DOI : 10.14456/bei2021.18

การออกแบบไม้ค้ำยันเป็นรากเทียมที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าชายเลน
The Design of the Staking is a Suitable Root for Mangrove Forests Planting

วิเชียร พุทธศรี*

Vichian Putthasri*

Received: July 27, 2021 Revised: November 26, 2021 Accepted: November 29, 2021

บทคัดย่อ

ป่าชายเลนมีความสำคัญเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ แต่การเพิ่มขึ้นของป่าชายเลนเป็นไปอย่างช้ามาก เมื่อเทียบกับการปลูกป่าในพื้นดินปกติ ปัญหาการปลูกป่าชายเลนในพื้นที่เดิมๆ ที่มีอุปกรณ์คือเชือกเส้นเล็กไม้ค้ำพยุงต้นอ่อนแค่ไม้ไผ่อันเดียว ที่ไม่สามารถจะดึงรั้งพยุงต้นอ่อนของต้นไม้ที่เพิ่งปลูก สะท้อนให้เห็นถึงการอยู่รอดของต้นไม้ที่ปลูกก่อนหน้านี้ ทำให้เกิดการสูญเสียเปลืองเปล่าทั้งแรงงานและกำลังทรัพย์ของภาครัฐในการรณรงค์การปลูกป่าชายเลน ผู้วิจัยเห็นว่าหากมีการออกแบบไม้ค้ำยัน (Staking) ให้มีโครงสร้างที่คล้ายรากโกงกางที่มีหลายรากเพื่อเป็นเสายึดต้นอ่อนในพื้นโคลน จึงนำเสนอการสร้างรูปแบบไม้ค้ำยัน(รากเทียม) ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตามการแบ่งระดับการพัฒนาและการออกแบบรากเทียมทั้งทางกายภาพ สี และลักษณะของรากไม้ค้ำยันในพื้นที่ 3 ระดับ คือ 1. ระดับการออกแบบในพื้นที่ธรรมชาติสันโดษ (Design for primitive areas) ซึ่งใช้รากเทียมที่มีรูปแบบสีเดียวกับธรรมชาติรากโกงกาง 2. ระดับการออกแบบในพื้นที่ธรรมชาติกึ่งพัฒนา (Design for intermediate natural areas) สีของวัสดุที่ใช้คำนึงถึงความกลมกลืนกับบริบทพื้นที่เท่าที่จำเป็นแต่ยังคงศักยภาพในการพยุงต้นอ่อน 3. ระดับการออกแบบในพื้นที่ที่มีการพัฒนา (Design for development areas) ตัวรากไม้ค้ำยันมีลักษณะของสีลักษณะขนาด รูปร่างของรากที่สามารถปรับแต่งให้กลมกลืนกับพื้นที่ไม่กีดขวางทัศนียภาพ

Abstract

Mangrove forests are important as habitats for aquatic animals. However, the growth of mangrove forests is very slow compared to normal in-ground plantings. The problem of planting mangrove forests in the old areas where the equipment is a lanyard, a single bamboo sapling support. unable to pull the sapling of the newly planted tree reflecting the survival of previously planted trees. causing the wastage of labor and resources of the government in the mangrove planting campaign The researcher opined that if the staking was designed to have a structure similar to that of mangrove roots with multiple roots to support the sapling in the mud, Therefore,

* คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, จังหวัดปทุมธานี, 13180

* Faculty of Agriculture Technology, ValayaAlongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani, Thailand, 13180
Corresponding author: Putthasri01@gmail.com, putthasri_v@hotmail.com

it is proposed to create a form of crutches (implantation) suitable for use. According to the three levels of implant development and design, physical, color, and spatial characteristics of the implant are divided into three levels: 1. Design for primitive areas, which use a well-formed implant. the same color as the natural mangrove root 2. Design level in intermediate natural areas (Design for intermediate natural areas) The color of the materials used takes into account the harmony with the context of the area to the extent necessary but still has the potential to support the sapling. 3. Design for development areas The crutches are characterized by their color, size, shape, and shape that can be adjusted to blend in with the unobstructed landscape.

คำสำคัญ: ไม้ค้ำยัน รากเทียม ป่าชายเลน
Keywords: Staking, Root, Mangroves

บทนำ

การปลูกป่าเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นเมื่อมีการสูญเสียป่าไม้เนื่องจากการพัฒนาเมือง ความเจริญของระบบทุนนิยมในการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ ทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด เป็นทรัพยากรที่ใช้ไปหมดไป เมื่อความต้องการพัฒนามีมากขึ้นป่าไม้จึงลดน้อยถอยลงอย่างรวดเร็ว การสร้างป่าไม้จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรป่าไม้ให้มีความสมบูรณ์และเพิ่มพูนระบบนิเวศน์ให้มนุษย์มีสภาพแวดล้อมที่ดีในการดำรงชีวิต การปลูกป่าเพื่ออนุรักษ์และรักษาชายฝั่งอย่างป่าชายเลนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ระบบนิเวศป่าชายเลน (mangroves) ประกอบไปด้วยพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ หลายชนิด ดำรงชีวิตร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินเลน น้ำกร่อยและมีน้ำทะเลท่วมถึงอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้น จึงพบป่าชายเลนปรากฏอยู่ทั่วไปตามบริเวณที่เป็นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำทะเลสาบ และรอบเกาะแก่งต่างๆ ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล พันธุ์ไม้ที่มีมากและมีบทบาทสำคัญที่สุดในป่าชายเลน คือ ไม้โกงกาง ป่าชายเลนจึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ป่าโกงกาง

ภาพที่ 1 ป่าชายเลนป่าโกงกาง
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

ในระบบนิเวศน์ของป่าชายเลนนั้น สามารถแบ่งเขตของพรรณไม้ (species zonation) ในป่าชายเลนโซนแรก เป็นพวก ไม้ลำแพน แสมขาว โกงกางใบเล็ก เล็บมือนาง แสมดำ และโกงกางใบใหญ่โซนที่สอง เป็นพวก โกงกาง

ใบเล็ก เล็บมือนาง แสมดำ และโกงกางใบใหญ่โซนที่สาม เป็นพวก โกงกางใบเล็ก แสมขาว ตะบูนดำ ตะบูนขาว และโกงกางใบใหญ่โซนที่สี่ เป็นพวก โกงกางใบเล็ก แสมดำ แสมขาว ตะบูนดำ ตะบูนขาว ถั่วขาว พังกาหัวสุม และโปรงขาวลักษณะระบบนิเวศน์โดยรวมของป่าชายเลนการปรับตัวของพืชป่าชายเลนต่อสภาพแวดล้อม แบ่งการปรับตัวเป็น

1. การปรับตัวสำหรับการมีชีวิตในดินที่มีน้ำท่วมขัง พรรณไม้จะมีรากอากาศ (pneumatophores) โผล่พ้นเหนือดิน รูปทรงของรากอากาศมีตั้งแต่ผอมบางคล้ายแท่งดินสอ เช่น ต้นแสม จนกระทั่งเป็นปุ่มอ้วนๆ ซึ่งพบในต้นลำแพน และต้นตะบูนดำ

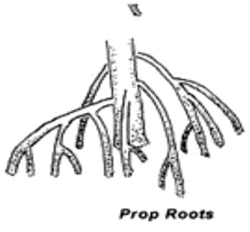
2. การปรับตัวเพื่อพยุงตัวเองในดินเลนเปียกพรรณไม้จะมีมีรากค้ำจุนหรือรากพยุง (prop roots) และรากอากาศ รากเหล่านี้จะห้อยจากลำต้นหรือกิ่งลงสู่ดิน ต้นไม้ป่าชายเลนบางชนิดมีระบบรากเคเบิล (cable roots หรือ Pencil roots) เช่น ต้นแสม

3. การปรับตัวให้เข้ากับสภาพความเค็ม พรรณไม้ป่าชายเลนบางชนิดป้องกันเกลือที่จะเข้ามาทางรากโดยวิธี pH excludersต้นไม้ป่าชายเลนบางชนิดดูดเกลือเข้าไปในลำต้น แล้วขับเกลือออกทางรูใบ วิธีนี้เรียกว่า salt exc retersพืชที่มีการขับเกลือออกทางใบ เช่น ต้นแสม ต้นเล็บมือนาง และเหงือกปลาหมอ

4. การปรับตัวให้ป่าชายเลนแพร่กระจายไปยังพื้นที่อื่นการแพร่กระจายแบบนี้ เรียกว่า dispersion โดยต้นไม้ป่าชายเลนจะมีฝักเมล็ดที่สามารถลอยน้ำได้ ฝักของต้นไม้ป่าชายเลนบางชนิดสามารถที่จะเริ่มเติบโตในขณะที่ยังติดอยู่กับต้น โดยสามารถงอกต้นอ่อนยาวถึง 1 เมตร

ลักษณะทางกายภาพรากของต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลน

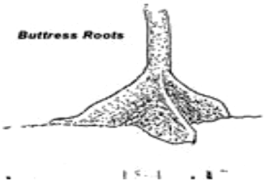
ระบบรากแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ



รากค้ำจุน หรือรากพยุงของต้นโกงกาง

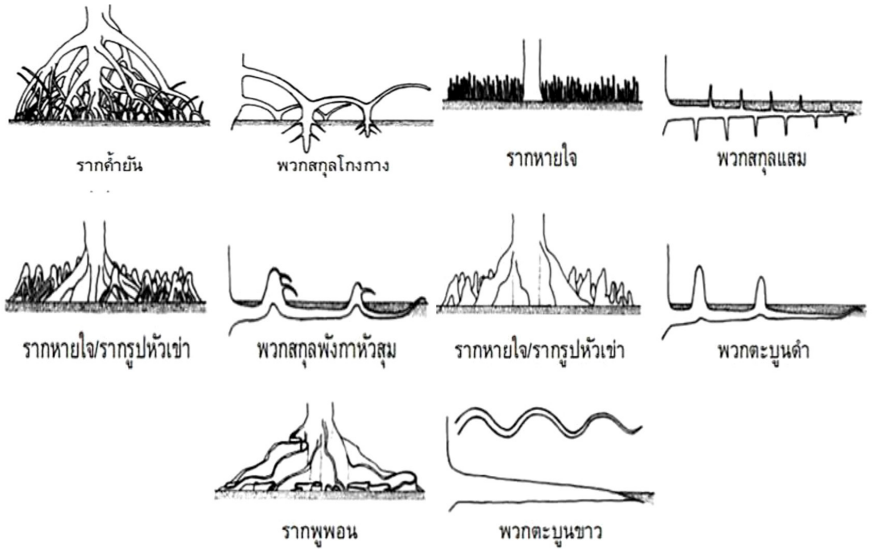
รากหายใจคล้ายเข่าของต้นถั่วขาว

รากเคเบิ้ลของต้นแสม



รากพูพอนของต้นโปรงแดง

ภาพที่ 2 ลักษณะทางกายภาพรากของต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลน
(ที่มา: พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา 50 พรรษา สยามบรมราชกุมารี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์)



ภาพที่ 3 การทดลองในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับผลกระทบของคลื่นต่อต้นกล้าป่าชายเลน และการลดทอนของคลื่นในป่าชายเลน
(ที่มา: ธรรมนูญ รัศมีมาสเมือง. 2561)

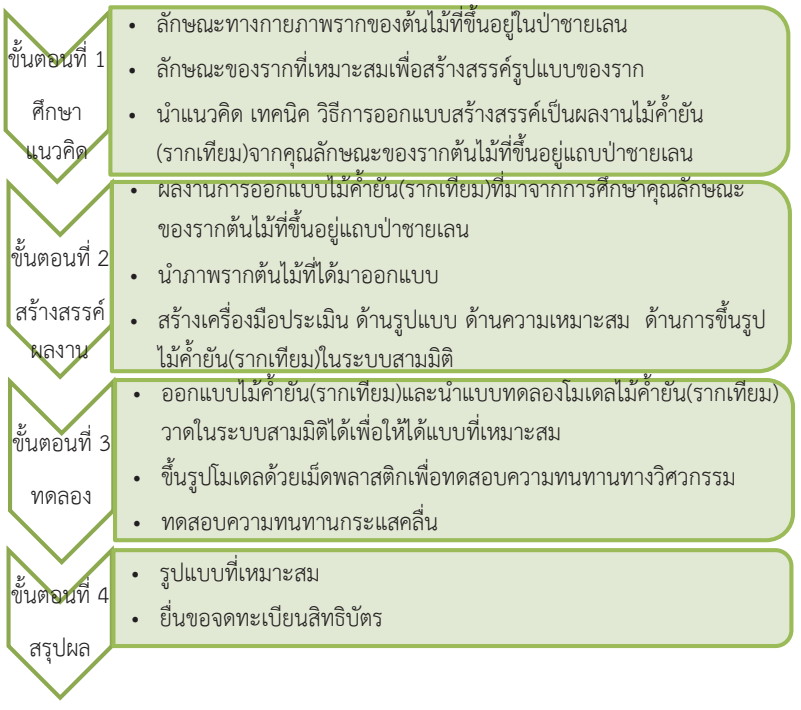
การแก้ปัญหาที่พยายามจะมีการปลูกป่าชายเลนเพิ่มขึ้น **เน้นปลูกป่าชายเลนให้มากที่สุดเพื่อให้ต้นอ่อนอยู่รอดได้มากที่สุด** แต่การปลูกป่าชายเลนไม่พบอัตราการเพิ่มที่สูงมากเหมือนงบประมาณที่เสียไป เพราะปัจจัยความคงอยู่ของต้นไม้ที่ปลูกไม่สามารถเจริญเติบโตได้เพราะอาจถูกน้ำเซาะ พัดพา เนื่องจากไม้ที่ใช้ในการพยุงต้นอ่อนของพืชไม่สามารถที่จะคงทนต่อสภาวะของคลื่นน้ำทะเลที่กระแทกซึกไม้พยุงต้นอ่อนหลุดหาย**ข้อเสียคือวิธีการเดิมๆ ที่ใช้เพียงไม้ไผ่หรือวัสดุล้อมต้นไม้ไว้คือ** 1) ไม่ทนการกัดกร่อนน้ำทะเล ต้องเปลี่ยนทุก 3-4 เดือน 2) ไม่สามารถทนแรงคลื่นน้ำได้ 3) ใช้งบประมาณซ่อมบำรุงสูงต่อปี 4) ไม่กลมกลืนกับธรรมชาติ ซึ่งปัญหาดังกล่าวก็ไม่ได้รับการแก้ไข ผู้วิจัยเห็นว่า การออกแบบที่เหมาะสมตามหลัก Landscape จึงมีความจำเป็น และการออกแบบวัสดุที่คงทนต่อสภาวะดังกล่าวจึงเป็นสิ่งที่ช่วยต่อการอยู่รอดของต้นอ่อนของต้นไม้ที่จะนำไปปลูกยังป่าชายเลนได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพรากของต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลน
2. เพื่อศึกษาลักษณะของรากที่เหมาะสมเพื่อสร้างสรรค์รูปแบบของราก
3. เพื่อทดลองและศึกษาการสร้างรูปแบบ แนวคิด เทคนิค วิธีการสร้างสรรค์เป็นผลงานไม้ค้ำยัน (รากเทียม) โดยการศึกษาคุณลักษณะของรากต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แถบป่าชายเลน
4. เพื่อสร้างสรรค์ต้นแบบไม้ค้ำยัน (รากเทียม) ที่มาจากการศึกษาคุณลักษณะของรากต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แถบป่าชายเลน

วิธีการการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้



ผลการการวิจัย

เมื่อพิจารณาระบบรากของต้นไม้จากสกุลต่างๆ 2.1 รากสกุลแสม 2.2 รากสกุลโกงกาง 2.3 รากสกุลพังกาหัวสุม 2.4 รากพวกตะบูนขาว 2.5 รากพวกตะบูนดำ พบว่ารากที่เหมาะสมในการนำมาเป็นต้นแบบคือรากของพืชต้นไม้สกุลโกงกางเพราะมีความยาวและความหนาแน่นของรากที่มีลักษณะค้ำยันพืชได้ดีที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าจากลักษณะพิเศษของรากต้นโกงกาง โดยรากและโครงสร้างรากต้นโกงกางมีความพิเศษอย่างแรกคือ มันมีรากค้ำจุน (Prop root) หรือ (Buttress root) เพื่อให้มันสามารถยืนต้นตั้งตรงอยู่ได้ในสภาพพื้นที่เป็นโคลน มีการแตกแขนงออกมา โคน ลำต้น หรือแม้แต่กิ่ง หย่งลงไปยังพื้นโคลนเพื่อช่วยพยุงต้น และยังมีรากเพื่อการหายใจ (Aerating root) ซึ่งเป็นเสมือนหลอดดูดเพื่อออกมารับออกซิเจน และยังมีรูปริเวณรอบลำต้นเพื่อรับออกซิเจนมากขึ้นด้วย และจากโครงสร้างภายนอก ผู้วิจัยจึงออกแบบรากไม้โกงกางเป็นรากเทียมเพื่อใช้พยุงต้นอ่อน มีรายละเอียดดังนี้

1. กระบวนการออกแบบอัตลักษณ์รากโกงกาง

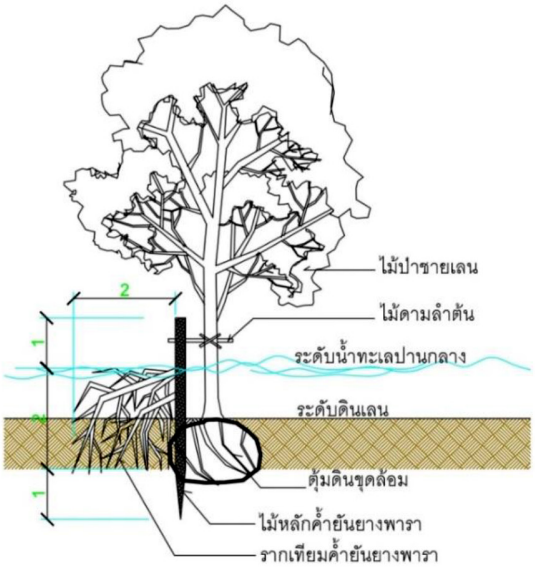
1.1 สะท้อนแนวคิดการออกแบบไม้ค้ายันที่มีลักษณะเหมือนรากต้นโกงกาง

เมื่อพิจารณาทางกายภาพของรากต้นโกงกางจะมีแขนงออกจากกิ่งของรากแก้ว ผิวของรากจะมีสีน้ำตาลเทา ลักษณะตะปุ่มตะป่ำ และมีลักษณะของรากฝอยที่งอกออกมายาวไม่เท่ากันเมื่อเติบโตสักระยะจะมีการหยั่งลึกลงในดินเลน โดยรากที่แทงลงพื้นดินเลนจำนวนมากและมีลักษณะแผ่กระจายน้ำหนักเพื่อพยุงลำต้นเพื่อรองรับการกระแทกจากกระแสน้ำ หากมีการสร้างรากเทียมให้แก่ต้นอ่อนย่อมทำให้การอยู่รอดของต้นอ่อนของพรรณไม้ป่าชายเลนมีเพิ่มขึ้น จากคุณสมบัติของรากต้นโกงกางดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้ออกแบบ ไม้ค้ายันอันมีลักษณะเลียนแบบการแตกแขนงของรากโกงกางและมีรากแก้วเทียมที่หยั่งลงในพื้นดินที่มีความลึกประมาณ 2เมตร และมีรากรอบรากแก้วจำนวน (กี่ราก) ราก อีกทั้งในแต่ละรากมีความยาวที่มีสัดส่วนในแต่ละราก (กี่นิ้ว) เพื่อให้เหมาะกับการพยุงรากในดินเลน และรองรับการกัดเซาะหรือแรงกระแทกของคลื่นน้ำ

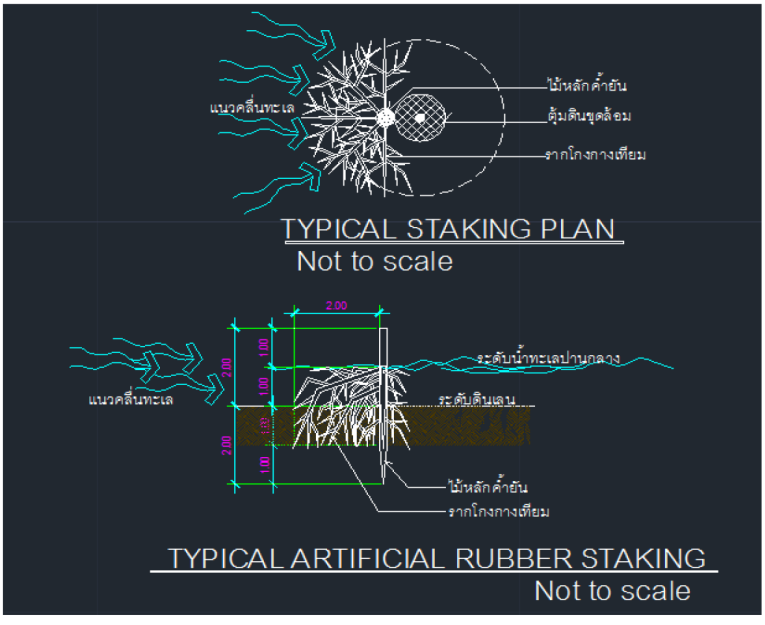
ภาพที่ 4 ภาพถ่ายและภาพสะเก็ตรูปรากโกงกาง
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

1.2 ขั้นตอนการออกแบบและแนวความคิดเบื้องต้น

ในขั้นตอนเริ่มแรกผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะของระบบนิเวศน์ป่าชายเลนออกมาได้ดังภาพ เพื่อพิจารณาถึงการออกแบบรากเทียมจากรูปแบบธรรมชาติของรากต้นโกงกาง

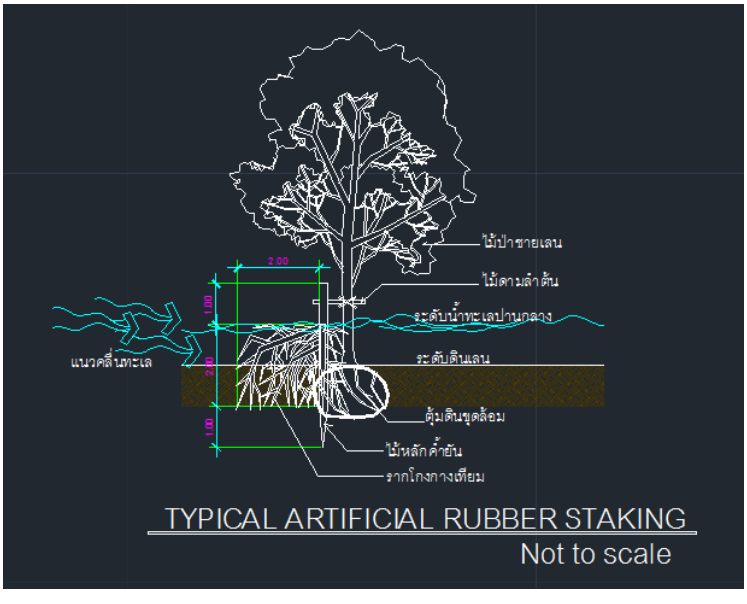


ภาพที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาการออกแบบเพื่อเป็นต้นแบบ
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

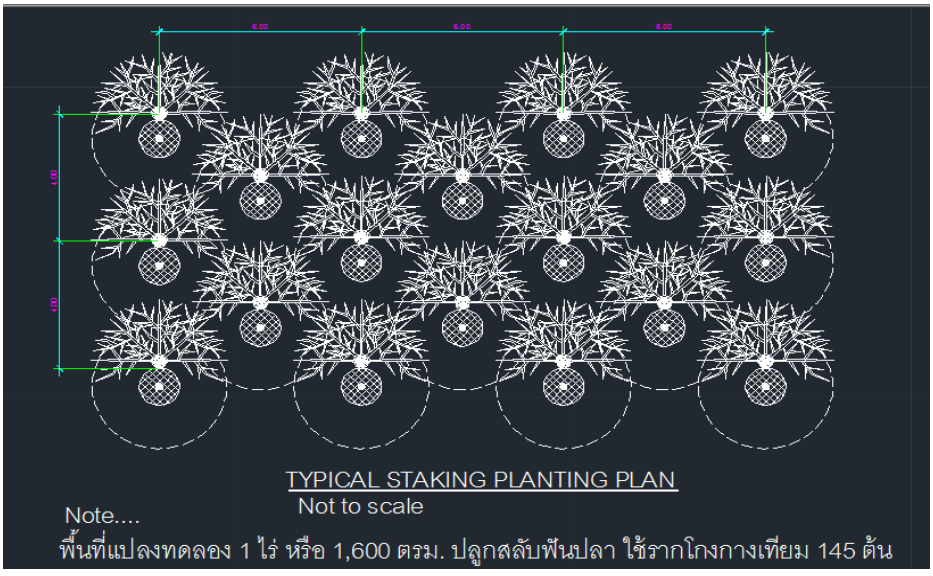


ภาพที่ 6 แบบแปลนและรูปด้าน ต้นแบบรากโกงกางเทียม
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

แนวความคิดในการออกแบบเป็นการลอกเรียนแบบจากธรรมชาติ ซึ่งมีขนาด ความกว้าง ความสูง รูปทรง ใกล้เคียงกับลักษณะตามธรรมชาติ เพื่อเป็นการสร้างสิ่งแวดล้อมเสมือนจริง



ภาพที่ 7 รูปด้าน ต้นการปลูกไม้ป่าชายเลนค้ำยันด้วยรากโกงกางเทียม
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)



ภาพที่ 8 แสดงรายละเอียดลักษณะการการติดตั้งรากโกงกางเทียมและการปลูกไม้ป่าชายเลน
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

แผนผังแสดงรายละเอียดลักษณะการติดตั้งรากโกงกางเทียมและลักษณะการปลูกไม้ป่าชายเลนในแปลงขนาดใหญ่ โดยปลูกแบบสลับฟันปลาเพื่อเป็นการสลายพลังงานและลดแรงกระแทกของคลื่น

ภาพที่ 9 รูปแปลน รูปด้านหน้า รูปด้านข้าง รูป Brid's Eye View
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

รูปแบบรากโกงกางทียมรูปที่ 1 รูปแปลน หรือรูป Top View เป็นรูปแสดงรูปลักษณะระบบรากต้นโกงกางครึ่งลำต้น ประกอบไปด้วย ลำต้นขนาด 3 นิ้ว และมีกิ่งรากค้ำยัน 5 กิ่งจำนวน 2 ชั้น 3 กิ่งทำมองจากด้านบนมุมตั้งฉากกับลำต้น หรือทำมุมกับลำต้น 90 องศา และชั้นบน 2 กิ่งทำมุมกับลำต้น 45 องศา แต่ละกิ่งมีรากแขนงจำนวนมากตั้งแต่ต้นกิ่งถึงปลายกิ่งราก มีลักษณะเหมือนต้นรากโกงกางที่มีระบบรากที่ลอยในอากาศและบางส่วนหยั่งลึกลงสู่พื้นดินเลน

รูปแบบรากโกงกางทียมรูปที่ 2 รูปด้านหน้า หรือรูป Front Elevation เป็นรูปแสดงรูปลักษณะระบบรากต้นโกงกางมุมมองจากด้านหน้า ประกอบไปด้วย ลำต้นขนาด 3 นิ้วด้านบนของลำต้นเป็นแนวตัดตรง ส่วนด้านล่างปลายแหลม และมีกิ่งรากค้ำยัน 5 กิ่ง จำนวน 2 ชั้น มองจากด้านหน้ามีลักษณะโค้งงอทำมุมกับลำต้นประมาณ 120 องศา แต่ละกิ่งมีรากแขนงจำนวนมากเหมือนลักษณะตามธรรมชาติ

รูปแบบรากโกงกางทียมรูปที่ 3 รูปด้านข้าง หรือรูป Side Elevation เป็นรูปแสดงรูปลักษณะระบบรากต้นโกงกางมุมมองจากด้านข้าง ประกอบไปด้วย ลำต้นขนาด 3 นิ้วด้านบนของลำต้นเป็นแนวตัดตรง ส่วนด้านล่างปลายแหลม และมีกิ่งรากค้ำยัน 5 กิ่ง จำนวน 2 ชั้น มองจากด้านหน้ามีลักษณะโค้งงอทำมุมกับลำต้นประมาณ 120 องศา แต่ละกิ่งมีรากแขนงจำนวนมากเหมือนลักษณะตามธรรมชาติ

รูปแบบรากโกงกางทียมรูปที่ 4 รูปด้านข้าง หรือรูป Brid's Eye View เป็นรูปแสดงรูปลักษณะระบบรากต้นโกงกางมุมมองจากด้านบนเหมือนลักษณะนกมอง ประกอบไปด้วย เห็นสัดส่วนของลำต้นเป็นลักษณะสามมิติ ส่วนด้านล่างของลำต้นมีปลายแหลม และมีกิ่งรากค้ำยัน 5 กิ่ง จำนวน 2 ชั้น มองจากด้านหน้ามีลักษณะโค้งงอทำมุมกับลำต้นประมาณ 120 องศา แต่ละกิ่งมีรากแขนงจำนวนมากเหมือนลักษณะตามธรรมชาติ

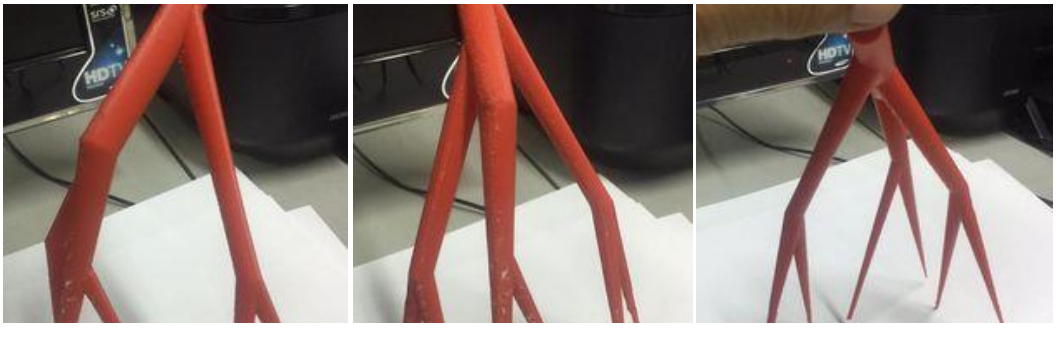
ภาพที่ 10 รูปทัศนียภาพแสดงรายละเอียดลักษณะรูปแบบของรากโกงกางเทียม
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

รูปทัศนียภาพแสดงรายละเอียดลักษณะรูปแบบของรากโกงกางเทียมที่มีโคนต้นซึ่งเป็นรากแก้วแกนกลางของลำต้น ระบบรากค้ำยันและรากแขนงเป็นองค์ประกอบที่ดูเหมือนรากโกงกาง ระบบรากที่มีรัศมีครึ่งวงกลมซึ่งเป็นไม้ค้ำยันในการปลูกไม้ป่าชายเลนที่มีขนาดลำต้นขนาด 1 นิ้วขึ้นไปโดยปลูกแนวด้านหลังของลำต้น ผูกยึดกับเสาหลักเพื่อลดการกระแทกจากแรงคลื่นและยึดต้นไม้ป่าชายเลนให้ไม่หลุดออกจากรากโกงกางเทียม ลักษณะการติดตั้งรากโกงกางเทียมและการปลูกไม้ป่าชายเลนในแปลงขนาดใหญ่ จะปลูกแบบเป็นแถวสลับฟันปลาเพื่อเป็นการสลายพลังงานและลดแรงกระแทกของคลื่น

2. การเลือกวัสดุเม็ดพลาสติกเพื่อขึ้นรูป

ภาพ 11 เม็ดพลาสติกเหลือใช้
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

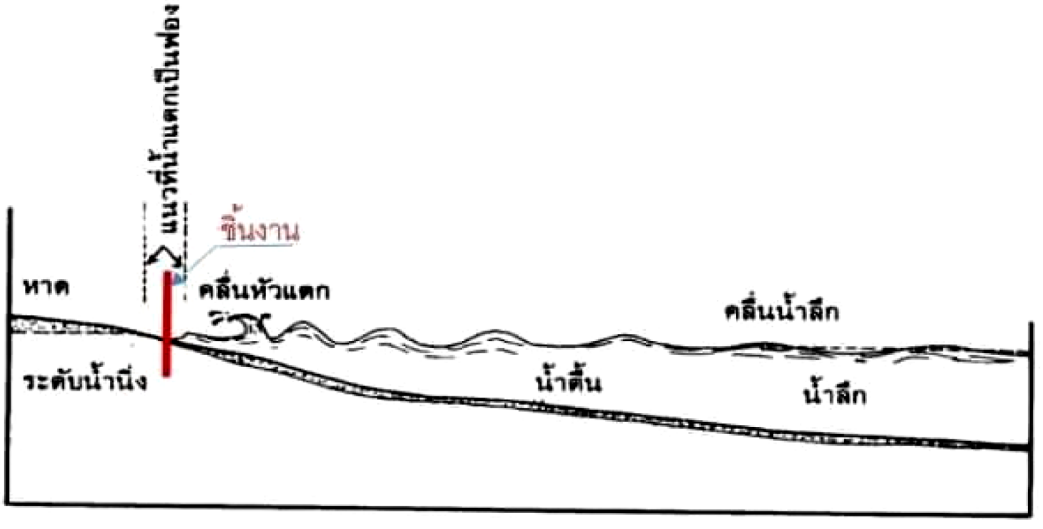
ตามที่ผู้วิจัยขอข้อมูล เรื่องการนำเศษพลาสติกมาใช้ขึ้นรูปด้วยเหตุผลพลาสติกสามารถนำมาขึ้นรูปได้ง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำและนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น บรรจุภัณฑ์เครื่องใช้ในครัวเรือนของเล่นเด็กเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น จากข้อคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ (นายศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, 2563) ให้ข้อมูลว่า พลาสติกที่นำมาเป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เช่นโพลีเอทิลีน (polyethylene: PE) โพลีโพรพิลีน (polypropylene: PP) โพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride: PVC) โพลิสไตรีน (polystyrene: PS) โพลิเอทิลีนเทเรพทาเลต (polyethylene terephthalate: PET) เป็นต้นซึ่งเป็นพลาสติกชนิดที่คุ้นเคยและบางส่วนถูกย่อยสลายเป็น “ไมโครพลาสติก” หรือ Secondary microplasticsที่เกิดขึ้นจากรังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดดทำให้เกิดการออกซิเดชั่นของโพลิเมอร์เมทริกซ์นำไปสู่การแตกตัวและย่อยสลายของพลาสติกเช่นถุงพลาสติกหลอดพลาสติกบรรจุภัณฑ์พลาสติกต่างๆ และมีการปนเปื้อนในน้ำทะเลเสี่ยงต่อการเข้าไปยังห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตแต่ถ้านำขยะพลาสติกเหล่านั้นมาสร้างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการหลอมละลายด้วยความร้อนสูงและนำมาทดสอบทางวิศกรรมที่สามารถคำนวณหาค่ามาตรฐานทางวิศวกรรมจากการรับแรงกดหรือแรงกระแทกได้ก็น่าจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการนำขยะพลาสติกมาใช้ประโยชน์และยังเป็นการช่วยลดปัญหาขยะพลาสติกทั้งส่งเสริมและการฟื้นฟูป่าชายเลนเสื่อมโทรมแบบบูรณาการต่อไปซึ่งจากข้อคิดเห็นดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าการใช้เม็ดพลาสติกเหลือใช้จะเป็นประโยชน์ลดขยะโดยนำมาใช้ประโยชน์และมีต้นทุนต่ำ จึงได้ขึ้นรูปจำลองเพื่อทดสอบ



ภาพ 12 รูปโมเดลเพื่อทดสอบ
(ที่มา: วิเชียร พุทธศรี, ผู้เขียน)

3. ผลการทดลองโมเดลตัวอย่าง

เมื่อนำรูปแบบที่ขึ้นรูปไปทดสอบปรากฏผลการทดสอบจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย พบว่าเมื่อได้ทำการทดสอบแท่งพลาสติก ขนาด 1.5*8.0* 10.0 ซม. (หนากว้าง*ยาว) ด้วยวิธีทดสอบความต้านแรงดัด โค้ง ใช้แรงในการทดสอบ 1000 กิโลกรัมแรง และวิธีทดสอบความต้านแรงกด ใช้แรงในการทดสอบ 880 กิโลกรัมแรง ได้ผลทดสอบปรากฏว่า ชิ้นงานไม่เสียหาย นั่นหมายถึงชิ้นงานสามารถรับแรงกระทำได้ มากกว่าแรงที่ใช้ในการทดสอบ อธิบายได้ว่า เมื่อสมมติให้นำชิ้นงานดังกล่าว (แท่งพลาสติก) ขนาดเดียวกันรับแรงกระทำจากคลื่นทะเล (ชายฝั่ง ดังรูปที่ 1 พบว่า แท่งพลาสติกดังกล่าว สามารถรับแรงที่เกิดจากคลื่นได้มากกว่า 3.5 เท่า (ซึ่งเกินกว่า safety factor ที่ใช้ในการออกแบบโครงสร้างทั่วไป คือ 2.5 เท่า) ซึ่งอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 13 แสดงพฤติกรรมและการเคลื่อนที่ของคลื่นในทะเล ที่กระทำต่อชายฝั่ง
(ที่มา: อนันต์ ดิษฐ์แก้ว, วิศวกรโยธา)

โดยทั่วไปคลื่นขนาดใหญ่ในทะเล จะเกิดจากพายุ ซึ่งความเร็วไม่น้อยกว่า 65 กม./ชม.หรือ ราวๆ 18 ม./วินาที ส่งผลให้เกิดคลื่นที่มีแรงกระแทก (จากการคำนวณ) ขนาดประมาณ 300 กิโลกรัมแรง แต่แรง กระทำที่ใช้ทดสอบชิ้นงานคือ 1000 กิโลกรัมแรง ซึ่งมากกว่าแรงกระแทกจากคลื่น ราวๆ 3.5 เท่า

ดังนั้นจึงสรุปเบื้องต้นได้ว่า ชิ้นงานแท่งพลาสติกนี้มีความแข็งแรงมากสามารถนำไปใช้เป็นราก เทียมหรือค้ำยันต้นโกงกาง และสามารถรับแรงกระทำที่เกิดจากคลื่นในทะเลได้เป็นอย่างดี และยังสามารถ ลดแรงหรือสลายพลังงานจากแรงกระแทกของคลื่นเพื่อลดการกัดเซาะชายฝั่งได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำหลักการและแนวความคิดในการออกแบบเพื่อมวลชนมาใช้ในการสร้างสรรค์งานเพื่อสังคมและสิ่งแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ในการแก้ปัญหาการปลูกป่าชายเลน โดยมีหลักการพื้นฐาน 7 ประการ คือ 1) ความเสมอภาค (Equitability) คือ แนวความคิดในการนำขยะมาใช้ในการสร้างทุกคนในสังคม

สามารถได้ประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมที่ดีขึ้นได้อย่างเท่าเทียม 2) ความยืดหยุ่น (Flexibility) การอนุรักษ์และการปลูกป่าทดแทนในพื้นที่เสื่อมโทรมที่เป็นป่าชายเลนทั้งในพื้นที่ของรัฐและภาคเอกชนทุกคนสามารถมีส่วนร่วมและสมารถเข้าถึงได้เพื่อการใช้ประโยชน์พื้นที่สาธารณะประโยชน์ทางด้านการศึกษาเรียนรู้การใช้วัสดุขยะที่เหลือใช้มาสร้างประโยชน์ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม 3) ใช้ง่ายเข้าใจง่าย (Simple, Intuitiveuse) แนวความในการออกแบบเป็นการลอกเลียนแบบจากธรรมชาติเพื่อให้เกิดความกลมกลืนกับธรรมชาติสามารถสร้างความเข้าใจในการสร้างความร่วมมือขององค์กรและชุมชนต่างๆ 4) ข้อมูลชัดเจน (Perceptible Information) ง่ายสำหรับประกอบการใช้งาน ไม่ซับซ้อนในการติดตั้ง 5) การป้องกันอันตราย (Toleranceforerror) สิ่งประดิษฐ์จะต้องมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและไม่ก่อเกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถนำมาใช้งานได้หลายๆ ครั้ง 6) ทุ่นแรงกาย (Low Physical Effort) การออกแบบคำนึงถึงความสะดวกในการติดตั้งและการขนส่ง โดยการออกแบบเป็นชิ้นส่วนประกอบ 7) ขนาดและสถานที่ที่เหมาะสม (Appropriate Size and Space for Approach) การออกแบบคำนึงถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ๆ เหมาะสมตามธรรมชาติและภูมิประเทศ ไม่แปลกแยกจากถิ่นกำเนิดและมีความกลมกลืนกับธรรมชาติ

การออกแบบไม้ค้ำยันเป็นรากเทียมที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าชายเลนเป็นการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ลักษณะทางกายภาพรากของต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมักมีรากพยุงค่อนข้างแน่นหนาเพื่อให้มีลักษณะยึดติดกับพื้นดินเลนได้ แต่เมื่อมีการปลูกต้านกล้าขนาดเล็ก อาจไม่สามารถยึดติดกับดินเลนได้ เนื่องจากต้นอ่อนยังไม่มีระบบรากที่แข็งแรงเพื่อพยุงลำต้น ซึ่งเป็นแรงบันดาลและที่มาในการออกแบบไม้ค้ำยันรากเทียมเพื่อนำไปใช้ค้ำยันต้นกล้าขนาดเล็ก ในพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกทำลายไปจากน้ำมือมนุษย์ให้สามารถฟื้นฟูมาได้ และทำให้ประหยัดงบประมาณการซ่อมแซมต้นกล้าที่อาจถูกคลื่นทะเลกระชากหลุดออกจากตำแหน่งปลูก

2. ลักษณะรูปแบบของรากเทียมที่เหมาะสมสามารถพยุงลำต้นของต้นกล้าขนาดเล็กที่ปลูกใหม่ได้จากกระแสคลื่นที่รุนแรง ตามลักษณะภูมิศาสตร์

3. ผลทดลองและศึกษาการสร้างรูปแบบ แนวคิด เทคนิค วิธีการสร้างสรรค์ให้เป็นผลงานไม้ค้ำยัน (รากเทียม) โดยการศึกษาคุณลักษณะของรากต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แถบป่าชายเลนโดยการเลือกรูปแบบจากรากโกงกางและนำขยะพลาสติกมาขึ้นรูปเพื่อสร้างต้นแบบ และศึกษาเพื่อนำไปใช้ผลิตและสร้างผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมได้เพราะมีต้นทุนต่ำและหาง่าย

4. ต้นแบบไม้ค้ำยัน(รากเทียม)ที่มาจากการศึกษาคุณลักษณะของรากต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แถบป่าชายเลนเมื่อนำไปทดสอบชิ้นงาน พบว่ามีความแข็งแรงทนทานต่อแรงกระแทกของคลื่นได้และมีลักษณะเหมาะสมต่อการใช้งานระยะยาวไม่ต้องใช้งบประมาณเปลี่ยนบ่อยๆ และสามาถนำไปใช้ประโยชน์พื้นที่อื่นๆ ได้อีกโดยการนำไปใช้ซ้ำได้ เมื่อต้นกล้าในแปลงปลูกเดิมแข็งแรงเจริญเติบโตดีแล้ว

ซึ่งลักษณะตามการแบ่งระดับการพัฒนาและการออกแบบรากเทียมทั้งทางกายภาพ สี และลักษณะของรากไม้ค้ำยันในพื้นที่ 3 ระดับ คือ คือ 1. ระดับการออกแบบในพื้นที่ธรรมชาติสันโดษ (Design for primitive areas) ซึ่งใช้รากเทียมที่มีรูปแบบสีเดียวกับธรรมชาติรากโกงกาง 2. ระดับการออกแบบในพื้นที่ธรรมชาติกึ่งพัฒนา (Design for intermediate natural areas) สีของวัสดุที่ใช้คำนึงถึงความกลมกลืนกับบริบทพื้นที่เท่าที่จำเป็นแต่ยังคงศักยภาพในการพยุงต้นอ่อน 3.ระดับการออกแบบในพื้นที่ที่มีการพัฒนา (Design for development areas) ตัวรากไม้ค้ำยันมีลักษณะของสีลักษณะ ขนาด รูปร่างของรากที่สามารถปรับแต่งให้กลมกลืนกับพื้นที่ไม่กีดขวางทัศนียภาพ

อภิปรายผลการวิจัย

แนวคิดการออกแบบไม้ค้ำยัน(รากเทียม)เลียนแบบธรรมชาติของรากต้นไม้ป่าชายเลน เพื่อเพิ่มจำนวนป่าชายเลนให้มีระบบนิเวศน์ ที่สมบูรณ์ ซึ่งรากของต้นโกงกางเป็นรากที่เหมาะสมต่อการออกแบบเป็นรากเทียม โดยใช้เม็ดพลาสติกผลิตรากเทียม การออกแบบคำนึงถึงการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการนำขยะพลาสติกมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เป็นการลดขยะในระบบให้มากที่สุด แต่ก็มีข้อกังขาเรื่องการปนเปื้อนไมโครพลาสติกที่ได้ถูกตรวจพบในทะเลและมหาสมุทร และยังพบในแหล่งน้ำจืดผิวดินทั่วโลกอีกด้วย (ศีลาวุธ ดำรงศิริ และ เพ็ญรดี จันทร์ภิวัฒน์, 2564) ซึ่งในบางงานวิจัยก็มีการแก้ปัญหาเรื่องไมโครพลาสติกที่อาจตกค้างในสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ไมโครพลาสติกแบบชีวภาพ (สุลีพร แสงกระจ่าง, ปัทมา พลอยสว่าง, ปริญดา พรหมหิธาธรม, 2558) หรือการที่รากเทียมที่ทำจากพลาสติกที่ต้องแช่ในน้ำระยะเวลาที่ยาวนานนั้น การใช้วิธีการหลอมเศษแก้วหุ้มรอบไม้ค้ำยัน (รากเทียม) ก่อนการนำไปใช้ก็จะลดการปนเปื้อนไมโครพลาสติกสู่แหล่งน้ำหรือแหล่งอาหารได้ ซึ่งการออกแบบของผู้ออกแบบยึดตามหลัก Universal Design ที่ต้องการนำขยะพลาสติกที่มีอยู่ในประเทศมาใช้ประโยชน์สูงสุด และผู้วิจัยเห็นว่าการนำขยะที่เป็นเศษแก้วหลอมละลายมาเคลือบไม้ค้ำยัน (รากเทียม) จึงเป็นนวัตกรรมที่ทำให้ความเสี่ยงด้านการปนเปื้อนไมโครพลาสติกต่อสิ่งแวดล้อมหรือในห่วงโซ่อาหารลดลงหรือไม่มีเลยก็ได้

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาหาผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมทางทะเลและผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับไมโครพลาสติกที่นำขยะพลาสติกมาสร้างไม้ค้ำยันรากโกงกางเทียม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฏฐพิชกรรม อาจารย์ประจำภาควิชาพืชสวนคณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขนและผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงพลธนฤทธ์ มฤครัฐอินแปลง คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน

เอกสารอ้างอิง

Administrator. 2017. FloridaLandscape. Red Mangroves: The Strangest Roots & Fruits. [Online]. http://www.omarshamsi.com/2017/04/11/red-mangroves-the-strangest-roots-fruits/. (12March 2020).

Anan Ditkaew. (2020). The structural strength of plastic rods consistent with the test results, Thailand Institute of Scientific and Technological Research: Bangkok. [in Thai]

Department of Marine and Coastal Resources. 2020. Mangrove forest Central database System and marine and coastal resource data standards. [Online]. https://km.dmcr.go.th/th/c_11. (1 March 2020). [in Thai]

Kamonphol Khayanha. 2561. **Laboratory Experiments On The Effects of Hydrodynamic Factors On The Physical Characteristics of Planted Mangrove Sprouts. Master Thesis.** Burapha University. 301 p. [in Thai]

Makoto Kimura and Hidenori Wada. 2012. **Tannins in mangrove tree roots and their role in the root environment**. [Online]. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.1989.10434741/. (12 March 2020).

Nagamitsu Maie. 2008. **Mangrove tannins in aquatic ecosystems: Their fate and possible influence on dissolved organic carbon and nitrogen cycling.** [Online]. https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.4319/lo.2008.53.1.0160. (12 March 2020).

Sakanan Plathong. (2020). Marine Science Learning Center Department of Biology Faculty of Science, Prince of Songkla University: Songkhla. [in Thai]

Sanit Aksornkaew, Sonjai Havanont and Chatree Maknuan. (1996). **Handbook of Mangrove Planting.** Bangkok: Funnypubpublishing limited partnership. [in Thai]

Sarayut Bunyawetchchewin, Thanit Nooyim, and Shouzo Nakamura. (1997). **Survival rate and growth of young mangrove And large mangrove at different light intensity**. At the 35th Academic Conference of Kasetsart University (pages 573-585). Kasetsart University. [in Thai]

Silawut Damrongsiri and Penradie Chanpiwat. (2564). Microplastics in freshwater and consumer water sources, Environmental Research Institute. Chulalongkorn University, Bangkok. [Online]. http://www.ej.eric.chula.ac.th/content/6114/82

Sitthichok Chanyong. 2009. **Mangrove and mangrove forests. Sikao Bay Coast Trang Province**. [Online]. https://fishtech.rmutsv.ac.th/fishtech/sites/default/files/files/2556/Electronics/Mangrove%20forest.pdf. (16 March 2020). [in Thai]

Suleeporn Saengkrachang, Pattama Ploysawang, Parinda Phromhitathon. (2013). Impact of plastics on health and environment, Molecular Epidemiology. research group National Cancer Institute, Bangkok. Journal of Thai Toxicology 2013;28(1) [Online]. http://file:///C:/Users/Administrator/Downloads/244081-Article%20Text-838216-1-10-20200605%20 (1).pdf