

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่มีต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล
ในพื้นที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช

Impact of Shoreline Changes on Coastal Ecosystems in
Tha Sala District, Nakhon Si Thammarat Province.

ชนาวุธ มุกดา¹ ชาญชัย ชนาวุฒิ² และเชาวน์ ยงเฉลิมชัย²

Chanavoot Mookda¹, Charlchai Tanavud² and Chao Yongchalemchai²

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่มีต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเลในพื้นที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษาในปี พ.ศ. 2517, 2538 และ 2545 ผลการศึกษาพบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 พบการกัดเซาะชายฝั่งด้วยอัตราการกัดเซาะปานกลางในพื้นที่บ้านสระบัว ถึงบ้านค่านาญ ตำบลท่าศาลา และการสะสมของตะกอนดินเลนในพื้นที่บ้านหน้าทับ (คลองปากพยิง) ถึงบ้านสระบัว ตำบลท่าศาลา ต่อมาช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2545 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งได้ขยายพื้นที่และมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น พื้นที่ชายฝั่งบ้านบ่อนนท์ ตำบลท่าศาลา ถึงบ้านกาพระ ตำบลสระแก้ว เกิดการกัดเซาะอัตราปานกลาง 1.20 เมตรต่อปี ตลอดแนวชายฝั่งความยาว 11.32 กิโลเมตร ชายฝั่งบ้านค่านาญ ตำบลท่าศาลา มีการกัดเซาะปานกลางอัตรา 3.58 เมตรต่อปี และชายฝั่งบ้านสระบัว ถึงบ้านในถุ้ง ตำบลท่าศาลา พบการกัดเซาะอัตราปานกลาง 1.21 เมตรต่อปี ส่วนชายฝั่งบ้านหน้าทับ ถึงบ้านสระบัว ตำบลท่าศาลา ยังคงพบการทับถมของตะกอนดินเลน แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงมากคือ 21.99 เมตรต่อปี จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2545 อำเภอท่าศาลา สูญเสียพื้นที่จากการกัดเซาะไปถึง 244 ไร่ ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง แนวทางการจัดการเพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลได้เสนอไว้ในบทความฉบับนี้

คำหลัก : การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล, การกัดเซาะ, การทับถม, การจัดการเพื่อลดผลกระทบ, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

¹ นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการทรัพยากรดิน คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² รศ.ดร. ผศ.ดร. ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

* Corresponding author : E-mail chanavoot@gmail.com

Abstract

Study of impact of shoreline change on coastal ecosystems in Tha Sala District, Nakhon Si Thammarat Province. Using aerial photographs and Geographic Information System (GIS) calculate shoreline changes in the study area, 1974, 1995 and 2002. Results revealed that in the period of 1974 – 1995 the moderate erosion rate was found at the shoreline between Ban Sa Bua to Ban Dan Phasi, Tambol Tha Sala. Mud accretion was found at Ban Na Thap (Khlomg Pak Phaying) to Ban Sa Bua, Tambol Tha Sala. Later, in the period of 1995 – 2002 the shoreline changes have expanded and are more severe. The area at Ban Bo Non, Tambol Tha Sala to Ban Ka Phra, Tambol Sa Kaeo found erosion at moderate rates of 1.20 m/y along the coastline length 11.32 km. The area at Ban Dan Phasi, Tambol Tha Sala found erosion at moderate rates of 3.58 m/y. The area at Ban Sa Bua to Ban Nai Thung, Tambol Tha Sala found erosion at moderate rates of 1.21 m/y. Mud accretion rate of 21.99 m/y was higher within the area at Ban Na Thap (Khlomg Pak Phaying) to Ban Sa Bua, Tambol Tha Sala. From the study result concluded that in the period of 1974 – 2002 total area loss by erosion along the Tha Sala District coastline was estimated at 0.39 km². The problem of coastal erosion causing a negative impact on the coastal ecosystem. Management options to counteract the effects of shoreline change are discussed in this paper.

1. บทนำ

พื้นที่ชายฝั่งทะเลนั้นมีทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามากมาย ซึ่งประกอบไปด้วยระบบนิเวศที่มีความซับซ้อนและละเอียดอ่อน เช่น ป่าชายหาด ป่าชายเลน หรือแม้กระทั่ง หาดทราย เป็นต้น [9] ช่วงเวลาที่ผ่านมา มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติจากพื้นที่ชายฝั่งทะเลเพิ่มมากขึ้น ชายฝั่งทะเลจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นพื้นที่หนึ่งที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างมากมาย เช่น การพัฒนาเป็นสถานที่ท่องเที่ยว การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง การทำเกษตรกรรม และการตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัย เป็นต้น จนทำให้ระบบนิเวศชายฝั่งทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อความสมดุลและมั่นคงของระบบนิเวศชายฝั่ง เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล คุณภาพดินและน้ำบริเวณชายฝั่งเสื่อมโทรมลงสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่ประกอบอาชีพ และการสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจ

จากปัญหาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลที่กำลังเกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลที่มี

ต่อระบบนิเวศชายฝั่งในพื้นที่ตำบลที่ติดกับชายฝั่งทะเลในอำเภอท่าศาลาจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งได้แก่ ตำบลกลาย ตำบลสระแก้ว ตำบลท่าจีน และตำบลท่าศาลา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งมากที่สุดแห่งหนึ่งในภาคใต้ เพื่อเสนอแนะแนวทางการป้องกันและการบรรเทาผลกระทบที่ถูกต้อง เพื่อการใช้ทรัพยากรชายฝั่งให้เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ ส่งผลให้การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งมีความมั่นคงและยั่งยืนต่อไป ในการศึกษาได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของพื้นที่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษาและทำการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อจัดทำเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจะมีความสำคัญมากในการนำข้อมูลไปใช้ในการจัดการทรัพยากรและระบบนิเวศชายฝั่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอาจจะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรและระบบนิเวศชายฝั่ง

2. อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

2.1 อุปกรณ์และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.1.1 ข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

- 1) ภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photo) ปี พ.ศ. 2517
มาตราส่วน 1: 15,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร
- 2) ภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photo) ปี พ.ศ. 2538
มาตราส่วน 1: 15,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร
- 3) ภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photo) ปี พ.ศ.
2545 มาตราส่วน 1: 4,000 จัดทำโดย
กรมแผนที่ทหาร

- 4) แผนที่ภูมิประเทศ (topographic map)
มาตราส่วน 1: 50,000 ระหว่างอำเภอท่าสาแล
4926 II L7018 และ ระหว่างอำเภอสิชล 4926
I L7018 จัดทำโดย กรมแผนที่ทหาร

- 5) โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview 3.2a

2.2 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง พื้นที่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษา

โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ (aerial photo)
ปี พ.ศ. 2517 ปี พ.ศ. 2538 และปี พ.ศ. 2545
นำมาเรียงต่อกันในแต่ละชุด ลากเส้นแนวชายฝั่งทะเล
(coastline) โดยใช้รอยต่อระหว่างขอบเขตน้ำทะเลกับ
แนวหาดทราย เส้นชายฝั่งทะเลที่ได้นำมาซ้อนทับกัน
เพื่อหาพื้นที่แนวชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละ
ช่วงเวลา การศึกษานี้ใช้ข้อมูล 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงปี
พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 (21 ปี) และช่วงปี พ.ศ. 2538
ถึงปี พ.ศ. 2545 (7 ปี) เพื่อคำนวณหาระยะการ
เปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ยและอัตราการ
เปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ยต่อปี ด้วยระบบ
สารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview 3.2a

อัตราการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ย สามารถ
แบ่งระดับของการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้คือ ชายฝั่งกัดเซาะ
รุนแรงมีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยมากกว่า 5 เมตร/ปี ชายฝั่ง
กัดเซาะปานกลางมีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยตั้งแต่ 1 ถึง
5 เมตร/ปี ชายฝั่งคงสภาพมีอัตราการเปลี่ยนแปลง

วิธีการคำนวณ [4]

ระยะการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ย (เมตร) = $\frac{\text{พื้นที่แนวชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลง (ตารางเมตร)}}{\text{ความยาวของแนวชายฝั่ง (เมตร)}}$
อัตราการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ย (เมตรต่อปี) = $\frac{\text{ระยะการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งเฉลี่ย (เมตร)}}{\text{จำนวนปีที่เปรียบเทียบ}}$

เฉลี่ยน้อยกว่า ± 1 เมตรต่อปี และชายฝั่งสะสมตัว
มีอัตราการทับถมเฉลี่ยมากกว่า 1 เมตร/ปี [14]

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาปัจจัยที่ก่อให้เกิด เปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ได้มี
การตั้งสมมุติฐานไว้จากเอกสารงานวิจัยทางวิชาการ
ที่เกี่ยวข้อง และจากการเก็บข้อมูลในภาคสนาม

- 1) ปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินชายฝั่งทะเล
- 2) ปัจจัยด้านโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเล
- 3) ปัจจัยด้านสภาพสมุทรศาสตร์
- 4) ปัจจัยด้านปริมาณตะกอนในลำน้ำ
- 5) ปัจจัยด้านลักษณะทางธรณีวิทยา
- 6) ปัจจัยด้านตะกอนชายหาด

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง แนวชายฝั่งที่มีต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

กำหนดประเภททรัพยากรที่เป็นองค์ประกอบ
หลักของระบบนิเวศซึ่งประกอบด้วย 4 กลุ่มทรัพยากร
ดังนี้ คือ [5]

- 1) ทรัพยากรชีวภาพ เป็นกลุ่มทรัพยากรที่มีชีวิต
ได้แก่ ป่าไม้พืชพรรณต่างๆ และสัตว์ ทรัพยากรกลุ่ม
นี้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์และมี
หน้าที่ควบคุมและฟื้นฟูความเสื่อมโทรมของระบบ
นิเวศ การศึกษานี้ใช้ความสมบูรณ์ของป่าชายเลน
และป่าชายหาดในการบ่งชี้ถึงสถานภาพของทรัพยากร
ด้านชีวภาพ ซึ่งได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ
ปี พ.ศ. 2517 และปี พ.ศ. 2545 และจัดทำแผนที่

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

2) **ทรัพยากรด้านกายภาพ** เป็นทรัพยากรพื้นฐาน ซึ่งมีบทบาทในการบ่งบอกถึงความเป็นไปของระบบนิเวศนั้น ในการศึกษานี้จะทำการวิเคราะห์สมบัติของดินและน้ำบนพื้นที่ชายฝั่งทะเล โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินและตัวอย่างน้ำใต้ดิน นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC) และค่าความเค็ม (salinity) ส่วนการวิเคราะห์สมบัติของดินชายฝั่งทะเลนั้นทำการเก็บตัวอย่างดินชายฝั่งทะเลตามสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ 2 ระดับความลึกคือ 0-15 และ 15-30 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity; EC)

3) **คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์** เป็นการนำทรัพยากรหลักทั้งด้านกายภาพและชีวภavnามาใช้ประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร การตั้งถิ่นฐาน ทรัพยากรด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์จะศึกษาโดยเปรียบเทียบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2517 และปี พ.ศ. 2545 และจัดทำเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาเพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและนำข้อมูลไปใช้ในด้านการจัดการทรัพยากรและระบบนิเวศชายฝั่ง

4) **คุณค่าคุณภาพชีวิต** เป็นกลุ่มทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมของพื้นที่ เพื่อแสดงให้เห็นว่าทรัพยากรที่นำมาใช้ประโยชน์ได้รับผลกระทบหรือทำให้คุณภาพชีวิตอยู่ในรูปแบบใด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงสำรวจของกลุ่มตัวอย่างประชากรในพื้นที่จำนวน 197 ตัวอย่าง จากแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง (structure questionnaire) สำนววจความคิดเห็นของชาวบ้านในพื้นที่ต่อปัญหาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลที่กำลังเกิดขึ้นเพื่อให้ทราบถึงสภาพปัญหาของชาวบ้านในพื้นที่ซึ่งได้รับความเดือดร้อนและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากภัยการ

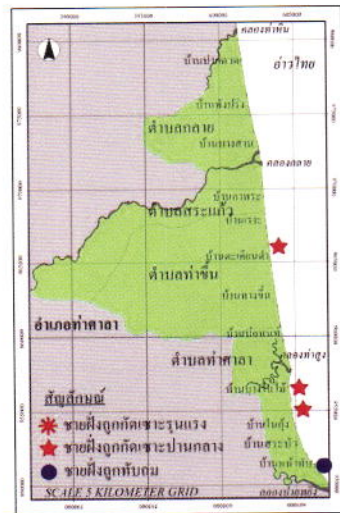
กัดเซาะชายฝั่งในระดับที่แตกต่างกัน จากข้อมูลที่สำรวจมาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนของชาวบ้านในแต่ละพื้นที่

3. ผลและวิจารณ์

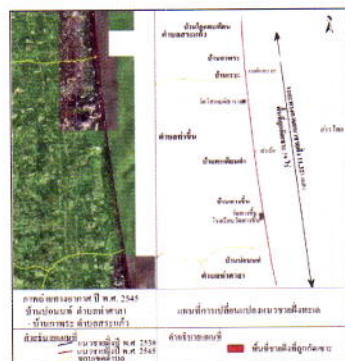
3.1 ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเล

ผลจากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษาด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Arcview 3.2a พบว่าพื้นที่ชายฝั่งทะเลอำเภอท่าสาละมีความยาวทั้งสิ้น 30.3 กิโลเมตร ในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 (รูปที่ 1) เกิดการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านสระบัว ถึงบ้านด่านภาษี ตำบลท่าสาละ ด้วยอัตราการกัดเซาะปานกลางเฉลี่ย 2.03 เมตรต่อปี (รูปที่ 2) และพบการสะสมตัวของตะกอนดินเลนในพื้นที่บ้านหน้าทับ (คลองปากพยิง) ถึงบ้านสระบัว ตำบลท่าสาละ ซึ่งอยู่ทางทิศใต้สุดของอำเภอท่าสาละ ด้วยอัตราการทับถมเฉลี่ย 10.43 เมตรต่อปี (รูปที่ 3)

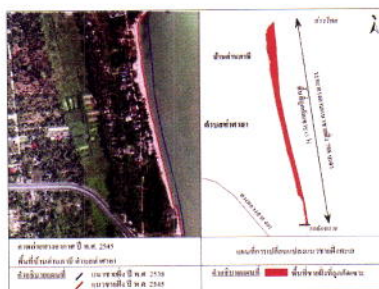
ต่อมาช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2545 (รูปที่ 4) พื้นที่ชายฝั่งบ้านบ่อนนท์ ตำบลท่าสาละ ถึงบ้านกาพระ ตำบลสระแก้ว เกิดการกัดเซาะตลอดแนวชายฝั่งความยาว 11.32 กิโลเมตร ด้วยอัตราปานกลางเฉลี่ย 1.20 เมตรต่อปี (รูปที่ 5) ชายฝั่งบ้านด่านภาษี ตำบลท่าสาละ มีการกัดเซาะปานกลางอัตราเฉลี่ย 3.58 เมตรต่อปี (รูปที่ 6) และชายฝั่งบ้านสระบัว ถึงบ้านในดุ้ง ตำบลท่าสาละ พบการกัดเซาะอัตราปานกลางเฉลี่ย 1.21 เมตรต่อปี (รูปที่ 7) ส่วนชายฝั่งบ้านหน้าทับ (ปากคลองพยิง) ถึงบ้านสระบัว ตำบลท่าสาละ ยังคงพบการทับถมของตะกอนดินเลน แต่เพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงมากที่สุดคือ 21.99 เมตรต่อปี (รูปที่ 8) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 พื้นที่ชายฝั่งอำเภอท่าสาละถูกกัดเซาะไป 155 ไร่ และเป็นพื้นที่ถูกทับถม 649 ไร่ ต่อมาช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2545 สูญเสียพื้นที่จากการกัดเซาะเพิ่มขึ้น 89 ไร่ และมีพื้นที่ถูกทับถมเพิ่มขึ้น 501 ไร่



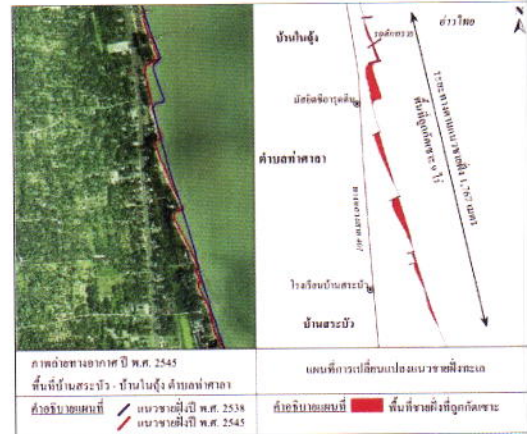
รูปที่ 4 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล
อำเภอท่าเสา (ปี พ.ศ. 2538-2545)



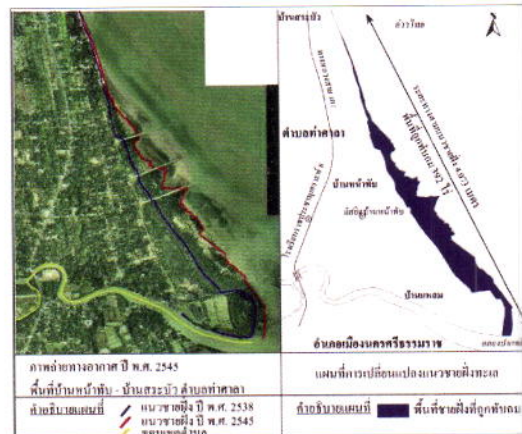
รูปที่ 5 พื้นที่กัดเซาะชายฝั่ง บ้านบ่อนนท์-บ้านกาพระ
(ปี พ.ศ. 2538-2545)



รูปที่ 6 พื้นที่กัดเซาะชายฝั่งบ้านด่านภาษี
(ปี พ.ศ. 2538-2545)



รูปที่ 7 พื้นที่กัดเซาะชายฝั่งบ้านสระบัว-บ้านโนนสูง
(ปี พ.ศ. 2538-2545)



รูปที่ 8 พื้นที่ชายฝั่งถูกทบถมบ้านหน้าทับบ้าน-สระบัว
(ปี พ.ศ. 2538-2545)



รูปที่ 9 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2545
พื้นที่บ้านโนนสูง ตำบลท่าเสา

2) โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเล

ในช่วงปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2538 พบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบ้านในถุ้ง ตำบลท่าศาลา ทำให้ต้องมีการสร้างรอกติทราย (groins) ขึ้นมา เพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง [3] แต่พบว่าไม่สามารถป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้เท่าที่ควร บางช่วงของชายหาดยังพบการกัดเซาะที่รุนแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึงปี พ.ศ. 2545 ได้มีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายปากร่องน้ำ (jetty) ปากคลองท่าสูง ตำบลท่าศาลา (สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2540) นั้นทำให้เกิดการกัดเซาะชายหาดบ้านด่านภาษี ตำบลท่าศาลาและเกิดการทับถมของตะกอนดินเลนบริเวณชายฝั่งบ้านในถุ้ง ตำบลท่าศาลา สาเหตุของปัญหาเกิดจากแนวโครงสร้างมีการวางตัวยื่นลงไปสู่ทะเลขวางการไหลของกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (longshore current) ซึ่งพัดพาตะกอนทรายจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ [3] ทางตอนเหนือของพื้นที่ศึกษาในตำบลกลาย มีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายปากร่องน้ำ (jetty) ปากควด (สร้างเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2546) ผลกระทบที่ตามมา คือเริ่มมีทรายมาทับถมมากขึ้นบริเวณด้านทิศใต้ของเขื่อนกันทรายแต่กลับส่งผลให้เกิดการกัดเซาะชายหาดบริเวณบ้านเสาเกา อำเภอสิชล ซึ่งอยู่ทางด้านทิศเหนือของแนวโครงสร้าง [4]

3) สภาพสมุทรศาสตร์

จากข้อมูลลมและคลื่นที่สถานีทุ่นนครศรีธรรมราช (ปีพ.ศ. 2540-2545) สรุปได้ว่าทิศทางคลื่นส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันออก-ตะวันออกเฉียงใต้ (27.28 %) รองลงมา เป็นคลื่นจากทิศตะวันออกเฉียงใต้ (22.76 %) [4] ส่วนข้อมูลด้านกระแสน้ำพบว่าบริเวณชายฝั่งตั้งแต่พื้นที่ด้านทิศใต้ของปากคลองท่าสูงไปจนถึงปากคลองพยิง ตำบลท่าศาลา มีการเคลื่อนย้ายตะกอนจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ปริมาณเฉลี่ย 22,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี [3] พื้นที่ถัดมาตั้งแต่บริเวณปากคลองท่าสูงไปจนถึงชายฝั่งทะเลทางด้านทิศเหนือบริเวณบ้านทางขึ้น ตำบลท่าขึ้น มีการเคลื่อนย้ายของตะกอนจากทิศใต้ไปสู่ทิศเหนือเท่ากับ 47,242 ลูกบาศก์เมตรต่อปี [1]

4) ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะพื้นฐานทางธรณีวิทยาที่ต่างกันย่อมมีผลต่อความคงทนต่อการถูกกัดเซาะโดยน้ำทะเลที่ต่างกัน [15] จากการศึกษาข้อมูลแผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล พบว่าชายฝั่งทะเลอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะที่จัดว่าเป็นหาดทรายปัจจุบัน (recent beach) ตะกอนส่วนมากเป็นทรายและเปลือกหอยปะปนกันที่เกิดจากการพัดพามาของคลื่นในฤดูมรสุม อายุของหาดทรายปัจจุบันประมาณ 2,000 ปี ทำให้พื้นที่ลักษณะเช่นนี้มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากตะกอนที่มาทับถมด้วยจับตัวกันไม่แน่น [4]

5) ปริมาณตะกอนในลำน้ำ

ปริมาณตะกอนในแม่น้ำนั้นมีความสัมพันธ์กับตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเล [12] ตะกอนบริเวณสันดอนปากแม่น้ำเมื่อถูกกระแสน้ำเลียบชายฝั่งไหลผ่านก็จะนำพาตะกอนเคลื่อนตัวไปยังชายฝั่งบริเวณใกล้เคียง [7] ดังนั้นจึงทำการศึกษาโดยเก็บตัวอย่างน้ำในพื้นที่ นำมาวัดค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (suspended solids) โดยการชั่งน้ำหนัก (gravimetric method) ใช้วิธีของ APHA [16] ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ (ตารางที่2) พบว่าปริมาณตะกอนเฉลี่ยตลอดทั้งปี มีค่าต่ำสุดที่คลองกลายและ มีค่าสูงสุดที่ปากคลองพยิง เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสถิติต่อเนื่องของกรมชลประทาน [4] พบว่าค่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำมีค่าต่ำสุดอยู่ที่คลองท่าหินและมีค่าสูงสุดอยู่ที่คลองกลายซึ่งค่าที่ได้มีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงต้องอ้างอิงจากข้อมูลจากกรมชลประทาน เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลครอบคลุมทุกฤดูกาล จากการสำรวจสภาพพื้นที่พบว่าในบางช่วงของฤดูมรสุมจะเกิดการสะสมตัวของทรายปิดปากคลองกลาย เมื่อกระแสน้ำชายฝั่งที่ไหลมาจากทิศใต้เคลื่อนตัวผ่านจะพัดพาตะกอนทรายไปสะสมบริเวณชายฝั่งบ้านบางสารซึ่งอยู่ด้านทิศเหนือติดกับปากคลองกลาย ทำให้ตลอด

ตารางที่ 2 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ (suspended solids) จากคลองสายหลักในพื้นที่ศึกษา

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ (suspended solids)	
	ตัวอย่างน้ำจากพื้นที่ศึกษา (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ข้อมูลสถิติจากกรมชลประทาน [4] (ตันต่อปี)
คลองท่าหิน	0.308	14,408
คลองกลาย	0.206	58,228
คลองท่าสูง	0.264	41,224
คลองพยิง	0.565	21,253

แนวชายฝั่งบ้านบางสารยังเป็นชายฝั่งที่คงสภาพ
หาดทรายไว้และไม่เกิดการกัดเซาะ

6) ตะกอนชายหาด

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดตะกอน
ชายหาดต่อการกระทำของคลื่น พบว่าชายฝั่งที่ถูก
ทับถมนั้นมักเกิดจากคลื่นขนาดเล็กพัดพาทรายที่มี
ขนาดเล็กจากนอกชายฝั่งเข้ามาทับถม ส่วนชายฝั่ง
ที่มีขนาดของเม็ดทรายค่อนข้างหยาบเกิดจากการ
กระทำของคลื่นใหญ่ในช่วงมรสุม [17]

การเก็บตัวอย่างตะกอนทรายชายหาดนั้นเลือก
จากพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง
ทะเล โดยนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวของตะกอน
ทรายและหาค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดทราย (D50) ด้วยวิธี
การร่อนผ่านตะแกรง (sieve analysis) [11] จากผลการ
วิเคราะห์ (ตารางที่ 3) พบว่าบริเวณชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ
สูงมีขนาดทรายเฉลี่ยค่อนข้างเล็ก เช่น ชายฝั่ง
บ้านสระบัว (0.18 มม.) และบ้านโนนสูง (0.26 มม.)
ตำบลท่าศาลา ส่วนชายฝั่งบริเวณอื่นที่เกิดจากการ
ทับถมจากอิทธิพลของการสร้างเขื่อนกันทรายปาก
ร่องน้ำ (jetty) ขนาดของทรายเฉลี่ยกลับมีขนาดใหญ่กว่า
เช่น ชายฝั่งบ้านบ่อนนท์ ตำบลท่าศาลา (0.44 มม.)
และหาดสนอ่อน ตำบลกลาย (0.46 มม.) ดังนั้นการ
วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดทราย (D50)

ในการศึกษานี้ยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์
ของขนาดเฉลี่ยของทรายบริเวณชายฝั่งกับสภาพ
การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งได้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของขนาดเม็ดทราย (D50)

ตัวอย่างทราย	(D ₅₀) (ม.ม.)	ขนาดอนุภาค ทราย [4]
บ้านสระบัว	0.18	ละเอียด
บ้านโนนสูง	0.26	ละเอียด
บ้านด่านภาษี	0.26	ละเอียด
บ้านบ่อนนท์	0.44	ละเอียด
บ้านทางขึ้น	0.33	ละเอียด
บ้านตะเคียนดำ	0.33	ละเอียด
บ้านเราะ	0.41	ละเอียด
บ้านบางสาร	0.41	ละเอียด
บ้านพังปริง	0.43	ละเอียด
หาดสนอ่อน	0.46	ละเอียด
บ้านปากควด	0.30	ละเอียด

3.3 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ที่มีต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

1) ทรัพยากรด้านชีวภาพ

จากการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2517 และปี พ.ศ. 2545 ในพื้นที่อำเภอท่าสาหลวงพบว่าพื้นที่ป่าชายเลนในอำเภอท่าสาหลวงมีเนื้อที่เพิ่มขึ้นเป็น 886.28 ไร่ เนื่องจากการสะสมของตะกอนดินเลนบนพื้นที่ชายหาดบ้านหน้าทับ-บ้านสระบัวจนทำให้เกิดการขยายตัวของป่าชายเลน [9] ส่วนพื้นที่ป่าชายหาดซึ่งมีสภาพเป็นทุ่งหญ้าผสมกับไม้พุ่ม มีพืชพรรณเด่นได้แก่ สนทะเล, จิกทะเล และเคยทะเล พื้นที่ป่าชายหาดที่ได้รับความเสียหายจากการกัดเซาะมากที่สุดคือ ตำบลสระแก้ว คิดเป็นเนื้อที่ 3 ไร่ รองลงมาคือ ตำบลท่าสาหลวง 2 ไร่ รวมพื้นที่ป่าชายหาดในอำเภอท่าสาหลวงถูกกัดเซาะหายไปทั้งหมด 5 ไร่ โดยทั่วไปลักษณะของพื้นที่ป่าชายหาดเปรียบเสมือนกำแพงธรรมชาติป้องกันพายุและคลื่นให้มีความลดลงหรือเบี่ยงเบนให้เปลี่ยนทิศทางไป [6] เมื่อพื้นที่ป่าชายหาดถูกทำลายจะก่อให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งตามมา [21] ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสภาพภาพของทรัพยากรชีวภาพสูญเสียความสมบูรณ์จนเกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

2) ทรัพยากรกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ (ตารางที่ 4) พบว่า

แหล่งน้ำทุกจุดทั้งผิวดินและใต้ดินมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำชลประทานซึ่งเท่ากับ 2.25 mS/cm [20] และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในด้านเกษตรซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5 [2] ค่าความเค็มของน้ำพบว่าแหล่งน้ำใต้ดินตำบลท่าสาหลวงมีค่าความเค็มสูงสุดเท่ากับ 0.25 ppt เนื่องจากชายฝั่งตำบลท่าสาหลวงเกิดการกัดเซาะมาเป็นเวลานานหลายปี ส่วนพื้นที่ตำบลกลายมีค่าความเค็มของน้ำผิวดินสูงสุดเท่ากับ 1.59 ppt บริเวณแนวชายฝั่งตำบลกลายนั้นไม่พบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งแต่สาเหตุที่น้ำผิวดินเค็มอาจเกิดจากพื้นที่ลุ่มน้ำขังหลังแนวสันทรายถูกเปลี่ยนสภาพเป็นบ่อทุ่ง ทำให้แหล่งน้ำบริเวณใกล้เคียงมีค่าความเค็มสูงขึ้นตามระยะทางจากบ่อทุ่ง [12] ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้าของดินที่จุดอ้อมตัว (ตารางที่ 5) พบว่าพื้นที่บ่อทุ่งมีค่าการนำไฟฟ้าของดินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.11 ถึง 14.26 dS/cm ซึ่งอยู่ในช่วง 8 ถึง 15 dS/cm เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นที่เจริญเติบโตให้ผลผลิตได้ [19] ผลจากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและดินแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ที่เกิดการกัดเซาะชายฝั่งมาเป็นเวลานานและพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับบ่อทุ่งดินและน้ำบริเวณนั้นมีโอกาสที่จะมีความเค็มเพิ่มขึ้น ปัญหาดังกล่าวทำให้พืชและสัตว์น้ำบางประเภทไม่สามารถเจริญเติบโตและอาศัยอยู่ได้

ตารางที่ 4 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเค็ม (salinity) ของน้ำในพื้นที่ศึกษา

ตำบล	ค่าการนำไฟฟ้า (mS/cm)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ค่าความเค็ม (ppt)	
	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน
ท่าสาหลวง	1.51	0.61	7.03	6.86	0.92	0.25
ท่าช้าง	0.19	0.26	6.76	6.57	0.04	0.09
สระแก้ว	0.11	0.19	6.85	6.93	0.01	0.00
กลาย	2.14	0.24	6.70	6.81	1.59	0.06

ตารางที่ 5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดินในพื้นที่ศึกษา

ตำบล	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่าการนำไฟฟ้า (dS/cm.)		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	
		ดินที่ระดับความลึก (cm.)		ดินที่ระดับความลึก (cm.)	
ท่าศาลา	ชุมชน+สวนมะพร้าว	9.70	12.26	7.32	7.56
	สวนมะพร้าว	9.82	11.47	8.27	7.63
	บ่อกึ่ง	12.25	13.39	7.88	8.12
ท่าช้าง	ชุมชน+สวนมะพร้าว	9.85	11.81	8.12	7.59
	สวนมะพร้าว	10.78	12.21	7.75	7.43
	บ่อกึ่ง	11.93	13.64	7.64	8.21
สระแก้ว	สวนมะพร้าว	10.52	11.37	8.34	7.82
	บ่อกึ่ง	12.83	14.26	8.27	7.56
กลาย	ชุมชน/สวนมะพร้าว	8.65	10.40	7.32	7.53
	สวนมะพร้าว	9.10	10.58	7.74	7.75
	บ่อกึ่ง	11.11	12.24	7.66	8.18

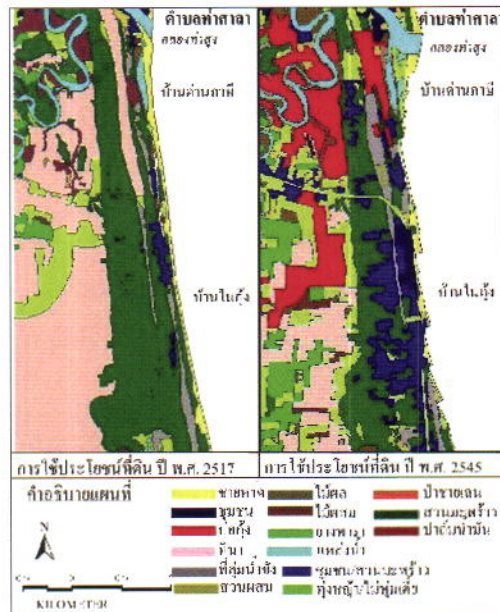
3) คุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

จากการศึกษาข้อมูลสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งทะเลอำเภอท่าศาลา พบว่าปี พ.ศ. 2517 พื้นที่ชายฝั่งทะเลของอำเภอท่าศาลายังมีสภาพเป็นป่าชายหาดและชุมชนอยู่ปะปนกับพื้นที่ปลูกมะพร้าว ต่อมาเกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งจากข้อมูลสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2545 อำเภอท่าศาลาได้สูญเสียพื้นที่จากการกัดเซาะชายฝั่งไปแล้วทั้งหมด 244 ไร่ (ตารางที่ 6) ชุมชนบ้านในอู้ง ตำบลท่าศาลา ถูกกัดเซาะจนบางช่วงของชายหาดอยู่ห่างจากแนวถนนสาย 401 ไม่ถึง 50 เมตร ชายฝั่งบริเวณบ้านเราะ (ปากคลองเราะ) ตำบลท่าช้าง ถูกกัดเซาะทำให้อนนทางหลวงชนบทช่วงข้ามคลองเราะได้รับความเสียหาย จากปัญหาดังกล่าวทำให้ราชการต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น [13] ส่วนการเปลี่ยนแปลงสภาพ

การใช้ประโยชน์ที่ดินอำเภอท่าศาลา ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2545 พบว่าพื้นที่เดิมที่เคยเป็นป่าชายหาดและสวนมะพร้าวได้ถูกเปลี่ยนสภาพไปเป็นชุมชนและมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่นาข้าวและพื้นที่ลุ่มน้ำขังเป็นพื้นที่การเพาะเลี้ยงกุ้งตามแนวชายฝั่ง (รูปที่ 10)

4) คุณค่าคุณภาพชีวิต

จากการทำแบบสอบถามสำรวจความคิดเห็นของชาวบ้านในพื้นที่ต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษาจำนวน 197 ตัวอย่างพบว่า ชาวบ้านส่วนใหญ่ในพื้นที่ชายฝั่งอำเภอท่าศาลาได้รับความเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่ง (63.9%) ทำให้ชาวบ้านสูญเสียพื้นที่อยู่อาศัยและทำมาหากิน(98.4%) และไม่มีพื้นที่ชายหาดสำหรับจอดเรือประมง (52.3%) เนื่องจากชายหาดแคบลงส่งผลให้ชาวบ้านส่วนหนึ่งที่มีอาชีพประมง จำเป็นต้องนำเรือขึ้นไปจอดไว้บนตะพักทะเล



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบ้าน
 ในอู่ตำบลท่าศาลา ปี พ.ศ. 2517 - 2545

(marine terrace) [4] ด้านสภาพความเป็นอยู่หลังจากได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งพบว่าชาวบ้านต้องการอยู่ที่เดิมและต้องซ่อมแซมที่อยู่อาศัยเอง (50.4%) จากความเสียหายในที่ดินและสิ่งก่อสร้างทำให้ต้องอพยพหรือโยกย้ายที่อยู่อาศัยแต่บางครอบครัวยืนยันจะอาศัยอยู่ในพื้นที่ต่อ [4] และปัญหา

ดังกล่าวก็ยังส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของการประกอบอาชีพ (86.2%) ทำให้รายได้ลดลง (77.6%) ส่งผลต่อการว่างงาน (31.8%) และเปลี่ยนอาชีพ (20.1%) ส่วนผลกระทบของการกัดเซาะชายฝั่งต่อคุณภาพดินและน้ำ พบว่าคุณภาพดินบริเวณชายฝั่งเสื่อมโทรมลง (85.3%) แหล่งน้ำใต้ดินและผิวดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น (64.6%) จากผลการสำรวจทำให้ทราบว่าปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งก่อให้เกิดผลกระทบทางลบต่อคุณภาพชีวิตของชาวบ้านที่อาศัยบริเวณชายฝั่งอำเภอท่าศาลา

4. สรุป

แนวชายฝั่งทะเลในพื้นที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช เกิดปัญหาทั้งการกัดเซาะชายฝั่งและการทับถม ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบหลักที่สำคัญของระบบนิเวศชายฝั่ง (ตารางที่ 7) ซึ่งได้แก่ ทรัพยากรด้านชีวภาพ คือพื้นที่หาดทรายและป่าชายหาดถูกกัดเซาะหายไปและอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม ทรัพยากรด้านกายภาพ คือเกิดการปนเปื้อนของน้ำเค็มส่งผลให้คุณภาพดินและน้ำเสื่อมโทรมลง ส่วนทรัพยากรด้านคุณค่าการใช้ประโยชน์ของมนุษย์และคุณค่าคุณภาพชีวิต พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมและที่อยู่อาศัยรวมทั้งสาธารณูปโภคต่างๆ ได้รับความเสียหายจากการกัดเซาะชายฝั่ง ทำให้ชาวบ้านในพื้นที่เกิดความเดือดร้อน

ตารางที่ 6 การใช้ที่ดินที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งทะเลอำเภอท่าศาลา ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2545

สภาพการใช้ที่ดิน	พื้นที่ที่ถูกกัดเซาะตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 ถึงปี พ.ศ. 2545	
	ไร่	%
1.ชายหาด	200	81.97
2.สวนมะพร้าว	34	13.93
3.ทุ่งหญ้า/ไม้พุ่มเตี้ย	5	2.05
4.ที่ลุ่มน้ำจืด	4	1.64
5.ชุมชน/สวนมะพร้าว	1	0.41
รวม	244	100

ตารางที่ 7 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลต่อองค์ประกอบหลักของระบบนิเวศชายฝั่ง

องค์ประกอบหลัก ของระบบนิเวศ ชายฝั่ง	ทรัพยากรที่ศึกษา	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล	
		สภาพของทรัพยากร	สาเหตุ
ทรัพยากรด้าน ชีวภาพ	ป่าชายหาด	ป่าชายหาดลดลงอยู่ใน สภาพเสื่อมโทรม	ถูกกัดเซาะชายฝั่งและเปลี่ยนแปลง เป็นพื้นที่เกษตรและที่อยู่อาศัย
	ป่าชายเลน	ป่าชายเลนมีการขยาย พื้นที่เพิ่มมากขึ้น	เกิดการทับถมของตะกอนดินเลน ในปริมาณที่มากขึ้น
ทรัพยากรด้าน กายภาพ	ทรัพยากรน้ำ	น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน มีความเค็ม	การปนเปื้อนของน้ำทะเลจากการ กัดเซาะและการเพิ่มพื้นที่เลี้ยงกุ้ง
	ทรัพยากรดิน	ดินมีความเค็ม	
คุณค่าการใช้ ประโยชน์ของ มนุษย์	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่ปลูกมะพร้าว ถูกกัดเซาะเสียหาย	พื้นที่ป่าชายหาดลดลงทำให้ แผ่นดินถูกกัดเซาะ
		พื้นที่ปลูกข้าวลดลง	เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงกุ้ง
	ที่อยู่อาศัยและ สาธารณูปโภค	ถนนถูกกัดเซาะจนขาด และที่อยู่อาศัยได้รับความ เสียหายต้องอพยพ	สร้างไว้ติดกับแนวชายหาด มากเกินไป
คุณค่าคุณภาพชีวิต	สภาพทางสังคมและ เศรษฐกิจ	ชาวบ้านสูญเสียที่อยู่อาศัย และที่ทำมาหากิน	ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง
		ส่งผลกระทบต่อความมั่นคง ในการประกอบอาชีพ	

5. ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้สภาพของระบบนิเวศชายฝั่งของพื้นที่ชายฝั่งทะเลอำเภอท่าสาหลวงกลับสู่สภาวะสมดุลธรรมชาติ จึงต้องมีการปฏิบัติตามแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเพื่อการพัฒนาและฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลไว้ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1. ประเมินความเสียหายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงด้านกายภาพของแนวชายฝั่งทะเลหรือติดตามวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดผลกระทบในทุกด้าน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว

ขั้นตอนที่ 2. การบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งประเมินแนวทางในการช่วยเหลือต่อไป

ขั้นตอนที่ 3. การฟื้นฟูอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล พร้อมกับการป้องกันรักษาหรือเสริมความสมบูรณ์ของระบบนิเวศที่มีผลต่อการรักษาแนวชายฝั่งทะเลในพื้นที่

ขั้นตอนที่ 4. การพัฒนาองค์ความรู้ให้เข้าใจและยอมรับถึงปัญหาและผลกระทบของปัญหาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี. (2535). รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและวิศวกรรมเพื่อการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นร่องน้ำท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช. กรุงเทพฯ : บริษัท เข้าท์อีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด.
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. (2540). เกณฑ์ระดับน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [3] กรมโยธาธิการ. (2538). รายงานฉบับสุดท้ายเล่มที่ 3 สถานภาพของชายฝั่งทะเล โครงการศึกษาและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตลิ่งริมทะเลด้านอ่าวไทย. กรุงเทพฯ : บริษัท สเปน จำกัด, บริษัท วอเตอร์ ดีเวลลอปเม้นท์ คอนซัลเทนส์ จำกัด และ Netherlands Engineering Consultants.
- [4] กรมทรัพยากรธรณี. (2549). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการสำรวจและศึกษาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสงขลา). กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [5] เกษม จันทร์แก้ว. (2545). การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] จำลอง เพ็งคล้าย. (2545). ป่าชายหาด. วารสารราชบัณฑิตยสถาน. 27 (3), 799-808.
- [7] ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. (2550). โลกร้อนสุดขีดวิกฤติอนาคตประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ชานนัคส์.
- [8] ปรีทัศน์ เจริญสิทธิ์. (2550). เอกสารเผยแพร่การสำรวจพื้นที่กัดเซาะชายฝั่งทะเลในฤดูมรสุมบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่จังหวัดชุมพร ถึงจังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนธันวาคม 2549-มกราคม 2550. กรุงเทพฯ : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [9] เพลิง ศรีจันทร์. (2548). ที่ดินชายทะเลและพื้นที่ชายฝั่งทะเล. กรุงเทพฯ : สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [10] สมศักดิ์ มณีพงศ์, สายันท์ สดุดี, เชาวน งามเฉลิมชัย และ อัจฉรา เพ็ญหนู. (2542). รายงานการวิจัยเรื่องผลกระทบของการทำนาเกลือต่อทรัพยากรดินและการฟื้นฟูบูรณะพื้นที่นาเกลือเสื่อมโทรมรวมทั้งพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเกลือเพื่อการเพาะปลูก. สงขลา : คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- [11] สถาพร คูวิจิตรจารุ. (2542). ภูมิพลศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไบรอันเนย์พับลิชชิง.
- [12] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2550). สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งอ่าวไทยที่มีความวิกฤติ. กรุงเทพฯ : กองติดตามผล สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [13] สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2546). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาแผนแม่บทการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลตั้งแต่ปากแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ถึงปากแม่น้ำปาดมนูรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียและบริษัท เข้าท์อีสท์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด.
- [14] สีน สีนสกุล, สุวัฒน์ ดิยะไพรัช, นิรันดร์ ชัยมณี และ บรรเจิด อร่ามประยูร. (2545). การเปลี่ยนแปลง

พื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. กรุงเทพฯ :
กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- [15] อภิสิทธิ์ เอี่ยมหนอง. (2530). **ธรณีสัณฐานวิทยา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- [16] APHA (American Public Health Association), AWWA (American Waterworks Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). (1989). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Maryland : Port City Press.
- [17] CEAC Solutions Company Limited. (2006). **Technical Report for the Development of Coastal Hazard Maps for Belize.** Belize : CEAC Solutions Company Limited.
- [18] Clark, John R. (1995). **Development impact. Coastal Zone Management Handbook.** Washington D.C. : Lewis Publishers.
- [19] FAO. (1976). **Prognosis of salinity and alkalinity.** FAO Soil Bulletin 31. Rome : FAO.
- [20] FAO. (1992). **Wastewater treatment and use in agriculture.** FAO Irrigation and Drainage Paper 47. Rome : FAO.
- [21] FAO. (2007). **Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami : What role for forests and trees?.** Proceedings of the Regional Technical Workshop. 28-31 August 2006. Khao Lak, Thailand.
- [22] Gupta, A. (2005). **The Physical Geography of Southeast Asia.** New York : Oxford University Press.