิตภัณฑ์แนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเติมเต็มข้อบกพร่องที่พบในแนวปะการังเทียมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ รูปแบบที่มีความสวยงาม ความกลมกลืนวัสดุในการผลิตที่เข้ากันได้กับสภาพแวดล้อมทางทะเลตามธรรมชาติ ความแข็งแรงทนทาน โครงสร้างซับซ้อนที่เหมาะสมต่อการเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์การประมง รวมทั้งการพัฒนาพื้นที่ผิวที่เหมาะสำหรับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง การส่งเสริมการเจริญเติบโตของปะการังจริงอย่างรวดเร็ว ทั้งการออกแบบที่สามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน และความต้องการในแต่ละพื้นที่ มีน้ำหนักเบา ไม่ถูกกระแสน้ำพัดพา สามารถเคลื่อนย้ายนำไปใช้งานได้ง่าย	**จุดอ่อน – Weaknesses (W)** ● ต้นทุนในการพัฒนาการออกแบบและการขึ้นรูป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	ไม่เกิดอันตราย ไม่บดบังการไหลเวียนของกระแสน้ำ ป้องกันการจม การทรุดตัว และการเกิดตะกอนบริเวณโดยรอบแนวปะการังเทียม และไม่กีดขวางทางเดินทะเล ● การลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว ● ส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic Factor) ในพื้นที่ชุมชนที่มีการติดตั้ง	
External Origin	**โอกาส – Opportunities (O)** ● ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (Coral Bleaching) ที่เกิดขึ้นทั่วโลก ● มลภาวะทางทัศนาการทางท้องทะเล (Visual Pollution) ● พื้นที่แนวปะการังเสื่อมโทรม ● ไม่มีพื้นที่ผิวที่แข็งแรงให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ ● การส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคการท่องเที่ยวของประเทศไทย ● การส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคการประมง	**ภัยคุกคาม – Threats (T)** ● การลอกเลียนแบบ หรือ ดัดแปลงผลิตภัณฑ์ ● วิทยาการการขึ้นรูปรูปแบบใหม่ๆ ที่มีต้นทุนถูกลงในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.5 การกำหนดทางด้านทิศทางและกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ

6.5.1 วิสัยทัศน์ (Vision): เป็นผู้นำด้านการพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์ และบริการเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลอย่างถูกต้องเหมาะสม และมีประสิทธิภาพสูงสุด

6.5.2 พันธกิจ (Mission):

- การต่อยอด และพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือ บริการต้นแบบที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น
- การยกระดับความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (Bio-Circular-Green Economy) ให้เติบโต เกิดการกระจายรายได้สู่พื้นที่ชุมชน และการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs)

6.5.3 เป้าหมาย (Goal): เป้าหมายระยะสั้นในช่วง 1 – 3 ปี เป็นการผลักดันให้นวัตปะการังเป็นที่ได้รับการยอมรับจากกลุ่มลูกค้าที่เป็นหน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานเอกชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล ซึ่งจะกลายเป็นรูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์ปะการังเทียมที่เป็นมาตรฐาน (Dominant Design) เพื่อทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปะการังเทียมบนพื้นฐานนวัตปะการังต่อไป และในเป้าหมายระยะยาวในช่วง 3 – 5 ปี จะเป็นการพัฒนารูปแบบทางธุรกิจที่นำไปสู่ ความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร (Corporate Social Responsibility: CSR) และการสร้างสรรค์คุณค่าธุรกิจคู่สังคม (Creating Shared Value: CSV) เพื่อพัฒนาแบบแผนทางธุรกิจให้สอดคล้อง และเป็นมิตรกับผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้องให้มีความยั่งยืน ในการสร้างธุรกิจ และชุมชนให้มีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.5.4 วัตถุประสงค์ (Objective):

- การสร้างลูกค้านำร่องบนพื้นฐานการใช้ผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง เพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ
- เพื่อสร้างรายได้ในพื้นที่ชุมชนที่มีการติดตั้งนวัตปะการังในการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจและสังคม (Socioeconomic Factor)
- การสร้างลูกค้าในการมีส่วนร่วมเพื่อตระหนักถึงการฟื้นฟูทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมทางทะเลจากกิจกรรมความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมขององค์กร (Corporate Social Responsibility: CSR)

6.6 แผนการตลาด

6.6.1 การวิเคราะห์แผนการตลาดด้วย 7Ps

การใช้กลยุทธ์ส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) โดย Kotler (2000) ของผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง เพื่อนำมาวิเคราะห์การตอบสนองในความพึงพอใจ และความต้องการของกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย ในช่วงแรกมีการแบ่งตัวแปรของส่วนประสมทางการตลาดไว้ 4 ตัวแปร (4Ps) ได้แก่ สินค้า หรือ ผลิตภัณฑ์ (Product) ราคา (Price) สถานที่ หรือ ช่องทางในการจัดจำหน่าย (Place) และการส่งเสริมการตลาด (Promotion) แต่ในภายหลังมีการเพิ่มตัวแปรเข้ามาอีก 3 ตัวแปร เพื่อให้มีความเข้ากันได้กับการตลาดสมัยใหม่ (7Ps) ได้แก่ บุคคล (People) ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence) และกระบวนการ (Process) แบ่งออกเป็นการวิเคราะห์แต่ละตัวแปรดังต่อไปนี้

- **สินค้า หรือ ผลิตภัณฑ์ (Product)** สินค้า คือ ผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง (INNOVAREEF) เพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง ที่มาพร้อมกับบริการการออกแบบได้ตามความต้องการของกลุ่มลูกค้า หรือ ตามวัตถุประสงค์การใช้งานและความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งบริการการติดตามผลเพื่อดูความคืบหน้าภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง
- **ราคา (Price)** แบ่งออกเป็นการเสนอราคา 2 รูปแบบ
  - **การนำเสนอราคาการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing) แบบการอนุญาตแบบไม่เด็ดขาด (Non-exclusive) และการคิดค่าตอบแทนแบบค่าเปิดเผยเทคโนโลยี (Disclosure Fee) ให้กับหน่วยงานภาครัฐ** ได้แก่ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมประมง และส่วนจัดการอุทยานแห่งชาติทางทะเล กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช
  - **การนำเสนอราคาแบบการขายขาด (Buyout) ให้กับบุคคลทั่วไป รวมทั้งหน่วยงานเอกชนที่มีความสนใจ หรือ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล** ซึ่งจะเป็นการขายผลิตภัณฑ์นวัตปะการังที่มาพร้อมกับบริการการออกแบบให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า หรือตามวัตถุประสงค์การใช้งานในแต่ละพื้นที่อย่างแท้จริง
- **สถานที่ หรือ ช่องทางในการจัดจำหน่าย (Place)** เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่จะจัดจำหน่ายให้กับหน่วยงานภาครัฐ รวมทั้งบุคคลทั่วไป และหน่วยงานเอกชน

ที่ต้องการ ซึ่งสามารถออกแบบรูปแบบปะการังเทียมที่ต้องการได้เองก่อนการผลิตและติดตั้ง ดังนั้นสถานที่ หรือ ช่องทางในการจัดจหน่ายจะจัดอยู่ใน 2 รูปแบบ ได้แก่

- **รูปแบบตลาดทางตรง** เพื่อขายผลิตภัณฑ์ผ่านเจ้าหน้าที่ทางการตลาดของบริษัท โดยการให้ข้อมูล รายละเอียด จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ การให้คำแนะนำ และการถาม – ตอบปัญหา โดยการอนุญาตให้ใช้สิทธิ (Licensing) แบบการอนุญาตแบบไม่เด็ดขาด (Non-exclusive)
- **รูปแบบออนไลน์** เพื่อขายผลิตภัณฑ์โดยการดึงความมีส่วนร่วมของกลุ่มลูกค้าโดยเฉพาะกลุ่มบุคคลทั่วไป รวมทั้งหน่วยงานเอกชนที่มีความสนใจในการออกแบบและการจัดวางปะการังเทียมในรูปแบบของตัวเอง บนพื้นฐานความถูกต้องเหมาะสมที่มีการกำหนดไว้ในระบบการออกแบบผ่านทางเว็บไซต์ ดังภาพตัวอย่างที่ 62 และ 63 ต่อไปนี้

ภาพที่ 62 ตัวอย่างช่องทางการขายแบบออนไลน์ผ่านทางเว็บไซต์

ภาพที่ 63 ตัวอย่างการออกแบบ และจัดวางปะการังเทียมในรูปแบบของตัวเองผ่านทางเว็บไซต์

- **การส่งเสริมการตลาด (Promotion)** การโฆษณา (Advertising) ด้วยการประชาสัมพันธ์ (Public Relation) จากกลุ่มลูกค้าที่มีการนำผลิตภัณฑ์ไปใช้งานจริง เพื่อทำให้กลุ่มลูกค้าเห็นถึงประสิทธิภาพในการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลในพื้นที่

ที่มีการติดตั้งนวัตปะการัง รวมถึงการส่งเสริมการตลาดด้วยรูปแบบออนไลน์ (Internet Marketing) ผ่าน Official Website และ Social Media ตามช่องทางต่างๆ รวมทั้งการส่งเสริมการตลาดด้วยการแถมการติดตามผลภายหลังการติดตั้งให้สำหรับลูกค้ากลุ่มแรกที่ทำการซื้อผลิตภัณฑ์นวัตปะการังของบริษัท

- **บุคคล (People)** มุ่งเน้นการฝึกฝน และอบรมบุคคลที่ทำงานให้มีความชำนาญเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง ควบคู่ไปกับความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลที่ถูกต้องเหมาะสม โดยการใช้ประโยชน์จากพันธมิตรหลัก เพื่อทำให้มีบุคคลที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ หน่วยปฏิบัติการวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและสัตว์น้ำเพื่อการอนุรักษ์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการจัดการ และบริการลูกค้า รวมทั้งความพร้อมในการรับมือกับจำนวนลูกค้าที่จะเข้ามาใช้บริการ
- **ลักษณะทางกายภาพ (Physical Evidence)** การทำให้ลูกค้าที่เข้ามาใช้บริการสัมผัสได้ถึงสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของบริษัท ด้วยการนำเสนอ และส่งมอบคุณค่าของผลิตภัณฑ์หรือ บริการ อย่างมุ่งมั่น เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าอย่างจริงใจในทุกช่องทางการติดต่อที่ลูกค้าสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งจะทำให้ลูกค้าเกิดความไว้วางใจในการทำงาน โดยเฉพาะการให้บริการด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังโดยผู้เชี่ยวชาญ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเลในพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อเพิ่มความมั่นใจ นำไปสู่ความประทับใจ และความน่าเชื่อถือที่กลุ่มลูกค้าสามารถสัมผัสได้ในทันที
- **กระบวนการ (Process)** การรักษามาตรฐานการให้บริการเฉพาะทางที่ดีและเป็นหนึ่งเดียวอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์เกี่ยวกับขั้นตอนในการทำงานระหว่างบริษัทกับลูกค้าอย่างราบรื่น โดยเฉพาะองค์ความรู้ และความเข้าใจส่วนบุคคลที่ทุกคนในบริษัทต้องมีเท่ากัน ทั้งในด้านการออกแบบ การผลิต และการติดตั้งที่ถูกต้อง รวมทั้งระยะการติดตามผลที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นและทำให้ลูกค้ากลับมาใช้บริการใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.6.2 การสนับสนุน และการส่งเสริมทางการตลาด

นอกจากผลิตภัณฑ์นวัตปะการัง (INNOVAREEF) จะมีการสื่อสาร และการประชาสัมพันธ์ด้วยการนำผลงานไปใช้งานจริง ทำให้ผลงานเริ่มเป็นที่รู้จักในปัจจุบัน ซึ่งเป็นแนวทางการเผยแพร่ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลรูปแบบใหม่ที่มีศักยภาพ และประสิทธิภาพสูงแล้ว ผู้วิจัยยังสามารถนำเอารางวัลจากผลงานนวัตปะการังที่ได้นำไปประกวด และการจัดแสดงในงานนวัตกรรมต่างๆ มาใช้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยสนับสนุนด้านการยอมรับในวงการวิชาการด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง และการส่งเสริมทางการตลาด ไปพร้อมกับการสร้างความสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในชุมชน รวมทั้งการส่งเสริมด้านการพัฒนาเศรษฐกิจ และคุณภาพชีวิตของคนในชุมชนอย่างยั่งยืน ด้วยรางวัลที่ได้รับดังรายละเอียดที่สามารถดูเพิ่มเติมได้ใน ภาคผนวก จ

6.7 การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

6.7.1 งบประมาณเงินลงทุน

บริษัทได้แบ่งงบประมาณเงินลงทุนออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือต้นทุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ (R&D) ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้าน R&D ซึ่งเป็นต้นทุนที่เกิดขึ้นตามจริงในการวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์จากงานวิจัยนี้ เช่น ค่าวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ค่าออกแบบผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ส่วนที่สอง คือ ต้นทุนอุปกรณ์สำนักงาน ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และเครื่องอำนวยความสะดวกในสำนักงานต่างๆ รวมไปถึงอุปกรณ์การเชื่อมต่อกับโครงข่ายอินเตอร์ เป็นต้น ซึ่งต้นทุนดังกล่าวในส่วนที่สองนี้ จะเป็นงบประมาณที่ต้องลงทุนโดยประมาณการจากการอ้างอิงราคากลางของอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ ณ ปี พ.ศ.2565 (Office Mate, 2022) ซึ่งรายละเอียดจะแสดงไว้ตามตารางที่ 50

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 50 งบประมาณเงินลงทุน

ลำดับ	รายละเอียดเงินลงทุน	ราคา (บาทต่อหน่วย)	ปริมาณ	จำนวนเงิน (บาท)
1	**ต้นทุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์**			
	1.1. ค่าวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์	100,000.00	1 หน่วย	100,000.00
	1.2. ค่าออกแบบผลิตภัณฑ์	50,000.00	1 หน่วย	50,000.00
	1.3. ค่าใช้จ่ายเพื่อการขึ้นรูป	15,000.00	1 หน่วย	15,000.00

	1.4. ค่าอุปกรณ์ในการติดตั้ง และติดตามผล	20,000.00	1 หน่วย	20,000.00
	1.5. ค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญ	20,000.00	10 ท่าน	200,000.00
	1.6. ค่าออกแบบระบบ และเว็บไซต์	50,000.00	1 หน่วย	50,000.00
	1.7. ค่าดำเนินการจัดตั้งบริษัท	20,000.00	1 หน่วย	20,000.00
	รวม			455,000.00
2	**อุปกรณ์สำนักงาน**			
	2.1. ค่า Laptop	25,000.00	4 เครื่อง	100,000.00
	2.2. ค่าเครื่องพิมพ์ All in one	12,000.00	1 เครื่อง	12,000.00
	2.3. โต๊ะเก้าอี้สำนักงาน	5,500.00	4 ชุด	22,000.00
	2.4. เฟอร์นิเจอร์รับแขก	10,000.00	1 ชุด	10,000.00
	2.5. ระบบโทรศัพท์ และโครงข่ายอินเตอร์	2,500.00	4 จุด	10,000.00
	รวม			154,000.00
เงินลงทุนรวม				609,000.00

6.7.2 การประมาณการจำนวนลูกค้า

ลูกค้ากลุ่มเป้าหมายของนวัตปะการัง จะเป็นกลุ่มบริษัทมหาชนจำกัด และบริษัทขนาดใหญ่ ซึ่งมุ่งเน้นในการรับผิดชอบต่อสังคมผ่านโครงการ CSR และมีการจัดสรรงบประมาณขององค์กรเพื่อทำกิจกรรม CSR ในแต่ละปี โดยกิจกรรมการปลูกปะการังเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการทำ CSR ขององค์กรต่างๆ เช่น ธนาคารไทยพาณิชย์ (หลักทรัพย์ไทยพาณิชย์, 2558) และบริษัทมิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ (มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ (ประเทศไทย), 2562) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม บริษัทจะมุ่งเน้นไปที่กลุ่มบริษัทมหาชนจำกัดก่อน เนื่องจากเป็นกลุ่มลูกค้าที่มีการจัดตั้งงบประมาณด้าน CSR ในระดับสูงแต่ละปี ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าที่มีศักยภาพสำหรับการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ของบริษัท จากข้อมูลของ สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์ (2565) ในเดือนเมษายน ระบุว่ามีบริษัทมหาชนกำลังดำเนินธุรกิจอยู่ทั้งหมดจำนวน 1,342 บริษัท ดังนั้นบริษัทจึงทำการประมาณการจำนวนลูกค้าที่จะสั่งซื้อนวัตปะการังดังนี้

ตารางที่ 51 จำนวนลูกค้าประมาณการของนวัตปะการัง

รายละเอียดการประมาณการลูกค้า	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
จำนวนของบริษัทมหาชนจำกัดโดยประมาณการ	40	44	48	53	58
จำนวนนวัตปะการังที่คาดว่าจะสั่งซื้อ	400	440	480	530	580

บริษัทคาดการณ์ว่าหนึ่งบริษัทมหาชนจำกัดจะมีกำลังการสั่งซื้อนวัตปะการังเพื่อไปดำเนินกิจการปลูกปะการังของบริษัท 10 ชิ้นต่อบริษัท ในปีที่ 1 ของการดำเนินธุรกิจนวัตปะการัง โดยบริษัทคาดการณ์ว่าจะมีลูกค้าให้ความสนใจ และสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ของบริษัททั้งสิ้น 40 ราย หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 3 ของจำนวนบริษัทมหาชนจำกัดที่กำลังดำเนินกิจการทั้งหมด ดังนั้นในปีที่ 1 จำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อจะเท่ากับ 400 ชิ้น ทั้งนี้ธุรกิจอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และพลังงานของทั้งโลกมีอัตราการเติบโตเท่ากับร้อยละ 10.6 ต่อปี (The Business Research Company, 2022) ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าธุรกิจนวัตปะการังจะเติบโตตามอุตสากรรมที่อัตราการเติบโต 10% ต่อปี ซึ่งจะทำให้จำนวนลูกค้าในปีที่ 2 เท่ากับ 44 ราย หรือ จำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อเท่ากับ 440 ชิ้น ปีที่ 3 จะมีจำนวนลูกค้า 48 ราย หรือ จำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อเท่ากับ 480 ชิ้น ปีที่ 4 จะมีจำนวนลูกค้า 53 ราย หรือ จำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อเท่ากับ 530 ชิ้น และปีที่ 5 จะมีจำนวนลูกค้า 58 ราย หรือ จำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อเท่ากับ 580 ชิ้น โดยจำนวนนวัตปะการังที่ถูกคาดการณ์ในแต่ละปีจะถูกนำมาใช้ประมาณการรายได้ในลำดับถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.7.3 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์ปกติ (Base Case)

6.7.3.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์ปกติ

สำหรับรายได้ประมาณการในสถานการณ์ปกตินั้น บริษัทได้มีการจำลองรายได้ของธุรกิจนวัตปะการังไว้โดยมีรายละเอียดของรายได้ประมาณการดังนี้

ตารางที่ 52 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์ปกติ

รายได้ประมาณการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
จำนวนนวัตปะการังที่สั่งซื้อ (1 หน่วย)	400	440	480	530	580
ค่าจ้างการติดตามผล (1 ครั้ง)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000

รายได้จากนวัตปะการัง	10,300,000	11,330,000	12,360,000	13,647,500	14,935,000
รายได้จากการติดตามผล	160,000	180,000	200,000	220,000	240,000
รวมรายได้ประมาณ	10,460,000	11,510,000	12,560,000	13,867,500	15,175,000

บริษัทตั้งราคาขายนวัตปะการังเท่ากับ 25,750 บาทต่อชิ้น ตามราคากลางที่เสนอขายผ่าน https://scott-demo.com/lovethesea ซึ่งเป็นราคาขายผ่านช่องทางออนไลน์บนเว็บไซต์ ในโครงการที่มีชื่อว่า “รักษ์ทะเล” ภายใต้ความร่วมมือของศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มูลนิธิเอิร์ธ อะเจนด้า บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เพื่อระดมทุน (Crowdfunding) จากทั้งภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นราคารวมค่าขนส่ง และติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ต่างๆ ทางทะเลด้วย โดยคาดการณ์ว่าจำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อในปีที่ 1 เท่ากับ 400 ชิ้น หรือ คิดเป็นรายได้เท่ากับ 10,300,000 บาท และคาดว่าจะมีบริษัทจำนวนร้อยละ 20 ของจำนวนลูกค้าในปีที่ 1 หรือ เท่ากับ 8 รายที่ให้ความสนใจในการติดตามผลนวัตปะการังว่ามีจำนวนสัตว์น้ำ และปะการังที่ลงเกาะบนพื้นผิวมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้บริษัทสามารถนำผลที่ได้ในการติดตามไปใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์ประสิทธิภาพในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยนวัตปะการังไปในตัว โดยการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังที่ติดตั้งไปแล้ว ซึ่งโดยปกติจะทำการติดตามผลจำนวน 2 ครั้งต่อปี โดยคิดค่าจ้างติดตามผล 10,000 บาทต่อครั้ง ทำให้คาดการณ์ได้ว่า บริษัทจะมีรายได้จากการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังในพื้นที่ติดตั้งจำนวน 160,000 บาท ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะเกิดรายได้จากธุรกิจนวัตปะการังในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 10,460,000 บาท ด้วยอัตราการเติบโตคาดการณ์ของธุรกิจที่ร้อยละ 10 ต่อปี ดังนั้น บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้โดยรวมในปีที่ 2 เท่ากับ 11,510,000 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 3 เท่ากับ 12,560,000 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 4 เท่ากับ 13,867,500 บาท และรายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 5 เท่ากับ 15,175,000 บาท ตามลำดับ

6.7.3.2. งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์ปกติ

ในส่วนของการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทได้คาดการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ โดยแบ่งเป็นประเภทของค่าใช้จ่าย รวมถึงอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในแต่ละปี รายละเอียดของค่าใช้จ่ายประมาณการจะถูกแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 53 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์ปกติ

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตรา ค่าใช้จ่าย	หน่วย	ค่าใช้จ่ายปีที่ 1 (บาท)	อัตราการ เติบโต (% ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน - ผู้จัดการ (30,000 บาท X 1 คน) - เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน) - เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (18,000 บาท X 2 คน) **รวม**	 30,000.00 20,000.00 36,000.00 86,000.00	 บาท/เดือน บาท/เดือน บาท/เดือน	1,032,000.00	5%
2	ค่าขนส่งทางบก	7,000.00	บาท/ครั้ง	280,000.00	10%
3	ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	8,000.00	บาท/ครั้ง	320,000.00	10%
4	ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	3,000.00	บาท/ครั้ง	48,000.00	10%
5	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	2,500.00	บาท/ปี	2,500.00	-
6	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	523,000.00	-
7	ค่าเช่าสำนักงาน	10,000.00	บาท/เดือน	120,000.00	3%
8	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	5,000.00	บาท/เดือน	60,000.00	3%
9	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาท/ปี	30,000.00	-
10	ค่าจ้างที่ปรึกษา	25,000.00	บาท/ปี	25,000.00	-
11	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	15%	ของรายได้	1,569,000.00	-
12	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	121,800.00	บาท/ปี	121,800.00	-
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			4,131,300.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.7.3.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ปกติ

จากการคาดการณ์ด้านเงินลงทุน รายได้ประมาณการ และค่าใช้จ่ายประมาณการในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทสามารถใช้งบกำไรขาดทุนเพื่อสรุปผลการดำเนินธุรกิจของบริษัท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 54 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ปกติ

งบกำไรขาดทุน (Base Case)			**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 1	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
รายได้รวม	10,460,000.00	11,510,000.00	12,560,000.00
ต้นทุนสินค้า	(6,000,000.00)	(6,600,000.00)	(7,200,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			
เงินเดือนพนักงาน	(1,032,000.00)	(1,083,600.00)	(1,137,780.00)
ค่าขนส่งทางบก	(280,000.00)	(338,800.00)	(406,560.00)
ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	(320,000.00)	(387,200.00)	(464,640.00)
ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	(48,000.00)	(59,400.00)	(72,600.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(2,500.00)	(2,500.00)	(2,500.00)
ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(523,000.00)	(575,500.00)	(628,000.00)
ค่าเช่าสำนักงาน	(120,000.00)	(123,600.00)	(127,308.00)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(60,000.00)	(61,800.00)	(63,654.00)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(25,000.00)	(25,000.00)	(25,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(1,569,000.00)	(1,726,500.00)	(1,884,000.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(121,800.00)	(121,800.00)	(121,800.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(4,131,300.00)	(4,535,700.00)	(4,963,842.00)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กำไรจากการดำเนินงาน	328,700.00	374,300.00	396,158.00
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)
กำไรก่อนหักภาษี	284,224.04	317,329.34	351,629.14
ภาษีเงินได้นิติบุคคล 20%	(56,844.81)	(63,465.87)	(70,325.83)
กำไรสุทธิ	227,379.23	253,863.47	281,303.31

จากงบกำไรขาดทุน บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้ประมาณการรวมในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 10,460,000 บาท 11,510,000 บาท และ 12,560,000 บาท ตามลำดับ โดยมีต้นทุนสินค้า ซึ่งจ้างบริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด ทำการผลิตให้ ซึ่งนวัตปะการังต่อ 1 ชิ้นมีต้นทุนเท่ากับ 15,000 บาท ทำให้บริษัทจะมีต้นทุนสินค้าในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 6,000,000 บาท 6,600,000 บาท และ 7,200,000 บาท ตามลำดับ ทำให้บริษัทจะมีกำไรข้างต้น (Gross Profit) ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 4,460,000 บาท 4,910,000 บาท และ 5,360,000 บาท ตามลำดับ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังจะประกอบด้วย เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าเสื่อมราคา และค่าตัดจำหน่าย ซึ่งมาจากเงินลงทุนในการวิจัยและพัฒนานวัตปะการัง รวมถึงอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ ด้วย โดยคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงสามารถกำหนดค่าเสื่อม และค่าตัดจำหน่ายที่อัตราร้อยละ 20 ต่อปี

ในการติดตั้งนวัตปะการัง บริษัทจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งนวัตปะการังจากโรงงานผลิตไปติดตั้งในทะเล ค่าใช้จ่ายแปรผันในการดำเนินการดังกล่าวประกอบด้วย ค่าขนส่งทางบก ค่าขนส่งทางน้ำ และค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และติดตามผล ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ติดตั้ง และติดตามผลในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 648,000.00 บาท และคาดการณ์ว่าค่าใช้จ่ายหมวดนี้จะปรับขึ้นร้อยละ 10 ในทุกปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายหมวดนี้ในปีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 785,400.00 บาท และ 943,800.00 บาทตามลำดับ

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดเท่ากับ 523,000.00 บาท หรือ คิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ประมาณการ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับ สื่อสิ่งพิมพ์ การโฆษณาผ่านสื่อและช่องทางต่างๆ การประชาสัมพันธ์และร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกปะการัง และการผลิตวิดีโอ

ออนไลน์ โดยในการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตปะการัง บริษัทคาดการณ์ว่าจะต้องจ่ายค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 15 ของรายได้ประมาณการ หรือ เท่ากับ 1,569,000.00 บาท

ในส่วนกำไรจากการดำเนินการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีกำไรในการดำเนินการก่อนหักภาษี ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 284,224.04 บาท 317,329.34 บาท และ 351,629.14 บาท ตามลำดับ ภายหลังจากหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังในปีแรกเท่ากับ 227,379.23 บาท ปีที่สองเท่ากับ 253,863.47 บาท และในปีที่สามเท่ากับ 281,303.31 บาท ตามลำดับ

6.7.3.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์ปกติ

บริษัททำการคาดการณ์กระแสเงินสดโดยใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุนและเงินลงทุน ซึ่งสามารถคำนวนกระแสเงินสดประมาณการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 55 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ปกติ

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Base Case)				**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 0	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ				
- กำไรสุทธิ		227,379.23	253,863.47	281,303.31
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		121,800.00	121,800.00	121,800.00
รวม		349,179.23	375,663.47	403,103.31
กระแสเงินสดจากการลงทุน				
- เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(609,000.00)	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(609,000.00)	349,179.23	375,663.47	403,103.31
กระแสเงินสดสะสมสุทธิ	(609,000.00)	(259,820.77)	115,842.70	518,946.01

กำไรสุทธิที่แสดงในงบกำไรขาดทุน เมื่อนำมาคำนวณรวมกับค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายปีละ 121,800 บาทต่อปี โดยมีกระแสเงินสดสุทธิจากการลงทุนเริ่มแรกประมาณ 609,000 บาท จะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการนวัตปะการังในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 349,179.23 บาท 375,663.47 บาท และ 403,103.31 บาท ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่ปรากฏตามงบกำไรขาดทุน และกระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ปกติ จะเห็นได้ว่าบริษัทสามารถทำกำไรได้ตั้งแต่ในปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์การประมาณการด้านการเงินไว้สูงสุดถึงปีที่ 3

6.7.4 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์ดีที่สุด (Best Case)

6.7.4.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุด

สำหรับรายได้ประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุดนั้น บริษัทได้มีการจำลองรายได้ของธุรกิจนวัตปะการังไว้โดยมีรายละเอียดของรายได้ประมาณการดังนี้

ตารางที่ 56 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์ดีที่สุด

รายได้ประมาณการ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
จำนวนนวัตปะการังที่สั่งซื้อ (1 หน่วย)	400	460	530	610	700
ค่าจ้างการติดตามผล (1 ครั้ง)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
รายได้จากนวัตปะการัง	10,300,000	11,845,000	13,647,500	15,707,500	18,025,000
รายได้จากการติดตามผล	160,000	180,000	200,000	240,000	280,000
รวมรายได้ประมาณ	10,460,000	12,025,000	13,847,500	15,947,500	18,305,000

บริษัทตั้งราคาขายนวัตปะการังเท่ากับ 25,750 บาทต่อชิ้น ตามราคากลางที่เสนอขายผ่าน https://scott-demo.com/lovethesea ซึ่งเป็นราคาขายผ่านช่องทางออนไลน์บนเว็บไซต์ ในโครงการที่มีชื่อว่า “รักษ์ทะเล” ภายใต้ความร่วมมือของศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มูลนิธิเอิร์ธ อะเจนด้า บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เพื่อระดมทุน (Crowdfunding) จากทั้งภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นราคารวมค่าขนส่ง และติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ต่างๆ ทางทะเลด้วย โดยคาดการณ์ว่าจำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อในปีที่ 1 เท่ากับ 400 ชิ้น หรือ คิดเป็นรายได้เท่ากับ 10,300,000 บาท และคาดว่าจะมีบริษัทจำนวนร้อยละ 20 ของจำนวนลูกค้าในปีที่ 1 หรือ เท่ากับ 8 รายที่ให้ความสนใจในการติดตามผลนวัตปะการังว่ามีจำนวนสัตว์น้ำ และปะการังที่ลงเกาะบนพื้นผิวมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้บริษัทสามารถนำผลที่ได้ในการติดตามไปใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์ประสิทธิภาพในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยนวัตปะการังไปในตัว โดยการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังที่ติดตั้งไปแล้ว ซึ่งโดยปกติจะทำการติดตามผลจำนวน 2 ครั้งต่อปี โดยคิดค่าจ้างติดตามผล

10,000 บาทต่อครั้ง ทำให้คาดการณ์ได้ว่า บริษัทจะมีรายได้จากการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังในพื้นที่ติดตั้งจำนวน 160,000 บาท ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะเกิดรายได้จากธุรกิจนวัตปะการังในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 10,460,000 บาท สำหรับการดำเนินธุรกิจในสถานการณ์ดีที่สุด บริษัทคาดการณ์ว่าธุรกิจจะเติบโตด้วยอัตราการเติบโตของธุรกิจสูงสุดที่ร้อยละ 15 ต่อปี (มากกว่าประมาณการรายได้ในสถานการณ์ปกติร้อยละ 5) ดังนั้น บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้โดยรวมในปีที่ 2 เท่ากับ 12,025,000 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 3 เท่ากับ 13,847,000 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 4 เท่ากับ 15,947,500 บาท และรายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 5 เท่ากับ 18,305,000 บาท ตามลำดับ

6.7.4.2. งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์ดีที่สุด

ในส่วนของการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทได้คาดการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ โดยแบ่งเป็นประเภทของค่าใช้จ่าย รวมถึงอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในแต่ละปี รายละเอียดของค่าใช้จ่ายประมาณการจะถูกแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 57 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์ดีที่สุด

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตรา ค่าใช้จ่าย	หน่วย	ค่าใช้จ่ายปีที่ 1 (บาท)	อัตราการ เติบโต (% ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน				
	- ผู้จัดการ (30,000 บาท X 1 คน)	30,000.00	บาท/เดือน		
	- เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน)	20,000.00	บาท/เดือน		
	- เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (18,000 บาท X 2 คน)	36,000.00	บาท/เดือน		
	รวม	86,000.00		1,032,000.00	5%
2	ค่าขนส่งทางบก	7,000.00	บาท/ครั้ง	280,000.00	10%
3	ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	8,000.00	บาท/ครั้ง	320,000.00	10%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4	ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	3,000.00	บาท/ครั้ง	48,000.00	10%
5	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	2,500.00	บาท/ปี	2,500.00	-
6	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	523,000.00	-
7	ค่าเช่าสำนักงาน	10,000.00	บาท/เดือน	120,000.00	3%
8	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	5,000.00	บาท/เดือน	60,000.00	3%
9	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาท/ปี	30,000.00	-
10	ค่าจ้างที่ปรึกษา	25,000.00	บาท/ปี	25,000.00	-
11	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	15%	ของรายได้	1,569,000.00	-
12	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	121,800.00	บาท/ปี	121,800.00	-
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			4,131,300.00	

6.7.4.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ดีที่สุด

จากการคาดการณ์ด้านเงินลงทุน รายได้ประมาณการ และค่าใช้จ่ายประมาณการในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทสามารถใช้งบกำไรขาดทุนเพื่อสรุปผลการดำเนินธุรกิจของบริษัท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 58 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์ดีที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งบกำไรขาดทุน (Best Case)			**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 1	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
รายได้รวม	10,460,000.00	12,025,000.00	13,847,500.00
ต้นทุนสินค้า	(6,000,000.00)	(6,900,000.00)	(7,950,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			
เงินเดือนพนักงาน	(1,032,000.00)	(1,083,600.00)	(1,137,780.00)
ค่าขนส่งทางบก	(280,000.00)	(354,200.00)	(448,910.00)
ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	(320,000.00)	(404,000.00)	(513,040.00)
ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	(48,000.00)	(59,400.00)	(72,600.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(2,500.00)	(2,500.00)	(2,500.00)

ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(523,000.00)	(601,250.00)	(692,375.00)
ค่าเช่าสำนักงาน	(120,000.00)	(123,600.00)	(127,308.00)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(60,000.00)	(61,800.00)	(63,654.00)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(25,000.00)	(25,000.00)	(25,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(1,569,000.00)	(1,803,750.00)	(2,077,125.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(121,800.00)	(121,800.00)	(121,800.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(4,131,300.00)	(4,670,900.00)	(5,312,092.00)
กำไรจากการดำเนินงาน	328,700.00	454,100.00	585,408.00
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)
กำไรก่อนหักภาษี	284,224.04	397,129.34	540,879.14
ภาษีเงินได้นิติบุคคล 20%	(56,844.81)	(79,425.87)	(108,175.83)
กำไรสุทธิ	227,379.23	317,703.47	432,703.31

จากงบกำไรขาดทุน บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้ประมาณการรวมในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 10,460,000 บาท 15,690,000.00 บาท และ 23,535,000.00 บาท ตามลำดับ โดยมีต้นทุนสินค้าซึ่งจ้างบริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด ซึ่งนวัตปะการังต่อ 1 ชิ้นมีต้นทุนเท่ากับ 15,000 บาท ทำให้บริษัทจะมีต้นทุนสินค้าในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 6,000,000 บาท 6,900,000 บาท และ 7,950,000 บาท ตามลำดับ ทำให้บริษัทจะมีกำไรข้างต้น (Gross Profit) ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 4,460,000 บาท 5,125,000.00 บาท 5,897,500.00 บาท ตามลำดับ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังจะประกอบด้วย เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าเสื่อมราคา และค่าตัดจำหน่าย ซึ่งมาจากเงินลงทุนในการวิจัยและพัฒนานวัตปะการัง รวมถึงอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ ด้วย โดยคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงสามารถกำหนดค่าเสื่อม และค่าตัดจำหน่ายที่อัตราร้อยละ 20 ต่อปี

ในการติดตั้งนวัตปะการัง บริษัทจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งนวัตปะการังจากโรงงานผลิตไปติดตั้งในทะเล ค่าใช้จ่ายแปรผันในการดำเนินการดังกล่าวประกอบด้วยค่าขนส่งทางบก ค่าขนส่งทางน้ำและการติดตั้ง และค่าใช้จ่ายในการติดตามผล ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ติดตั้ง และติดตามผลในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 648,000.00 บาท และคาดการณ์ว่าค่าใช้จ่ายหมวดนี้จะปรับขึ้นร้อยละ 10 ในทุกปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายหมวดนี้ในปีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 817,600.00 บาท และ 1,034,550.00 บาท ตามลำดับ

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดเท่ากับ 523,000.00 บาท หรือ คิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ประมาณการ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับ สื่อสิ่งพิมพ์ การโฆษณาผ่านสื่อและช่องทางต่างๆ การประชาสัมพันธ์และร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกปะการัง และการผลิตวิดีโอออนไลน์ โดยในการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตปะการัง บริษัทจะต้องจ่ายค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 15 ของรายได้ประมาณการ หรือ เท่ากับ 1,569,000.00 บาท

ในส่วนกำไรจากการดำเนินการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีกำไรในการดำเนินการก่อนหักภาษี ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 284,224.04 บาท 397,129.34 บาท และ 540,879.14 บาท ตามลำดับ ภายหลังจากหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังเท่ากับ 227,379.23 บาท 317,703.47 บาท และ 432,703.31 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.7.4.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์ดีที่สุด

บริษัททำการคาดการณ์กระแสเงินสดโดยใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุนและเงินลงทุน ซึ่งสามารถคำนวนกระแสเงินสดประมาณการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 59 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุด

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Best Case)				**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 0	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ				
- กำไรสุทธิ		227,379.23	376,583.47	432,703.31
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		121,800.00	121,800.00	

รวม		349,179.23	498,383.47	121,800.00 554,503.31
กระแสเงินสดจากการลงทุน - เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(609,000.00)	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(609,000.00)	349,179.23	498,383.47	554,503.31
กระแสเงินสดสะสมสุทธิ	(609,000.00)	(259,820.77)	238,562.70	793,066.01

กำไรสุทธิที่แสดงในงบกำไรขาดทุน เมื่อนำมาคำนวณรวมกับค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายปีละ 121,800 บาทต่อปี โดยมีกระแสเงินสดสุทธิจากการลงทุนเริ่มแรกประมาณ 609,000 บาท จะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการนวัตปะการังในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 349,179.23 บาท 498,383.47 บาท และ 554,503.31 บาท ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากผลที่ปรากฏตามงบกำไรขาดทุน และกระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์ดีที่สุด จะเห็นได้ว่าบริษัทสามารถทำกำไรได้ตั้งแต่ในปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์การประมาณการด้านการเงินไว้สูงสุดถึงปีที่ 3

6.7.5 การประมาณการด้านการเงินในสถานการณ์แย่ที่สุด (Worst Case)

6.7.5.1 รายได้ประมาณการในสถานการณ์แย่ที่สุด

สำหรับรายได้ประมาณการในสถานการณ์แย่ที่สุดนั้น บริษัทได้มีการจำลองรายได้ของธุรกิจนวัตปะการังไว้โดยมีรายละเอียดของรายได้ประมาณการดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 60 การประมาณการรายได้ในสถานการณ์แย่ที่สุด

รายได้ประมาณการ	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 4**	**ปีที่ 5**
จำนวนนวัตปะการังที่สั่งซื้อ (1 หน่วย)	400	430	470	500	540
ค่าจ้างการติดตามผล (1 ครั้ง)	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
รายได้จากนวัตปะการัง	10,300,000	11,072,500	12,102,500	12,875,000	13,905,000
รายได้จากการติดตามผล	160,000	180,000	180,000	200,000	220,000
รวมรายได้ประมาณ	10,460,000	11,252,500	12,282,500	13,075,000	14,125,000

บริษัทตั้งราคาขายนวัตปะการังเท่ากับ 25,750 บาทต่อชิ้น ตามราคากลางที่เสนอขายผ่าน https://scott-demo.com/lovethesea ซึ่งเป็นราคาขายผ่านช่องทางออนไลน์บนเว็บไซต์ ในโครงการที่มีชื่อว่า “รักษ์ทะเล” ภายใต้ความร่วมมือของศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มูลนิธิเอิร์ธ อะเจนด้า บริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด และกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เพื่อระดมทุน (Crowdfunding) จากทั้งภาคเอกชน และประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นราคารวมค่าขนส่ง และติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ต่างๆ ทางทะเลด้วย โดยคาดการณ์ว่าจำนวนนวัตปะการังที่จะถูกสั่งซื้อในปีที่ 1 เท่ากับ 400 ชิ้น หรือ คิดเป็นรายได้เท่ากับ 10,300,000 บาท และคาดว่าจะมีบริษัทจำนวนร้อยละ 20 ของจำนวนลูกค้าในปีที่ 1 หรือ เท่ากับ 8 รายที่ให้ความสนใจในการติดตามผลนวัตปะการังว่ามีจำนวนสัตว์น้ำ และปะการังที่ลงเกาะบนพื้นผิวมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้บริษัทสามารถนำผลที่ได้ในการติดตามไปใช้เพื่อการประชาสัมพันธ์ประสิทธิภาพในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยนวัตปะการังไปในตัว โดยการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังที่ติดตั้งไปแล้ว ซึ่งโดยปกติจะทำการติดตามผลจำนวน 2 ครั้งต่อปี โดยคิดค่าจ้างติดตามผล 10,000 บาทต่อครั้ง ทำให้คาดการณ์ได้ว่า บริษัทจะมีรายได้จากการติดตามผลการดำเนินการนวัตปะการังในพื้นที่ติดตั้งจำนวน 160,000 บาท ดังนั้นบริษัทคาดการณ์ว่าจะเกิดรายได้จากธุรกิจนวัตปะการังในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 10,460,000 บาท สำหรับการดำเนินธุรกิจในสถานการณ์แย่ที่สุด บริษัทคาดการณ์ว่าธุรกิจจะชะลอการเติบโตด้วยอัตราการเติบโตของธุรกิจที่ต่ำลงเหลือเพียงร้อยละ 7 ต่อปี (น้อยกว่าประมาณการรายได้ในสถานการณ์ปกติร้อยละ 3) ดังนั้น บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้โดยรวมในปีที่ 2 เท่ากับ 11,252,500 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 3 เท่ากับ 12,282,500 บาท รายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 4 เท่ากับ 13,075,000 บาท และรายได้ประมาณการโดยรวมในปีที่ 5 เท่ากับ 14,125,000 บาท ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.7.5.2 งบประมาณค่าใช้จ่ายในการดำเนินการในสถานการณ์แย่ที่สุด

ในส่วนของการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทได้คาดการณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นในการดำเนินการ โดยแบ่งเป็นประเภทของค่าใช้จ่าย รวมถึงอัตราการเติบโตของค่าใช้จ่ายเหล่านั้นในแต่ละปี รายละเอียดของค่าใช้จ่ายประมาณการจะถูกแสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 61 ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในสถานการณ์แย่ที่สุด

ลำดับ	ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน	อัตรา ค่าใช้จ่าย	หน่วย	ค่าใช้จ่ายปีที่ 1 (บาท)	อัตราการ เติบโต (% ต่อปี)
1	เงินเดือนพนักงาน - ผู้จัดการ (30,000 บาท X 1 คน) - เจ้าหน้าที่ธุรการ (20,000 บาท X 1 คน) - เจ้าหน้าที่การตลาดและการขาย (18,000 บาท X 2 คน) **รวม**	 30,000.00 20,000.00 36,000.00 86,000.00	 บาท/เดือน บาท/เดือน บาท/เดือน	1,032,000.00	5%
2	ค่าขนส่งทางบก	7,000.00	บาท/ครั้ง	280,000.00	10%
3	ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	8,000.00	บาท/ครั้ง	320,000.00	10%
4	ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	3,000.00	บาท/ครั้ง	48,000.00	10%
5	ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน (Web Hosting/Domain)	2,500.00	บาท/ปี	2,500.00	-
6	ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	5%	ของรายได้	523,000.00	-
7	ค่าเช่าสำนักงาน	10,000.00	บาท/เดือน	120,000.00	3%
8	ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	5,000.00	บาท/เดือน	60,000.00	3%
9	ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	30,000.00	บาท/ปี	30,000.00	-
10	ค่าจ้างที่ปรึกษา	25,000.00	บาท/ปี	25,000.00	-
11	ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	15%	ของรายได้	1,569,000.00	-
12	ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	121,800.00	บาทต่อปี	121,800.00	-
	รวมค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			4,131,300.00	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.7.5.3 การประมาณการงบกำไรขาดทุนในสถานการณ์แย่ที่สุด

จากการคาดการณ์ด้านเงินลงทุน รายได้ประมาณการ และค่าใช้จ่ายประมาณการในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการัง บริษัทสามารถใช้งบกำไรขาดทุนเพื่อสรุปผลการดำเนินธุรกิจของบริษัท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 62 งบกำไรขาดทุนในสถานการณ์แย่ที่สุด

งบกำไรขาดทุน (Worst Case)			**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 1	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
รายได้รวม	10,460,000.00	11,252,500.00	12,282,500.00
ต้นทุนสินค้า	(6,000,000.00)	(6,450,000.00)	(7,050,000.00)
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน			
เงินเดือนพนักงาน	(1,032,000.00)	(1,083,600.00)	(1,137,780.00)
ค่าขนส่งทางบก	(280,000.00)	(331,100.00)	(398,090.00)
ค่าขนส่งทางน้ำ/ติดตั้ง	(320,000.00)	(378,400.00)	(454,960.00)
ค่าใช้จ่ายในการติดตามผล	(48,000.00)	(59,400.00)	(65,340.00)
ค่าเช่าเว็บโฮสติ้ง และโดเมน	(2,500.00)	(2,500.00)	(2,500.00)
ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด	(523,000.00)	(562,625.00)	(614,125.00)
ค่าเช่าสำนักงาน	(120,000.00)	(123,600.00)	(127,308.00)
ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค	(60,000.00)	(61,800.00)	(63,654.00)
ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี	(30,000.00)	(30,000.00)	(30,000.00)
ค่าจ้างที่ปรึกษา	(25,000.00)	(25,000.00)	(25,000.00)
ค่าทรัพย์สินทางปัญญา	(1,569,000.00)	(1,687,875.00)	(1,842,375.00)
ค่าเสื่อมราคา (อายุการใช้งาน 5 ปี)	(121,800.00)	(121,800.00)	(121,800.00)
รวมค่าใช้จ่าย	(4,131,300.00)	(4,467,700.00)	(4,882,932.00)
กำไรจากการดำเนินงาน	328,700.00	334,800.00	349,568.00
ดอกเบี้ยเงินกู้ 7%	(44,475.96)	(56,970.66)	(44,528.86)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กำไรก่อนหักภาษี	284,224.04	277,829.34	305,039.14
ภาษีเงินได้นิติบุคคล 20%	(56,844.81)	(55,565.87)	(61,007.83)
กำไรสุทธิ	227,379.23	222,263.47	244,031.31

จากงบกำไรขาดทุน บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีรายได้ประมาณการรวมในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 10,460,000.00 บาท 11,252,500.00 บาท และ 12,282,500.00 บาท ตามลำดับ โดยมีต้นทุนสินค้าซึ่งจ้างบริษัท เอสซีจี ซีเมนต์ จำกัด ซึ่งนวัตปะการังต่อ 1 ชิ้นมีต้นทุนเท่ากับ 15,000 บาท ทำให้บริษัทจะมีต้นทุนสินค้าในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 6,000,000.00 บาท 6,450,000.00 บาท และ 7,050,000.00 บาท ตามลำดับ ทำให้บริษัทจะมีกำไรข้างต้น (Gross Profit) ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 4,460,000.00 บาท 4,802,500.00 บาท และ 5,232,500.00 บาท ตามลำดับ

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังจะประกอบด้วย เงินเดือนพนักงาน ค่าเช่าเว็บโฮสติ้งและโดเมน ค่าใช้จ่ายในการขายและการตลาด ค่าเช่าสำนักงาน ค่าใช้จ่ายสาธารณูปโภค ค่าทำบัญชีและสอบบัญชี ค่าจ้างที่ปรึกษา ค่าทรัพย์สินทางปัญญา ค่าเสื่อมราคา และค่าตัดจำหน่าย ซึ่งมาจากเงินลงทุนในการวิจัยและพัฒนานวัตปะการัง รวมถึงอุปกรณ์สำนักงานต่างๆ ด้วย โดยคิดอายุการใช้งานเท่ากับ 5 ปี จึงสามารถกำหนดค่าเสื่อม และค่าตัดจำหน่ายที่อัตราร้อยละ 20 ต่อปี

ในการติดตั้งนวัตปะการัง บริษัทจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งนวัตปะการังจากโรงงานผลิตไปติดตั้งในทะเล ค่าใช้จ่ายแปรผันในการดำเนินการดังกล่าวประกอบด้วย ค่าขนส่งทางบก ค่าขนส่งทางน้ำและการติดตั้ง และค่าใช้จ่ายในการติดตามผล ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ติดตั้ง และติดตามผลในปีที่ 1 รวมทั้งสิ้น 648,000.00 บาท และคาดการณ์ว่าค่าใช้จ่ายหมวดนี้จะปรับขึ้นร้อยละ 10 ในทุกปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายหมวดนี้ในปีที่ 2 และ 3 เท่ากับ 768,900.00 บาท และ 918,390.00 บาท ตามลำดับ

ส่วนค่าใช้จ่ายแปรผันอื่นๆ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดเท่ากับ 523,000.00 บาท หรือ คิดเป็นร้อยละ 5 ของรายได้ประมาณการ ค่าใช้จ่ายด้านการขายและการตลาดจะถูกนำไปใช้เกี่ยวกับ สื่อสิ่งพิมพ์ การโฆษณาผ่านสื่อและช่องทางต่างๆ การประชาสัมพันธ์และร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกปะการัง และการผลิตวิดีโอออนไลน์ ในการขอใช้สิทธิ์ในสิทธิบัตรของนวัตปะการัง บริษัทจะต้องจ่าย

ค่าทรัพย์สินทางปัญญาให้กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยด้วยการจ่ายในอัตราร้อยละ 15 ของรายได้ประมาณการ หรือ เท่ากับ 1,569,000.00 บาท

ในส่วนกำไรจากการดำเนินการ บริษัทคาดการณ์ว่าจะมีกำไรในการดำเนินการก่อนหักภาษี ในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 284,224.04 บาท 277,829.34 บาท และ 305,039.14 บาท ตามลำดับ ภายหลังจากหักภาษีเงินได้นิติบุคคลร้อยละ 20 แล้ว บริษัทจะมีกำไรสุทธิจากการดำเนินธุรกิจนวัตปะการังเท่ากับ 227,379.23 บาท 222,263.47 บาท และ 244,031.31 บาท ตามลำดับ

6.7.5.4 การประมาณการกระแสเงินสดในสถานการณ์แย่ที่สุด

บริษัททำการคาดการณ์กระแสเงินสดโดยใช้ข้อมูลจากงบกำไรขาดทุนและเงินลงทุน ซึ่งสามารถคำนวณกระแสเงินสดประมาณการได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 63 กระแสเงินสดประมาณการในสถานการณ์แย่ที่สุด

การประมาณการงบกระแสเงินสด (Worst Case)				**หน่วย: บาท**
	ปีที่ 0	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
กระแสเงินสดจากการดำเนินการ				
- กำไรสุทธิ		227,379.23	222,263.47	244,031.31
- ค่าเสื่อมและค่าตัดจำหน่าย		121,800.00	121,800.00	121,800.00
รวม		349,179.23	344,063.47	365,831.31
กระแสเงินสดจากการลงทุน				
- เงินลงทุนสำหรับการพัฒนาและอุปกรณ์	(609,000.00)	-	-	-
กระแสเงินสดสุทธิ	(609,000.00)	349,179.23	344,063.47	365,831.31
กระแสเงินสดสะสมสุทธิ	(609,000.00)	(259,820.77)	84,242.70	450,074.01

กำไรสุทธิที่แสดงในงบกำไรขาดทุน เมื่อนำมาคำนวณรวมกับค่าเสื่อมราคาและค่าตัดจำหน่ายปีละ 121,800 บาทต่อปี โดยมีกระแสเงินสดสุทธิจากการลงทุนเริ่มแรกประมาณ 609,000 บาท จะได้กระแสเงินสดสุทธิจากการดำเนินกิจการนวัตปะการังในปีที่ 1 – 3 เท่ากับ 349,179.23 บาท 344,063.47 บาท และ 365,831.31 บาท ตามลำดับ ซึ่งเมื่อดูจากผลที่ปรากฏตามงบกำไรขาดทุน และกระแสเงินสดประมาณการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในสถานการณ์แย่ที่สุด จะเห็นได้ว่าบริษัทสามารถทำกำไรได้ตั้งแต่ในปีที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์การประมาณการด้านการเงินไว้สูงสุดถึงปีที่ 3

6.7.5 การวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

จากการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนในการพัฒนานวัตปะการัง โดยประมาณการในระยะเวลา 3 ปี ทำให้ได้ข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลง (Scenario Analysis) ซึ่งมาจากปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงาน แบ่งออกเป็น กรณีที่สถานการณ์ดีกว่าที่คาดการณ์ไว้ (Best Case Scenario) โดยกำหนดการคาดการณ์ยอดขายให้กับหน่วยงานเอกชนที่ให้ความสนใจในด้านการอนุรักษ์ และการฟื้นฟูเพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ต่อปี โดยอ้างอิงจากผลตอบแทนการลงทุนของอุตสาหกรรมนี้อยู่ที่อัตราร้อยละ 10.6 ต่อปี (The Business Research Company, 2022) กรณีที่สถานการณ์ปกติตามที่คาดการณ์ไว้ (Base Case Scenario) และกรณีที่สถานการณ์แย่กว่าที่คาดการณ์ไว้ (Worst Case Scenario) โดยกำหนดการคาดการณ์ยอดขายให้กับบริษัทมหาชนจำกัดที่ให้ความสนใจในด้านการอนุรักษ์ และการฟื้นฟูลดลงร้อยละ 7 ต่อปี ซึ่งทั้ง 3 กรณีจะส่งผลกระทบต่อรายได้ในแต่ละสถานการณ์เท่านั้น แต่จะไม่กระทบต่อเงินลงทุนเริ่มต้น และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ รวมทั้งการหาค่ามูลปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (Net Present Value: NPV) โดยกำหนดอัตราผลการตอบแทนที่คาดหวังร้อยละ 11 (r = 11%) การหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 64 ต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 64 ผลการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน

สถานการณ์	NPV	IRR	ระยะเวลาคืนทุน
สถานการณ์ดีที่สุด (Best Case)	467,734.80 บาท	47.8%	1.59 ปี
สถานการณ์ปกติ (Base Case)	305,218.45 บาท	37.3%	1.69 ปี
สถานการณ์แย่ที่สุด (Worst Case)	252,318.21 บาท	33.4%	1.76 ปี

จะเห็นได้ว่า จากประมาณการผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนในสถานการณ์ที่ดีกว่าที่คาดการณ์ไว้ (Best Case Scenario) ซึ่งแนวโน้มของกลุ่มลูกค้าจากหน่วยงานต่างๆ รวมไปถึงกลุ่มลูกค้ารายย่อยที่ให้ความสนใจในด้านการอนุรักษ์ และการฟื้นฟูหันมาสนใจและตระหนักถึงการแก้ไขปัญหาจากผลกระทบจากสถานการณ์โลกร้อนมากขึ้น จะทำให้ผลการคาดการณ์เป็นที่น่าพึงพอใจอย่างมาก ทำให้ได้รับผลการตอบแทนมากกว่าความเสี่ยงในการลงทุน โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน (PB) โดยประมาณ 1.59 ปี ที่อัตราผลตอนแทนภายใน (IRR) ร้อยละ 47.8 และมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) ที่ 467,734.80 บาท

ประมาณการณ์ผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนในสถานการณ์ปกติตามที่คาดการณ์ไว้ (Base Case Scenario) จะทำให้ได้ผลการคาดการณ์เป็นที่น่าพึงพอใจ ทำให้ได้รับผลการตอบแทนมากกว่าความเสี่ยงในการลงทุน โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน (PB) โดยประมาณ 1.69 ปี ที่อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ร้อยละ 37.3 และมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) ที่ 305,218.45 บาท

ประมาณการณ์ผลตอบแทนทางการเงินจากการลงทุนในสถานการณ์ที่แย่กว่าที่คาดการณ์ไว้ (Worst Case Scenario) จะทำให้ได้ผลการคาดการณ์เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งยังคงทำให้ได้รับผลการตอบแทนมากกว่าความเสี่ยงในการลงทุน โดยมีระยะเวลาในการคืนทุน (PB) โดยประมาณ 1.76 ปี ที่อัตราผลตอนแทนภายใน (IRR) ร้อยละ 33.4 และมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (NPV) ที่ 252,318.21 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยเมื่อดูจากอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) ของการวิเคราะห์ผลตอบแทนการลงทุน จะพบว่าโครงการนี้มีอัตราผลตอบแทนภายในค่อนข้างสูง และระยะเวลาคืนทุนที่รวดเร็ว ถึงแม้ว่าจะมีการคิดงบประมาณเงินลงทุนด้านต้นทุนการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูป การขนส่ง การติดตั้ง และการติดตามผล รวมทั้งการขายและการตลาด ที่คาดการณ์ว่าจะมีการปรับตัวขึ้นร้อยละ 10 ในแต่ละปี อันเนื่องมาจากนวัตปะการัง เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นสินค้าใหม่เฉพาะกลุ่ม (Niche Product) จากกระบวนการทางนวัตกรรม ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในตลาดผูกขาด (Monopoly Market) ด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง จากปะการังเทียมรูปแบบใหม่ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าปะการังรูปแบบเดิมที่มีอยู่ในตลาดเพียงเจ้าเดียวในประเทศ ซึ่งมีข้อได้เปรียบจากฐานลูกค้าเดิมโดยเฉพาะภาครัฐ หรือ หน่วยงาน

ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง รวมไปถึงการเข้าถึงฐานลูกค้ากลุ่มใหม่ที่เป็นประชาชนทั่วไปที่ให้ความสนใจ และความสำคัญด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล ซึ่งคาดว่าจะเกิดการยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดเป็นโอกาสในการทำธุรกิจที่สอดคล้องกับแนวโน้มการส่งเสริมและนโยบายด้านเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) และการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวม (BCG Economy) ในปัจจุบัน ซึ่งบริษัทสามารถที่จะกำหนดราคาในการขายนวัตปะการังเองได้

6.8 ผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคม

การวิเคราะห์ผลกระทบด้านประโยชน์เชิงสังคมของงานวิจัยนวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังนั้น ผู้วิจัยได้มีการนำแนวคิด และทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเข้ามาเพื่อหาผลตอบแทนด้านความพึงพอใจที่จะเกิดขึ้น ที่ไม่ใช่ผลตอบแทนด้านตัวเงิน โดยเฉพาะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน หรือ สังคมในพื้นที่การศึกษาของโครงการ

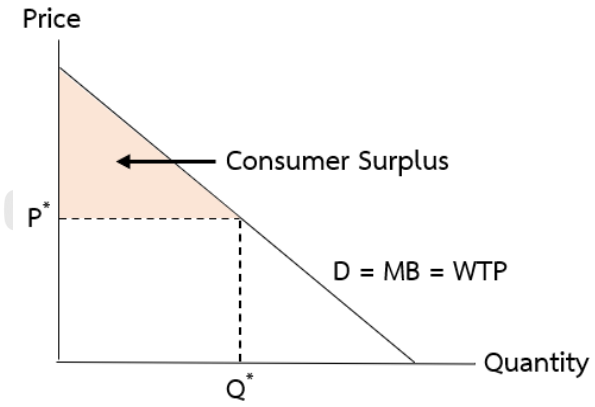
ถึงแม้ว่าการวิเคราะห์นี้ มีเป้าหมายเพื่อประเมินหาผลประโยชน์สุทธิ หรือ กำไรที่สังคมนั้นจะได้รับ แต่ในการวิเคราะห์ตามแนวคิดหลักของวิชาเศรษฐศาสตร์ ยังคงต้องอาศัยหน่วยของเงินมาเป็นหน่วยนับ เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบทรัพยากรที่ต้องเสียไปในโครงการกับผลตอบรับด้านความพึงพอใจที่อยู่อาศัยในชุมชน หรือ สังคมจากโครงการนั้นได้

ทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจข้างต้น ได้แก่ ทฤษฎีประสิทธิภาพตามหลักของพาเรโต (Pareto Efficiency) ซึ่งทฤษฎีประสิทธิภาพตามหลักของพาเรโตที่จะเกิดขึ้น (Potential Pareto Efficiency) โดย Pareto (1971) เป็นทฤษฎีความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) และส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) (Pigou, 1910; Hicks, 1941) รวมทั้งแนวคิดจากทฤษฎีอื่นที่พบบ่อย อันเกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ (Ryen & Svensson, 2015) ได้แก่ ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) และความเต็มใจที่จะจ่าย (Willingness to Pay) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

6.8.1 ทฤษฎีประสิทธิภาพตามหลักของพาเรโต (Pareto Efficiency) คือ ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิการของสังคม (Welfare Economic) ซึ่งเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพ ที่ทำให้บุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือ กลุ่มคนใดกลุ่มคนหนึ่งได้รับประโยชน์ที่สูงขึ้นกว่าเดิม โดยไม่ส่งผลกระทบให้บุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือ กลุ่มคนใดกลุ่มคนหนึ่งเสียผลประโยชน์ (Arnott et al., 1994)

6.8.2 ทฤษฎีประสิทธิภาพตามหลักของพาเรโตที่จะเกิดขึ้น (Potential Pareto Efficiency) คือ ทฤษฎีที่มีหลักการในการพิสูจน์ระหว่างผลประโยชน์โดยรวม และผลเสียโดยรวมที่สังคมจะได้รับ ที่เรียกว่า ผลประโยชน์สุทธิสูงสุด (Net Benefit Criterion) ซึ่งเมื่อผลประโยชน์สุทธิในโครงการนั้นๆ เป็นบวก ควรนำโครงการนั้นไปปฏิบัติ เพราะจะส่งผลต่อสังคมโดยรวมให้ดีขึ้นได้ โดยทฤษฎีนี้ มีความสอดคล้องกับหลักการการชดเชยของ Hicks (1939) และ Kaldor (1939) ที่กล่าวว่า “ควรนำโครงการไปปฏิบัติ ต่อเมื่อผู้ได้รับผลประโยชน์สามารถที่จะชดเชยให้กับผู้เสียผลประโยชน์ได้ทั้งหมด”

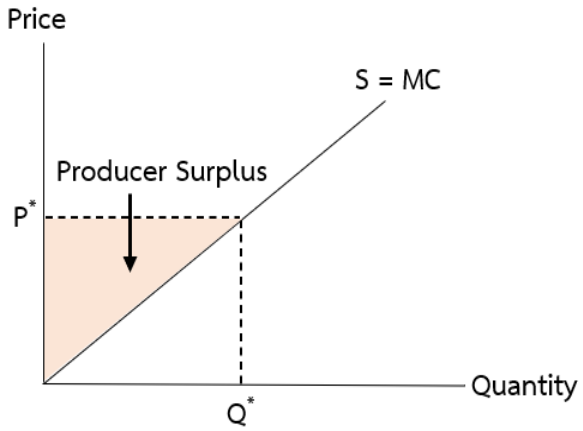
6.8.3 ทฤษฎีความสัมพันธ์ของส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) และส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) คือ ผลรวมของผลประโยชน์สุทธิที่มีต่อผู้บริโภคและผู้ผลิต โดยผลประโยชน์สุทธิที่มีต่อผู้บริโภคนั้น จะเท่ากับส่วนต่างระหว่างความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้บริโภค (Willingness to Pay) กับจำนวนเงินที่ผู้บริโภคจ่ายจริง (Actual Payment) ซึ่งเรียกว่า ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) มาจากเส้นอุปสงค์ที่แสดงให้เห็นถึงผลประโยชน์เพิ่ม (Marginal Benefit) หรือ ความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้บริโภค (Hayashi, 2021) ดังนั้น ส่วนต่างของพื้นที่บริเวณใต้เส้นอุปสงค์ทั้งหมด และจำนวนเงินที่ผู้บริโภคจ่ายจริง จึงเกิดเป็นส่วนพื้นที่แรเงาของส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) ดังแสดงในภาพที่ 64



ภาพที่ 64 ส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus)

โดย
- P^* คือ ราคา ณ จุดดุลยภาพ
- Q^* คือ ปริมาณ ณ จุดดุลยภาพ
- D คือ เส้นอุปสงค์
- MB คือ ผลประโยชน์เพิ่ม
- WTP คือ ความเต็มใจที่จะจ่าย

ในขณะที่ผลประโยชน์สุทธิที่มีต่อผู้ผลิต จะมาจากส่วนต่างระหว่างรายได้จากการขายและต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) ในการผลิต โดยเรียกส่วนต่างนี้ว่า ส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) มาจากเส้นอุปทานที่แสดงให้เห็นถึงต้นทุนต่อหน่วยสุดท้าย (Marginal Cost) ในการผลิต ซึ่งส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) นี้ จะเกิดเป็นพื้นที่แรเงาจากส่วนต่างระหว่างรายได้รวมของผู้ผลิต กับบนทุนค่าเสียโอกาสในการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 65



ภาพที่ 65 ส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus)

โดย P^* คือ ราคา ณ จุดดุลยภาพ

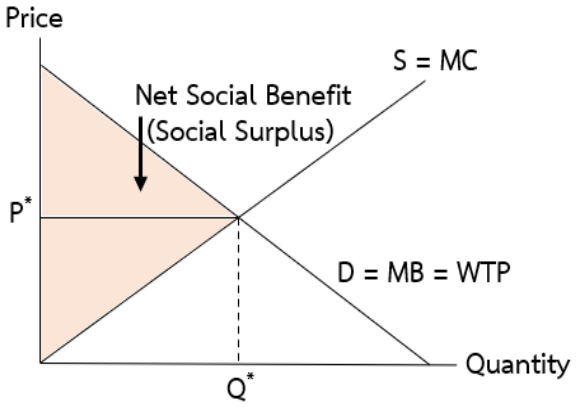
Q^* คือ ปริมาณ ณ จุดดุลยภาพ

S คือ เส้นอุปทาน

MC คือ ต้นทุนเพิ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเห็นได้ว่า ผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Net Social Benefit) นั้น จะมาจากผลรวมของส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) และส่วนเกินของผู้ผลิต (Producer Surplus) ดังแสดงในภาพที่ 66 โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับส่วนเกินของผู้บริโภค และส่วนเกินของผู้ผลิต ซึ่งจะทำให้มีผลกระทบต่อผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Clarke & Ng, 1993) ดังนั้นข้อมูลของลักษณะอุปสงค์ และอุปทาน รวมทั้งราคาในทางเศรษฐศาสตร์ จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงผลประโยชน์สุทธิทางสังคม และผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ในการดำเนินโครงการ



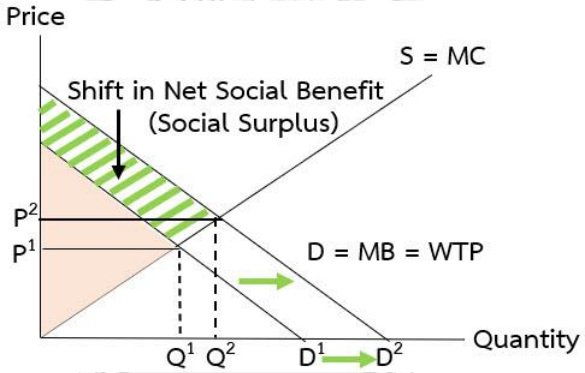
ภาพที่ 66 ผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Net Social Benefit)

โดย P^* คือ ราคา ณ จุดดุลยภาพ
Q^* คือ ปริมาณ ณ จุดดุลยภาพ
D คือ เส้นอุปสงค์
S คือ เส้นอุปทาน
MB คือ ผลประโยชน์เพิ่ม
MC คือ ต้นทุนเพิ่ม
WTP คือ ความเต็มใจที่จะจ่าย

ทั้งนี้ ข้อมูลด้านจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางไปยังเกาะสีชังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี กล่าวคือ เพิ่มขึ้นจากประมาณ 150,000 คน ในปี พ.ศ.2548 เป็นประมาณ 360,000 คน ในปี พ.ศ.2560 และประมาณ 490,000 ในปี พ.ศ.2561 (เทศบาลตำบลเกาะสีชัง, 2561) ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงการเพิ่มขึ้นของจำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นในทุกปี เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาเกาะสีชังเคยเป็นที่ประทับของพระมหากษัตริย์ถึง 3 พระองค์ ได้แก่ พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4) พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) และพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 6) โดยทรงโปรดเกล้าฯ ให้สร้างพระราชฐานเพื่อประทับฤดูร้อน ที่ถือได้ว่าเป็นพระราชฐานที่ตั้งอยู่บนเกาะแห่งเดียวในประเทศไทย นามว่า “พระจุฑาธุชราชฐาน” ตามพระนามของพระราชโอรส สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอเจ้าฟ้าจุฑาธุชธาราลิดก ที่ทรงประสูติ ณ พระราชฐานบนเกาะแห่งนี้ นอกจากนี้บนเกาะสีชัง ยังมี ศาลเจ้าพ่อใหญ่ ซึ่งถือได้ว่าเป็นสิ่งศักดิ์สิทธิ์ที่ชาวเกาะ รวมทั้งคนไทยเชื้อสายจีนจำนวนมากให้ความเคารพนับถือ ตั้งอยู่บนไหล่เขาพระจุลจอมเกล้า อีกทั้งเกาะสีชังยังมีทรัพยากรทางการท่องเที่ยวหลากหลายประเภท ทั้งธรรมชาติ ประวัติศาสตร์ โบราณสถาน ศาสนสถาน และศิลปะวัฒนธรรม รวมทั้งประเพณีอันดีงามของท้องถิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว จึงสามารถคาดการณ์ได้ว่านวัตปะการังจะเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยดึงดูดนักท่องเที่ยวเข้าสู่พื้นที่ ที่มีความเสื่อมโทรมทางทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลมากขึ้น จากข้อมูลทางการตลาด การแข่งขันทางธุรกิจ การกำหนดด้านทิศทาง และกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ รวมทั้งการสนับสนุนด้านการเงินที่มีความน่าสนใจต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ ด้านการลงทุนที่จะมาจากทั้งภาครัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป บนพื้นฐานการวิเคราะห์ที่มีความเป็นไปได้ ซึ่งเมื่อเกิดยอดขายตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ดังแผนการทางการตลาด และการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน จะทำให้มีการติดตั้งนวัตปะการังมากพอที่จะส่งผลกระทบ และเป็นการขยายผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Shift in Net Social Benefit) ให้มากขึ้น จากการเลื่อนของเส้นอุปสงค์ ซึ่งเป็นการเพิ่มพื้นที่บริเวณส่วนเกินของผู้บริโภค (Consumer Surplus) ในพื้นที่การศึกษาอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีตามภาพที่ 67 ต่อไปได้ในอนาคตด้วยนวัตปะการัง



ภาพที่ 67 การเปลี่ยนแปลงทางผลประโยชน์สุทธิทางสังคม (Shift in Net Social Benefit) จากการเลื่อนของเส้นอุปสงค์เนื่องจากคุณภาพของทรัพยากรธรรมชาติในชุมชนที่ดีขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

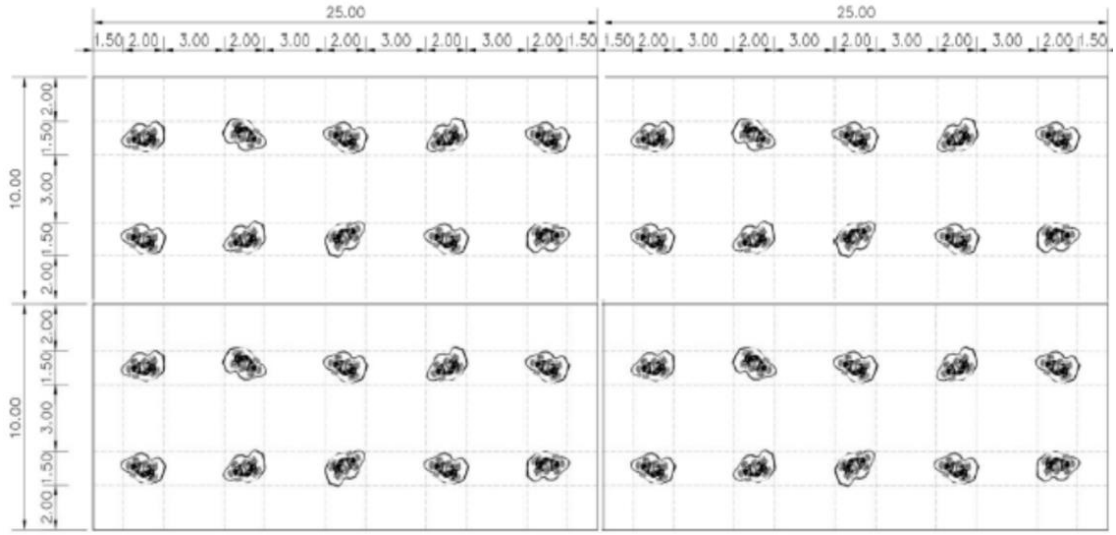
โดย P^1 คือ ราคา ณ จุดดุลยภาพเดิม
P^2 คือ ราคา ณ จุดดุลยภาพใหม่
Q^1 คือ ปริมาณ ณ จุดดุลยภาพเดิม
Q^2 คือ ปริมาณ ณ จุดดุลยภาพใหม่
D^1 คือ เส้นอุปสงค์เดิม
D^2 คือ เส้นอุปสงค์ใหม่
S คือ เส้นอุปทาน
MB คือ ผลประโยชน์เพิ่ม
MC คือ ต้นทุนเพิ่ม
WTP คือ ความเต็มใจที่จะจ่าย

โดยการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม กล่าวคือ เป็นการเพิ่มคุณค่าทางเศรษฐศาสตร์จากการให้บริการโดยทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลที่มีประสิทธิภาพ การสร้างความสมดุลระหว่างประสิทธิภาพของระบบนิเวศ และกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งมาจากการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังเทียมรูปแบบใหม่ที่ก่อให้เกิดกำไรหมุนเวียนในภาคเศรษฐกิจจากแหล่งนันทนาการท่องเที่ยว ซึ่งจะนำไปสู่การจัดการเชิงระบบนิเวศ (Ecosystem-based Management) ที่ดี สามารถวางแผนกิจกรรมทางทะเลที่เหมาะสม รวมทั้งการสร้างเป็นแนวทางตัวอย่างสำหรับการนำไปปฏิบัติเพื่อลดแรงกดดันโดยรวมจากผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสะสมของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นทางทะเล และการกำหนดนโยบายการกำกับดูแล และการควบคุมเพื่อรักษาไว้ซึ่งระบบนิเวศทางทะเลที่สมบูรณ์โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างยั่งยืนต่อไป

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมีนักท่องเที่ยวที่เดินทางมายังเกาะสีชัง แต่ก็ยังถือว่ามีจำนวนและความนิยมน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการท่องเที่ยวประเภทหมู่เกาะที่มีลักษณะเดียวกันในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ความสนใจส่วนบุคคล ความพร้อมในการเดินทาง จำนวนแหล่งดึงดูดความสนใจในการท่องเที่ยว และแรงจูงใจในการท่องเที่ยวบนเกาะสีชัง เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงตระหนักถึงการพัฒนาเกาะสีชังให้กลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีศักยภาพอีกแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรีตามหลักการจัดการเชิงระบบนิเวศที่ดี โดยการนำเสนอรูปแบบการติดตั้งแนวนวัตปะการัง เพื่อขยายผลโครงการด้านการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่การศึกษา ในข้อที่ 6.9 แบบร่างการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา ณ เกาะสีชัง ดังต่อไปนี้

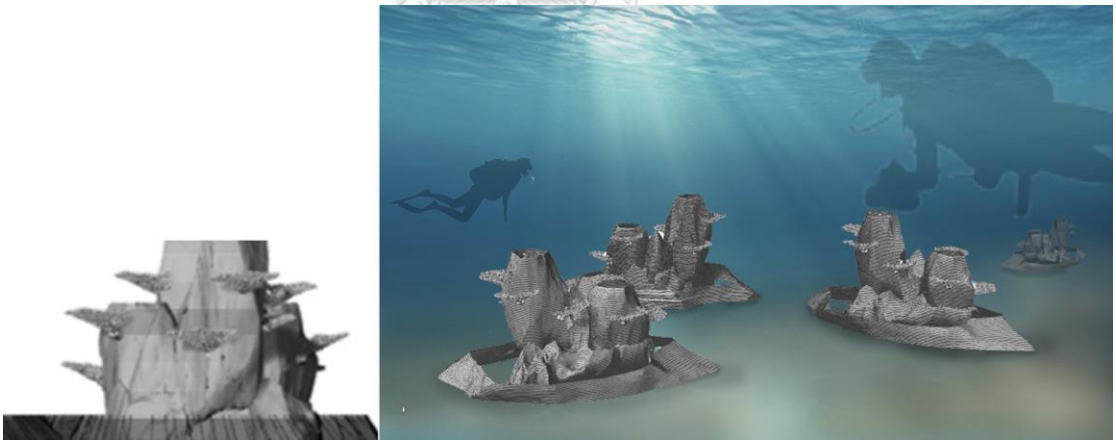
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.9 แบบร่างการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา ณ เกาะสีชัง



นวัตปะการัง จำนวน 40 ชิ้น ซึ่งครอบคลุมพื้นที่การอนุรักษ์ประมาณ 1,000 ตารางเมตร

ภาพที่ 68 แบบร่างการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่การศึกษา



ขนาดนวัตปะการัง ขนาด 2.0 x 1.5 x 0.8 เมตร
พื้นที่ผิวชิ้นงาน 10 ตารางเมตร

ภาพที่ 69 แบบจำลองการติดตั้งนวัตปะการัง

จะเห็นได้ว่าสาระสำคัญในบทนี้ คือ การวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลในมุมที่เกี่ยวข้องกับนวัตปะการัง และการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางการตลาด การลงทุน การสนับสนุนด้านการเงิน รวมถึงการบริหารจัดการทรัพย์สินทางปัญหา และผลกระทบ

ทางประโยชน์เชิงสังคมเพื่อการส่งเสริมอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว เศรษฐกิจ และสังคม (Socioeconomic Factors) ที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังโดยสังเขป จึงเชื่อได้ว่า นวัตปะการังจะเป็นนวัตกรรมที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากมีความสอดคล้องกับปัญหา และอัตราความเสื่อมโทรมของแนวปะการังที่เพิ่มสูงขึ้นทั่วโลกในปัจจุบันจากสภาพอากาศ และอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น โดยนวัตปะการังจะมีส่วนช่วยให้ปะการังมีโอกาสฟื้นตัว ทำให้มีความเป็นไปได้ในการฟื้นฟู การจัดสรรทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และความมีสุนทรียภาพด้านทัศนียภาพทางท้องทะเลสูงสุด ซึ่งจะเป็นการเรียกสมดุลเดิมในธรรมชาติที่เคยเป็นอยู่โดยเฉพาะในพื้นที่การศึกษา อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันได้ว่า นวัตปะการังมีความเป็นไปได้ทางด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์อย่างชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 7
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเรื่อง นวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัย และการพัฒนานวัตกรรมในกระบวนการสร้างปะการังเทียมรูปแบบใหม่อันนำไปสู่การฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่การศึกษาได้อย่างรวดเร็ว การลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ การลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธ์ทางทะเล รวมทั้งการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังของมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชนที่ได้ทำการอธิบายรายละเอียดทั้งหมดไว้ในบทที่ผ่านมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการสรุปผลจากงานวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

7.1 สรุปผลการวิจัย

7.2 อภิปรายผล

7.3 ข้อจำกัดในการศึกษา

7.4 ข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

การสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยแบ่งหัวข้อการนำเสนอไว้ 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง ระยะที่ 2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ และระยะที่ 3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ในส่วนนี้ประกอบด้วยผลการวิจัยซึ่งสรุปไว้ 3 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (2) ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และ (3) ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ตามหัวข้อต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

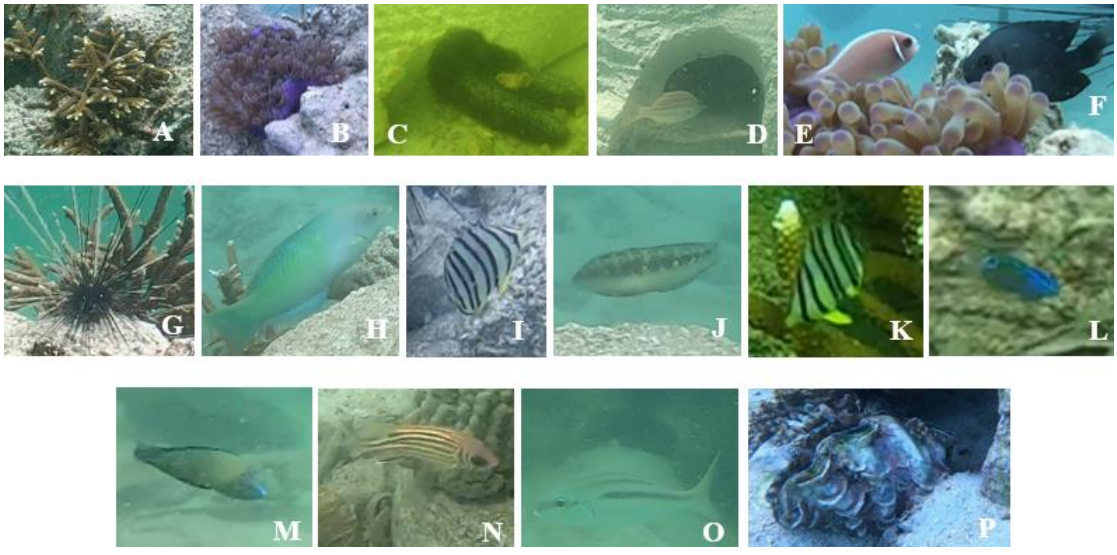
7.1.1 ผลการวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

ผลการวิจัยระยะที่ 1 การพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีด้านการประยุกต์ใช้ปะการัง และด้านการจัดการทรัพยากร จำนวน 10 ท่าน ยอมรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของนวัตปะการัง โดยมีความเห็นชอบกับความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง คุณสมบัติความสามารถในการฟื้นฟูแนวปะการังในพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมทางทะเล โดยนวัตปะการังมีส่วนช่วยในการเพิ่มพื้นที่ลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง มีความสวยงาม และกลมกลืนกับธรรมชาติ ตลอดจนนวัตปะการังมีส่วนช่วยในการพัฒนาเศรษฐกิจ ส่งเสริมการท่องเที่ยว และคุณภาพชีวิตในชุมชน

7.1.2 ผลการวิจัยระยะที่ 2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์

ผลการศึกษาระยะที่ 2 การศึกษาการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลการวิจัยเชิงปริมาณจากการสำรวจจำนวนสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ก่อนทำการติดตั้ง หลังทำการติดตั้งครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำก่อนทำการติดตั้ง หลังทำการติดตั้งครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกัน โดยน้ำทะเลในพื้นที่การติดตั้งมีความลึกประมาณ 3 เมตร มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.3 องศาเซลเซียส ออกซิเจนละลายในน้ำ 6.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มของน้ำ 32.7 Ppt และความโปร่งแสงของน้ำ 97.5 เซ็นติเมตร ทั้งนี้ผลการศึกษาจากการสำรวจปริมาณสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) พบว่า จำนวนสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นหลังการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งพบสิ่งมีชีวิตจำนวน 16 ชนิด ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 70 ข้อมูลสิ่งมีชีวิตที่พบภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง

โดย A คือ ปะการังกิ่งก้าน (Branched Coral)
B คือ ดอกไม้ทะเล (Ritteri Anemone)
C คือ ปลิงดำแข็ง (Black Sea Cucumber)
D คือ ปลากะพงปานข้างลาย (Russell's Snapper)
E คือ ปลาการ์ตูนอินเดียนแดงชมพู (Pink Skunk Clownfish)
F คือ ปลาสลิดหิน (Black Damsel)
G คือ เม่นทะเล (Long-spined Sea Urchin)
H คือ ปลานกแก้ว (Parrotfish)
I คือ ปลาสลิดหินลายบั้ง (Indo-pacific Sergeant)
J คือ ปลานกขุนทอง (Batu Coris)
K คือ ปลาผีเสื้อแปดแถบ (Eight-band Butterflyfish)
L คือ ปลาสลิดหินนีออน (Electric Blue Damsel)
M คือ ปลาเขียวพระอินทร์ (Moon Wrasse)
N คือ ปลากระรอกแดง (Squirrel Fish)
O คือ ปลากะพงแดง (Snapper)
P คือ หอยมือเสือ (Fluted Giant Clam)

7.1.3 ผลการวิจัยระยะที่ 3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

7.1.3.1 ข้อมูลทั่วไป

ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 355 คน (ร้อยละ 59.20) รองลงมาเป็นเพศหญิง จำนวน 245 คน (ร้อยละ 40.80) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 303 คน (ร้อยละ 50.50) รองลงมาต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 147 คน (ร้อยละ 24.50) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส 306 คน (ร้อยละ 51.00) รองลงมามีสถานภาพโสด จำนวน 290 คน (ร้อยละ 48.30) ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีรายได้ 15,001 – 20,000 บาท (ร้อยละ 50.3) รองลงมามีรายได้ 20,001 – 30,000 บาท จำนวน 111 คน (ร้อยละ 18.5) และผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชุมชนที่ติดตั้งนวัตปะการังส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยว จำนวน 401 คน

(ร้อยละ 66.80) รองลงมาเป็นผู้ประกอบการในพื้นที่ จำนวน 115 คน (ร้อยละ 19.20) และประกอบอาชีพประมง จำนวน 84 คน (รองลง 14.00)

7.1.3.2 ผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลในครั้งแรก พบว่า ค่าดัชนีความกลมกลืนยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงดำเนินการปรับโมเดล (Model Modification) ด้วยการปรับพารามิเตอร์ โดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้ หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับโมเดล พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีค่าดัชนีความกลมกลืนทั้ง 4 ดัชนี ผ่านเกณฑ์การยอมรับ คือ (1) การพิจารณาค่าสถิติไคสแควร์สัมพัทธ์ (X^2/df) มีค่าเท่ากับ 2.97 (2) การพิจารณาค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืน (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 0.92 (3) การพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (Goodness of Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.92 และ (4) การพิจารณาค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (Root Mean Square Residual Error of Approximation: RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.04 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโมเดลสมการโครงสร้างมีความเหมาะสม สอดคล้องและกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

7.1.3.3 ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

ผลการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง พบว่า การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรม และคุณภาพชีวิตของชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน โดยมีค่าสถิติที่ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยพิจารณาจากค่า Chi-Square ซึ่งมีค่าเท่ากับ 41.06 ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ (X^2/df) เท่ากับ 2.97 ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องกลมกลืนเชิงสัมพันธ์ (CFI) เท่ากับ 0.92 ค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดล (GFI) เท่ากับ 0.92 ค่าดัชนีรากที่สองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.04 จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่า GFI มีค่าเข้าใกล้ 1 ค่า RMSEA เข้าใกล้ 0 และค่าไคสแควร์สัมพันธ์

มีค่าน้อยกว่า 3 แสดงว่าโมเดลตามที่กำหนดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยอิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) คือ 0.75 โดยไม่มีอิทธิพลทางอ้อม ซึ่งทำให้อิทธิพลรวมเท่ากับ 0.75 อิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) คือ 0.23 โดยไม่มีอิทธิพลทางอ้อม ซึ่งทำให้อิทธิพลรวม เท่ากับ 0.23 อิทธิพลทางตรงของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 0.49 อิทธิพลทางอ้อม คือ 0.98 ซึ่งทำให้อิทธิพลรวม เท่ากับ 1.47 อิทธิพลทางตรงของบริการระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 0.66 โดยไม่มีอิทธิพลทางอ้อม ซึ่งทำให้อิทธิพลรวม เท่ากับ 0.66 อิทธิพลทางตรงของการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง (QLIFE) คือ 2.17 โดยไม่มีอิทธิพลทางอ้อม ซึ่งทำให้อิทธิพลรวม ได้เท่ากับ 2.17

7.1.3.4 ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง พบว่าปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0.00 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.20 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ความตั้งใจในการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล และการนำไปใช้งานจริง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.23 0.18 0.15 0.14 0.11 และ 0.08 ตามลำดับ

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่าง พบว่าปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0.00 หมายความว่า ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.28 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.32 0.24 0.18 และ 0.08 ตามลำดับ

ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่าปัจจัยด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน โดยมีค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0.00 หมายความว่า ปัจจัยด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.19 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำมาก โดยปัจจัยที่มีผลต่อความสัมพันธ์มากที่สุด ได้แก่ บริการด้านการสนับสนุน และบริการด้านการควบคุม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.40 และ 0.20 ตามลำดับ

โดยเมื่อแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ (ชาย และหญิง) ระดับการศึกษา (ต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก) สถานภาพ (โสด สมรส และหม้าย/หย่าร้าง) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (น้อยกว่า 15,000 บาท 15,001 – 20,000 บาท 20,001 – 30,000 บาท และมากกว่า 30,000 บาท) และกลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ (ชาวประมง ผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยว) ทำให้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

การแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วย**เพศ**ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ชาย และหญิง) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้าน**การยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล** มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วย**ระดับการศึกษา**ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่ำกว่าปริญญาตรี ปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า**การยอมรับนวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน และความตั้งใจในการใช้งาน **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล และ**การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล** ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม บริการด้านวัฒนธรรม และบริการด้านการสนับสนุน นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **เรียงลำดับจากผู้ตอบแบบสอบถามที่มีการศึกษามากไปหาผู้ตอบแบบสอบถามที่มีการศึกษาน้อย**

การแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วย**สถานภาพ**ของผู้ตอบแบบสอบถาม (โสด สมรส และหม้าย/หย่าร้าง) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า**การยอมรับนวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน ความตั้งใจในการใช้งาน การนำไปใช้งานจริง และความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล และ**การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล** ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม และบริการด้านการสนับสนุนนั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

มีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพสมรส มากกว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีสถานภาพโสด**

การแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วย**รายได้เฉลี่ยต่อเดือน**ของผู้ตอบแบบสอบถาม (น้อยกว่า 15,000 บาท 15,001 – 20,000 บาท 20,001 – 30,000 บาท และมากกว่า 30,000 บาท) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า**การยอมรับนวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน และความตั้งใจในการใช้งาน **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล และ **การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล** ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม และบริการด้านการสนับสนุน นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **เรียงลำดับจากผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากไปผู้ตอบแบบสอบถามที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนหาน้อย**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างด้วย**กลุ่มผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ชุมชน**ของผู้ตอบแบบสอบถาม (ชาวประมง ผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยว) ระหว่างปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง (TAM) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง (REEF_IN) และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล (ECO_SERV) โดยมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 หมายความว่า ปัจจัยด้านการยอมรับนวัตปะการัง การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล มีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน (QLIFE) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่า**การยอมรับนวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน การรับรู้ถึงความง่าย

ในการใช้งาน ทัศนคติต่อการใช้งาน ความตั้งใจในการใช้งาน และความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล **การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง** ซึ่งประกอบไปด้วย การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล และ**การฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล** ซึ่งประกอบไปด้วย บริการด้านการควบคุม และบริการด้านการสนับสนุน นั้นมีค่า Sig. (2-tailed) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 แต่ไม่น้อยกว่า 0 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) **ที่มีค่ามาก ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน ตามลำดับ**

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง นวัตปะการังเพื่อการพัฒนาและการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิจัย และการพัฒนานวัตกรรมในกระบวนการสร้างปะการังเทียมรูปแบบใหม่อันนำไปสู่การฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่การศึกษาได้อย่างรวดเร็ว การลดปัญหาด้านมลภาวะทางทัศนาการ การลดภาระแนวปะการังจริงจากการท่องเที่ยว การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธ์ทางทะเล รวมทั้งการศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ภายใต้การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังของมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ และเอกชน สามารถนำไปสู่การอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2.1 การพัฒนานวัตปะการัง

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี ด้านการประยุกต์ใช้ปะการัง และด้านการจัดการทรัพยากร จำนวน 10 ท่าน ยอมรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือ นวัตปะการัง เนื่องจากนวัตปะการังสามารถนำไปต่อยอดผลงาน โดยนวัตปะการังมีจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ที่สามารถช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลได้อย่างรวดเร็ว มีส่วนในการช่วยเพิ่มพื้นที่ในการลงเกาะให้กับตัวอ่อนปะการัง เป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อน เป็นแหล่งอาหารของปลา และสัตว์น้ำ เนื่องจากนวัตปะการังถูกออกแบบให้มีโพรงซึ่งเป็นส่วนช่วยให้ปลา หรือ สัตว์น้ำหลากชนิด ใช้เป็นที่อยู่อาศัยและหลบภัยได้ ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มจำนวนประชากรสัตว์น้ำทางทะเล ในขณะที่บริเวณด้านนอกของนวัตปะการังสามารถทำการปลูกปะการัง (Coral Seeding) พื้นผิวมีลักษณะขรุขระ เคลือบผิวนอกด้วยสารประกอบไดแคลเซียม

ฟอสเฟส (Di-calcium Phosphate) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของอาหารตัวอ่อนปะการัง ทำให้เป็นตัวชี้วัดความเหมาะสมในการลงเกาะ สร้างโอกาสในการดึงดูด และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ukkrit (2002) ที่พบว่ามีความเกี่ยวข้องกันระหว่างความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิต และปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตที่มีปะการังจริงมาเกาะ โดยปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตที่มีปะการังจริงมาเกาะนั้น จะมีการอพยพของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งปลาที่หลากหลายสายพันธุ์มาอยู่อาศัย มีความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปะการังเทียมจากโครงสร้างคอนกรีตธรรมดา เพราะการเกิดระบบนิเวศโดยปะการังธรรมชาติสามารถที่จะใช้เป็นทั้งแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเพื่อดึงดูดปลาในบริเวณ หรือ พื้นที่ใกล้เคียง เกิดการพัฒนา การรวมตัว รวมทั้งการฟื้นฟูแหล่งที่อยู่อาศัยใหม่โดยการอพยพของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติจากแนวปะการังเดิมที่ได้รับความเสียหายในพื้นที่ต่างๆ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Alvarez-Filip et al. (2011) ที่พบว่าโครงสร้างของปะการังนั้น ยิ่งมีความซับซ้อน และช่องว่างสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยมาก จะยิ่งส่งผลกระทบที่สำคัญโดยตรงต่อความสัมพันธ์ต่อจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยที่มากขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน ซึ่งโครงสร้างที่มีความซับซ้อน และช่องว่างสำหรับใช้เป็นที่อยู่อาศัยที่มากขึ้นของปะการังนี้ จะส่งผลที่ดีกว่าต่อความอุดมสมบูรณ์ของการรวมตัวกันของความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) รวมไปถึงการส่งผลในสิ่งมีชีวิตทางทะเลหลากหลายขนาด และช่วงชีวิตที่สำคัญช่วงแรกของปลาขนาดใหญ่ที่เข้ามาอยู่อาศัย ซึ่งส่งผลต่อการเกิดห่วงโซ่อาหารที่ยาวกว่าตามธรรมชาติ ที่มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Hixon & Beets (1989) ที่พบว่าการเลือกที่อยู่ของสัตว์น้ำในสภาพแวดล้อมทางทะเลขึ้นอยู่กับขนาดของแนวปะการังเทียม ซึ่งจะส่งผลต่อการกระจายตัวของปลาในบริเวณนั้นๆ โดยการทดลองใช้แนวปะการังเทียมที่ทำจากอิฐบล็อก ซึ่งมีช่องว่างหลากหลายขนาดเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างช่องว่าง กับจำนวนปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น โดยพบว่าปลามักเลือกที่จะอาศัยอยู่ตามช่องว่างที่มีขนาดเท่ากับขนาดของตัวเอง ด้วยเหตุผลในด้านการป้องกันตัวจากการถูกล่า นวัตปะการังจึงถูกสร้างโดยเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์ซีเมนต์แบบ 3 มิติ เพื่อทำให้การขึ้นรูปออกมาพร้อมกับคุณสมบัติด้านการใช้งานที่มีประสิทธิภาพดังกล่าว ทั้งวัตถุประสงค์ด้านความเสมือนกลมกลืนกับแนวปะการังจริงมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Guilbeau et al. (2003) และ Xu et al. (2019) ที่พบว่าปูนซีเมนต์ที่ใช้ในการผลิตปะการังเทียมทั่วไปนั้น (Portland Cement) มีค่าความเป็นกรด – ด่างที่สูง โดยมีค่า pH 13 โดยประมาณ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการปรับค่า pH ภายใต้สภาพแวดล้อมทางทะเลอย่างน้อยเป็นเวลา 6 เดือน ก่อนที่ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) บริเวณพื้นผิวของปะการังเทียมนั้นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จะเข้าใกล้ค่า pH ของน้ำทะเลตามธรรมชาติ ทำให้การลงเกาะ การยึดติด และการเจริญเติบโตของปะการังจริงนั้นใช้เวลานาน ซึ่งเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังไปด้วย ในขณะเดียวกันการศึกษาของ Relini (2000) มีการแสดงให้เห็นว่าพื้นผิวของปูนซีเมนต์ที่มีสารเติมแต่งแร่ธาตุ เช่น เถ้าลอย (Coal Fly Ash Cement) และตะกรันเตาถลุงเหล็ก (Blast-Furnace Slag) ซึ่งมีผลต่อการลงเกาะ การยึดติด และการเจริญเติบโตของปะการังจริงที่เร็วกว่าไม่มากนัก เนื่องจากมีค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ที่ต่ำกว่าปูนซีเมนต์ธรรมดา (Portland Cement) โดยพื้นผิวซีเมนต์ที่เสมือนจริงนั้น มีความสำคัญในการคิดค้น และการศึกษาเพื่อพัฒนาด้านการวิจัยนวัตปะการังเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ยังมีการศึกษาของ Wilson et al. (2010) ที่แสดงให้เห็นว่าโครงสร้างจากซากปะการังที่ตายแล้วนั้น (Dead Coral Habitat) ก็มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล เพราะไม่ได้มีเฉพาะปลาที่อาศัยอยู่ตามบริเวณแนวปะการังที่มีชีวิตเท่านั้น แต่ยังมีปลาบางสายพันธุ์ที่มักจะอยู่อาศัย และใช้ประโยชน์จากแนวปะการังที่ตายแล้ว นอกจากนี้การศึกษาของ Fitzhardinge & Bailey-Brock (1989) มีการเปรียบเทียบวัสดุในการลงเกาะ และการเจริญเติบโตของปะการัง พบว่า ซีเมนต์คอนกรีต และโลหะ มีการลงเกาะของปะการังจริงมากที่สุด กล่าวสรุปได้ว่านวัตปะการังมีความสัมพันธ์ และความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยเฉพาะด้านความสามารถในการเพิ่มความกลมกลืนกับธรรมชาติ โดยมีส่วนในการช่วยแก้ปัญหาปะการังเสื่อมโทรม ลดการก่อมลภาวะทางทัศนียภาพทางท้องทะเล และนวัตปะการังยังมีส่วนในการช่วยเพิ่มความสวยงาม ความแข็งแรง คงทน การถอด – ประกอบชิ้นส่วน รวมทั้งความสามารถในการปรับปรุงรูปแบบได้หลากหลาย พื้นผิว และวัสดุของนวัตปะการังที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อส่งผลกระทบเชิงบวกต่อการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล การเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจชุมชน การประมงและการท่องเที่ยว รวมถึงการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว และการกระตุ้นการมีส่วนร่วมภายในชุมชน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2.2 การเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์

การศึกษาการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและชนิดพันธุ์ จากผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำก่อน และหลังทำการติดตั้งนวัตปะการังในครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ไม่มีความแตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับ รุจิรา และคณะ (2561) ที่พบว่า การศึกษาคุณภาพน้ำในช่วงก่อน และหลังวางปะการังเทียม ณ เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี ด้วยการเก็บตัวอย่างในช่วงก่อนการจัดวางปะการังเทียม (เดือนมิถุนายน พ.ศ.2558) และหลังการจัดวางปะการังเทียม (เดือนกันยายน พ.ศ.2559 และเดือนมิถุนายน พ.ศ.2560) จำนวน 7 สถานี พบว่า คุณภาพน้ำโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่มีค่าที่เปลี่ยนแปลงไป ยกเว้นค่าความเป็นกรด – ด่างในการศึกษา 2 ปี

หลังการวางปะการังเทียม ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ จากการศึกษาปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนียไนไตรท ไนเตรท และฟอสเฟต) และความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก (เหล็ก ทองแดง สังกะสี และแมงกานีส) พบว่า ปริมาณธาตุอาหาร และความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนัก ไม่มีความแตกต่าง ทั้งนี้ งานวิจัยนวัตปะการังพบว่า มีจำนวนสิ่งมีชีวิตที่เข้ามาอยู่อาศัยเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ติดตั้งในพื้นที่การศึกษา ซึ่งพบสิ่งมีชีวิตจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ (1) ปะการังกิ่งก้าน (Branched Coral) (2) ดอกไม้ทะเล (Ritteri Anemone) (3) ปลิงดำแข็ง (Black Sea Cucumber) (4) ปลากะพงปานข้างลาย (Russell's Snapper) (5) ปลาการ์ตูนอินเดียนแดงชมพู (Pink Skunk Clownfish) (6) ปลาสลิดหิน (Black Damsel) (7) เม่นทะเล (Long-spined Sea Urchin) (8) ปลานกแก้ว (Parrotfish) (9) ปลาสลิดหินลายบั้ง (Indo-pacific Sergeant) (10) ปลานกขุนทอง (Batu Coris) (11) ปลาผีเสื้อแปดแถบ (Eight-band Butterflyfish) (12) ปลาสลิดหินนีออน (Electric Blue Damsel) (13) ปลาเขียวพระอินทร์ (Moon Wrasse) (14) ปลากระรอกแดง (Squirrel Fish) (15) ปลากะพงแดง (Snapper) และ (16) หอยมือเสือ (Fluted Giant Clam) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อศลย์ และคณะ (2559) ที่พบว่า อัตราการครอบคลุมของปะการังมีชีวิต และปะการังที่ตายแล้วเป็นตัวแปรที่ใช้ในการทำนายลักษณะของประชาคมปลาในแนวปะการังได้ โดยโครงสร้างชุมชนปะการังจะส่งผลต่อลักษณะของประชาคมปลาในแนวปะการัง เนื่องจากปัจจัยด้านอาหาร และการใช้ปะการังเป็นที่อยู่อาศัยของปลาในแต่ละช่วงอายุของปลา ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ รังสิวุฒิ และคณะ (2561) ที่พบว่าระยะเวลาในการจมของตัวเรือใต้ทะเลที่มากพอ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพและชีวภาพที่ทำให้มีลักษณะใกล้เคียงกับแนวปะการังธรรมชาติ ส่งผลทำให้ปลาที่พบมีโอกาสคล้ายคลึงกันในแต่ละพื้นที่ที่มีเรือจม โดยจากการเปรียบเทียบประชาคมปลาที่อาศัยบริเวณเรือพระทอง และกองปลาเหลือง ภายหลังการจัดวางเรือตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ.2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2558 พบว่า ปลาบริเวณเรือพระทองมีทั้งหมด 69 ชนิด จาก 30 ตระกูล มีความหนาแน่น 1,083 ตัว ต่อ 200 ตารางเมตร พบกลุ่มปลาที่มีสัดส่วนมากที่สุด ได้แก่ ปลากินปลา (Piscivore) กลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) และกลุ่มปลากินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertivore) ในขณะที่ปลาบริเวณกองปลาเหลืองพบทั้งหมด 93 ชนิด จาก 24 ตระกูล มีความหนาแน่นเท่ากับ 439 ตัว ต่อ 200 ตารางเมตร ก็พบกลุ่มปลากินแพลงก์ตอน (Planktivore) และกลุ่มปลากินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertivore) เป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนมากที่สุดเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.2.3 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ผลการศึกษาพบว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่เป็นเพศชาย รองลงมาเป็นเพศหญิง ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับปริญญาตรี มีสถานภาพสมรส มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,001 – 20,000 บาท และส่วนใหญ่เป็นกลุ่มนักท่องเที่ยว รองลงมาเป็นกลุ่มผู้ประกอบการในพื้นที่ และกลุ่มที่ประกอบอาชีพประมง โดยผลจากงานวิจัยนี้พบว่า ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ชุมชนมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังในระดับที่แตกต่างกันออกไปตามกลุ่มของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยจะได้ขยายผลต่อไปในข้อเสนอแนะการต่อยอดงานวิจัยในแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน ทั้งนี้ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้ พบความสันพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับทุกตัวแปรของการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของงานวิจัย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราพร (2555) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ จะนำไปสู่การจัดการทรัพยากรของชุมชนที่เป็นระบบ ซึ่งการจัดการทรัพยากรชายฝั่งของชุมชนจำเป็นต้องให้ภาครัฐมีส่วนร่วมในการให้ความรู้ ส่งเสริม สนับสนุนการจัดกิจกรรมการอนุรักษ์ทรัพยากรและการเฝ้าระวังด้านการฟื้นฟู รวมทั้งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิภา (2559) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการองค์ความรู้ของชุมชน จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ คือ คน ความรู้ และกระบวนการที่จะต้องได้รับความร่วมมือจากภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคประชาสังคม และภาคประชาชน ทั้งในด้านจิตใจ กลยุทธ์ และการประชาสัมพันธ์เพื่อให้ข้อมูล และแนวทางในการบริหารจัดการไปในทิศทางเดียวกัน โดยเปิดโอกาสให้ประชาชนได้มีส่วนร่วมคิดวิพากษ์ วิจารณ์ จัดตั้งคณะทำงาน เครือข่ายผู้นำชุมชน อาสาสมัครชุมชนเป็นคณะทำงาน เพื่อการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ และการมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล ซึ่งกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนสามารถเป็นตัวชี้วัดระดับการมีส่วนร่วมของชุมชนได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี และคณะ (2558) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนพื้นที่หาดสระบัว ตำบลท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้เกิดการตระหนักถึง และการรับรู้ด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนที่อยู่ในการมีส่วนร่วมระดับปานกลาง และยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สันติ และรัชดา (2558) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ป่าชายเลนของชุมชนตำบลเขาถ่าน อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทำให้เกิดการตระหนักถึงและการรับรู้ด้านการอนุรักษ์ป่าชายเลนที่อยู่ในการมีส่วนร่วมระดับปานกลาง รวมทั้งความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฏฐธิดา และยุทธพงษ์ (2560) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของเทศบาลเมืองสามพราน จังหวัดนครปฐม ทำให้เกิดการตระหนักถึงและการรับรู้ด้านการอนุรักษ์ที่อยู่ในระดับปานกลาง โดยประชาชนส่วนใหญ่มีส่วนร่วมด้านการรับผลประโยชน์จากการดำเนินงานในพื้นที่มากที่สุด ในขณะที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากงานวิจัยนี้มีการยอมรับนวัตปะการังในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จุรีพร และวาสนา (2553) ที่กล่าวว่า ชุมชนบ้านยองแหละ อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ที่ทำเกษตรกรรม โดยการปลูกข้าวเป็นหลัก โดยมีนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการเกษตรเข้ามาช่วยในกิจกรรมดังกล่าว ได้แก่ ท่อพีวีซี ปุ๋ย เคมี รถไถ และน้ำหมักชีวภาพ ซึ่งชุมชนได้มีการยอมรับนวัตกรรม และเทคโนโลยีทางการเกษตร เช่น การนำท่อพีวีซีไปใช้แทนไม้ไผ่เพื่อส่งน้ำเข้านา เป็นต้น โดยนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการเกษตรนี้ มีความสอดคล้องกับบริบทของชุมชนทั้งทางด้านสังคม วัฒนธรรม และเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีความสอดคล้องกันกับงานของ ชนกันต์ (2559) ที่กล่าวว่า นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความจำเป็นต่อธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน เนื่องจากเป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน ทั้งนี้เทคโนโลยีชีวภาพจะเป็นส่วนสำคัญในการผลักดันทำให้เกิดนวัตกรรมต่างๆ ในพื้นที่ เช่น การปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ การผลิตสัตว์น้ำเพศเดี่ยวโดยไม่ใช้ฮอร์โมน การผลิตสัตว์น้ำให้มีคุณภาพ การสร้างมาตรฐานความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งนวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้นจะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยแก้ปัญหาของเกษตรกรไทยให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และส่งเสริมประเทศไทยให้เป็นฐานการผลิตสัตว์น้ำที่สำคัญของโลก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริศักดิ์ (2561) ที่ศึกษานวัตกรรมบ้านปลา ชุมชนเนินฆ้อ ตำบลเนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ชาวบ้านในชุมชนเกิดการยอมรับนวัตกรรมบ้านปลาจากท่อ PE 100 เนื่องจากนวัตกรรมบ้านปลาจากท่อ PE 100 สามารถแก้ไขปัญหาที่เป็นไปตามความต้องการของชุมชน ซึ่งนวัตกรรมบ้านปลาจากท่อ PE 100 เป็นการช่วยเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและแก้ไขจุดอ่อนของบ้านปลาในรูปแบบเดิม จนเป็นผลทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาการลดลงของสัตว์น้ำในชุมชนที่ประสบผลสำเร็จอย่างยั่งยืน ทำให้เศรษฐกิจของชุมชนกลับมาฟื้นตัว และชาวบ้านในชุมชนมีรายได้มากขึ้น จึงสะท้อนให้เห็นได้ชัดว่า ชาวบ้านในชุมชนเกิดการยอมรับในนวัตกรรมบ้านปลาจากท่อ PE 100 จากการมีส่วนร่วมในการจัดสร้างนวัตกรรมบ้านปลาจากท่อ PE 100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรศรี และทิพวรรณ (2562) ที่กล่าวว่า ความตั้งใจที่จะใช้งานมีผลต่อการตัดสินใจยอมรับและเลือกใช้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน การรับรู้ถึงความเสี่ยง มีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้งาน ทั้งนี้จากงานวิจัยของ ชนนิกานต์ และยุบล (2561) กล่าวว่า คุณลักษณะของนวัตกรรม ภาพลักษณ์ขององค์กร และชื่อเสียง มีความสัมพันธ์ทางบวก หรือ ในทิศทางเดียวกันกับการยอมรับนวัตกรรม โดยเฉพาะด้านความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่จากการศึกษานวัตปะการังของงานวิจัยนี้ ได้รับการบริการของระบบนิเวศทางทะเลในระดับที่ค่อนข้างมาก ซึ่งบริการของระบบนิเวศทางทะเลที่ได้รับ ได้แก่ การเกิดแหล่งผลิต การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ การรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิไลวรรณ (2557) ที่กล่าวว่า การมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา จัดทำแผนชุมชน และการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศบริการป่าชายเลน ตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ได้แก่ การฟื้นฟูกลุ่มอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าชายเลน ทรัพยากรประมง และมีส่วนร่วมในการรับองค์ความรู้ และภูมิปัญญา จะส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศบริการป่าชายเลนในการประกอบอาชีพประมง และอาชีพแปรรูปสัตว์น้ำ ทั้งนี้ชุมชนยังจะได้รับประโยชน์ทางอ้อมจากการที่มีผู้มาศึกษาดูงานป่าชายเลน ซึ่งสอกคล้องกับงานวิจัยของ ศักดิ์ศรี (2560) ที่กล่าวว่า การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ สามารถนำการประเมินมูลค่าบริการของระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วย การเป็นแหล่งผลิต (Provisioning Service) การควบคุม (Regulation Service) วัฒนธรรม (Cultural Service) และการสนับสนุน (Supporting Service) มาเป็นเครื่องมือในการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการนิเวศต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรวีร์ และคณะ (2561) ที่กล่าวว่า การรับรู้ประโยชน์ยางนา นิเวศบริการ การประเมินมูลค่าการอนุรักษ์จากการรับรู้ประโยชน์ของยางนา เป็นส่วนหนึ่งในมูลค่าทั้งหมดทางเศรษฐศาสตร์จากนิเวศบริการ โดยเมื่อประชาชนรู้จักบริการจากยางนา ก็จะสามารถระบุประโยชน์ของยางนาได้ถูกต้อง รวมไปถึงการรับรู้การรักษาคุณภาพดินและน้ำมันจากยางนา และความเต็มใจที่จะร่วมบริจาคเพื่ออนุรักษ์นิเวศบริการ ซึ่งจำแนกออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวัฒนธรรมสังคม ด้านการเป็นแหล่งผลิต และด้านการควบคุมกลไกทางธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของฝอยฝา และคณะ (2559) ที่กล่าวว่า การประเมินคุณค่าของระบบนิเวศมีผลกระทบต่อการสร้างความอยู่ดีมีสุข โดยคุณประโยชน์จากการใช้บริการของระบบนิเวศในพื้นที่ชายฝั่งทะเลและพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ในระดับสูง การใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวอยู่ในระดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปานกลาง ในขณะที่แนวโน้มของการใช้บริการทางระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการใช้ชีวิต รายได้ และความสัมพันธ์ภายในชุมชน ในทางตรงกันข้าม งานวิจัยของ วันเพ็ญ (2559) กล่าวไว้ว่า บริการระบบนิเวศของชุมชนชานเมืองกรุงเทพมหานคร มีผลทำให้พื้นที่ธรรมชาติลดลงเนื่องจากมีการแทนที่ด้วยอาคารสิ่งปลูกสร้าง ซึ่งนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของคุณภาพอากาศ อุณหภูมิสูงขึ้น และความมีสุนทรียภาพลดลง ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องสร้างกระบวนการพัฒนาเมืองที่เป็นมิตรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ชุมชนควรได้รับจากบริการด้านการจัดหา (Provisioning) ซึ่งมาจากการทำการเกษตรกรรม ได้แก่ การปลูกข้าวและผักบนพื้นที่สีเขียว การรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติ (Regulating) หรือ พื้นที่สีเขียวในชุมชน ซึ่งจะสามารถช่วยกักเก็บน้ำได้ในช่วงฤดูฝน รวมถึงการช่วยลด หรือ ป้องกันการแพร่กระจายของแมลงที่เป็นศัตรูพืช หรือ เชื้อโรคได้ สำหรับด้านการสนับสนุน หรือ ประโยชน์ทางอ้อมของระบบนิเวศ ที่ส่งผลให้มนุษย์มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น (Supporting) พื้นที่สีเขียวในชุมชน จะมีส่วนช่วยในการเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่างๆ ในระบบนิเวศ สำหรับการรักษาอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่น (Culturing) จะมีส่วนช่วยในด้านบริการการท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ โดยบริการของระบบนิเวศข้างต้น จะสามารถนำไปสู่แนวทางการพัฒนาเมืองที่ยังคงรักษาไว้ได้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพของเมือง ทั้งนี้คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนในพื้นที่การศึกษาที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังนั้น พบว่าคุณภาพชีวิตจัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสันพันธ์ซึ่งกันและกันกับตัวแปรด้านการศึกษาอื่นๆ ในระดับที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของชุมชนโดย สุภาวดี และคณะ (2562) ที่มีการศึกษาด้านการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชนตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่าประชาชนได้รับผลกระทบเชิงบวกทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านสุขภาพทางจิตใจ และด้านสุขภาพทางกาย จากการพัฒนาสภาพแวดล้อมภายในชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อิศราวุฒิ (2558) ที่กล่าวว่า ประชาชนมีความสัมพันธ์และผูกพันกับสถาบันครอบครัว ชุมชน กลุ่มสมาคม และที่ทำงาน โดยได้รับผลกระทบจากมลภาวะทางอากาศและมลภาวะทางน้ำที่มีคุณภาพ ที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ที่น่าอยู่อาศัย ควบคู่ไปกับสุขภาพด้านอนามัยที่เกิดจากการพักผ่อนที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฆายนีย์ และอนรรฆ (2562) ที่กล่าวไว้ว่า คุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งมาจากคุณภาพชีวิตด้านสิ่งแวดล้อมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือ คุณภาพชีวิตด้านจิตใจ ด้านความสัมพันธ์ทางสังคม และคุณภาพชีวิตด้านร่างกาย

โดยมีข้อเสนอแนะจากงานวิจัยด้านความสัมพันธ์ทางสังคม คือ ควรมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมความสัมพันธ์ในครอบครัว และด้านสิ่งแวดล้อม คือ ควรมีการส่งเสริมนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นเศรษฐกิจ หรือ การเพิ่มรายได้ให้กับประชาชนในภาพรวม จึงกล่าวสรุปได้ว่า ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการังมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังในระดับที่ค่อนข้างมาก มีการยอมรับนวัตปะการังในระดับมากที่สุด การได้รับการบริการของระบบนิเวศทางทะเลในระดับที่ค่อนข้างมาก และการมีคุณภาพชีวิตอยู่ในระดับมาก ในขณะที่การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการังนั้นมีอิทธิพลเชิงบวกต่อบริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรม และคุณภาพชีวิตของชุมชนภายหลังการติดตั้งนวัตปะการัง ซึ่งผู้วิจัยจะได้ใช้ข้อมูลข้างต้นดังกล่าว ไปเป็นแบบแผน และแนวทางในการกำหนดข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนในหัวข้อที่ 7.3.4 ต่อไป

7.2.4 การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของผลประโยชน์เชิงสังคมในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

จากเหตุผลข้างต้นทางปัจจัยด้านการยอมรับนวัตกรรม การมีส่วนร่วมในการพัฒนาวัดปะการังและการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล ซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัยในชุมชน ทั้งในด้านสุขภาวะด้านสุขภาพ สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน สุขภาวะด้านจิตใจ และสุขภาพด้านสิ่งแวดล้อมนั้น สามารถนำไปสู่รูปแบบการพัฒนาและการอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชนอย่างยั่งยืนเพื่อประโยชน์เชิงสังคม ตลอดจนการสร้างสภาพแวดล้อม และมาตรฐานความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น อันเกิดจากการใช้นวัตกรรม และรูปแบบการศึกษาของการมีส่วนร่วมเพื่อพัฒนาและฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลจากงานวิจัยนวัตปะการังนี้ ซึ่งจะเป็นรูปแบบแนวทางในการช่วยส่งเสริมจากระดับพื้นที่ชุมชน สู่การพัฒนาด้านเศรษฐสังคม (Socioeconomic Factors) ระดับประเทศชาติต่อไป

โดย นวัตปะการัง มีความเกี่ยวข้องในการช่วยสร้าง (1) ปัจจัยด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Natural Resource) ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตของประเทศ กล่าวคือ เป็นการนำความสมดุลด้านผลิตภาพกลับคืนสู่ท้องถิ่น นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มความสามารถในการอนุรักษ์ การพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรักษาไว้ซึ่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณภาพสูง ที่เอื้อต่อการสร้างมูลค่าเพิ่ม รวมทั้งความสามารถในการรองรับการผลิต และการบริโภคในระดับชุมชนได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ นวัตปะการัง ยังเป็นการส่งเสริมคุณภาพ (2) ปัจจัยด้านทุนมนุษย์ (Human Capital) ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการขับเคลื่อน และพัฒนาประเทศ โดยการเสริมสร้างทุนมนุษย์ที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ สอดคล้องกับการผลิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และการบริการที่จะเพิ่มสูงขึ้นในพื้นที่ชุมชน (3) ปัจจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (Science and Technology) ในการเป็นพื้นที่นำร่องสำหรับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยเฉพาะวิธีการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง การกลับมาของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และการเพิ่มความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ทางทะเลในพื้นที่เสื่อมโทรม ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาประสิทธิภาพ (4) ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพ (Physical Infrastructure) ในการรองรับนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งการคมนาคมขนส่งทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ด้านโทรคมนาคมและการสื่อสาร ด้านการพลังงาน ด้านการสาธารณสุข ด้านสาธารณูปโภค ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมในชุมชนที่ดียิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การออกแบบวางแผน และการจัดลำดับความสำคัญในนโยบาย และ (5) ปัจจัยด้านกฎหมายและกฎระเบียบ (Regulation) ที่เหมาะสมต่อการจัดการเพื่อยกระดับประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ การพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศทางทะเลอย่างยั่งยืนต่อไป

7.3 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การนำเสนอในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยนำเสนอข้อเสนอแนะจากการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อเสนอแนะด้านวิชาการ (2) ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินงาน (3) ข้อเสนอแนะในการต่อยอดงานวิจัย และ (4) ข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

7.3.1 ข้อเสนอแนะด้านวิชาการ

7.3.1.1 การนำวิธีการตรวจสอบสิ่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ผ่านวัตถุ โดยเฉพาะ Tidal Wave และการตรวจวัดค่าองค์ประกอบทางเคมีในสภาพแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่ที่จะติดตั้งนวัตปะการัง ไปใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบของชีวจำลอง (Biomimicry Design Process) ในการหาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของ Collaborative New Product Development ในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้จากงานวิจัยนี้ให้มีความครอบคลุมมากขึ้น

ทั้งนี้การนำข้อมูลเพิ่มเติมด้าน External Relations ดังกล่าว ควรใช้เครื่องมือในการตรวจสอบ และวิเคราะห์ผลเพิ่มเติม เช่น การคำนวณค่าความรุนแรงของกระแสคลื่นใต้น้ำต่อวัตถุ หรือ วัสดุที่ใช้ในการผลิต และการออกแบบโครงสร้างที่จะนำไปใช้ (Tidal Analysis) รวมทั้งการคาดการณ์ และผลกระทบสูงสุดที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับนวัตปะการังที่จะทำการติดตั้งในพื้นที่ต่างๆ (Prediction Module)

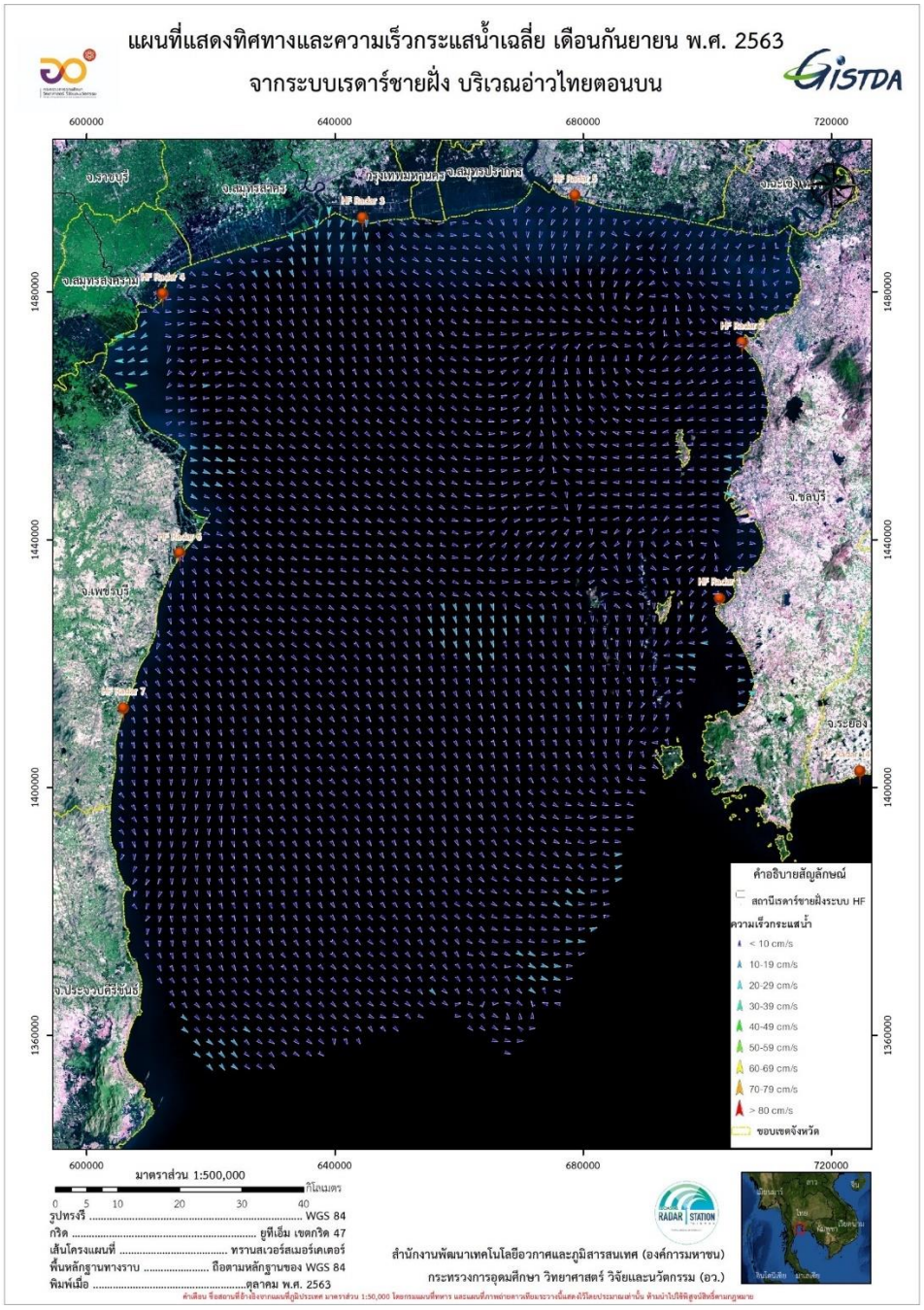
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 65 การนำวิธีตรวจสอบ Tidal Wave เข้ามาใช้ร่วมกับกระบวนการออกแบบของชีวจำลองในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

Internal Relations	
ระบุหน้าที่ทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง (Identify Related Biological Functions)	**ระบุปัจจัยด้านบริบทที่เกี่ยวข้อง (Define Relevant Contextual Factors)**
ความโดดเด่น/ความสวยงามตามธรรมชาติ	**รูปแบบ**
ความเหมาะสมต่อสิ่งมีชีวิต	**ลักษณะทางโครงสร้าง**
ความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล	
ความเหมาะสมต่อการขยายพันธุ์	**ลักษณะพื้นผิว**
ความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต	
External Relations	
ผลกระทบจากปัจจัยภายนอก ⟷	**ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้อง**

ในกรณีที่ไม่อาจสามารถเก็บข้อมูลในสภาพแวดล้อมโดยรอบของพื้นที่จริงได้ อาจมีการนำข้อมูลทุติยภูมิที่หาได้จากองค์กร หรือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วย Collaborative New Product Development ดังกล่าวเช่นตัวอย่างในภาพที่ 71 ดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 71 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากข้อมูลทุติยภูมิในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ด้วย Collaborative New Product Development ร่วมกับกระบวนการออกแบบชีวจำลอง (Biomimicry Design Process)

ในขณะเดียวกัน ควรมีการศึกษาการใช้พื้นที่ทางทะเลก่อนดำเนินโครงการต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตอยู่เสมอ เพื่อป้องกันการใช้พื้นที่ทางทะเลทับซ้อนกับองค์กร หรือหน่วยงานอื่น ด้วยการศึกษาคู่มือการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเล ในข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

เรื่องการแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ และกำหนดพื้นที่คุ้มครองทางทะเล (Marine Spatial Planning: MSP) จากทุกองค์กร และทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

7.3.2 ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินงาน

7.3.2.1 การสร้างเครือข่ายพันธมิตร ร่วมผลักดันการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ และเตรียมขยายผลไปสู่การสร้างเครือข่ายกับประชาชน เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกและร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนต่อไป เพื่อเป็นการให้ความรู้ และผลการวิจัยเกี่ยวกับนวัตปะการัง ตลอดจนการดำเนินการศึกษาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่ที่มีความเสื่อมโทรมทางทะเล โดยเริ่มต้นจากประเทศไทย

7.3.2.2 จัดตั้งกองทุน หรือ มูลนิธิ “นวัตปะการัง” เพื่อระดมทุน (Crowdfunding) และจัดตั้งโครงการเพื่อนำทุนสนับสนุนที่ได้ไปใช้ในการจัดทำโครงการสนับสนุนธุรกิจเพื่อสังคม (Social Enterprise: SE) ในพื้นที่ต่างๆ ต่อไป เพื่อประโยชน์สูงสุดต่อประชาชน สังคม และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

7.3.2.3 การใช้บันทึกความเข้าใจ (Memorandum of Understanding: MOU) ในการลงนามความร่วมมือร่วมกับกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (ทช.) ที่แล้วเสร็จไปนั้น ในการขออนุญาตใช้พื้นที่ หรือ การดำเนินโครงการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยนวัตปะการังร่วมกัน เพื่อขยายขอบเขต และลดข้อจำกัดด้านการใช้พื้นที่ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3.2.4 การขอความร่วมมือในการดำเนินงานจากราชการส่วนท้องถิ่นภายในประเทศ ได้แก่ องค์การบริหารส่วนจังหวัด เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล หรือ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรูปแบบพิเศษในพื้นที่ต่างๆ ก่อนที่จะเข้าไปดำเนินการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในพื้นที่

7.3.2.5 การขึ้นทะเบียนผลงานจากงานวิจัยนี้ ไว้กับบัญชีนวัตกรรมไทย เพื่อทำให้เกิดสัญญาผูกพันกับองค์กร หรือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการจัดซื้อจัดจ้าง ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในเชิงพาณิชย์สำหรับผู้วิจัย และการใช้งานอันเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

7.3.3 ข้อเสนอแนะในการต่อยอดงานวิจัย

7.3.3.1 การศึกษาและเปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และชนิดพันธุ์ (Species Diversity) รวมทั้งจำนวนสิ่งมีชีวิต ก่อนทำและหลังทำการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่อื่นๆ เพิ่มเติม

7.3.3.2 การศึกษาและเปรียบเทียบรูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการังในพื้นที่อื่นๆ เพิ่มเติม

7.3.3.3 การศึกษาเพื่อนำนวัตปะการังไปใช้เป็นสถานีทดแทนปะการังธรรมชาติ (Smart Station) ในการเก็บข้อมูล และติดตั้งอุปกรณ์ในอนาคต เช่น เครื่องวัดการตกตะกอน อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ แสง กล้อง บันทึกภาพ และวิดีโอใต้น้ำแบบรายงานผลได้ทันที (Real-time) เพื่อเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และสังเกตการณ์ปะการังฟอกขาวทางทะเลในพื้นที่ต่างๆ

7.3.3.4 การศึกษาเพื่อนำนวัตปะการังไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Dominant Design) สำหรับการสร้าง และพัฒนาปะการังเทียมรูปแบบใหม่อื่นๆ ที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

7.3.3.5 การทำแนวปะการังเทียมเพื่อการท่องเที่ยวทดแทนแนวปะการังจริง หรือสวนปะการังใต้น้ำ (Marine Park) เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับการฝึกดำน้ำ แหล่งศึกษาวิจัยระบบนิเวศแนวปะการัง รวมทั้งแหล่งเพาะพันธุ์ และอนุบาลสัตว์น้ำ เพื่อส่งเสริมพื้นที่สำหรับการประมง ซึ่งนำไปสู่โอกาสในการสร้างอาชีพใหม่ การสร้างรายได้ ที่จะทำให้เศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของคนในชุมชนดีขึ้น เพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลอย่างยั่งยืน

7.3.3.6 การศึกษาเพื่อนำนวัตปะการังไปใช้ในโครงการคาร์บอนเครดิต (Carbon Credit) ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกโดยการดำเนินโครงการด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) แต่จะมุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์กับองค์กร หรือ บริษัทต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และต้องการชดเชยให้กับสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่เสื่อมโทรม ด้วยการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการังและการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมทางทะเลเฉพาะพื้นที่ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3.4 ข้อเสนอแนะแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

แผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนนั้น มีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่เก็บรวบรวมและผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะเรื่องความท้าทายด้านการปลูกฝังความมีส่วนร่วมด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลในท้องถิ่นของกลุ่มชาวประมงที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ เนื่องจากผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยแบ่งตามกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชนนั้นมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นกลุ่มชาวประมงในพื้นที่

ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน มากกว่าผู้ตอบแบบสอบถามที่มีระดับการศึกษาและรายได้เฉลี่ยต่อเดือนในระดับที่ต่ำกว่า ซึ่งในมุมมองของแนวคิดทางด้านนวัตกรรมนั้น สามารถที่จะใช้บุคคลในกลุ่มที่มีระดับการศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงนี้ เพื่อเป็นกำลังหลักในการแพร่กระจายนวัตกรรม (Diffusion of Innovation) และการยอมรับนวัตกรรม (Diffusion and Adoption of Innovation) โดย Rogers E. M. & Shoemaker F. F. (1971) และ Rogers et al. (2014) ในการช่วยสนับสนุน และส่งเสริมการปลูกฝังความมีส่วนร่วมด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลในท้องถิ่นของกลุ่มชาวประมงที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เพื่อนำเสนอข้อเสนอแนะด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืนนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้รูปแบบจากแผนแม่บทย่อยภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) ซึ่งมีความสอดคล้องกับประเด็นการยกระดับมาตรฐานการบริการ และการบริหารจัดการการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลก (Sustainable Development Goals: SDGs) ในการอธิบายข้อเสนอแนะด้านนี้ ดังต่อไปนี้

โครงการ

การส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนที่อยู่อาศัยในท้องถิ่นเพื่อการตระหนัก รับรู้ และการให้ความสำคัญต่อคุณค่าด้านอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการังและสิ่งแวดล้อมทางทะเลในพื้นที่

หลักการและเหตุผล

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อสภาพแวดล้อมทางทะเล ซึ่งนอกจากจะมีความสวยงามตามธรรมชาติแล้ว แนวปะการังยังมีบทบาทหลักในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย การวางไข่ การอนุบาลตัวอ่อนสัตว์น้ำ เป็นที่หลบภัยจากนักล่าของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลหลายชนิด ทั้งนี้ แนวปะการัง ยังเป็นทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลที่เป็นรากฐานของการพัฒนาเศรษฐกิจจากหลากหลายกิจกรรมในท้องถิ่น

ปัจจุบันแนวปะการังทั่วโลกได้รับความเสียหายจากอิทธิพลปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิน้ำทะเลที่สูงขึ้น การเกิดพายุ คลื่น กระแสลมแรง อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น รวมไปถึงการทำกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การท่องเที่ยวทางทะเลในแนวปะการัง การทิ้งขยะ การเก็บปะการัง การทิ้งสมอเรือ การประมง การปล่อยน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การทำลายหน้าดินเพื่อการพัฒนาแนวชายฝั่ง ส่งผลทำให้เกิดการแตกหัก เสียหาย และตายของปะการัง ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของปะการังลดลง เกิดความเสียหายต่อระบบนิเวศ และสภาพแวดล้อมทางทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภัยคุกคามข้างต้นทำให้เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ซึ่งเป็นสัญญาณที่แสดงถึงสถานการณ์ความกดดันของปะการัง เนื่องจากระบบนิเวศ หรือ สภาพแวดล้อมทางทะเลที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปะการัง ซึ่งหากปะการังไม่สามารถฟื้นตัว และคืนสภาพได้ภายใน 2 – 3 เดือน ปะการังก็จะตายไปในที่สุด

ในประเทศไทย องค์กรต่างๆ ได้เลือกใช้ปะการังเทียมเพื่อการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไป ทั้งการจัดทำปะการังเทียมขึ้นมาเพื่อการใช้งานตามวัตถุประสงค์โดยเฉพาะ เช่น ปะการังเทียมคอนกรีตทรงลูกบาศก์ และปะการังเทียมคอนกรีตรูปโดม เป็นต้น ปะการังเทียมจากวัตถุ หรือ วัสดุเหลือใช้ต่างๆ เช่น ท่อคอนกรีต

ยางรถยนต์ ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า ตู้รถไฟ รถถัง และแท่นปิโตรเลียม เป็นต้น รวมทั้งโครงการทำปะการังเทียมของหน่วยงานต่างๆ ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของอาสาสมัครผู้ที่ให้ความสนใจ ผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชน หรือ ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียที่เกี่ยวข้อง ในการร่วมกันทำปะการังเทียมจากอิฐบล็อก และท่อ PVC เพื่อฟื้นฟูแนวปะการังธรรมชาติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มพื้นที่ลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ที่อยู่อาศัย และที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลในพื้นที่เสื่อมโทรม

ถึงแม้หลายโครงการจะดึงการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น แต่จากการสำรวจเบื้องต้นยังพบว่า ประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มชาวประมงยังไม่เห็นความสำคัญของการมีส่วนร่วมและการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการังเท่าที่ควร ดังนั้นการส่งเสริม และสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่นั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อปลูกฝังจิตสำนึกด้านความหวงแหน และความภาคภูมิใจในทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการัง และสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ อันจะนำไปสู่แนวทางที่ดีในการอนุรักษ์ รวมไปถึงการฟื้นฟู และการช่วยกันรักษาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของคนในชุมชน และการขยายตัวทางเศรษฐกิจท้องถิ่น จากการท่องเที่ยวในชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการยอมรับนวัตกรรมของประชาชนด้านการอนุรักษ์ และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น
2. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนด้านการอนุรักษ์ และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น
3. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการร่วมวางแผนการพัฒนาและฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น
4. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมในการดำเนินงานด้านการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น
5. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการตระหนักรู้ถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติของประชาชนในท้องถิ่น
6. เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนคุณภาพชีวิตของประชาชนในท้องถิ่น อันได้แก่ปัจจัย สุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาวะด้านสุขภาพ สุขภาวะด้านจิตใจ และสุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้ที่อยู่อาศัยในพื้นที่ โดยเฉพาะกลุ่มชาวประมง

ตัวชี้วัดความสำเร็จ

1. ระดับการยอมรับนวัตกรรมด้านการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติของกลุ่มชาวประมงท้องถิ่น
2. ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของกลุ่มชาวประมงท้องถิ่นกับคุณภาพชีวิตในพื้นที่อยู่อาศัย อันเนื่องมาจากการอนุรักษ์ และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง
3. ความตระหนัก การเห็นคุณค่าและประโยชน์ รวมทั้งจิตสำนึกด้านความหวงแหนและความภาคภูมิใจในทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการัง และสิ่งแวดล้อมของกลุ่มชาวประมงในพื้นที่
4. ความสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้านระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น
5. สิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ที่เข้ามาอยู่อาศัยในแนวปะการังชายฝั่งของท้องถิ่น
6. รายได้ และจำนวนนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน

พื้นที่ดำเนินการ

อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

ระยะเวลาดำเนินโครงการ จำนวน 1 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการดำเนินการ

โครงการส่งเสริม และสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนที่อยู่อาศัยในท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการัง และสิ่งแวดล้อมทางทะเล สามารถดำเนินการได้โดยการปกครองส่วนท้องถิ่น ได้แก่ เทศบาลตำบลเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ด้วยแผนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

ตารางที่ 66 วิธีการดำเนินการของแนวทางด้านแผนการพัฒนาชุมชนอย่างยั่งยืน

ระยะเวลา	แผนการปฏิบัติงาน (กิจกรรม)
ไตรมาสที่ 1	การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับองค์ความรู้ด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่นที่ถูกต้องและเหมาะสมอย่างจริงจัง โดยวิทยากร หรือ ผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละสาขา ให้กับกลุ่มที่มีศักยภาพ หรือกลุ่มที่มีความเป็นไปได้ในการแพร่กระจายและการยอมรับนวัตกรรมมากที่สุด (Diffusion and Adoption of Innovation) ซึ่งในที่นี้ ได้แก่ (1) กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (2) กลุ่มที่มีระดับการศึกษาสูง และ (3) กลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงในท้องถิ่น ซึ่งจะเป็นกลุ่มที่เป็นกำลังหลักในการรับ และกระจายข้อมูล หรือ ขยายวงออกไปสู่กลุ่มเป้าหมาย กล่าวคือ ชาวประมงท้องถิ่นในพื้นที่ได้ โดยแบ่งหัวข้อการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ และเรียงลำดับการให้ความสำคัญในการถ่ายถอดข้อมูล ดังต่อไปนี้
	1. ด้านการส่งเสริมให้เกิดการยอมรับนวัตกรรม ● การสร้างการรับรู้ การส่งเสริม และการสนับสนุนด้านวิธีการใช้งานนวัตกรรม ● การให้ความรู้ การส่งเสริม และการสนับสนุนให้เกิดการใช้งานจริง ● การสร้างการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานของนวัตกรรม ● การสร้างการรับรู้ด้านทัศนคติที่ดีต่อการเปิดรับนวัตกรรม ● การส่งเสริม และสนับสนุนความสนใจด้านนวัตกรรมส่วนบุคคล ● การสร้างการรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งานนวัตกรรมในพื้นที่
	2. ด้านการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม ● การดำเนินการ/วิธีการในการให้ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิบัติการต่างๆ ● การส่งเสริม และการสนับสนุนให้ผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการตัดสินใจของโครงการ ● การส่งเสริม และการสนับสนุนให้มีการติดตาม และการประเมินผลร่วมกัน ● การสร้างการรับรู้ถึงการมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ส่วนรวมร่วมกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	3. ด้านการให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญด้านการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ (บริการของระบบนิเวศทางทะเล) ● การให้ความรู้ และการสร้างการรับรู้ถึงประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ ● การให้ความรู้ และการสร้างการรับรู้ด้านวัฒนธรรมอันเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นที่มาจากทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล ● การให้ความรู้ และการสร้างการรับรู้ถึงผลกระทบเชิงบวกจากการอนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติทางทะเล ● การให้ความรู้ และการสร้างการรับรู้ด้านประโยชน์ของทรัพยากรธรรมชาติในการเป็นแหล่งผลิต และที่มาของความอุดมสมบูรณ์ในท้องถิ่น
	วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้: การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการโดยการปกครองส่วนท้องถิ่น (เทศบาลตำบลเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี)
ไตรมาสที่ 2	การให้กลุ่มที่มีศักยภาพ หรือ กลุ่มที่มีความเป็นไปได้ในการแพร่กระจายและการยอมรับนวัตกรรมข้างต้น ในการถ่ายทอด และประชาสัมพันธ์ด้านความสำคัญ ประโยชน์และโทษ การใช้และการรักษาสมดุลทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการังตามหัวข้อในไตรมาสที่ 1 ดังกล่าว ให้กับกลุ่มชาวประมงท้องถิ่นในพื้นที่ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีระดับการยอมรับนวัตกรรมปานกลาง ไปจนถึงน้อย เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายค่อยซึมซับ เข้าใจถึงหลักการและเหตุผลอย่างมีระบบ ระเบียบ เริ่มมองเห็นความสำคัญในการยอมรับ และการใช้ประโยชน์จากนวัตกรรม รวมถึงคุณประโยชน์ที่จะได้รับด้านคุณภาพชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่ดีขึ้น
	วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้: การมอบหมาย และแบ่งหน้าที่ให้ (1) กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว (2) กลุ่มที่มีระดับการศึกษาสูง และ (3) กลุ่มที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนสูงในท้องถิ่น ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีศักยภาพ และมีความเป็นไปได้ในการแพร่กระจายและการยอมรับนวัตกรรม เพื่อสร้างตัวแทนเครือข่ายพันธมิตร หรือ เครือข่ายประชาชน ในการเป็นกำลังหลักเพื่อร่วมผลักดัน กระจายข้อมูล และปลูกฝังจิตสำนึกด้านความสำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติท้องถิ่นทางทะเล ให้กับกลุ่มเป้าหมายของโครงการ คือ กลุ่มชาวประมงในพื้นที่ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ไตรมาสที่ 3	การติดตามผล และการชี้วัดด้านระดับการยอมรับ การปฏิบัติ และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการัง และสิ่งแวดล้อมทางทะเลของชาวประมงในพื้นที่ ได้แก่ ความสัมพันธ์ที่ดีขึ้นในทิศทางเดียวกันระหว่างความคิดเห็นของกลุ่มชาวประมงท้องถิ่นกับคุณภาพชีวิตในพื้นที่อยู่อาศัยอันเนื่องมาจากการอนุรักษ์และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง ความตระหนักได้ การกระตุ้นจิตสำนึกด้านความหวงแหน และความภาคภูมิใจในทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการังและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่
	วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้: การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอมถาม
ไตรมาสที่ 4	การติดตามผล และการชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความสมบูรณ์ขึ้นของทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลด้านระบบนิเวศแนวปะการังท้องถิ่น การเพิ่มขึ้นของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ที่เข้ามาอยู่อาศัยในแนวปะการังชายฝั่งของท้องถิ่น การเพิ่มขึ้นของรายได้ และจำนวนนักท่องเที่ยวในพื้นที่
	วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้: การเก็บข้อมูลเชิงปริมาณจากภาพถ่ายทางทะเลและแบบสอมถาม

ปัญหา / อุปสรรค และวิธีการแก้ไข

ปัญหา และอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในโครงการนี้ ได้แก่ ข้อจำกัดทางด้านกฎหมายและระเบียบต่างๆ ที่ไม่ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน ซึ่งวิธีการแก้ไขปัญหาในเบื้องต้น ได้แก่ การใช้ความยืดหยุ่นจากบันทึกความเข้าใจ หรือ การขออนุญาตใช้พื้นที่ หรือ การทำโครงการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังร่วมกันกับหน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ดังกล่าว

ผลที่คาดว่าจะได้รับ / ผลลัพธ์ (Outcome)

1. การยอมรับนวัตกรรม เทคโนโลยี หรือ สิ่งใหม่อื่นใดอันเป็นประโยชน์ด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มความรู้ ความเข้าใจ และความแน่ใจในเทคโนโลยี หรือ นวัตกรรมด้านการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการัง และสิ่งแวดล้อมทางทะเล
2. การมีส่วนร่วมของประชาชนที่อยู่อาศัยในท้องถิ่น การร่วมแสดงความคิดเห็นวางแผนการพัฒนา และดำเนินงานเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศแนวปะการังและสิ่งแวดล้อมทางทะเล จากการพัฒนาองค์ความรู้ให้กับผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชน

และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดการพัฒนาในชุมชนด้านบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติของตนเองได้อย่างยั่งยืน

3. การตระหนักถึงคุณค่า ประโยชน์ของการฟื้นฟู และรักษาไว้ซึ่งสมดุลของทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการัง โดยเฉพาะในกลุ่มชาวประมงท้องถิ่น อันจะนำไปสู่ความเป็นอยู่ด้านคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจ และสังคมในชุมชนที่ดีขึ้น
4. การสร้างความเข้มแข็งให้กับเครือข่ายภาครัฐ เอกชน และประชาชนในระยะยาว โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาศักยภาพของชุมชนให้สามารถเชื่อมโยง แลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และประสบการณ์ในการทำงานด้านอนุรักษ์ และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังร่วมกันเพื่อให้ชุมชนได้รับประโยชน์สูงสุด

ผลสัมฤทธิ์ / ผลกระทบที่คาดว่าจะได้รับ (Impact)

1. ความสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity) และความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Species Diversity) ในท้องถิ่น
2. การเพิ่มมูลค่าทรัพยากรธรรมชาติของชุมชน โดยมุ่งเน้นให้ท้องถิ่นตระหนักถึงความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติแนวปะการัง ที่สามารถนำมาต่อยอดทางอาชีพและการสร้างรายได้ โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งสิ่งอื่นที่ไม่ใช่อัตลักษณ์ของตนเองและท้องถิ่น
3. การเพิ่มมูลค่าด้านการท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติทางทะเลในพื้นที่ชุมชน
4. การเพิ่มขึ้น และการกระจายรายได้ รวมทั้งจำนวนนักท่องเที่ยวในพื้นที่ชุมชน

ทั้งนี้แบบแผนของโครงการดังกล่าว อาจมีการใช้ต้นแบบนวัตปะการัง เพื่อให้ชุมชนได้เห็นเป็นรูปธรรม อีกทั้งอาจจะแสดงเป็นแบบจำลองให้กลุ่มผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และกลุ่มนักท่องเที่ยวได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ เพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนโครงการ ซึ่งสามารถใช้เป็นแผนการ หรือ แนวทางปฏิบัติเพื่อขยายผลไปยังพื้นที่อื่นต่อไปในอนาคตได้

โดยเมื่อสามารถทำโครงการให้สำเร็จ และลุล่วงไปได้ การมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงของคนในชุมชน จะเป็นส่วนสำคัญที่สนับสนุนให้เกิดการท่องเที่ยวโดยชุมชนอย่างยั่งยืน หรือ Community-Based Tourism (CBT) ได้ (องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน, 2565) ซึ่งเป็นยุทธศาสตร์ว่าด้วยการยกระดับการท่องเที่ยวให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อชุมชนในทุกฝ่าย ด้วยหลักการ “ร่วมกันคิด ร่วมกันวางแผน ร่วมกันปฏิบัติ ร่วมกันรับผิดชอบ และที่สำคัญ คือ ร่วมกันรับผลประโยชน์”

7.4 ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัด คือ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาการพัฒนาต้นแบบนวัตปะการังจากช่องว่างการศึกษางานวิจัยปะการังเทียม และปัญหาด้านต่างๆ ที่มีมาก่อนหน้านี้ รวมทั้งการยอมรับด้านการพัฒนานวัตปะการังจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนำไปสู่การพัฒนากรอบแนวความคิดการวิจัยที่ครอบคลุมถึงรูปแบบความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง บริการของระบบนิเวศทางทะเล การยอมรับนวัตกรรมที่มีอิทธิพลเชิงสาเหตุต่อคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนที่ได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง ในพื้นที่การศึกษาเดียว คือ อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ดังนั้นผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดดังกล่าว

การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างประชากร ได้แก่ ชาวประมง ผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว และนักท่องเที่ยว บริเวณ อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในช่วงเริ่มต้นของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) ทำให้อาจมีผลกระทบต่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ซึ่งอาจทำให้ได้ผลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงในสภาวะปกติ ดังนั้นผู้ที่จะนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ไปใช้ ควรคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในข้อจำกัดนี้

นอกจากนี้ ในปัจจุบันการขออนุญาตใช้พื้นที่ทางทะเลสำหรับการปลูก และฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังด้วยปะการังเทียม ยังเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงก่อนการดำเนินงาน เนื่องจากมีกฎหมายในการคุ้มครองแนวปะการังและสัตว์ทะเล ดังนั้นการขออนุญาตใช้พื้นที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละพื้นที่ยังเป็นเรื่องที่จำเป็นในการพัฒนา และการฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการังในประเทศไทย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Abhari, K., Davidson, E. J., & Xiao, B. (2020). Modeling Social Product Development Process, Technology, and Governance. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

Ahn, J. M., Ju, Y., Moon, T. H., Minshall, T., Probert, D., Sohn, S. Y., & Mortara, L. (2016). Beyond absorptive capacity in open innovation process: the relationships between openness, capacities and firm performance. *Technology Analysis & Strategic Management,* 28(9), 1009-1028.

Ajzen, I. (1985). From intentions to action: a theory of planned theory, J. Kuhl and J. Beckmann. *Action Control: From cognition to behaviour*.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes,* 50(2), 179-211.

Alvarez-Filip, L., Gill, J. A., & Dulvy, N. K. (2011). Complex reef architecture supports more small-bodied fishes and longer food chains on Caribbean reefs. 2(10), art118. doi:doi:10.1890/ES11-00185.1

AMR. (2016). Project: Artificial Reef. Retrieved from https://www.marinethai.net/en/%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1/

Anderson, G. (2003). Coral Reef Formation. Retrieved from https://www.marinebio.net/marinescience/04benthon/crform.htm

Arnott, R., Greenwald, B., & Stiglitz, J. E. (1994). Information and economic efficiency. *Information Economics and Policy,* 6(1), 77-82.

Babcock, R., Wills, B., & Simpson, C. (1994). Mass spawning of corals on a high latitude coral reef. *Coral Reefs,* 13(3), 161-169.

Barki, H., & Pinsonneault, A. (2005). A model of organizational integration, implementation effort, and performance. *Organization science,* 16(2), 165-179.

Baxi, C. V., & Ray, R. S. (2012). *Corporate social responsibility*: Vikas Publishing House.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open innovation: Research, practices, and policies. *California management review,* 60(2), 5-16.

Bohnsack, J. A., & Bannerot, S. P. (1986). A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes.

Bortone, S. A. (2011). Introduction to the role artificial reefs play in fisheries management. *Artificial reefs in fisheries management, eds. SA Bortone, F. Pereira Brandini, G. Fabi, and S. Otake*, 1-6.

Campbell, A. (1976). Subjective measures of well-being. *American psychologist,* 31(2), 117.

Carlisle, J. G., Turner, C. H., & Ebert, E. E. (1964). *Artificial habitat in the marine environment*: Resources Agency of California, Departament of Fish and Game.

Chakraborty, A., & Jha, A. (2019). Corporate social responsibility in marketing: a review of the state-of-the-art literature. *Journal of social marketing*.

Chavanich, S., Siripong, A., Sojisuporn, P., & Menasveta, P. (2005). Impact of tsunami on the seafloor and corals in Thailand. 24(4), 535-535.

Chen, D. A., Ross, B. E., & Klotz, L. E. (2014). Lessons from a coral reef: Biomimicry for structural engineers. *Journal of Structural Engineering,* 141(4), 02514002.

Clarke, H. R., & Ng, Y.-K. (1993). Tourism, economic welfare and efficient pricing. *Annals of Tourism Research,* 20(4), 613-632.

Climate Signals. (2018). Global Coral Bleaching 2014 - 2017. Retrieved from http://www.climatesignals.org/headlines/events/global-coral-bleaching-2014-2017

Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques*: John Wiley & Sons.

Cohen, J. M., & Uphoff, N. T. (1977). Rural development participation: concepts and measures for project design, implementation and evaluation. *Rural development participation: concepts and measures for project design, implementation and evaluation.*(2).

Cohen, J. M., & Uphoff, N. T. (1980). Participation's place in rural development: Seeking clarity through specificity. *World development,* 8(3), 213-235.

Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons,* 33(3), 44-54. doi:https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems. *Journal of Product Innovation Management,* 25(3), 213-232. doi:10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x

Cooper, R. G., & Edgett, S. J. (2005). *Lean, rapid, and profitable new product development*: Product development institute.

Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1986). An investigation into the new product process: Steps, deficiencies, and impact. *Journal of Product Innovation Management,* 3(2), 71-85. doi:https://doi.org/10.1016/0737-6782(86)90030-5

Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1994). Determinants of timeliness in product development. *Journal of Product Innovation Management: An international publication of the product development & management association,* 11(5), 381-396.

Cooper Robert, G. (1993). Winning at new products: accelerating the process from idea to launch. In: Massachusetts: Perseus Publishing.

Cyronak, T., Andersson, A. J., Langdon, C., Albright, R., Bates, N. R., Caldeira, K., Yamamoto, S. (2018). Taking the metabolic pulse of the world's coral reefs. *PLOS ONE,* 13(1), e0190872-e0190872. doi:10.1371/journal.pone.0190872

Dauterive, L. (2000). Rigs-To-Reefs policy, progress, and perspective.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.

Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies,* 38(3), 475-487. doi:https://doi.org/10.1006/imms.1993.1022

Davis, T. R., & Smith, S. D. (2017). Proximity effects of natural and artificial reef walls on fish assemblages. *Regional Studies in Marine Science,* 9, 17-23.

Distanont, A., Haapasalo, H., Rassameethes, B., & Lin, B. (2012). Knowledge transfer pattern in collaborative product development. *International Journal of Intercultural Information Management,* 3(1), 59.

DiveBuddy. (2001). Subway Cars is a boat accessible salt water dive site, located in DE. Retrieved from http://www.divebuddy.com/divesite/4860/subway-cars-de/

Edwards, K., Cooper, R. G., Vedsmand, T., & Nardelli, G. (2022). Evaluating the agile

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

-stage-gate hybrid model: Experiences from three SME manufacturing firms. In *Emerging Issues And Trends In Innovation And Technology Management* (pp. 229-263): World Scientific.

Feary, D. A., Burt, J. A., & Bartholomew, A. (2011). Artificial marine habitats in the Arabian Gulf: Review of current use, benefits and management implications. *Ocean & Coastal Management,* 54(10), 742-749. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.07.008

Ferrell, B. R., Grant, M., Funk, B., Otis-Green, S., & Garcia, N. (1998). Quality of life in breast cancer: Part II: Psychological and spiritual well-being. *Cancer nursing,* 21(1), 1-9.

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1977). Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research.

Fishery Civil Engineering Study Association. (1982). Materials traditionally used in artificial reef design and construction by the national government, prefecture governments, and fishing industry. *Japanese Artificial Reef Technology: Translations of Selected Recent Japanese Literature and An Evaluation of Potential Applications in the United States. Aquabio Technical Rep,* 604, 16-22.

Fitzhardinge, R., & Bailey-Brock, J. (1989). Colonization of artificial reef materials by corals and other sessile organisms. *Bulletin of Marine Science,* 44(2), 567-579.

Foley, M. M., Halpern, B. S., Micheli, F., Armsby, M. H., Caldwell, M. R., Crain, C. M., Steneck, R. S. (2010). Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy,* 34(5), 955-966. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.02.001

Forrest, J. Y.-L., & Liu, Y. (2022). Consumer Synergies: Simultaneous Utilities and Multi-Sided Markets. In *Value in Business* (pp. 191-214): Springer.

Friedlander, A. M., & Parrish, J. D. (1998). Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 224(1), 1-30. doi:https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00164-0

G.C. Daily. (2013). Nature's services: societal dependence on natural ecosystems (1997). In *The Future of Nature* (pp. 454-464): Yale University Press.

Garcia-Haro, M. A., Martinez-Ruiz, M. P., & Canas, R. M. (2015). Value Co-Creation, Social Media, and Marketing 3.0: Towards the Search for Competitive Advantage in

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Firms. In *Handbook of Research on Integrating Social Media into Strategic Marketing* (pp. 99-119): IGI Global.

Ghasemi, S., Nazemi, M., & Hajirahimian, T. (2014). From corporate social responsibility (CSR) to creating shared value (CSV): Case study of Mobarakeh Steel Company. *Global Business and Management Research,* 6(1), 15.

Gitschlag, G. R., Schirripa, M. J., & Powers, J. E. (2001). Estimation of fisheries impacts due to underwater explosives used to sever and salvage oil and gas platforms in the US Gulf of Mexico [microform].

Grant, R. M., & Baden-Fuller, C. (2004). A knowledge accessing theory of strategic alliances. *Journal of management studies,* 41(1), 61-84.

Gregg, K., & Murphey, S. (1994). *The Role of Vessels as Artificial Reef Material on the Atlantic and Gulf of Mexico Coasts of the United States. Atlantic States Marine Fisheries Commission*. Retrieved from

Gregg, K. L. (1995). Comparisons of three manufactured artificial reef units in Onslow Bay, North Carolina. *North American Journal of Fisheries Management,* 15(2), 316-324.

Gromko, D. (2015). Natural Capital. Retrieved from http://naturalcapital1 .blogspot. com/

Grove, R., Sonu, C., & Nakamura, M. (1991). Design and engineering of manufactured habitats for fisheries enchancement.

Grove, R. S., & Sonu, C. J. (1985). Fishing reef planning in Japan. *Artificial reefs: marine and freshwater applications.*, 187-251.

Guilbeau, B. P., Harry, F. P., Gambrell, R. P., Knopf, F. C., & Dooley, K. M. (2003). Algae attachment on carbonated cements in fresh and brackish waters—preliminary results. *Ecological Engineering,* 20(4), 309-319. doi:https://doi.org/10.1016/ S0925-8574(03)00026-0

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). Multivariate data analysis 6th Edition. *Pearson Prentice Hall. New Jersey. humans: Critique and reformulation. Journal of Abnormal Psychology,* 87, 49-74.

Hall, C. M. (1998). *Introduction to tourism: Development, dimensions and issues*: Longman.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Halpern, B. S., McLeod, K. L., Rosenberg, A. A., & Crowder, L. B. (2008). Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. *Ocean & Coastal Management,* 51(3), 203-211.

Hannola, L., Friman, J., & Niemimuukko, J. (2013). Application of agile methods in the innovation process. *International Journal of Business Innovation and Research,* 7(1), 84-98.

Hartwick, J., & Barki, H. (1994). Explaining the role of user participation in information system use. *Management science,* 40(4), 440-465.

Hayashi, T. (2021). Willingness to Pay and Consumer Surplus. In *Microeconomic Theory for the Social Sciences* (pp. 99-110): Springer.

Hicks, J. R. (1939). The foundations of welfare economics. *The economic journal,* 49(196), 696-712.

Hicks, J. R. (1941). The rehabilitation of consumers' surplus. *The Review of Economic Studies,* 8(2), 108-116.

Hinkle, D. E., Wiersma, W., & Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (Vol. 663): Houghton Mifflin College Division.

Hixon, M. A., & Beets, J. P. (1989). Shelter characteristics and Caribbean fish assemblages: experiments with artificial reefs. *Bulletin of Marine Science,* 44(2), 666-680.

Hoegh-Guldberg, O., Kennedy, E. V., Beyer, H. L., McClennen, C., & Possingham, H. P. (2018). Opinion: Securing a Long-term Future for Coral Reefs. *Trends in Ecology & Evolution,* 33, 936-944. doi:10.1016/j.tree.2018.09.006

Hoegl, M., & Proserpio, L. (2004). Team member proximity and teamwork in innovative projects. *Research policy,* 33(8), 1153-1165.

Holbrook, J. E. (1860). *Ichthyology of South Carolina* (Vol. 1): Russell and Jones.

IAS, P. (January 15, 2016). Coral Reef: Fringing Reef, Barrier Reef & Atoll. Retrieved from https://www.pmfias.com/coral-reef-fringing-reefs-barrier-reefs-atolls/

Ivanova, I. A., & Leydesdorff, L. (2015). Knowledge-generating efficiency in innovation systems: The acceleration of technological paradigm changes with increasing complexity. *Technological Forecasting and Social Change,* 96, 254-265.

Kaldor, N. (1939). Welfare propositions of economics and interpersonal comparisons of

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

utility. *The economic journal*, 549-552.

Kalkan, A., Erdil, O., & Çetinkaya, Ö. (2011). The relationships between firm size, prospector strategy, architecture of information technology and firm performance. *Procedia-Social and Behavioral Sciences,* 24, 854-869.

Kashyap Vyas. (2019). Osborne Reef - A Failed Artificial Reef of Discarded Tires: Know how the human-made reef turned into a disaster. Retrieved from https://interestingengineering.com/osborne-reef-a-failed-artificial-reef-of-discarded-tires

Katsanevakis, S., Stelzenmüller, V., South, A., Sørensen, T. K., Jones, P. J. S., Kerr, S., Hofstede, R. t. (2011). Ecosystem-based marine spatial management: Review of concepts, policies, tools, and critical issues. *Ocean & Coastal Management,* 54(11), 807-820. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.09.002

Kim, I.-H. S., & Ku, T.-Y. D. (2016). Business Model Evaluation based on WTP Model: Pricing-by-rating (PBR) as the Baseline of Pricing Policy and a Criterion of Business Model Evaluation. *Asia-Pacific Journal of Business Venturing and Entrepreneurship,* 11(2), 157-165.

Kirkfeldt, T. S. (2019). An ocean of concepts: Why choosing between ecosystem-based management, ecosystem-based approach and ecosystem approach makes a difference. *Marine Policy,* 106, 103541. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103541

Kline, R. B. (2005). Principles and practice of structural equation modeling 2nd edition guilford press. *New York*.

Koen, P. A., Ajamian, G. M., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Seibert, R. (2002). Fuzzy front end: Effective methods, tools, and techniques. The PDMA toolbook for new product development. P. Belliveau, A. Griffin and S. Somermeyer. *New York, John Wiley and Sons,* 1, 5-35.

Kotler, P. (2000). *Marketing management: The millennium edition* (Vol. 199): Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.

Krishnan, V., & Ulrich, K. T. (2001). Product development decisions: A review of the literature. *Management science,* 47(1), 1-21.

Lager, T., & Frishammar, J. (2012). Collaborative development of new process technology/equipment in the process industries: in search of enhanced

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

innovation performance. *Journal of Business Chemistry,* 9(2), 67-84.

Lee, G. (1985). *National research council study of the disposition of offshore petroleum platforms.* Paper presented at the Proceedings, Fifth Annual Gulf of Mexico Information Transfer Meeting.

Maignan, I., & Ferrell, O. (2004). Corporate social responsibility and marketing: An integrative framework. *Journal of the Academy of Marketing science,* 32(1), 3-19.

Martinez, R. (1964). *Rebuilding, or Supplementing of, the Artificial Fishing Reefs in the Gulf of Mexico-Development Activities in Region V*. Retrieved from

Maslow, A. H. (1948). Some theoretical consequences of basic need-gratification. *Journal of personality*.

Mathews, H. (1983). *Artificial Fishing Reefs: Materials and Construction*: Marine Advisory Program, Florida Cooperative Extension Service, Florida University.

McGurrein, J. (1988). *A profile of Atlantic artificial reef development*: The Commission.

Mishra, A. A., & Shah, R. (2009). In union lies strength: Collaborative competence in new product development and its performance effects. *Journal of Operations Management,* 27(4), 324-338.

Moon, H.-C., Parc, J., Yim, S. H., & Park, N. (2011). An extension of Porter and Kramer's creating shared value (CSV): Reorienting strategies and seeking international cooperation. *Journal of International and Area Studies*, 49-64.

Morri, C., Montefalcone, M., Lasagna, R., Gatti, G., Rovere, A., Parravicini, V., Bianchi, C. N. (2015). Through bleaching and tsunami: Coral reef recovery in the Maldives. *Marine Pollution Bulletin,* 98(1), 188-200. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.050

NOAA Coral Reef Watch. (2018). Coral Bleaching During & Since the 2014-2017 Global Coral Bleaching Event: Status and an Appeal for Observations. Retrieved from https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/analyses_guidance/global_coral_bleaching_2014-17_status.php

NOAA Ocean Service Education. (2017). Coral Anatomy. Retrieved from https://oceanservice.noaa.gov/education/kits/corals/coral01_intro.html

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Office Mate. (2022). Business Office Equipment. Retrieved from https://www.officemate.co.th/th

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers* (Vol. 1): John Wiley & Sons.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Oliveira, M. A.-Y., & Ferreira, J. J. P. (2011). Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers. *African journal of business management,* 5(7), 22-30.

Owens, J. D., & Atherton, A. M. (2018). A conceptual analysis on the different approaches to new product development and the variables associated with modelling the process. *Design and Optimization of Mechanical Engineering Products*, 1-23.

Pareto, V. (1971). Manual of political economy.

Parker Jr, R., Stone, R., Buchanan, C., & Steimle Jr, F. (1974). How to build marine artificial reefs.

Peacock, J., Lawton, E., Turreel, J., Johnson, I., & Lewin, K. (2010). Waste 2010: Literature Review of the Use of Baled Tyres in Construction.

Phillips, R., Neailey, K., & Broughton, T. (1999). A comparative study of six stage-gate approaches to product development. *Integrated manufacturing systems*.

Phongsuwan, N., & Brown, B. E. J. A. R. B. (2007). The influence of the Indian Ocean tsunami on coral reefs of western Thailand, Andaman Sea, Indian Ocean.

Phongsuwan Niphon, & Hansa Chansang. (2012). Repeated coral bleaching in the Andaman Sea, Thailand, during the last two decades. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin,* 71, 19-41.

Pigou, A. C. (1910). Producers' and consumers' surplus. *The economic journal*, 358-370.

Piper, C., & Panyadee, C. (2021). *FACTORS RELATED TO SOCIAL RETURN ON INVESTMENT OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY PROJECTS UNDER ELECTRICITY GENERATING AUTHORITY OF THAILAND.* Maejo University,

Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2019). Creating shared value. In *Managing sustainable business* (pp. 323-346): Springer.

PPTV Online. (2018). DMCR Confirms using Retired Drilling Rigs to Make Artificial Coral Reef is "SAFE". Retrieved from https://www.pptvhd36.com/news/%E0%B8%9B

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99/82230

Prior, D., Surroca, J., & Tribó, J. A. (2008). Are socially responsible managers really ethical? Exploring the relationship between earnings management and corporate social responsibility. *Corporate governance: An international review,* 16(3), 160-177.

Pybas, D. W. (1997). Atlas of artificial reefs in Florida.

Queensland Government. (January 11, 2017). About the Great Barrier Reef. Retrieved from https://www.qld.gov.au/environment/coasts-waterways/reef/reef-protection

R. Lukens, R., Bell, M., Culbertson, J., Buchanan, M., Kasprzak, R., Wahlquist, W., & Thompson, M. (2004). *Guidelines for Marine Artificial Reef Materials* (Vol. 121).

Relini, G. (2000). Coal ash for artificial habitats in Italy. In *Artificial Reefs in European Seas* (pp. 343-364): Springer.

Rogers E. M., & Shoemaker F. F. (1971). Communication of Innovations. *New York: Free Press*.

Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). Diffusion of innovations. In *An integrated approach to communication theory and research* (pp. 432-448): Routledge.

Roongtawanreongsri S. (2015). Environmental Economy for Environmentalist Management. *Prince of Songkla University*.

Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review,* 11(1), 7-31. doi:10.1108/02651339410057491

Rouanet, E., Astruch, P., Antonioli, A., Bonhomme, P., Fourt, M., Bonhomme, D., Perez, T. (2015). *How artificial reefs design and architectural complexity affects the benthic colonization.* Paper presented at the Proceedings of the RECIFS Conference on Artificial Reefs: From Materials to Ecosystems. Caen, France.

Rowlinson, S. C., Burg, T. C., Bridges, W. C., & Burg, K. J. (2019). Enhancing the academic innovation culture by incorporation of customer-centric practices. *Technology & Innovation,* 21(1), 63-74.

Rudder, A., Ainsworth, P., & Holgate, D. (2001). New food product development:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

strategies for success? *British Food Journal,* 103(9), 657-671. doi:10.1108/00070700110407012

Ryen, L., & Svensson, M. (2015). The willingness to pay for a quality adjusted life year: a review of the empirical literature. *Health economics,* 24(10), 1289-1301.

Sammarco, P. W. (1982). Polyp bail-out: an escape response to environmental stress and a new means of reproduction in corals. *Marine ecology progress series. Oldendorf,* 10(1), 57-65.

Schmidt, J. B., Sarangee, K. R., & Montoya, M. M. (2009). Exploring New Product Development Project Review Practices. *Journal of Product Innovation Management,* 26(5), 520-535. doi:10.1111/j.1540-5885.2009.00678.x

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling*: psychology press.

Shinn, E. A., & Wicklund, R. I. (1989). Artificial reef observations from a manned submersible off southeast Florida. *Bulletin of Marine Science,* 44(2), 1041-1050.

Slavik, S., & Bednár, R. (2014). Analysis of business models. *Journal of competi tiveness,* 6(4).

Stanley, D. R. (1994). Seasonal and Spatial Abundance and Size Distribution of Fishes Associated With a Petroleum Platform in the Northern Gulf of Mexico.

Stone, R., & Buchanan, C. (1970). Old tires make new fishing reefs. *Underw. Nat,* 6(4), 23-28.

Stone, R. B. (1974). *A brief history of artificial reef activities in the United States.* Paper presented at the Proceedings: artificial reef conference. Texas A&M University, TAMUSG-74-103.

Stone, R. B., Steimle, F., & Buchanan, C. (1974). Scrap tires as artificial reefs. In *EPA Publication*: EPA.

Thaipost. (2018). The situation of the Thai sea has degraded until frighteningly! *Thai sea situation.* Retrieved from https://www.thaipost.net/main/detail/3526

Thamasak Yeemin, Makamas Sutthacheep, & Rattika Pettongma. (2006). Coral reef restoration projects in Thailand. *Ocean & Coastal Management,* 49(9), 562-575. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2006.06.002

The Biomimicry Institute. (2021). The Biomimicry Design Process. Retrieved from

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

https://toolbox.biomimicry.org/methods/process/

The Business Research Company. (2022). Global environment, conservation and wildlife organizations Market. Retrieved from https://www.thebusinessresearch company.com/report/environment-conservation-and-wildlife-organizations-global-market-report

The Phuket News. (2019). DMCR steps up after tourism blast over pile of unused artificial reef blocks at Koh Racha. Retrieved from https://www.thephuket news.com/dmcr-steps-up-after-tourism-blast-over-pile-of-unused-artificial-reef-blocks-at-koh-racha-70397.php

The Reef Ball Foundation. (2017). Designed Artificial Reefs. Retrieved from http:// www.reefball.org/index.htm

Tolley, H. (1981). Tires as Artificial Reef Material.

Udomsak, S. (2003). Economic valuation of coral reefs at Phi Phi Islands, Thailand. *International Journal of Global Environmental Issues,* 3(1), 104-114.

Ukkrit, S. (2002). Colonization and assemblage patterns of fishes on concrete structures manipulated for coral rehabilitation: Technical paper no. 2/2002.

UNEP. (2011). The ecosystem service framework: A criteria assessment. *Kenya: Publishing services*.

UNESCO. (1993). *Quality of life improvement programmers*. Bangkok: UNESCO Regional Office.

Varandas, A., Zancul, E. D. S., & Miguel, P. A. C. (2017). New product development: examining its evolution and the introduction of environmental issues. *Product Management & Development,* 15(1), 8-19. doi:10.4322/pmd.2017.001

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science,* 46(2), 186-204.

Veron, J. E. N. (2000). *Corals of the World*.

Vroom, V. H. (1964). Work and motivation.

Watee. (2018). Analysts warn! Thailand does not addict to tourism income too much. High risk - Income is not spread across the country. Retrieved from https:// www.brandbuffet.in.th/2018/01/why-thailand-tourist-industry-high-risk/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

West, J., & Bogers, M. (2014). Leveraging external sources of innovation: a review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management,* 31(4), 814-831.

Wilson, S. K., Depczynski, M., Fisher, R., Holmes, T. H., O'Leary, R. A., & Tinkler, P. (2010). Habitat associations of juvenile fish at Ningaloo Reef, Western Australia: the importance of coral and algae. *Plos One,* 5(12), e15185.

Wójcik, P. (2016). How creating shared value differs from corporate social responsibility. *Central European Management Journal,* 24(2), 32-55.

Xu, Q., Ji, T., Yang, Z., & Ye, Y. (2019). Preliminary investigation of artificial reef concrete with sulphoaluminate cement, marine sand and sea water. *Construction and Building Materials,* 211, 837-846. doi:https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.272

Yan, T., & Dooley, K. (2014). Buyer–supplier collaboration quality in new product development projects. *Journal of Supply Chain Management,* 50(2), 59-83.

Zhan, L. (1992). Quality of life: conceptual and measurement issues. *Journal of advanced nursing,* 17(7), 795-800.

กฟผ. (2561). กฟผ. ผนึกกำลังร่วมกับ กองทัพเรือ สานต่อโครงการบ้านปลา วางปะการังเทียมด้วยลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล. ออนไลน์ https://www.egat.co.th/egat today/index.php?option=com_k2&view=item&id=5483:2018-08-29-03-53-18

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2565). แผนปฏิบัติการด้านการจัดการปะการังของประเทศไทย ระยะ 5 ปี (พ.ศ.2565-2569): กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมประมง. (2549). แหล่งอาศัยสัตว์ทะเล ในโครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส. กองวิจัยประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมสุขภาพจิต. (2564). เครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อ ฉบับภาษาไทย (*WHOQOL–BREF–THAI)*: กรมสุขภาพจิต.

กันตพร สวนศิลป์พงศ์. (2560). ความตายของปะการัง เป็น ‘ความหวัง’ ของเราทุกคน. ออนไลน์ https://adaymagazine.com/people-petch-coral/

ฆายนีย์ ช. บุญพันธ์ และอนรรฆ อิสเฮาะ. (2562). คุณภาพชีวิตของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จตุพร เทียรมา. (2557). เรียนรู้หลักคิดและประเด็นวิชาการ เรื่อง “บริการของระบบนิเวศ” (Ecosystem Service). ใน http://www.sathai.org/autopagev4/files/IGsqoPWThu35652.pdf

จิราพร โชติพานิช. (2555). การจัดการทรัพยากรชายฝั่งโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กรณีศึกษาชุมชนบากันเคย ตำบลตันหยงโป อำเภอเมือง จังหวัดสตูล. มหาวิทยาลัยทักษิณ.

จุรีพร กาญจนการุณ และวาสนา วงค์ฉายา. (2553). การยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรของชุมชนบ้านยองแหละ. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 4(1).

ชนกันต์ จิตมนัส. (2559). นวัตกรรมเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. วารสารเกษตรพระวรุณ, 13(2).

ชนนิกานต์ เสริตานนท์ และยุบล เบ็ญจรงค์กิจ. (2561). การยอมรับนวัตกรรมด้านความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร ในกลุ่มผู้บริโภคเจเนอเรชั่นวาย กรณีศึกษา: บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน). วารสารการประชาสัมพันธ์และการโฆษณา, 11(1).

ชัญญพัชร บุนนาค. (2559). แนวความคิดการสร้าง ธุรกิจกิจการเพื่อสังคม (*Social Enterprise)* ในประเทศไทย. มหาวิทยาลัยมหิดล.

ณัฏฐธิดา ชัยสงคราม และยุทธพงษ์ ลีลากิจไพศาล. (2560). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของเทศบาลเมืองสามพราน จังหวัดนครปฐม. วารสารร่มพฤกษ์ มหาวิทยาลัยเกริก, 35(2).

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ. (2549). ป่าชายเลน: ระบบป้องกันภัยสึนามิ. กรุงเทพมหานคร: ส. เจริญการพิมพ์.

เทศบาลตำบลเกาะสีชัง. (2561). ประวัติเกาะสีชัง. ออนไลน์ https://www.kohsichang.go.th/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%B0%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%8A%E0%B8%B1%E0%B8%87/

ธรรมศักดิ์ ยีมิน, มาฆมาส สุทธาชีพ และสิทธิพร เพ็งสกุล. (2565). แผนงานวิจัย การบริหารจัดการการท่องเที่ยวเชิงนิเวศทางทะเลในจังหวัดชุมพร (*Management of Marine Ecotourism in Chumphon Province)*. ใน https://elibrary.trf.or.th/download_result.asp?fpath=RDG62T0061/RDG62T0061V01/RDG62T0061V01_full.pdf&fname=RDG62T0061V01_full.pdf

นายสองสามก้าว. (2558). ไปปล่อยเต่า ปล่อยปู ปลูกปะการัง เที่ยวรักโลกสไตล์ Low Carbon Holiday ณ หมู่เกาะทะเลตราด. ออนไลน์ https://www.thetrippacker.com/th/review/เกาะหมากKoMak/8511

ปฐมพงศ์ พรามณีโชติ. (2562). การศึกษาการสังเคราะห์แสงและการสันดาปของปะการังกลุ่มปะการัง

แข็ง. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,

ปราโมทย์ อินสว่าง, สุปราณี จงดีไพศาล, ศิริธัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์ และขวัญฤดี โชติชนาทวีวงศ์. (ม.ป.ป.). คุณค่าระบบนิเวศและบริการของระบบนิเวศสำหรับภาคธุรกิจ: องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) องค์กรธุรกิจเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน (TBCSD) และมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (TEI).

ผู้จัดการออนไลน์. (2561). เรือขนแท่งปะการังเทียม 720 แท่งรั่ว จมหน้าอ่าวประจวบฯ. ออนไลน์ https://mgronline.com/local/detail/9610000008682

ผู้จัดการออนไลน์. (2564). รมว.ทส. มอบปะการังเทียมรูปทรงโดมให้เครือข่ายชุมชนในพังงา สร้างแหล่งที่อยู่สัตว์ทะเล และแหล่งดำน้ำ. ออนไลน์ https://mgronline.com/south/photo-gallery/9640000019234

ฝอยฝา ชุติดำรง, ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ และธนวรรณ มงคลหมู่. (2559). การประเมินคุณค่าของระบบนิเวศที่มีต่อการสร้างความอยู่ดีมีสุข: เครื่องมือในการประเมินเชิงนิเวศ. *Rajabhat Journal of Sciences, Humanities and Social Sciences,* 17(2), 200-212.

พรศรี ลีลาพัฒนวงศ์ และทิพวรรณ ปิ่นวนิชย์กุล. (2562). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี: กรณีศึกษายานยนต์ไฟฟ้า ประเภทยานยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน (รย.1). วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ., 42(2).

พลวัต พฤกษ์มณี. (2558). สามเหลี่ยมความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พลเอกนิพัทธ์ ทองเล็ก. (2563). ภาพเก่าเล่าตำนาน: ตู้รถไฟ รถถัง.. ยังอยู่ใต้ทะเล. ออนไลน์ https://www.matichon.co.th/columnists/news_2290132

พิไลวรรณ ประพฤติ. (2557). การศึกษาการทำแผนชุมชนพหุวัฒนธรรมในการบริหารจัดการการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศบริการป่าชายเลน ตำบลหัวเขา จังหวัดสงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.

พีพีทีวีออนไลน์. (2562). “ปะการังเทียม” ฟื้นฟูโลกใต้ทะเล ส่งเสริมวิถีประมงพื้นบ้าน. ออนไลน์ https://www.pptvhd36.com/news/ประเด็นร้อน/110635

ไพบูลย์ เติมสมเกตุ, บุญเอื้อ บุญฤทธิ์ และทินพันธุ์ นาคะตะ. (2560). การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมชายฝั่งอ่าวไทย: กรณีศึกษา จังหวัดระยอง และจังหวัดจันทบุรี. วารสารเกษมบัณฑิต, 18(1), 97-105.

มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ (ประเทศไทย). (2562). ”วิ่งปลูกปะการัง” กับ “มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์”. ออนไลน์ https://www.mitsubishielevator.co.th/2018/th/news/315/”วิ่งปลูกปะการัง”-กับ-"มิตซูบิชิ-เอลเลเวเตอร์"

รังสิวุฒิ แก้วแสง, ภาสิณี วรชนะนันท์ และสุชาย วรชนะนันท์. (2561). การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะของประชาคมปลาบริเวณเรือจมและแนวปะการังธรรมชาติ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6.

ราตรี นินละเอียด, กิติชัย รัตนะ และวิชา นิยม. (2558). ปัจจัยที่ผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลนพื้นที่หาดสระบัว ตำบลท่าศาลา อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวนศาสตร์, 34(2), 22-32.

รุจิรา สุขแสงจันทร์, สุชาย วรชนะนันท์, ภาสิณี วรชนะนันท์ และจิตราภรณ์ ฟักโสภา. (2561). การศึกษาผลกระทบจากการจัดวางปะการังเทียมคอนกรีตทรงลูกบาศก์ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ณ เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6.

วรวีร์ แสงอาวุธ, จินตนา สมสวัสดิ์ และชฎากานต์ มติกรกุล. (2561). การประเมินมูลค่าการอนุรักษ์: การรับรู้ประโยชน์ยางนา. *Humanities and Social Sciences,* 35(2).

วันเพ็ญ เจริญตระกูลปีติ. (2559). บริการระบบนิเวศของชุมชนชานเมืองกรุงเทพมหานคร. การประชุมวิชาการการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 110-116.

วิลาสินี กนิษฐานุพงศ์. (2556). การจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลโดยชุมชน กรณีศึกษาชุมชนชายฝั่งทะเล ตำบลบ่อหิน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศรีเมือง พลังฤทธิ์. (2547). การพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุโดยตนเอง ครอบครัว และชุมชน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร.

ศศิภา ปัญญาวัฒนาสกุล. (2559). พัฒนาการแนวความคิดการมีส่วนร่วมในการจัดการความรู้ชุมชน: กรณีศึกษาเขื่อนไผ่ชะลอคลื่นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรสาคร. ฉบับภาษาไทย มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 9(3).

ศักดิ์ศรี รักไทย. (2560). การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของบริการระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์บรูพา, 22(3).

ศิริศักดิ์ พิเชษฐ์โกมล. (2561). กระบวนการการยอมรับนวัตกรรมบ้านปลา กรณีศึกษา: ชุมชนเนินฆ้อ ตำบลเนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน. (2558). รายงานการสำรวจและประเมินสถานภาพ และศักยภาพทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง: ปะการังและหญ้าทะเล ปี 2558: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

สมภพ รุ่งสุภา. (2561). ผลการอนุบาลชิ้นส่วนปะการังโขดในบ่ออนุบาลบนบก สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล เกาะสีชัง ชลบุรี การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 6, 28. ออนไลน์ http://www.marine.buu.ac.th/uploads/AbstractBookMSC2018.pdf

สฤณี อาชวานันทกุล. (2557). นิเวศบริการกับการพัฒนาเศรษฐกิจ. ออนไลน์ http://www.greenworld.or.th/columnist/ecosaveworld/1058

สันติ สุขสะอาด และรัชดา ศรีศักดิ์บางเตย. (2558). การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชายเลนของชุมชนตำบลเขาถ่าน อำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวนศาสตร์, 34(1), 101-111.

สำนักงานคณะกรรมการกำกับหลักทรัพย์และตลาดหลักทรัพย์. (2565). รายชื่อบริษัทจดทะเบียน. ใน https://market.sec.or.th/public/idisc/th/company/listed/a

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ.2560: สำนักนายกรัฐมนตรี.

สายชล. (2557). รายงานผลการปฏิบัติงานตามโครงการเก็บขยะ/ตัดอวน ณ เกาะเต่า-ชุมพร กรกฎาคม 2557. ออนไลน์ http://www.saveoursea.net/forums/ showthread.php?p=42034

สำนักโฆษกสำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรีทำเนียบรัฐบาล. (2560). *Thailand* 4.0 ขับเคลื่อนอนาคตสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน (Vol. 33): ไทยคู่ฟ้า.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13. ใน https://www.nesdc.go.th/main.php?filename=plan13

สุนันทา นิลเพชร. (2560). “อูหยำ” การอนุรักษ์ฟื้นฟูสัตว์น้ำบ้านบ่ออิฐ. ออนไลน์ https://km.dmcr.go.th/th/c_18

สุภาวดี น้อยน้ำใส, เดชาธร แสงคำ และปิยะดา วชิระวงศกร. (2562). การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของชุมชนโดยรอบสถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย: กรณีศึกษาตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Science),* 12(2), 135-151.

สุวัฒน์ มหัตนิรันดร์กุล. (2543). คุณภาพชีวิตของคนไทยในภาวะวิกฤตทางเศรษฐกิจ. วารสารสุขภาพจิตแห่งประเทศไทย, 8(2), 110-111.

แสงชัย วสุนธรา. (2559). การบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมใต้ท้องทะเลอย่างยั่งยืนของจังหวัดกระบี่ตามปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง. *EAU Heritage Journal Social Science and Humanities,* 6(2).

หลักทรัพย์ไทยพาณิชย์. (2558). SCBS ชวนกันทำดี เข้าร่วมกิจกรรรม “อาสาปลูกปะการังชายฝั่ง”. ออนไลน์ http://www.scbs.com/th/company-profile/news/news-detail/news-150919/

องค์การบริหารการพัฒนาพื้นที่พิเศษเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน. (2565). การท่องเที่ยวโดยชุมชม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างยั่งยืน. ออนไลน์ https://www.tatreviewmagazine.com/article/cbt-thailand/

อรพรรณ จันทรวงศ์ไพศาล. (2560). ‘ปะการังเทียม’ สร้างระบบนิเวศ ‘ท้องทะเล’ ที่ยั่งยืน. ออนไลน์ https://www.matichon.co.th/prachachuen/prachachuen-scoop/news_693553

อรรฆพร ก๊กค้างพลู. (2564). คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีการจัดการการท่องเที่ยวโดยชุมชนประเทศไทย. วารสารรัชต์ภาคย์, 15(43).

อริยา ทองสมุย, เมธพนธ์ พรรัตนโชติสกุล, ธำรงค์ เมฆโหรา และมณฑล แก่นมณี. (2559). ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมจากการวางแนวปะการังเทียมต่อชาวประมงพื้นบ้านในอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, 34 (3), 48-60.

อศลย์ มีนาภา, นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร, ธิดารัตน์ น้อยรักษา และวิภูษิต มัณฑะจิตร. (2559). ความสัมพันธ์ระหว่างปลาแนวปะการัง กับสถานภาพของแนวปะการัง บริเวณหมู่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สาขาประมง, 55, 567-574.

อำนาจ ศิริเพชร, หัสพงศ สมชนะกิจ และสมเกียรติ อินทรชู. (2545). ผลการจัดสร้างแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลจังหวัดปัตตานี. กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 12/2545.

อิศราวุฒิ บุญไตรย์. (2558). คุณภาพชีวิตของประชาชนที่อยู่อาศัยในเขตกึ่งเมืองกึ่งชนบท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

แบบประเมินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

ชื่อจริง – นามสกุล.....ตำแหน่ง.....

<u>ส่วนที่ 1</u>: ข้อมูลส่วนบุคล

1. เพศ

   ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ .....ปี

3. ระดับการศึกษาสูงสุด

   ( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี

   ( ) ปริญญาโท ( ) ปริญญาเอก

   ( ) อื่นๆ

4. ตำแหน่ง.....

5. มีประสบการณ์ในด้าน.....

   เป็นระยะเวลาประมาณ.....

<u>ส่วนที่ 2</u>: การประเมินแนวความคิดของผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุง และพัฒนาต้นแบบนวัตปะการัง

6. เห็นด้วยหรือไม่กับการทำนวัตปะการัง

   ( ) เห็นด้วย ( ) ไม่เห็นด้วย

   เพราะ.....

   .....

   .....

7. ความเป็นไปได้ในการใช้งาน และคุณสมบัติในการใช้งานของนวัตปะการัง

   .....

   .....

8. จุดแข็งของนวัตปะการัง

   .....

   .....

   .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

9. จุดอ่อน และปัญหาของนวัตปะการัง

.....

.....

.....

10. ความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงของชุมชนในพื้นที่ที่มาจากนวัตปะการัง

.....

.....

.....

11. ข้อเสนอแนะ และประเด็นอื่นๆ เช่น รูปทรง ลักษณะเด่น และการใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ในอนาคต

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อ ตามความเป็นจริง

ข้อมูลการตอบจะถูกเก็บไว้เป็น**<u>ความลับ</u>**

<u>ส่วนที่ 1:</u> แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องคำตอบที่ตรงกับตัวท่านให้ครบทุกข้อ

1. เพศ
   - ( )$_1$ ชาย
   - ( )$_2$ หญิง
2. ระดับการศึกษา
   - ( )$_1$ ต่ำกว่าปริญญาตรี
   - ( )$_2$ ปริญญาตรี
   - ( )$_3$ ปริญญาโท
   - ( )$_4$ ปริญญาเอก
3. สถานภาพ
   - ( )$_1$ โสด
   - ( )$_2$ สมรส
   - ( )$_3$ หม้าย/หย่าร้าง
4. รายได้เฉลี่ยต่อเดือน
   - ( )$_1$ น้อยกว่า 15,000 บาท
   - ( )$_2$ 15,001 – 20,000 บาท
   - ( )$_3$ 20,001 – 30,000 บาท
   - ( )$_4$ มากกว่า 30,000 บาท
5. ท่านอาศัยอยู่ในพื้นที่เพื่อ
   - ( )$_1$ ชาวประมง
   - ( )$_2$ ผู้ประกอบการ/ธุรกิจส่วนตัว
   - ( )$_3$ ท่องเที่ยว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 2:</u> คำถามเกี่ยวกับระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนานวัตปะการัง

คำชี้แจง: โปรดอ่านข้อความดังต่อไปนี้และให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านให้ระดับการรับรู้ของท่าน ดังนี้

มีระดับการมีส่วนร่วมมากที่สุด = 5 คะแนน

มีระดับการมีส่วนร่วมมาก = 4 คะแนน

มีระดับการมีส่วนร่วมปานกลาง = 3 คะแนน

มีระดับการมีส่วนร่วมน้อย = 2 คะแนน

มีระดับการมีส่วนร่วมน้อยที่สุด = 1 คะแนน

การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตปะการัง(REEF_IN)	**ระดับการมีส่วนร่วม**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ(X7)					
2.1 ท่านรู้สึกผูกพันเป็นเจ้าของปะการัง					
2.2 ท่านมีทัศนคติเชิงบวกต่อการพัฒนานวัตปะการัง					
2.3 ท่านใช้ความรู้ภูมิปัญญาในการร่วมพัฒนานวัตปะการัง					
2.4 ท่านรายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อหน่วยงานพัฒนานวัตปะการัง					
2.5 ท่านเห็นพ้องร่วมกันกับหน่วยงานพัฒนานวัตปะการัง					
การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติการ(X8)					
2.6 ท่านเข้าร่วมเรียนรู้การพัฒนานวัตปะการัง					
2.7 ท่านทำความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง					
2.8 ท่านร่วมแสวงหาเงินทุนเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง					
2.9 ท่านร่วมสื่อสารเกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง					
2.10 ท่านร่วมประสานงานกับหน่วยงานที่พัฒนานวัตปะการัง					
การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์(X9)					
2.11 ท่านมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์จากการพัฒนานวัตปะการัง					
2.12 ท่านได้รับการพัฒนาศักยภาพตนเองจากการพัฒนานวัตปะการัง					
2.13 ท่านมีความรู้เกี่ยวกับการพัฒนานวัตปะการัง					
2.14 ท่านมีทัศนคติเชิงบวกต่อการอนุรักษ์ปะการัง					
2.15 ท่านรู้สึกหวงแหนปะการังและทรัพยากรทางทะเล					
การมีส่วนร่วมในการติดตามการประเมินผล(X10)					
2.16 ท่านมีส่วนร่วมติดตามกิจกรรมการพัฒนานวัตปะการัง					
2.17 ท่านมีส่วนร่วมติดตามผลงานการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่พัฒนานวัตปะการัง					
2.18 ท่านมีส่วนร่วมป้องกันและรักษาการพัฒนานวัตปะการัง					
2.19 ท่านมีส่วนร่วมประเมินผลติดตามสภาพแวดล้อมทางทะเลหลังการพัฒนานวัตปะการัง					
2.20 ท่านมีส่วนร่วมรายงานปัญหาหลังการพัฒนานวัตปะการัง					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 3</u>: คำถามเกี่ยวกับการยอมรับนวัตปะการังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนานวัตปะการัง

<u>คำชี้แจง</u> โปรดอ่านข้อความดังต่อไปนี้และให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านให้ระดับการรับรู้ของท่าน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 5 คะแนน

เห็นด้วย = 4 คะแนน

ปานกลาง = 3 คะแนน

ไม่เห็นด้วย = 2 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1 คะแนน

การยอมรับนวัตปะการัง(TAM)	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้งาน(X1)					
3.1 นวัตปะการังสร้างความกลมกลืนกับทรัพยากรทางทะเล					
3.2 นวัตปะการังสร้างความสวยงามใต้ท้องทะเล					
3.3 นวัตปะการังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยสัตว์น้ำ					
3.4 นวัตปะการังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ					
3.5 นวัตปะการังเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ					
การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน(X2)					
3.6 นวัตปะการังมีน้ำหนักเบา					
3.7 นวัตปะการังถอดประกอบชิ้นส่วนได้					
3.8 นวัตปะการังสะดวกในการขนส่ง					
3.9 นวัตปะการังสะดวกในการติดตั้ง					
3.10 นวัตปะการังใช้งานได้ง่าย					
ทัศนคติต่อการใช้งาน(X3)					
3.11 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสนับสนุนระบบนิเวศทางทะเล					
3.12 นวัตปะการังมีรูปทรงที่โดดเด่น					
3.13 นวัตปะการังมีส่วนประกอบที่เป็นมิตรกับระบบนิเวศทางทะเล					
3.14 นวัตปะการังนำเทคโนโลยีที่น่าสนใจมาผลิต ได้แก่ 3D Printing					
3.15 นวัตปะการังเหมาะแก่การแนะนำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทดลองใช้					
ความตั้งใจในการใช้งาน(X4)					
3.16 ท่านมีความสนใจเทคโนโลยีการผลิตนวัตปะการัง					
3.17 ท่านมีความตั้งใจศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง					
3.18 ท่านมีความตั้งใจเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับนวัตปะการัง					
3.19 ท่านมีความตั้งใจติดตามข่าวสารเกี่ยวกับนวัตปะการัง					
3.20 ท่านมีความตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนวัตปะการังเมื่อมีโอกาส					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 3</u>: คำถามเกี่ยวกับการยอมรับนวัตปะการังของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการพัฒนานวัตปะการัง (ต่อ)

<u>คำชี้แจง</u> โปรดอ่านข้อความดังต่อไปนี้และให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านให้ระดับการรับรู้ของท่าน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 5 คะแนน

เห็นด้วย = 4 คะแนน

ปานกลาง = 3 คะแนน

ไม่เห็นด้วย = 2 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1 คะแนน

การยอมรับนวัตปะการัง(TAM)	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
การนำไปใช้งานจริง(X5)					
3.21 ท่านติดต่อผู้ผลิตเพื่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับนวัตปะการัง					
3.22 ท่านเปรียบความคุ้มค่าในการใช้นวัตปะการัง					
3.23 ท่านสนับสนุนเงินเพื่อการพัฒนานวัตปะการัง					
3.24 ท่านบริจาคนวัตปะการังแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง					
3.25 ท่านมีส่วนช่วยประชาสัมพันธ์ประโยชน์ของนวัตปะการัง					
ความสนใจนวัตกรรมส่วนตัวของบุคคล(X6)					
3.26 ท่านศึกษาค้นคว้านวัตปะการัง					
3.27 ท่านทดลองผลิตนวัตปะการังด้วยตัวท่านเอง					
3.28 ท่านนำนวัตปะการังมาทดลองใช้					
3.29 ท่านแสวงหาเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการพัฒนานวัตปะการัง					
3.30 ท่านแสวงหาวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนานวัตปะการัง					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 4</u>: คำถามเกี่ยวกับการฟื้นฟูด้วยบริการระบบนิเวศทางทะเล

<u>คำชี้แจง</u> โปรดอ่านข้อความดังต่อไปนี้และให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านให้ระดับการรับรู้ของท่าน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 5 คะแนน

เห็นด้วย = 4 คะแนน

ปานกลาง = 3 คะแนน

ไม่เห็นด้วย = 2 คะแนน

ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง = 1 คะแนน

การฟื้นฟูด้วยบริการของระบบนิเวศทางทะเล(ECO_SERV)	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต(X11)					
4.1 มีแนวปะการังเป็นแหล่งตกปลา					
4.2 มีแนวปะการังแหล่งผลิตเครื่องประดับ					
4.3 มีแนวปะการังแหล่งผลิตยารักษาโรค					
4.4 มีแนวปะการังแหล่งผลิตปลาในแนวปะการังเพื่อประมงพื้นบ้าน					
4.5 มีแนวปะการังแหล่งผลิตปลาในแนวปะการังเพื่อการประมงพาณิชย์					
บริการด้านการควบคุม(X12)					
4.6 มีแนวปะการังป้องกันชายฝั่งจากคลื่นลม					
4.7 มีแนวปะการังลดการกัดเซาะชายฝั่ง					
4.8 มีแนวปะการังสร้างเม็ดทรายให้กับชายหาด					
4.9 มีแนวปะการังมีส่วนช่วยผลิตหินปูน					
4.10 มีแนวปะการังสร้างความสมดุลสภาพภูมิอากาศ					
บริการด้านวัฒนธรรม(X13)					
4.11 มีแนวปะการังส่งเสริมการท่องเที่ยว					
4.12 มีแนวปะการังส่งเสริมกิจกรรมนันทนาการ					
4.13 มีแนวปะการังส่งเสริมจริยธรรมการท่องเที่ยว					
4.14 มีแนวปะการังส่งเสริมคุณค่าอันดีงามของวิถีชีวิต					
4.15 มีแนวปะการังเป็นแหล่งจ้างงาน					
บริการด้านการสนับสนุน(X14)					
4.16 มีแนวปะการังเป็นแหล่งวัฏจักรของสารอาหาร					
4.17 มีแนวปะการังเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ					
4.18 มีแนวปะการังเป็นแหล่งหมุนเวียนของสารอาหาร					
4.19 มีแนวปะการังส่งเสริมการจัดการที่ถูกต้อง					
4.20 มีแนวปะการังสนับสนุนการส่งออกและการค้าปลีกทั่วโลก					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วนที่ 5</u>: คำถามเกี่ยวกับคุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง

<u>คำชี้แจง</u> โปรดอ่านข้อความดังต่อไปนี้และให้ขีดเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ท่านให้ระดับการรับรู้ของท่าน ดังนี้

มากที่สุด = 5 คะแนน

มาก = 4 คะแนน

ปานกลาง = 3 คะแนน

เล็กน้อย = 2 คะแนน

ไม่เลย = 1 คะแนน

คุณภาพชีวิตของผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนหลังได้รับการติดตั้งนวัตปะการัง$_{(QLIFE)}$	**ระดับความคิดเห็น**				
	5	**4**	**3**	**2**	**1**
สุขภาวะด้านสุขภาพ$_{(Y1)}$					
5.1 นวัตปะการังมีส่วนช่วยผ่อนคลายความเครียดของท่าน					
5.2 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสุขภาพที่แข็งแรงของท่าน					
5.3 นวัตปะการังมีส่วนช่วยชีวิตความเป็นอยู่ของท่านดีขึ้น					
5.4 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชีวิตของท่าน					
5.5 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงทางอาชีพของท่าน					
สุขภาวะด้านความสัมพันธ์กับบุคคลอื่นในชุมชน$_{(Y2)}$					
5.6 นวัตปะการังมีส่วนช่วยร่วมกันทำกิจกรรมในชุมชน					
5.7 นวัตปะการังมีส่วนช่วยผูกมิตรในชุนชน					
5.8 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชน					
5.9 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความสามัคคีในชุมชน					
5.10 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างสภาพแวดล้อมในชุมชนให้ดีขึ้น					
สุขภาวะด้านจิตใจ$_{(Y3)}$					
5.11 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจการอาศัยในชุมชน					
5.12 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความรู้สึกหวงแหน					
5.13 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความพึงพอใจในชีวิต					
5.14 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความสุขของท่าน					
5.15 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความหวังของท่าน					
สุขภาวะด้านสิ่งแวดล้อม$_{(Y4)}$					
5.16 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความปลอดภัยในชุมชน					
5.17 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างความมั่นคงในชุมชน					
5.18 นวัตปะการังมีส่วนช่วยส่งเสริมอาชีพในชุมชน					
5.19 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างอากาศที่ดีในชุมชน					
5.20 นวัตปะการังมีส่วนช่วยสร้างทรัพยากรอื่นๆ ในชุมชน					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

รางวัลที่ได้รับ และการจัดแสดงในงานนวัตกรรม

ลำดับ	รางวัล/การจัดแสดง	หน่วยงาน
	รางวัลชนะเลิศ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ	
1.	**ประเภท การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design)** ประจำปี 2020	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) วันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ.2563
2.	**รางวัลรองชนะเลิศ (Silver Award)** ประจำปี 2021	Malaysia Technology Expo: Sustainable Development Goals International Innovation Awards วันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ.2564

3. **รางวัลชนะเลิศ (Gold Medal Award)**

ประจำปี 2021

the 9th Macao International Innovation and Invention Exhibition (MiiEX)

วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2565

4. **รางวัลพิเศษ (Special Award Diploma)**

ประจำปี 2021

Macao Innovation and Invention Association (MIIA)

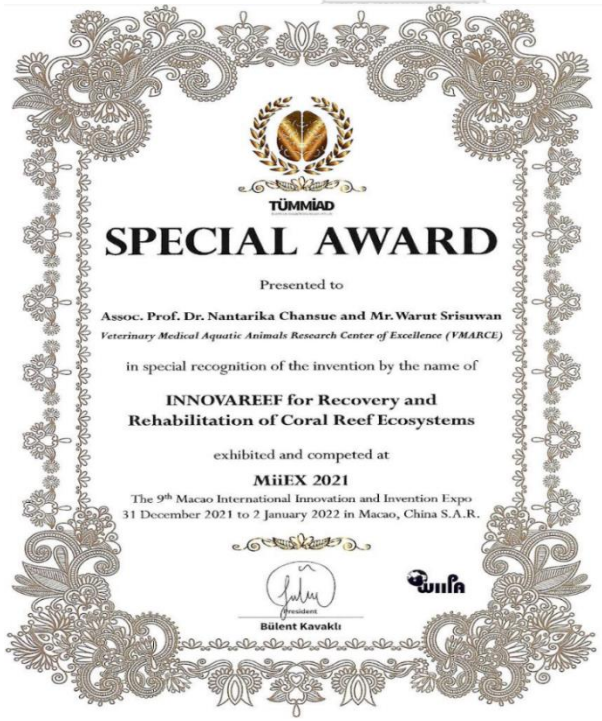
วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2565

5. **รางวัลพิเศษ (Special Award)**
ประจำปี 2021

Toronto International Society of Innovation & Advanced Skills (TISIAS)

วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2565

6. **รางวัลพิเศษ (Special Award)**
ประจำปี 2021



Turkish Inventors Association (TÜMMİAD)

วันที่ 4 มกราคม พ.ศ.2565

7. **การจัดแสดงในงาน Thailand Dive Expo (TDEX)** ประจำปี 2020

โครงการอนุรักษ์แนวปะการังและสิ่งมีชีวิตใต้ทะเลไทย

วันที่ 1 – 4 ตุลาคม พ.ศ. 2563

8. **การจัดแสดงในงาน Thailand Sustainability Expo (TSX)** ประจำปี 2020

Thailand Sustainability Expo (TSX)

วันที่ 1 – 4 ตุลาคม พ.ศ. 2563

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	วรุต ศรีสุวรรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	10 ตุลาคม 2532
สถานที่เกิด	เชียงราย
วุฒิการศึกษา	หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารวิสาหกิจ (Master of Business Administration Program in Entrepreneurial Management) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ที่อยู่ปัจจุบัน	9/41 หมู่บ้านพฤกษ์ลดา-บางนา หมู่ 9 ซอยบางนาการ์เด้น ถนนบางนา-ตราด (กม. 26) ตำบลบางบ่อ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ 10560
ผลงานตีพิมพ์	Warut S. and Chai C. T. (2015). Job Demands and Resources as Antecedents of Employee Satisfaction, Loyalty and Performance: Case with the Construction Industry in Chiang Rai, Thailand. The 3rd SUIC International Conference 2015. 2-3 Dec 2015
รางวัลที่ได้รับ	1. รางวัลชนะเลิศ ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์และบริการ ประเภทการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) จากสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (NIA) ประจำปี พ.ศ.2563 2. รางวัล Silver Award จาก Malaysia Technology Expo: Sustainable Development Goals International Innovation Awards ประจำปี พ.ศ.2564 3. รางวัล Gold Medal Award จาก the 9th Macao International Innovation and Invention Exhibition, MiiEX ประจำปี พ.ศ.2564 4. รางวัล Special Award Diploma จาก Macao Innovation and Invention Association (MIIA) ประจำปี พ.ศ.2564 5. รางวัล Special Award จาก Toronto International Society of Innovation & Advanced Skills (TISIAS) ประจำปี พ.ศ.2564 6. รางวัล Special Award จาก Turkish Inventors Association (TÜMMİAD) ประจำปี พ.ศ.2564

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University