

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง : กรณีศึกษาแหลมตะลุมพุก
จังหวัดนครศรีธรรมราช

ปริญญานิพนธ์
ของ
เอมอร อ่าวสกุล

เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
สิงหาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

551.457

๑ ๑๑๑

๖.3

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง : กรณีศึกษาแหลมตะลุมพุก
จังหวัดนครศรีธรรมราช

บทคัดย่อ

ของ

เอมอร อ่าวสกุล

เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

สิงหาคม 2547

พ ๒๕๖๐๒๖

เอมอร อ่าวสกุล. (2547) *ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง : กรณีศึกษาแหลมตะลุมพุก จังหวัด นครศรีธรรมราช*. ปริญญาโท วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ, อาจารย์เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์.

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุก จังหวัด นครศรีธรรมราช ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง คือ คลื่นลมในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ข้อมูลความเร็วลมคำนวณหาความสูงของคลื่นเพื่อบอกถึงประเภทต่าง ๆ ของคลื่นที่มีอิทธิพลต่อการกระทำต่อชายฝั่ง และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งใช้รูปถ่ายทางอากาศและภาพจาก ดาวเทียม 4 ช่วงเวลา (พ.ศ. 2510 , 2538 , 2542 และ 2544) มาจำแนกประเภทข้อมูลทั้งการแปลด้วยสายตา และการจำแนกแบบกำกับ แล้วแปลงข้อมูลตารางกริดเป็นเชิงทิศทาง และนำมาวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ เพื่อหาพื้นที่เปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาพบว่า

1. คลื่นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรงปานกลางจนถึง ปั่นป่วนซึ่งมีแรงกระแทกกัดเซาะชายฝั่งทางด้านอ่าวไทย และกระแสน้ำชายฝั่งนำตะกอนที่ได้จากการกัดเซาะไปทับถมบริเวณปลายแหลม หรือบริเวณที่พลังของคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งอ่อนกำลังลง
2. ในช่วง 28 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2538) พื้นที่ป่าชายเลนมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการบุกรุก ป่าชายเลนเพื่อทำนาทุ่งทางชายฝั่งด้านอำเภอเมืองทำให้บริเวณนี้มีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะจากการกระทำของ คลื่นและกระแสน้ำ ส่วนในช่วง 6 ปี (พ.ศ. 2538 – พ.ศ. 2544) ป่าชายเลนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทำให้แนว ชายฝั่งขยายตัวเพิ่มขึ้นด้วย โดยเฉพาะด้านตะวันตกของตัวแหลม
3. ในช่วง 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544) แนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 28.68 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นพื้นที่ที่ทับถม 22.76 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ที่มีการทับถม คือ ปลาย แหลมและด้านตะวันตกของตัวแหลม ส่วนพื้นที่ที่กัดเซาะมีพื้นที่ 5.92 ตารางกิโลเมตร โดยการกัดเซาะ เกิดบริเวณชายฝั่งทางด้านอ่าวไทย และชายฝั่งทางด้านอำเภอเมือง
4. แนวโน้มทิศทางการงอกของปลายแหลมตะลุมพุกจะออกไปทางด้านตะวันตกเข้าหา แผ่นดิน ซึ่งมีอัตราการงอกของแหลมยาวเพิ่มขึ้นในอัตรา 59.3 เมตรต่อปี ดังนั้นระยะเวลาที่ปลาย แหลมตะลุมพุกจะเชื่อมติดแผ่นดินใช้ระยะเวลาประมาณ 120 ปี

A STUDY ON CHANGING OF COASTLINE : A CASE STUDY OF LEAM
TALUMPUK,CHANGWAT NAKHON SRITHAMMARAY

AN ABSTRACT
BY
EMORN AOSAKUL

Presented in partial fulfillment of the requirements for
the Master of Science degree in Geography
at Srinakarinwirot University
July 2004

Emorn Aosakul. (2004) *A study on changing of coastline : A case study of Leam talumpuk, Changwat Nakhon srithammarat* . Master Thesis M.Sc. (Geography) . Bankkok : Graduate School . Srinakharinvirot University Advisor Committee : Prof. Dr. Prasert Witayarat , Mr. Sawettachat Srisurat

The purpose of this research was to study on changing of coastline : A case study Leam Talumpuk, Changwat Nakhon srithammarat. The factors influence to changed of the area is wave from Northeast monsoon by using speeds of wind data to calaulate high wave for indication the type of waves which influence of coastline, and changing mangrove area by using aerial photograph and image remote sensing digital data of the 4 period (1967 , 1995 , 1999 and 2001) to classified the type of data visual interpretation and supervised. These image were transformed raster data to vector data and overlay them to calculate the changing areas.

The result were as follow :

1. The wave movement during the northeast monsoons are range from very strong to mild turbulence which erode the coastline on the Gulf of Thailand. However the longshore current carry the sediment to deposite at spit of the cave.

2. During 1967 to 1995 the mangrove areas had damaged by the increasingly of shrimp farming side coastline on the Muang District. However In 1995 to 2001 after some restriction of shrimp farming , the mangrove areas become increased again and the west of spit become growing.

3. During 1967 to 2001 coastline had been eroded covering approximately 28.68 km^2 and had deposited covering 22.76 km^2 on the west side of the spit . Eroded area covering 5.92 km^2 on both coastline of the Gulf of Thailand and coastline on the Muang District.

4. The spit of Leam Talumpuk tends to curve on the direction to the main land. The rate of increasing of the length spit is estimated at 59.3 meters per year. At this increasing the Pakphanang bay would be enclosd in 120 years.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง : กรณีศึกษาแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช

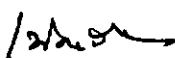
ของ

นางสาวเอมอร อ่าวสกุล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

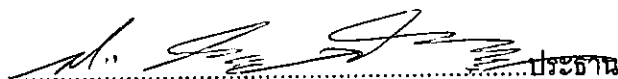


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

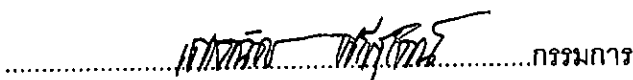
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่..... 9 เดือน..... สิงหาคม..... พ.ศ. 2547

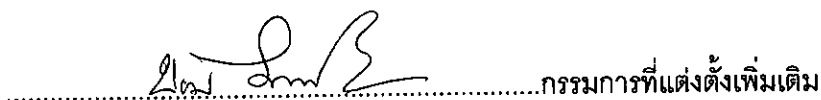
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

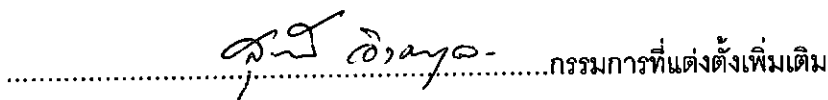
(ศาสตราจารย์ ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้อม งามนิสัย)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์สุรภี อิงคากุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ ด้วยความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงจาก ศ.ดร. ประเสริฐ วิทยารัฐ , อาจารย์เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์ ประธานและกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและความรู้ที่เป็นประโยชน์ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัย ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณ ผศ. น้อม งามนิสัย และ ผศ. สุรภี อิงคากุล ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียม และคำแนะนำ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจตลอดเวลาและช่วยเหลือผู้วิจัยในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จเรียบร้อยด้วยดีทุกประการ

เอมอร อ่าวสกุล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
ความสำคัญของการศึกษา.....	4
ขอบเขตของการศึกษา.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา.....	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	6
สมมติฐานของการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง	
จังหวัดนครศรีธรรมราช	9
สภาพทั่วไปของแหลมตะลุมพุก	9
ลักษณะที่ตั้งและอาณาเขต	12
ลักษณะภูมิประเทศ	12
ลักษณะภูมิอากาศ	13
ลักษณะทางธรณีวิทยา	16
สภาพทางสมุทรศาสตร์	18
เอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล	19
เอกสารที่เกี่ยวกับตัวการที่ทำให้เกิดกระบวนการทางธรณีวิทยาที่มีผลต่อการ	
เปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง	21
ตัวการลม	22
ตัวการคลื่น	26
ตัวการป่าชายเลน	30
เอกสารที่เกี่ยวกับผลที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล	34
เอกสารเกี่ยวกับหลักการรีโมทเซนซิง	35
ความหมายรีโมทเซนซิง	35
ดาวเทียม LANDSAT	37

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ) การจำแนกประเภทข้อมูล	38
การนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้	39
เอกสารเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	40
ความหมายระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	41
การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	41
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง	43
การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล	43
ปัจจัยของอิทธิพลของลมที่ทำให้เกิดความสูง และความรุนแรง ของคลื่นกระทำต่อชายฝั่ง	45
ปัจจัยการศึกษาของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติ	46
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง	47
3 วิธีการดำเนินการศึกษา	51
ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	51
การรวบรวมข้อมูล	51
การจัดกระทำข้อมูล	52
การวิเคราะห์ข้อมูล	56
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
ศึกษาคลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการ กัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมาทับถม บริเวณปลายแหลม	57
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของ แหลมตะลุมพุก	72
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุกจังหวัด นครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)	74
ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนว ชายฝั่งแหลมตะลุมพุกเพื่อพยากรณ์ระยะเวลาที่ปลายแหลม ตะลุมพุกเชื่อม ติดกับแผ่นดิน	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า และข้อเสนอแนะ.....	84
สรุปผลการศึกษา.....	84
คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการ กัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมา ทับถมบริเวณปลายแหลม.....	84
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของ แหลมตะลุมพุก.....	85
การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544).....	85
การขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มขยายเพิ่มขึ้นจนเชื่อมต่อกับ ผืนแผ่นดิน.....	86
การอภิปรายผลการศึกษา.....	86
คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการ กัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมา ทับถมบริเวณปลายแหลม.....	86
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของ แหลมตะลุมพุก.....	87
การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544).....	88
ปัญหาในการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....	90
ปัญหาในการศึกษา.....	90
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	98
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	114

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ความเร็ว ทิศทางลมและขนาดคลื่นบริเวณชายฝั่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	19
2 ความเร็วลมต่อการเกิดลักษณะทะเล.....	27
3 การแบ่งประเภทคลื่นจากความสูงคลื่น.....	27
4 ศักยภาพการใช้ประโยชน์ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM	38
5 ประเภทความสูงของคลื่น.....	52
6 รายการข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำข้อมูล.....	55
7 ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล 3 ช่วงเวลา บริเวณแหลมตะลุมพุก.....	56
8 การคำนวณหาความสูงคลื่นจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายวัน และค่า ความเร็วลมสูงสุด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 – 2544.....	59
9 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนในพ.ศ. 2510 , 2538 , 2542 และ 2544.....	73
10 แสดงพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลน ของพื้นที่ที่ศึกษา.....	74
11 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	76
12 อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทับถมเฉลี่ยต่อปี.....	81
13 อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่กัดเซาะเฉลี่ยต่อปี.....	83

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ภาพจากดาวเทียมบริเวณแหลมตะลุมพุก.....	15
2 แสดงแหล่งพลังงานและกระบวนการภายในและภายนอกที่ส่งผลให้ภูมิประเทศของ ชายฝั่งมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลง.....	20
3 การไหลเวียนของโดยทั่วไปที่เกิดโดยคลื่น.....	29
4 การจำแนกชนิดป่าชายเลนโดยเกณฑ์ลักษณะดินและการขึ้นลงของระดับน้ำ.....	31
5 ภาพตัดขวางลักษณะเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก.....	33
6 การบันทึกข้อมูลที่ระดับความสูงต่างๆ กัน.....	36
7 การวิเคราะห์เชิงการคำนวณ โดยการลบ ในฟังก์ชัน Erase	43
8 แสดงขั้นตอนการจัดกระทำรูปถ่ายทางอากาศ	53
9 แสดงขั้นตอนการจัดกระทำภาพจากดาวเทียม	54
10 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 25281.....	60
11 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2528.....	60
12 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2533.....	62
13 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2533.....	62
14 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2538.....	64
15 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2538.....	64
16 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2543.....	66
17 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2543.....	66

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
18 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2544.....	67
19 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือน มกราคม – พฤศจิกายน พ.ศ. 2544	68
20 ขยายหาบริเวณที่จอดรถแหลมตะลุมพุก เดือนมกราคมและมกราคม.....	69
21 แสดงกำแพงตลิ่งสร้างขึ้นบริเวณบ้านนำทรัพย์เพื่อกันคลื่นไม่ให้ชายฝั่ง ถูกกัดเซาะจนถึงถนน.....	70
22 แสดงกำแพงตลิ่งสร้างขึ้นบริเวณบ้านนำทรัพย์เพื่อกันคลื่นไม่ให้ชายฝั่ง ถูกกัดเซาะจนถึงถนน.....	70
23 ภาพจากดาวเทียม LANDSAT 7 TM ผลสมสีเท็จ 451 (RGB) แสดงข้อมูลพื้นที่ที่ศึกษา	107
24 ภาพจากดาวเทียม LANDSAT 7 TM ผลสมสีเท็จ 453 (RGB) แสดงข้อมูลพื้นที่ที่ศึกษา	108

บัญชีแผนที่

แผนที่	หน้า
1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา.....	5
2 แหล่มตะลุมพุกในอดีต โดย Wolf Danner.....	10
3 แหล่มตะลุมพุกในอดีต โดย Wolf Danner.....	10
4 แหล่มตะลุมพุกในอดีต โดย Wolf Danner.....	11
5 แหล่มตะลุมพุกในอดีต โดย Wolf Danner.....	11
6 แผนที่ภูมิประเทศจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	14
7 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	17
8 แผนที่แสดงทิศทางลมในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้.....	24
9 แสดงทิศทางของพายุโซนร้อนและพายุไต้ฝุ่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ.....	25
10 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2538	77
11 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2542	78
12 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2542 ถึง พ.ศ. 2544	79
13 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2544	80
14 แนวชายฝั่งจากการพยากรณ์.....	82
15 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2510.....	99
16 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2538.....	100
17 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2542.....	101
18 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2544.....	102

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ภาคใต้ตั้งอยู่บริเวณที่เป็นคาบสมุทร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคาบสมุทรมาลายู โดยเริ่มต้นจากคอคอดกระ และยื่นยาวลงไปทางใต้จนถึงประเทศมาเลเซีย มีชายฝั่งทะเลขนานอยู่สองด้าน คือ ด้านตะวันออกเป็นอ่าวไทย และด้านตะวันตกเป็นทะเลอันดามัน ดังนั้นลักษณะภูมิประเทศ และธรณีสัณฐานส่วนใหญ่ของภาคใต้เกี่ยวข้องกับทะเลเป็นสำคัญ

แนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย เป็นแบบชายฝั่งทะเลยกตัว (Emergent Shoreline) ซึ่งบริเวณที่เคยเป็นทะเลตื้นริมฝั่งได้เปลี่ยนแปลงสภาพเป็นพื้นดิน มีการทับถมของโคลนตะกอนที่แม่น้ำและกระแสน้ำในทะเลพัดพา จนเกิดเป็นที่ราบกว้างขวางขึ้น ตั้งแต่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปทางใต้ จนถึงจังหวัดนราธิวาส ลักษณะของชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีแนวค่อนข้างเรียบตรง ทั้งมีบริเวณน้ำตื้นกว้างขวาง ที่จังหวัดชุมพรมีชายหาดหลายแห่งที่เป็นหาดทราย เนื่องจากบริเวณนั้นเป็นหินทราย ตั้งแต่จังหวัดสุราษฎร์ธานีลงไปทางใต้ มักเป็นหาดโคลนโดยมากมีป่าชายเลนตามบริเวณชายฝั่ง หาดทรายที่สวยงามมากมีพบบูอยู่แห่งหนึ่ง คือ บริเวณหาดแหลมสมิหลา ในอำเภอเมืองสงขลา และจากการทับถมของตะกอนตามบริเวณชายฝั่ง ทำให้ชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีสันทรายปรากฏอยู่ทั้งบนหาดและในพื้นที่น้ำนอกฝั่ง สันทรายนอกฝั่งบางแห่งยื่นยาวออกไปจากชายฝั่งออกไปในทะเลเป็นระยะทางไกล ๆ ซึ่งเรียกสันทรายชนิดนี้ว่า สันดอนจะงอย เช่น แหลมตะลุมพุก ที่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และแหลมตาชี ที่อำเภอยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี ส่วนธรณีสัณฐานที่เป็นเกาะในชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยมีไม่มากนัก เช่น เกาะสมุย เกาะพะงัน และหมู่เกาะอ่างทอง ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

แนวชายฝั่งทะเลอันดามัน เป็นชายฝั่งแบบยุบตัว (Submergent Shoreline) บริเวณชายฝั่งด้านนี้มีลักษณะแคบ บางแห่งมีภูเขาจดชายฝั่ง ทำให้เกิดหน้าผาชันตามแนวชายฝั่งทะเล นอกจากนี้ชายฝั่งยังมีลักษณะเว้าแหว่งมาก มีอ่าวใหญ่น้อย และเกาะต่าง ๆ มากมาย เช่น เกาะภูเก็ต ซึ่งเป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุดในประเทศ หรือเกาะตะรุเตาที่ได้เป็นอุทยานแห่งชาติทางทะเลแห่งแรกของประเทศ นอกชายฝั่งออกไปพื้นน้ำลาดลึกลงอย่างรวดเร็ว จึงไม่ค่อยมีบริเวณน้ำตื้นกว้างขวางเหมือนอย่างชายฝั่งด้านอ่าวไทย (ฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . 2534 : 117 – 118)

สันดอน (Barrier) เป็นธรณีสัณฐานชนิดหนึ่งที่พบในภาคใต้ทั้งทางด้านทะเลอันดามันและทางด้านทะเลฝั่งอ่าวไทย ซึ่งสันดอนเป็นการสะสมตัวของตะกอนทรายนอกชายฝั่ง หรือตะกอนที่สะสมตัวอยู่ด้านนอกของปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล การสะสมตัวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นแนวสันดอนยาวโผล่พ้นระดับน้ำขึ้นสูงสุด สันดอนแบ่งออกเป็นเกาะสันดอน (Barrier Island) และสันดอนจะงอย

(Spit) เกาะสันดอนที่พบทางภาคใต้ ได้แก่ เกาะพระทอง และเกาะคอเขา ทั้งสองเกาะนี้อยู่ในอำเภอรุขบุรี จังหวัดพังงา ส่วนสันดอนจะงอย ที่พบทางภาคใต้คือ แหลมตาชี จังหวัดปัตตานี และแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหลมตะลุมพุก ตั้งอยู่ในอำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีลักษณะเป็นสันทรายที่ยื่นยาวจากชายฝั่งออกไปในทะเลเป็นระยะทางไกล ๆ โดยเรียกสันทรายชนิดนี้ว่า สันดอนจะงอย คือเป็นสันดอนที่ไหลผ่านน้ำมีลักษณะแคบและยาว ปลายด้านหนึ่งอยู่ติดกับฝั่ง ปลายอีกด้านยื่นออกไปในทะเล บริเวณตอนในของสันทรายที่เรียกว่า อ่าวปากพนัง มีป่าโกงกางขึ้นตลอดแนว มีปากน้ำปากพนังพาตะกอนน้ำจืดลงสู่อ่าว ส่วนด้านนอก เรียกว่า ชายฝั่งอ่าวไทย มีชายหาดแคบ ๆ และมีต้นสนขึ้นเองตามธรรมชาติ แหลมตะลุมพุกเป็นสันดอนจะงอยที่เกิดจากกระแสน้ำทะเลชายฝั่ง (Long shore drift) พัดพาทรายไปทับถมกันเป็นแนวยาวโค้งจนเกือบจะปิดเป็นทะเลสาบ และมีแม่น้ำปากพนังที่พัดพาตะกอนละเอียดออกไปสู่ปากอ่าว ดังนั้นจึงพบว่าตะกอนดินเลนทับถมบนตะกอนทรายของส่วนต่ำของสันดอนจะงอย หากแหลมตะลุมพุกปิดอ่าวจะเกิดเป็นทะเลสาบน้ำเค็มขึ้น ขณะเดียวกันแม่น้ำปากพนังจะพาตะกอนน้ำจืดลงสู่อ่าวทำให้ความเค็มของน้ำในทะเลสาบลดลงเรื่อย ๆ เพราะอิทธิพลของน้ำจืดมากกว่า ในที่สุดจะมีตะกอนละเอียดจากแม่น้ำไปทับถมมากขึ้นจนตื้นเขิน (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ . 2533 : 279 – 286) ทำให้เกิดแผ่นดินงอกขึ้น การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มจะขยายตัวจนเชื่อมกับผืนแผ่นดิน ซึ่งถ้าเป็นเช่นนั้นทำให้เกิดทะเลสาบเช่นเดียวกับการเกิดทะเลสาบสงขลา ซึ่งทำให้ระบบนิเวศบริเวณแหลมตะลุมพุกทางด้านทะเลในเปลี่ยนไป ประกอบกับแผนที่ในอดีตซึ่ง วอล์ฟ แดนเนอร์ (Wolf Danner) (1978 : 422 – 425) ได้รวบรวมไว้พบว่าแหลมตะลุมพุกมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ในอดีตซึ่งเดิมแหลมตะลุมพุกที่อยู่ในอำเภอบางขันนั้นยังเป็นเกาะ ไม่ติดกับแผ่นดิน มีช่องทางเดินเรือจากพัทลุงจนถึงนครศรีธรรมราชซึ่งเดิมเรียกว่าลิกอร์ (Ligor) และบริเวณที่เป็นแหลมตะลุมพุกยังไม่ปรากฏให้เห็นชัดเจน ต่อมาเมื่อระดับน้ำทะเลลดลงทำให้เห็นความสูงของแผ่นดินแตกต่างกับระดับน้ำทะเล มีแผ่นดินเพิ่มขึ้น บริเวณที่เคยมีน้ำทะเลเคยท่วมถึงก็กลับเป็นแผ่นดิน บริเวณอำเภอบางขันที่เคยเป็นเกาะ ก็เชื่อมติดกับแผ่นดิน และทำให้เกิดลักษณะของสันดอนจะงอยเกิดขึ้นซึ่งเรียกว่าแหลมเกาะลัมพุก และแหลมเกาะลัมพุกก็มีการเปลี่ยนแปลงเรื่อย ๆ จนถึงปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของแหลมตะลุมพุกยังคงดำเนินต่อไป ปลายแหลมงอกยาวเพิ่มขึ้น ส่วนบริเวณตัวแหลมที่ติดกับแผ่นดินซึ่งมีป่าชายเลนขึ้นอยู่ ก็มีดินเลนงอกเพิ่มขึ้นทำให้ตัวแหลมขยายตัวขึ้น และมีแนวโน้มที่จะเชื่อมกับแผ่นดิน ดังนั้นควรจะมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงนี้เพื่อคาดการณ์ว่าต้องใช้เวลาประมาณเท่าไร ที่แหลมตะลุมพุกเชื่อมติดกับแผ่นดิน

การเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งทะเล เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ คลื่น กระแสน้ำ ปากแม่น้ำ และพืชพรรณธรรมชาติ ซึ่งทั้งนี้การที่น้ำทะเลเคลื่อนตัวเลียบไปกับชายฝั่งก็มีการ

พัดพาเอาตะกอนทรายไปด้วย เป็นผลให้ลักษณะของแนวชายฝั่งเปลี่ยนไป นอกจากนี้กระแสน้ำเลียบชายฝั่งยังเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสันดอนจะงอยทราย ซึ่งเราสามารถทราบทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งสังเกตจากปลายจะงอยได้ เช่น สันดอนจะงอยทรายแหลมตะลุมพุกที่ขึ้นทิศเหนือ และสันดอนจะงอยทรายของแหลมโพธิ์ที่ขึ้นทิศตะวันตก (จักรกริส กสิสุวรรณ : มปป) นอกจากนี้ปากแม่น้ำเป็นตัวการสำคัญที่นำพาตะกอนมาทับถม โดยตะกอนที่มาจากแม่น้ำเป็นตะกอนดินเหนียวเนื้อละเอียดมาทับถมบริเวณด้านในของแหลม ซึ่งบริเวณแหลมตะลุมพุกมีการทำนาเกลือจำนวนมาก รวมทั้งมีการส่งเสริมให้ปลูกปาล์วยืน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นป่าโกงกาง และป่าเสมที่ค่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ โดยปัจจัยเหล่านี้ช่วยให้มีการตกตะกอนมากขึ้น เพราะปาล์วยืนช่วยดักตะกอนที่มาจากปากแม่น้ำไว้ส่งผลให้แหลมขยายตัว

การศึกษาพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลหลายด้านประกอบกัน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีประโยชน์อย่างยิ่งในการนำมาศึกษากิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรต่าง ๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงและทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง เพราะข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเป็นข้อมูลครอบคลุมพื้นที่กว้างให้รายละเอียดสูงในระดับหนึ่ง มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องให้ข้อมูลถูกต้องตรงตามสภาพจริง (นเรศ จำนุญรอด . 2543 : 16) และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดกระทำ วิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผล เนื่องจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ ข้อมูลอยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข ตารางสถิติ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถแก้ไขและเปลี่ยนแปลงได้ในเวลารวดเร็ว

การศึกษานี้จึงนำข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM ซึ่งให้รายละเอียด 30 เมตร และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก เพื่อทราบถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลง

ความมุ่งหมายของการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาประเภทของคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม
2. เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติที่มีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก
3. เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุก

4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)

5. เพื่อพยากรณ์ระยะเวลาที่ปลายแหลมตะลุมพุกเชื่อมติดกับแผ่นดิน

ความสำคัญของการศึกษา

1. เพื่อทราบถึงคลื่นประเภทใดในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม
2. เพื่อทราบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งอย่างไร
3. ทำให้ทราบถึงพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และมีแนวโน้มเป็นอย่างไร

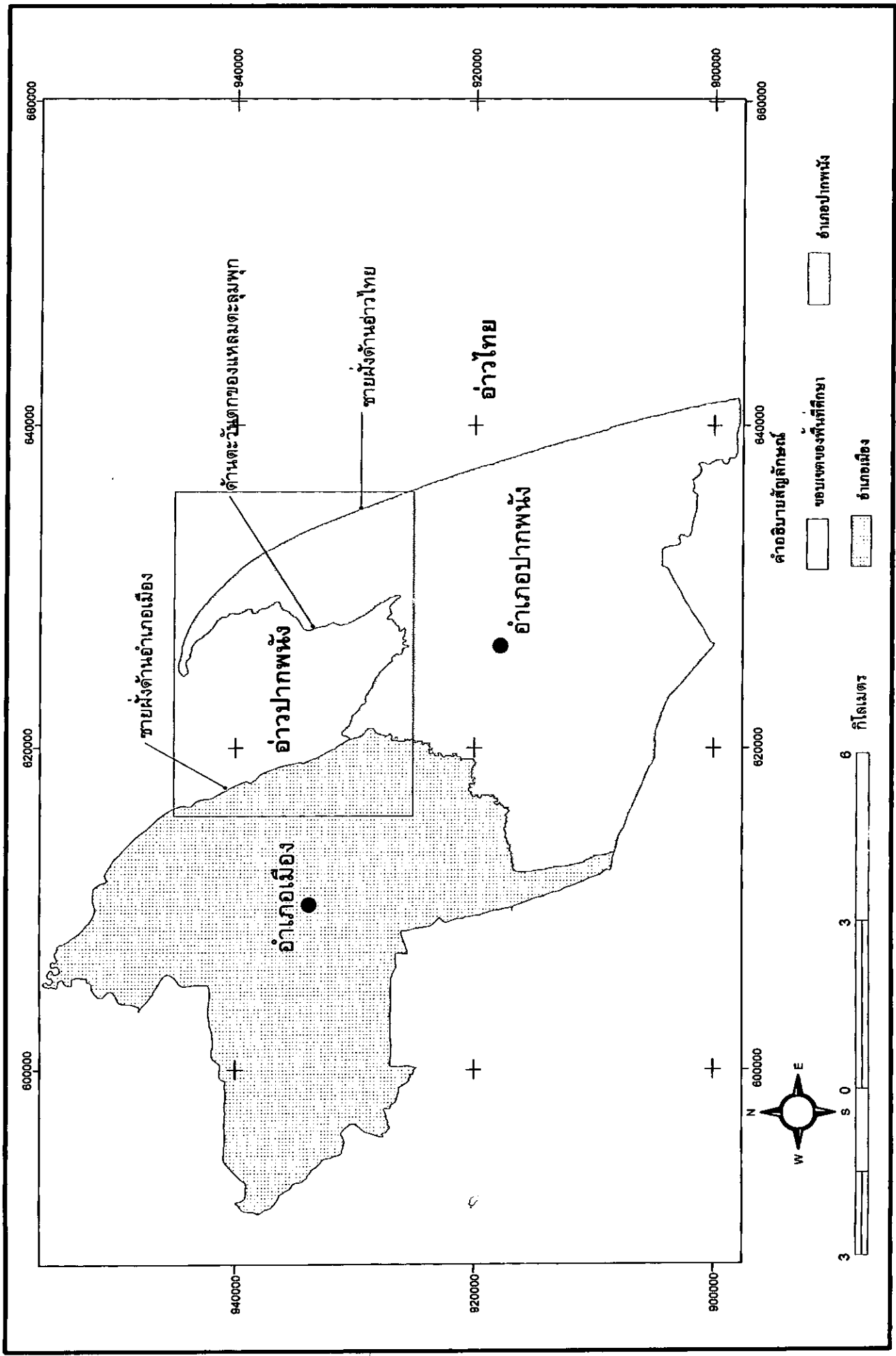
ขอบเขตของการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาบริเวณสันทรายแหลมตะลุมพุก และบริเวณที่เป็นอ่าวปากพนัง ในเขตอำเภอปากพนัง และอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในระหว่างละติจูดที่ 8 องศา 20 ลิปดา ถึง 8 องศา 31 ลิปดา เหนือ ลองจิจูดที่ 100 องศา 03 ลิปดา ถึง 100 องศา 16 ลิปดา ตะวันออก หรือ ระหว่างพิกัด UTM ที่ 921000 ถึง 943000 เหนือ และ UTM ที่ 615000 ถึง 639500 ตะวันออก

ปัจจัยทางภูมิศาสตร์

- ทิศทาง ความเร็วของลม และคลื่น
- การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของพืชพรรณธรรมชาติ



แผนที่ 1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

ข้อตกลงเบื้องต้นของการศึกษา

ประเภทคลื่น แบ่งจากเกณฑ์ความสูงของคลื่น โดยแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

- คลื่นสูงมากกว่า 2 เมตร เป็น คลื่นประเภทรุนแรง
- คลื่นสูง 1 – 2 เมตร เป็นคลื่นประเภทปานกลาง
- คลื่นสูงต่ำกว่า 1 เมตร เป็นคลื่นประเภทสงบ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. สันดอนจะงอย (Spit) หมายถึง สันดอนทรายหรือกรวด มีลักษณะแคบและยาว ปลายด้านหนึ่งอยู่ติดกับฝั่ง อีกปลายด้านหนึ่งยื่นออกไปในทะเล และมักจะมีดอนปลายโค้งเป็นจะงอย ตามอิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่น

2. แนวชายฝั่ง (Coastline) หมายถึง เส้นที่แบ่งขอบเขตระหว่างแผ่นดินกับน้ำทะเล และ/หรือมหาสมุทร

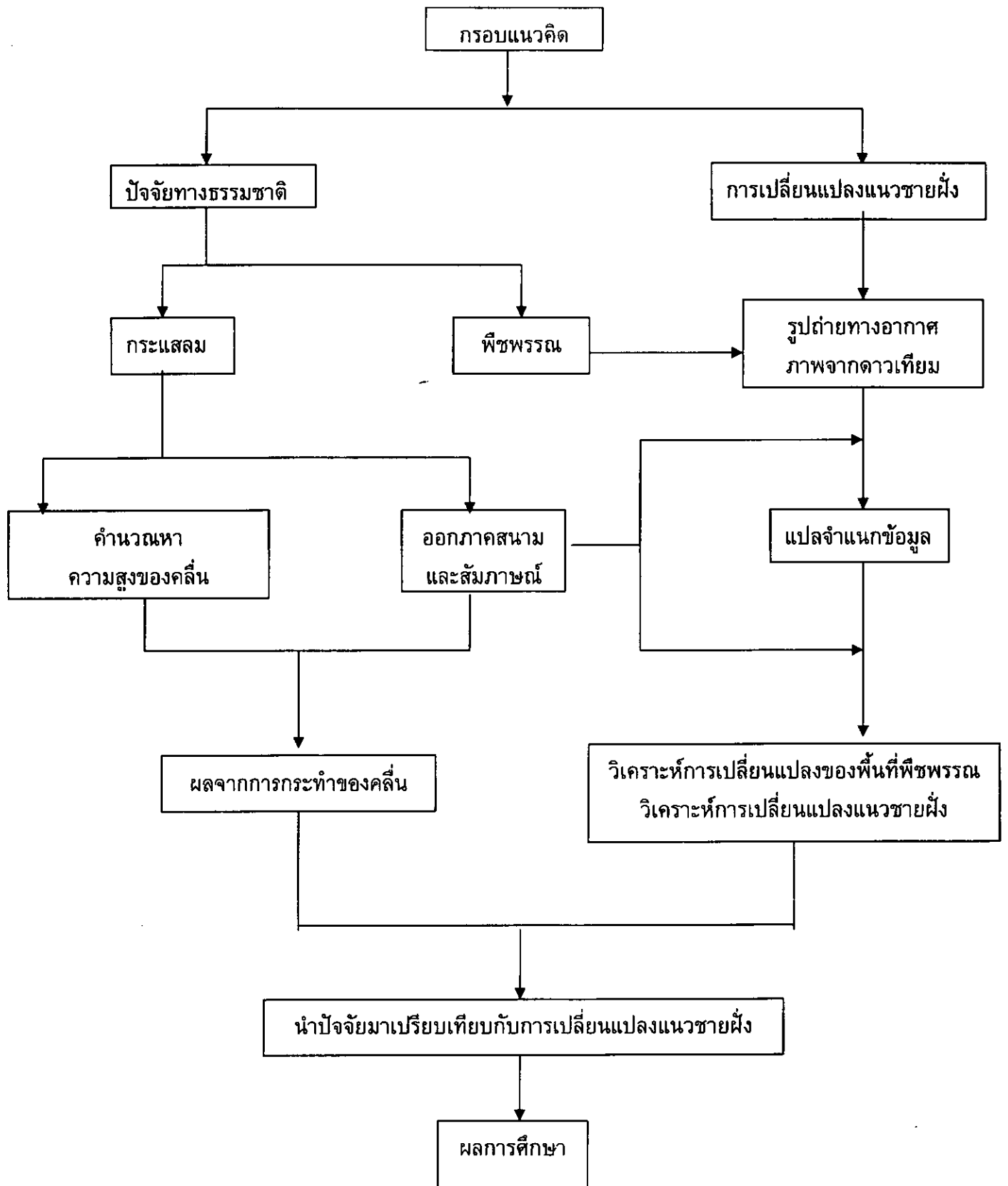
3. การเปลี่ยนแปลง หมายถึง การเพิ่ม และ/หรือลดของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุก ในรอบ 34 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544

4. อ่าวปากพนัง หมายถึง บริเวณด้านในของแหลมตะลุมพุก หรือด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุก มีป่าชายเลนขึ้นตลอดแนวดังภาพประกอบ 1

5. ชายฝั่งด้านตะวันออกของแหลมตะลุมพุก , ชายฝั่งด้านอ่าวไทย หมายถึง บริเวณทะเลด้านนอกติดกับอ่าวไทย และเป็นบริเวณชายฝั่งที่มีชายหาดแคบ ๆ และมีต้นสนขึ้นเองตามธรรมชาติ

6. ด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุก หมายถึง บริเวณทางด้านตะวันตกของตัวแหลมตะลุมพุก การใช้ที่ดินเกือบทั้งหมดเป็นพื้นที่ป่าชายเลน

7. ชายฝั่งด้านอำเภอเมือง หมายถึง ชายฝั่งที่อยู่ในตำบลท่าซัก ปากนคร และท่าไร่ อำเภอเมือง การใช้ที่ดินส่วนใหญ่เป็นนาทุ่ง มีป่าชายเลนปกคลุมเล็กน้อย



สมมติฐานของการวิจัย

1. คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม
2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก
3. การขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มขยายเพิ่มขึ้นจนเชื่อมต่อกับผืนแผ่นดิน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

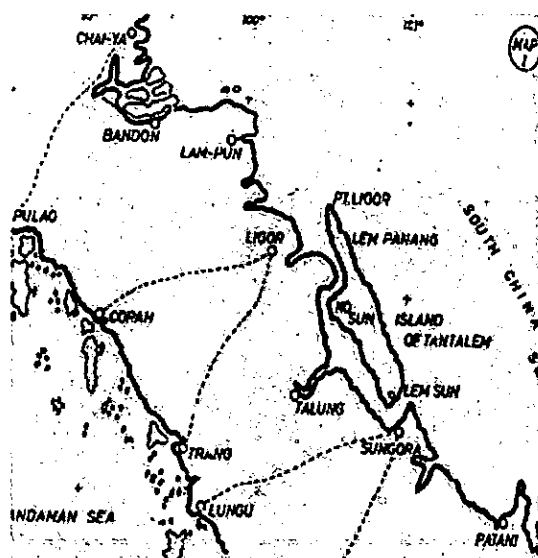
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. เอกสารที่เกี่ยวกับกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล
3. เอกสารที่เกี่ยวกับตัวการที่ทำให้เกิดกระบวนการทางธรณีวิทยาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
4. เอกสารที่เกี่ยวกับผลที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล
5. เอกสารที่เกี่ยวกับหลักการรีโมทเซนซิง
6. เอกสารที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์
7. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะทั่วไปของแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหลมตะลุมพุกตั้งอยู่ในอำเภอปากพนัง ซึ่งมีลักษณะเป็นสันทรายที่ยื่นยาวจากชายฝั่งออกไปในทะเลเป็นระยะทางไกล ๆ โดยเรียกสันทรายชนิดนี้ว่า สันดอนจะงอย

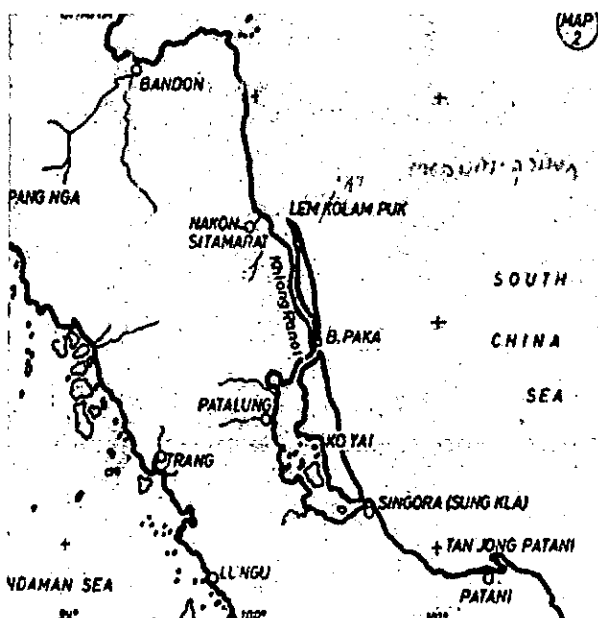
1.1 สภาพทั่วไปของแหลมตะลุมพุก

แหลมตะลุมพุกเป็นลักษณะของสันดอนจะงอย คือ เป็นสันดอนที่โผล่พ้นน้ำมีลักษณะแคบและยาว ปลายด้านหนึ่งอยู่ติดกับฝั่ง ปลายอีกด้านยื่นออกไปในทะเล บริเวณตอนในของสันทรายที่เรียกว่า อำเภอปากพนัง มีป่าโกงกางขึ้นตลอดแนว มีปากน้ำปากพนังพาตะกอนน้ำจืดลงสู่อ่าว ส่วนด้านนอก เรียกว่า ชายฝั่งตะวันออกของแหลมตะลุมพุก มีชายหาดแคบ ๆ และมีต้นสนขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งในอดีตอำเภอปากพนังมิได้ติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ ดังที่ วอล์ฟ แดนเนอร์ (Wolf Danner) (1978 : 422 – 425) ได้รวบรวมแผนที่เปรียบเทียบพื้นที่ในจังหวัดนครศรีธรรมราชจนถึงจังหวัดสงขลามี 4 แผนที่ด้วยกัน ซึ่งแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งเนื่องมาจากการเพิ่มลดของระดับน้ำทะเลในสมัยไพลโตซีน ทำให้อำเภอปากพนังหรือในอดีตเรียกว่า แหลมพะนัง เชื่อมต่อกับแผ่นดินใหญ่บริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งในอดีตสงขลาเป็นทะเลสาบเปิด แต่จากการลดของระดับน้ำทะเลทำให้แผ่นดินโผล่ขึ้น ทำให้สันทรายเชื่อมต่อกันจนเป็นทะเลสาบสงขลา



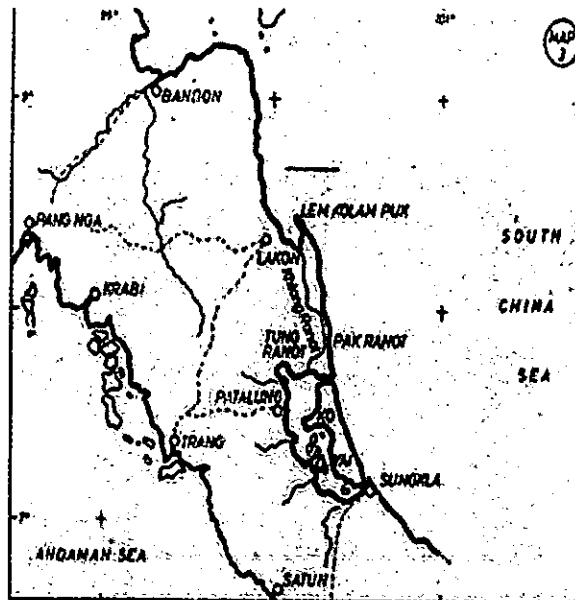
ที่มา Wolf Danner (1978) The five faces of Thailand.

แผนที่ 2 แสดงให้เห็นถึงบริเวณปลายแหลมเรียกว่า จุดLigor และอำเภอปากพนังเดิมเรียกว่า แหลมพะนัง เกาะสน และแหลมสน เป็นลักษณะของเกาะใหญ่ ที่เรียกว่า เกาะแทนทะเล (Tantalem) ส่วนทะเลสาบสงขลายังคงเป็นลักษณะของทะเลเปิด มีช่องทางเดินเรือเข้าไปถึง Ligorและ Talung ซึ่งที่ Talung มีแม่น้ำสายใหญ่ไหลลงสู่ทะเล



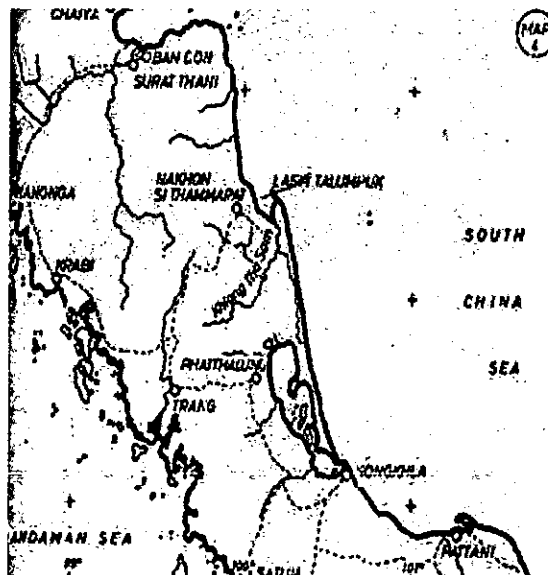
ที่มา Wolf Danner (1978) The five faces of Thailand.

แผนที่ 3 แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบริเวณที่เป็นเกาะแทนทะเล ได้แยกออกจากกัน เป็นสองส่วน ส่วนแรก คือแหลมเกาะลัมพู และส่วนที่สองคือ เกาะใหญ่ และพื้นที่มีการขยายเพิ่ม เนื่องจากระดับน้ำทะเลลดลงในช่วงยุคน้ำแข็ง ทำให้มีตะกอนมาทับถมบริเวณที่เคยเป็นช่องทางเดินเรือ กลายเป็นพื้นที่ดินแข็ง เรือไม่สามารถเดินทางในบริเวณนี้ได้



ที่มา Wolf Danner (1978) The five faces of Thailand.

แผนที่ 4 แสดงถึงการทับถมของตะกอนในยุคควอเตอร์นารี ยังคงดำเนินต่อไปทำให้บริเวณที่เคยเป็นเกาะที่มีแหลมเกาะล้อมพูกตั้งอยู่ได้เชื่อมติดกับแผ่นดิน ซึ่งปัจจุบันคือจังหวัดนครศรีธรรมราช และเกาะสองเกาะที่เคยแยกออกจากกันมีการสะสมตะกอนจนเกือบจะเชื่อมติดกัน



ที่มา Wolf Danner (1978) The five faces of Thailand.

แผนที่ 5 แสดงถึงพัฒนาการของลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอน ทำให้บริเวณที่เคยเป็นเกาะสองเกาะเชื่อมติดกันจนเป็นแผ่นดินเดียวกัน และด้านปลายของเกาะใหญ่กับสงขลาเกือบจะเชื่อมติดกัน มีช่องทางน้ำเล็กๆที่ไหลออกสู่ทะเล ส่วนด้านปลายด้านบนของแหลมเกาะล้อมพูกมีลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นลักษณะของสันทรายยื่นออกไปในทะเล ซึ่งทั้งสองนี้เป็นการพัฒนาทำให้เกิดทะเลสาบสงขลาและการพัฒนามาเป็นแหลมตะลุมพุก

ดังที่ประเสริฐ วิทยารัฐ (2537) ได้กล่าวไว้ในบทความเรื่องชายฝั่งทะเลไทยในอดีตด้วยภาพจากดาวเทียมว่า บริเวณทะเลสาบสงขลาที่พุดกันมากทางโบราณคดีมีแผ่นดินน้ำแผ่นดินบกบริเวณอำเภอสทิงพระ ซึ่งเข้าใจว่าเป็นบริเวณสันทรายที่เกิดขึ้นขนานไปตามชายฝั่ง ซึ่งประกอบด้วยสันทรายหลายสัน และเป็นแนวปิดให้เกิดทะเลสาบสงขลา ระหว่างสันทรายกับชายฝั่ง และสันทรายกับสันทรายจะเป็น "ที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง" (Tidal Flat) พื้นที่ดังกล่าวเมื่อน้ำขึ้นจะเป็นพื้นทะเล แต่เมื่อน้ำลงจะเป็นพื้นดินจึงเรียกว่าแผ่นดินน้ำ และภาพจากดาวเทียมแสดงอย่างชัดเจนถึงแนวสันทรายที่ขนานกับชายฝั่ง มีแนวใหญ่ ๆ อยู่ประมาณ 5 แนวปิดล้อมให้เกิดทะเลสาบ แนวนี้ยาวผ่านอำเภอสทิงพระ ระโนด เขียวใหญ่ จนถึงปากพนัง ระหว่างสันทรายและชายฝั่งแผ่นดินใหญ่เดิมที่คงเดินเรือได้ไปจนถึงจังหวัดนครศรีธรรมราช เพราะนครศรีธรรมราชเองก็ตั้งอยู่บนสันทราย ความตื้นเขินของทะเลสาบทำให้ทะเลน้อยแยกออกจากทะเลสาบส่วนใหญ่ ส่วนที่เป็นอำเภอปากพนังก็ติดต่อกับแผ่นดินผืนเดียวกับแผ่นดินส่วนอื่น

1.2 ลักษณะที่ตั้งและอาณาเขต

แหลมตะลุมพุกตั้งอยู่ที่อำเภอปากพนังซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ว่าการอำเภอตั้งอยู่ถนนชายทะเล หมู่ที่ 3 ตำบลปากพนังฝั่งตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 459.91 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 287,443.75 ไร่ โดยมีอาณาเขตดังนี้ (nakhonsithammarat . 2546 : ออนไลน์)

ทิศเหนือ จดอ่าวไทย

ทิศใต้ ติดเขตอำเภอหัวไทร และเขียวใหญ่

ทิศตะวันออก จดอ่าวไทย

ทิศตะวันตก ติดต่อเขตอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

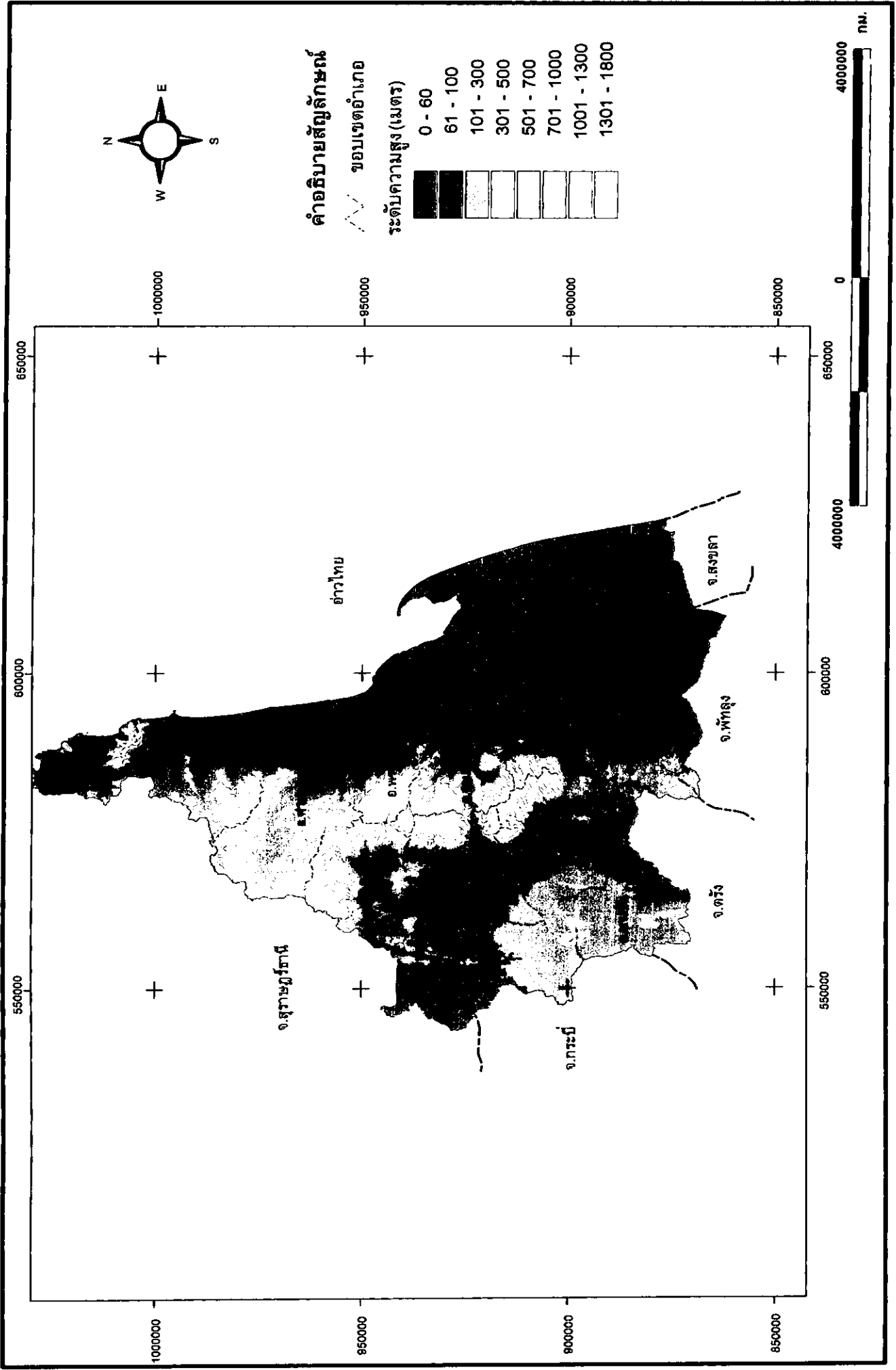
ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราช แตกต่างไปตามลักษณะ ของ เทือกเขานครศรีธรรมราช ซึ่งเป็นเทือกเขาที่มีความยาวตามแนวยาวของคาบสมุทร เป็นผลให้ ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราช แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ บริเวณเทือกเขาดอนกลาง บริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก บริเวณที่ราบด้านตะวันตก (nakhonsithammarat . 2546 : ออนไลน์) ซึ่งแหลมตะลุมพุกอยู่ในบริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก

แหลมตะลุมพุกเป็นแนวสันดอนจะยทรายแคบ ๆ และโค้งเหมือนคันศรขึ้นไปทางเหนือ โดยมีแนวโค้งเข้าทางทิศตะวันตก แนวโค้งดังกล่าวเป็นแนวชายหาดที่เชื่อมต่อกันเป็นแนวหาดทรายแคบ ๆ

ลงไปทางใต้ จากภาพประกอบ 1 ภาพจากดาวเทียมบริเวณแหลมตะลุมพุก และแผนที่ 6 แผนที่ภูมิประเทศจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าส่วนด้านในของแหลมมีลักษณะเหมือนกำปู และมีตะกอนดินเหนียวที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ไหลออกมาจากปากแม่น้ำปากพนัง และยังคงสภาพเป็นป่าชายเลน และสันดอนจะงอยซึ่งเป็นแหลมตะลุมพุกจะไม่ค่อยมีพืชพรรณธรรมชาติ เนื่องจากเป็นทราย และบางส่วนอาจมีน้ำทะเลท่วมถึง (สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ . 2538 : 166) และบริเวณอำเภอเมืองมีลักษณะเป็นแนวสันหาด หรือสันทรายชายหาดปรากฏอยู่หลายแนว แสดงให้เห็นว่าบริเวณอำเภอเมือง และอำเภอปากพนังเกิดจากการทับถมของตะกอนในอดีต ทำให้มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง และบริเวณเทือกเขาตอนกลางที่มีความยาวตามแนวยาวของคาบสมุทร เป็นตัวกั้นลม ทำให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม มีอิทธิพลต่อบริเวณที่ราบด้านตะวันตกมากกว่าที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออก ในขณะที่เดียวกันช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดระหว่างเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออกได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่าบริเวณที่ราบตะวันตก เนื่องจากบริเวณนี้เป็นด้านรับลม ส่วนบริเวณที่ราบตะวันตกอยู่ด้านหลังเทือกเขาเป็นด้านปลายลม

1.4 ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดนครศรีธรรมราชตั้งอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตร อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบโซนร้อน แต่เนื่องจากอยู่ในคาบสมุทรไม่กว้างมาก จึงได้รับอิทธิพลของลมทะเลตลอดทั้งปี ประกอบกับมีเทือกเขานครศรีธรรมราชเป็นแกนกลาง ทำให้อากาศอบอุ่นตลอดปี และมีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ทำให้มีฤดูกาลเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน อยู่ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - พฤษภาคม และฤดูฝน อยู่ระหว่างเดือนมิถุนายน - ธันวาคม ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปกติลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้ประเทศไทยส่วนใหญ่อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งแต่เมื่อพัดผ่านภาคใต้ของประเทศไทยทำให้เกิดฝนตกเนื่องจากได้นำความชื้นจากทะเลมาด้วย นครศรีธรรมราชมีฝนตกหนักในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายน มีฝนตกเกือบตลอดเดือน โดยเฉลี่ยทั้งปีมีปริมาณฝน 2,500 มิลลิเมตร (จังหวัดนครศรีธรรมราช . ม.ป.ป. , nakhonsithammarat . 2546 : ออนไลน์)



แผนที่ 6 ภูมิประเทศจังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพประกอบ 1 ภาพจากดาวเทียมบริเวณแหลมตะลุมพุก

1.5 ลักษณะทางธรณีวิทยา

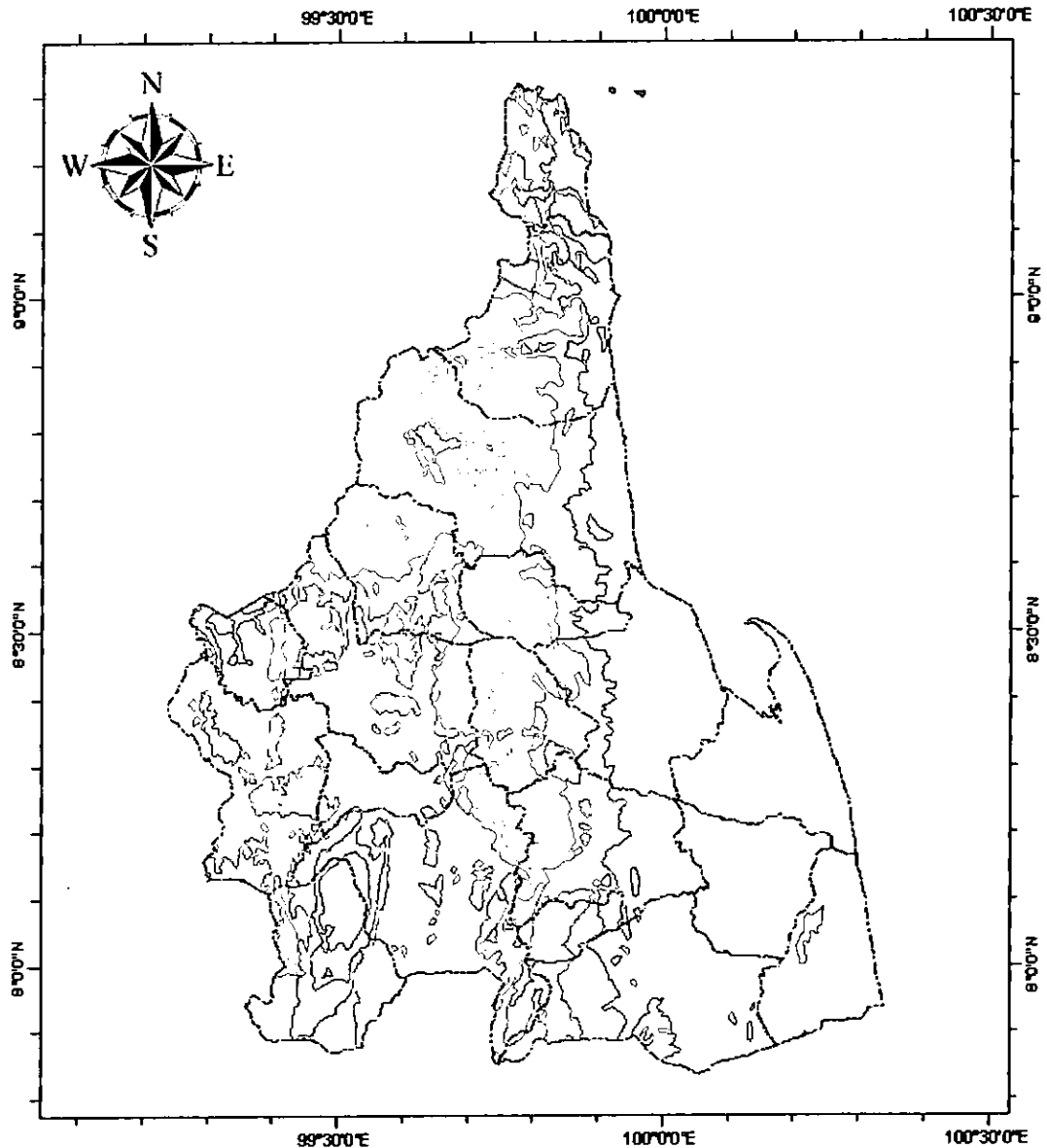
บริเวณอำเภอปากพนัง อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอเชียรใหญ่ และอำเภอหัวไทร มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนในยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 หน่วย ดังนี้ (เชาวน์ ยงเฉลิมชัย และคณะ . ม.ป.ป. : 24 – 25)

1.5.1 ตะกอนธารน้ำพาและเศษหินเชิงเขา (Qt) ประกอบด้วยตะกอนบนลานตะพัก ลำน้ำ ตะกอนรูปพัด ตะกอนกรวด ทราย ทรายแป้ง ลูกกรังและดินลูกกรัง พบแพร่กระจายอยู่ตามเชิงเขาตลอดแนวของอำเภอร่อนพิบูลย์ และอำเภอชะอวด ดังแผนที่ 7

1.5.2 ตะกอนชายฝั่งทะเล (Qa และ Qb) ประกอบด้วยตะกอนลำน้ำและตะกอนชายฝั่ง ได้แก่ กรวด ทราย ดินโคลน พบแพร่กระจายอยู่ในเขตชายฝั่งทะเล ตั้งแต่อำเภอเมือง อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอปากพนัง และอำเภอหัวไทร ดังแผนที่ 7

ซึ่งสอดคล้องกับปรีชา ศรีสุวรรณ (2532) ได้แบ่งลักษณะธรณีวิทยาแอ่งทะเลสาบสงขลา ประกอบด้วยหิน 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มหินอัคนี (Igneous Rock) พบเป็นแนวต่อเนื่องตั้งแต่เหนือจดใต้ทางตะวันตกของแอ่งทะเลสาบสงขลา ส่วนทางด้านตะวันออกของแอ่งทะเลสาบสงขลา ไปจนถึงอำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ลักษณะทางธรณีเป็นกลุ่มหินชั้นและหินแปร ที่ประกอบด้วยตะกอนทรายและกรวดที่เกิดในยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วยดินแลง (Laterite) กรวด ทราย ทรายแป้ง และทรายหาดทราย

แผนที่ 7 แผนที่ธรณีวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช



สัญลักษณ์

- | | |
|--|--|
|  ขอบเขตอำเภอ |  หินยุคเปอร์เมียน หินเชิร์ต |
|  หินยุคจูแรสซิก หินกรวดมน หินทราย |  ตะกอนชายฝั่งทะเล หาดทรายและป่าชายเลน |
|  หินกรวดมน หินทรายและหินดินดาน |  ตะกอนธารน้ำพาและเศษหินเชิงเขา |
|  หินทราย แกกเท |  หินฟอสไฟต์ |
|  หินยุคออร์โดวิเซียน กลุ่มหินทุ่งสง | |

0 10 20 40 60 80 Kilometers

1.6 สภาพทางสมุทรศาสตร์

สมุทรศาสตร์ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ประเภท คือ สมุทรศาสตร์ชีวภาพ เป็นการศึกษาสภาพสิ่งมีชีวิตในทะเล สมุทรศาสตร์เคมี ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของมหาสมุทร เช่นความเค็ม และส่วนประกอบทางเคมีของน้ำทะเล และสมุทรศาสตร์กายภาพ ศึกษาสมบัติและลักษณะทางกายภาพของมหาสมุทร เช่น การขึ้นลงของน้ำทะเล ทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำ คลื่น และลม ซึ่งคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ (2538 : 79 - 83) ได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของมหาสมุทรบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช ในเรื่องการขึ้นลงของน้ำทะเล ความเร็วและทิศทางของลม คลื่น กระแสน้ำ ดังนี้

1.6.1 การขึ้นลงของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นแบบน้ำเดียว คือน้ำขึ้นและลงวันละครั้ง จากสถิติน้ำขึ้นเต็มที่เฉลี่ยในรอบปีมีค่าประมาณ +2.9 และ +4.10 เมตร (รทก.) ที่สถานีปากน้ำนครและสถานีปากน้ำปากพนัง น้ำลงเต็มที่เฉลี่ยในรอบปีมีค่าประมาณ -03.3 และ +03.2 เมตร ที่สถานีปากน้ำนครและสถานีปากน้ำปากพนังตามลำดับ

1.6.2 กระแสน้ำโดยทั่วไปนั้น ทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำในทะเลขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย คือ การขึ้นลงของน้ำทะเล (Tidal Current) และกระแสนลม (Drift Current) จากการสำรวจของกรมอุทกศาสตร์พบว่าบริเวณอ่าวไทยทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับอิทธิพลของการน้ำขึ้นน้ำลงของทะเลเป็นหลัก ความเร็วของกระแสน้ำในช่วงน้ำขึ้นในอ่าวไทยบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราชมีอัตรา 2.20 – 1.02 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในช่วงน้ำขึ้น และมีอัตรา 1.92 – 0.59 กิโลเมตรต่อชั่วโมงในช่วงน้ำลง

1.6.3 คลื่นและลม คลื่นในทะเลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.6.3.1 คลื่นผิวน้ำ (Surface Waves) เป็นคลื่นที่เกิดจากลมและเป็นคลื่นที่สามารถทำลายทรัพย์สินและชายฝั่งได้มาก จากตาราง 1 เป็นข้อมูลคลื่นผิวน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดนครศรีธรรมราช เห็นได้ว่าในรอบ 1 ปีนั้นมีเวลาประมาณ 7 เดือน คือ ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนเมษายน และเดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม ที่ลมพัดเข้าชายฝั่งด้วยความเร็วเฉลี่ยประมาณ 10.31 และ 8.45 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และความเร็วสูงสุด 56.43 และ 67.22 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับก่อให้เกิดคลื่นสูงเฉลี่ยประมาณ 0.25 และ 0.21 เมตร และคลื่นสูงสุด 3.02 และ 3.60 เมตร

ตาราง 1 ความเร็ว ทิศทางลมและขนาดคลื่นบริเวณชายฝั่ง จังหวัดนครศรีธรรมราช

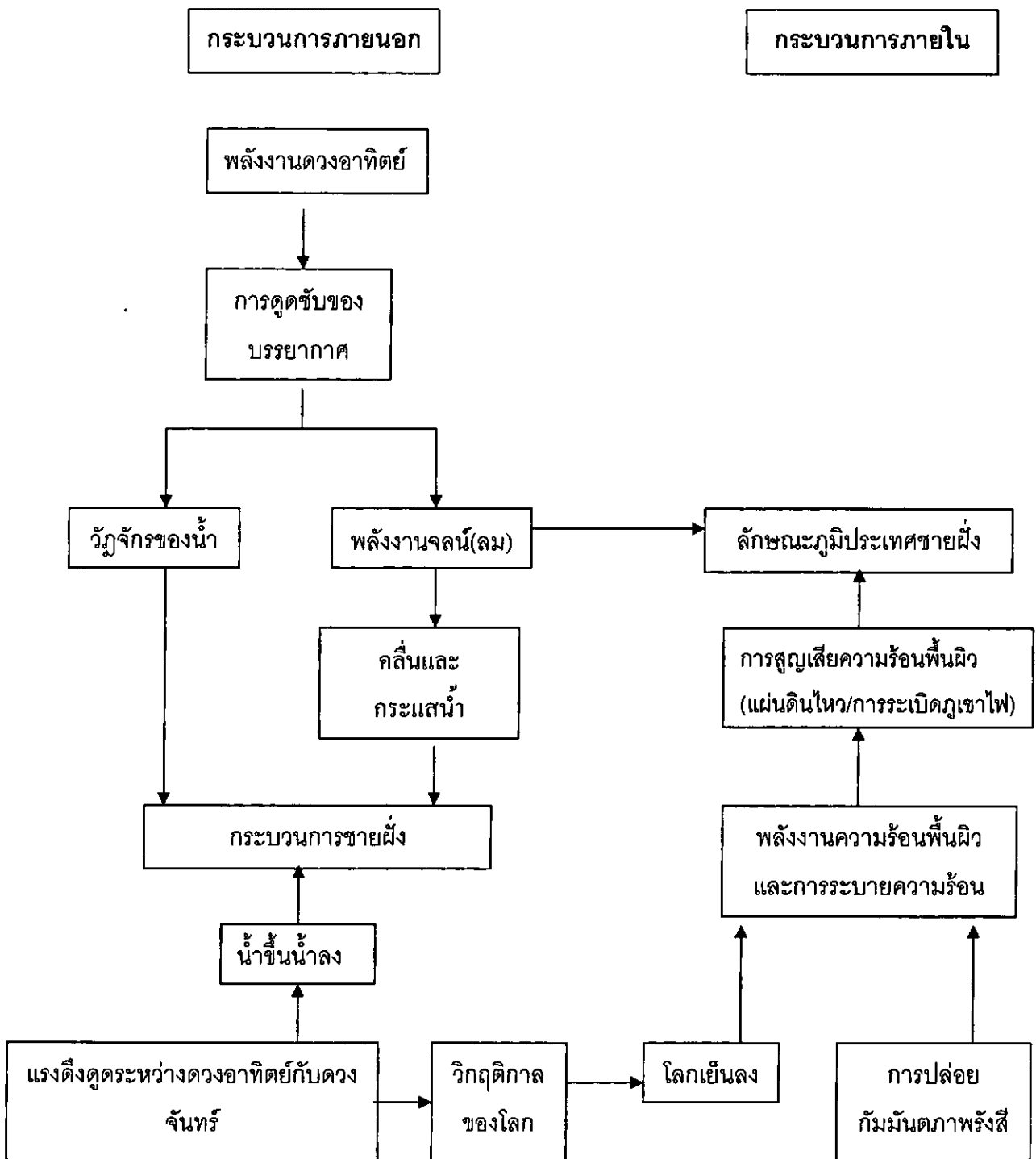
เดือน	ความเร็วลม (กม./ชม.)		ขนาดคลื่น (ม.)		ทิศทางลม	ทิศทางคลื่น
	เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด		
มกราคม – เมษายน	10.31	56.43	0.25	3.02	จากทิศตะวันออก	เข้าหาฝั่ง
พฤษภาคม – กันยายน	9.36	81.77	0.22	4.38	จากทิศตะวันตกเฉียงใต้	ออกจากฝั่ง
ตุลาคม – ธันวาคม	8.45	68.22	0.21	3.60	จากทิศเหนือ	เข้าหาฝั่ง

ที่มา : คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ (2538) รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อรองรับการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ เล่มที่ 2

1.6.3.2 คลื่นลมมรสุม จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของคลื่นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยที่ช่วงที่มีความรุนแรงมากที่สุดจะอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม อิทธิพลของลมมรสุมช่วงนี้จะมีผลทำให้ทะเลบางขณะมีคลื่นแรงจัด

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล

ชายฝั่งเป็นสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเคลื่อนไหวสูง ด้วยกระบวนการกัดกร่อน (Erosion) พัดพาตะกอน (Sediment Transport) และการทับถม (Deposition) เป็นตัวการที่ทำให้สภาพทางกายของชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการเคลื่อนไหวการเปลี่ยนแปลงต้องการพลังงานมาขับเคลื่อนทำให้เกิดกระบวนการทางชายฝั่งเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งแหล่งพลังงานที่ได้รับมี 2 ประเภท คือ แหล่งพลังงานที่เกิดจากกระบวนการภายในโลก (Endogenetic Processes) และแหล่งพลังงานที่เกิดจากกระบวนการภายนอกโลก (Exogenetic Processes) ดังภาพประกอบ 2 ไชมอน เค.แฮสเลตต์ (Simon K. Haslett . 2000 : 3 – 6)



ภาพประกอบ 2 แสดงถึงแหล่งพลังงานและกระบวนการภายในและภายนอกที่ส่งผลให้ภูมิประเทศของ
ชายฝั่งมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลง

ที่มา : ดัดแปลงจาก Simon K. Haslett . (2000) Coastal Systems.

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นว่าแหล่งพลังงานภายนอกโลก รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ทำให้เกิดพลังงานจลน์ที่ได้จากลมและก่อให้เกิดคลื่นและกระแสน้ำซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดกระบวนการทางชายฝั่ง นอกจากนี้พลังงานแสงอาทิตย์แล้ว ยังได้รับพลังงานจากแรงโน้มถ่วงของโลก อิทธิพลของ

ดวงจันทร์ ที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งเป็นตัวการหนึ่งที่ทำให้เกิดกระบวนการทางชายฝั่ง ส่วนพลังงานภายในโลก ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของเปลือกโลก ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศของชายฝั่งในรูปแบบต่างๆ เช่น มีชายฝั่งแบบยกตัว ชายฝั่งแบบจมตัว เป็นต้น

ดังนั้นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง คือ กระบวนการการกัดกร่อน การนำพาตะกอน และการทับถม

ซึ่งการกัดกร่อน เป็นการทำให้หินเปลือกโลกเกิดการผุพัง โดยมีการนำขึ้นส่วนที่เกิดการผุพังไปยังสถานที่อื่น โดยมีตัวการ ได้แก่ แม่น้ำลำธาร น้ำใต้ดิน ลม คลื่น กระแสน้ำ และธารน้ำแข็ง ซึ่งได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ทั้งสิ้น ส่วนกระบวนการการกัดกร่อนชายฝั่งเกิดจากการกระทำของคลื่นในมหาสมุทร เนื่องจากคลื่นเดินทางผ่านทะเลลึกใช้พลังงานน้อยมาก เมื่อมาถึงน้ำตื้นรูปร่างคลื่นเปลี่ยนเป็นระลอกคลื่นและกระแสน้ำที่มีกำลังสามารถกัดกร่อน และพัดพาวัตถุไปได้ เนื่องจากในบริเวณน้ำตื้นทำให้ความเร็วคลื่นลดลง สันคลื่นบีบตัวแคบ ทำให้คลื่นมีความสูงความชันเพิ่มขึ้น จนคลื่นม้วนตัวเป็นคลื่นหัวแตก ดังนั้นน้ำที่กระเซ็นซัดขึ้นไปบนชายหาดทำให้ทรายและก้อนกรวดเคลื่อนที่ซึ่งคลื่นหัวแตกจะพาตะกอนออกไปจากชายฝั่ง และเข้าสู่ชายฝั่งสลับกันไป นอกจากนี้คลื่นยังพาวัตถุเคลื่อนไปตามทางด้านข้างของชายหาดด้วย เรียกว่า การพัดพาตามชายหาด (น้อม งามนิสัย และคณะ . 2527) วัตถุที่คลื่นพัดเข้าไปจึงเคลื่อนที่เข้าหาฝั่งในแนวเฉียง ชายฝั่งตอนใดที่วัตถุถูกพาเข้าไปมีมากกว่าที่พาออกมา ชายฝั่งจะขยายออกกว้างเรื่อยๆ ถ้าวัตถุที่พาเข้าไปถูกซัดกลับมาหมด ชายฝั่งจะแคบลง

แต่การทับถม เป็นการนำสิ่งที่เกิดจากการกัดกร่อน ไปรวมตัวสะสมกันในอีกที่หนึ่ง โดยอาศัยการทำงานของตัวการ คือ คลื่น ลม ที่นำพาตะกอนไปทับถมกันเป็นสันทรายและเนินทรายตามบริเวณชายฝั่ง ซึ่งสิ่งที่ถูกนำพาไปทับถมนี้ เรียกว่า สิ่งตกจมทับถม โดยมีขนาดเล็กใหญ่แตกต่างกัน ตั้งแต่ก้อนหินขนาดใหญ่ ไปจนถึงตะกอนละเอียด และตัวการอีกตัวการหนึ่งซึ่งเป็นตัวช่วยดักตะกอนเมื่อมีการพัดพาตะกอนมาโดยแม่น้ำลำธาร คือ ป่าชายเลน เพราะป่าชายเลนมีรากที่คอยช่วยดักตะกอนไว้ไม่ให้ไปกับคลื่นและกระแสน้ำ ทำให้มีดินงอกขึ้นบริเวณป่าชายเลน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับตัวการที่ทำให้เกิดกระบวนการทางธรณีวิทยาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการการกัดเซาะ และการทับถมตามแนวชายฝั่ง คือ คลื่น ซึ่งคลื่นที่เกิดขึ้นในท้องทะเลทั่วไปจะเกิดจากลม นอกเสียจากบางครั้งบางครั้งอาจจะเกิดจากแผ่นดินไหว และภูเขาไฟระเบิด และป่าชายเลนเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการงอกของดินเลนบริเวณชายฝั่ง เนื่องจากมีรากที่คอยช่วยดักจับตะกอนทำให้เกิดการทับถมบริเวณนั้น

3.1 ตัวการลม

พลังงานที่ผลักดันจากอากาศเคลื่อนที่ผ่านถ่ายโอนลงไปยังพื้นผิวของน้ำทะเลและทำให้เกิดคลื่นเคลื่อนไปตามลม ซึ่งในเวลาที่ลมสงบ การกักความร้อนของคลื่นจะเกิดขึ้นได้น้อย แต่เมื่อมีพายุกำลังและความสูงของคลื่นเพิ่มขึ้นทำให้การกักความร้อนพัดพาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและรุนแรง ดังนั้นลมเป็นตัวการที่ทำให้เกิดคลื่นที่มีความรุนแรงแตกต่างกันออกไป

3.1.1 ลมสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทย

ลมสำคัญที่เกิดในประเทศไทยมีหลายชนิด เช่นลมมรสุม ลมประจำถิ่นได้แก่ ลมบก ลมทะเล ลมภูเขา เป็นต้น

3.1.1.1 ลมมรสุม เกิดจากวงจรของความแตกต่างของความกดอากาศ ลักษณะการเกิดลมมรสุมเหมือนกับการเกิดลมบก ลมทะเล ฤดูร้อนในมหาสมุทรอินเดียลมจะพัดจากทะเลสู่แผ่นดิน จากทิศตะวันตกเฉียงใต้ กลายเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อถึงเดือน พฤศจิกายน ทวีปเอเชียเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาวด้วยลมหนาวพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงใต้ กลายเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ช่วงนี้อากาศดีและแห้ง ท้องฟ้าแจ่มใส แต่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันออก นั้นเป็นฤดูฝนเนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดผ่านอ่าวไทยซึ่งนำความชื้นมาด้วยทำให้เกิดฝนตก

3.1.1.2 ลมบกลมทะเล คือลมประจำถิ่นโดยลมทะเลเกิดขึ้นในตอนกลางวัน เมื่อพื้นดินได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าพื้นน้ำ ดังนั้นพื้นน้ำมีอากาศเย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่ ส่วนลมบกการเกิดจะตรงข้ามกับลมทะเล โดยลมบกเกิดในเวลากลางคืน เนื่องจากพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นดินที่เย็นกว่าจะไหลเข้าไปแทนที่พื้นน้ำที่มีอากาศร้อนและลอยตัวขึ้น (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . 2544 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

จากการศึกษาโครงการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยและโครงการก่อสร้างท่อก๊าซธรรมชาติ พบว่า ทิศทางลม และความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลดังนี้

เดือนมกราคม อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วลมมีกำลังแรง เนื่องจากความกดอากาศสูงที่แผ่มาจากประเทศจีน ลมพัดจากทิศเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันออกเฉียงใต้ฝั่งทะเลที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส มีกำลังลมแรงประมาณ 7 เมตร ต่อ วินาที

เดือนกุมภาพันธ์ อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ความเร็วลมยังคงมีกำลังแรง แต่ทิศทางลมเปลี่ยนจากลมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นลมตะวันออก ทำให้ลมพัดเข้าชายฝั่งทะเลที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส มีกำลังลมแรงประมาณ 7 เมตร ต่อ วินาที

เดือนมีนาคม อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ กำลังลมอ่อนลง ทิศทางลมเปลี่ยนเป็นตะวันออก ในกลางเดือนมีนาคม เริ่มมีลมแนวพัดสลับจากลมฝ่ายใต้พัดเข้าสู่ฝั่ง ทำให้จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความเร็วลมกำลังอ่อนลง ประมาณ 4.4 เมตร ต่อวินาที

เดือนเมษายน อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีกำลังอ่อนมาก บนพื้นดินได้รับอิทธิพลของแสงอาทิตย์มากทำให้พื้นดินเริ่มร้อน ส่งผลให้ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือลดน้อยลง ชายฝั่งที่จังหวัดนครศรีธรรมราชมีกำลังลมอ่อน ประกอบกับมีการพัฒนาความกดอากาศต่ำตอนเหนือของอินเดีย และเอเชียตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดลมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้ามาแทนที่ลมตะวันออกเฉียงเหนือ

เดือนพฤษภาคม - เดือนกันยายน อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังลมแรงมากในบริเวณที่สูง คือ บริเวณเทือกเขาในอุทยานแห่งชาติเขาลง ส่วนบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออก กำลังลมของลมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังอ่อนลง เนื่องจากมีเทือกเขาในอุทยานแห่งชาติเขาลงกั้นไว้

เดือนตุลาคม - เดือนพฤศจิกายน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังอ่อนลง และความกดอากาศสูงจากประเทศจีนเริ่มแผ่ปกคลุม ในช่วงกลางเดือน ถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ความกดอากาศสูงมีความรุนแรงมากขึ้นทำให้บริเวณอ่าวไทยเริ่มได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีคลื่นลมแรงในอ่าวไทย ซึ่งหากในทะเลจีนใต้มีความกดอากาศต่ำ อิทธิพลจากลมอาจทำให้ความกดอากาศต่ำพัฒนาเป็นพายุโซนร้อนในทะเล ทำให้เกิดลมแรงพัดเข้าสู่ฝั่ง บริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส ซึ่งในช่วงเดือนนี้ทำให้เกิดอุทกภัย คลื่นในทะเลสูง

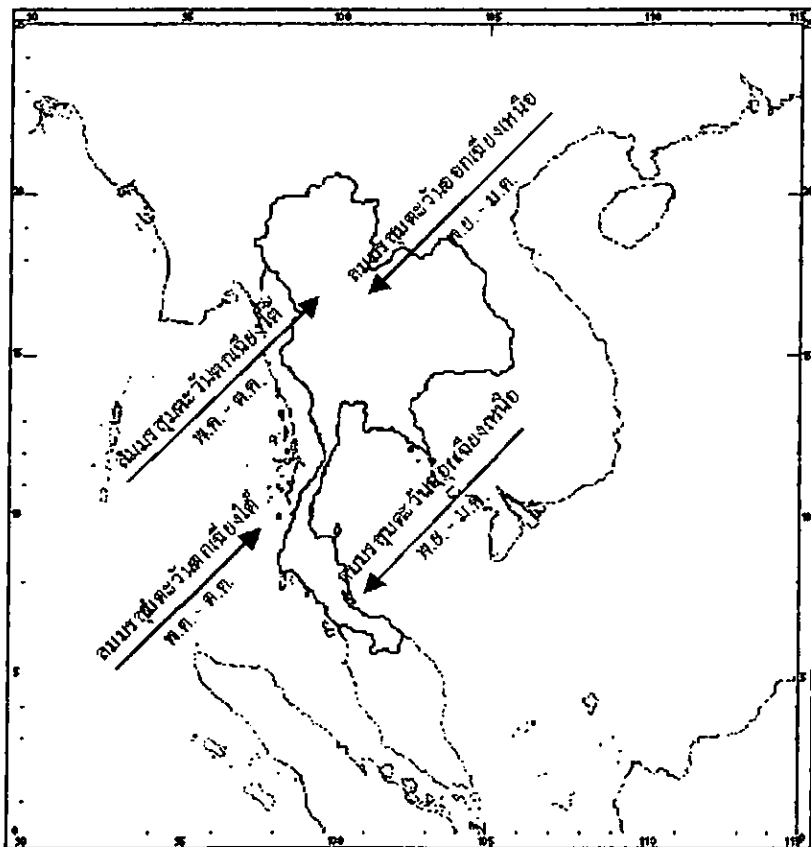
เดือนธันวาคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้บริเวณตอนเหนือของประเทศไทยมีอากาศหนาว ส่วนภาคใต้เป็นฤดูฝน มีคลื่นลมแรงบริเวณชายฝั่งจังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . 2544 : 88 - 94 , บริษัทเทลโก้จำกัด . 2540)

ดังนั้นระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก ส่งผลให้บริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชมีกำลังลมแรง ส่วนในเดือนมีนาคมถึงเมษายน เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังลมอ่อน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มพัดเข้ามาแทนที่ ส่งผลให้บริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชมีกำลังลมอ่อนลง และในช่วงเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้มีกำลังลมแรงในบริเวณที่สูง ส่วนบริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้น้อย และมีกำลังลมอ่อน เนื่องจากมีเทือกเขานครศรีธรรมราชเป็น

ตัวกันลมไว้ ดังนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นตัวการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง นครศรีธรรมราชมากกว่าลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

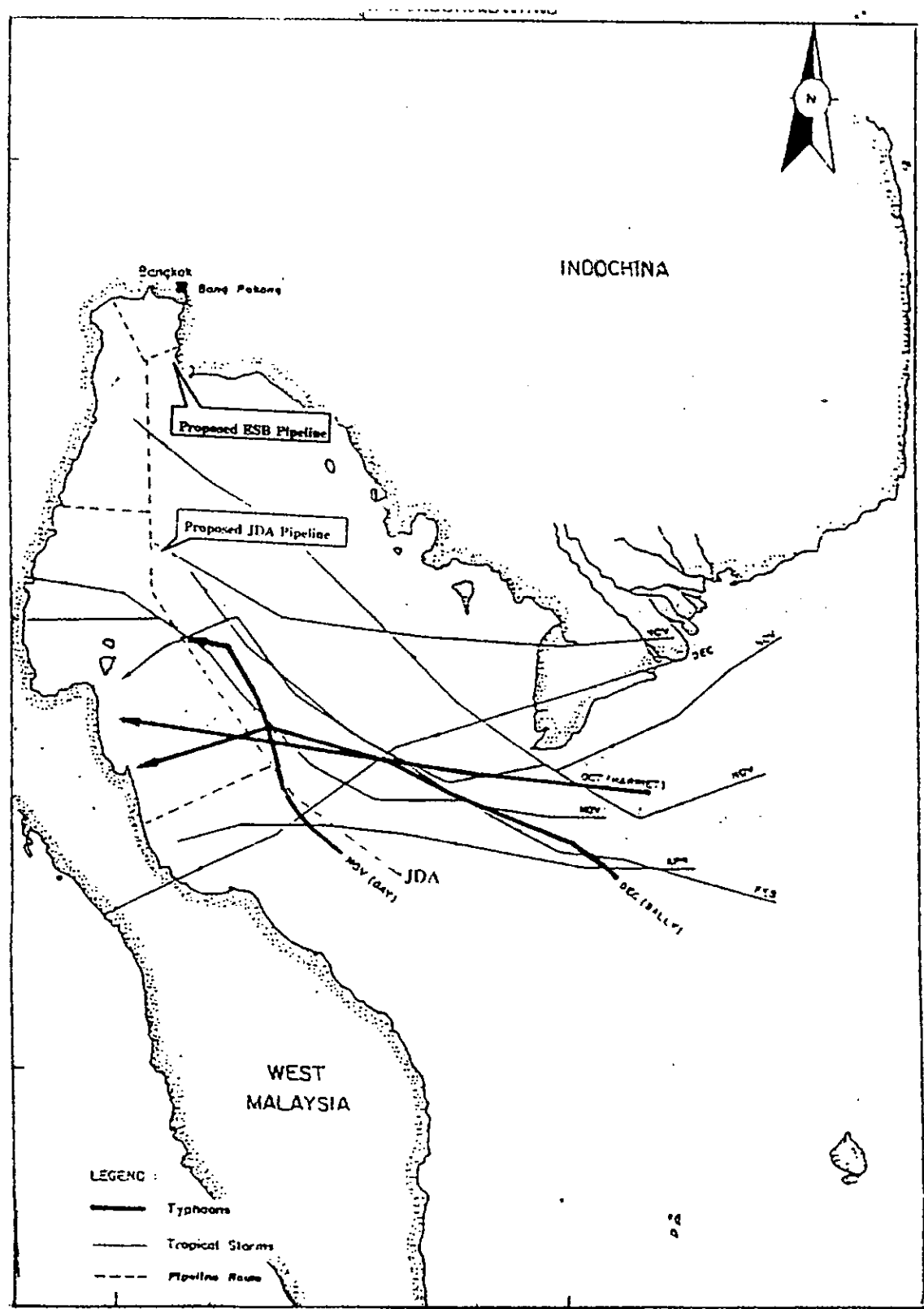
ขวรี วราศรัย (2542) ทำสถิติพายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทย พ.ศ. 2497 ถึง พ.ศ. 2541 พบว่าในรอบ 48 ปี จังหวัดนครศรีธรรมราชมีพายุหมุนเขตร้อนเข้ามาทั้งหมด 12 ลูก โดยเข้ามาในช่วง เดือนตุลาคม 2 ลูก พฤศจิกายน 9 ลูก และธันวาคม 1 โดยเป็นพายุโซนร้อน 4 ลูก เข้ามาในปี พ.ศ. 2505 , 2513 , 2535 และ พ.ศ. 2541 ส่วนที่เหลือเป็นพายุดีเปรสชัน ซึ่งผลจากพายุโซนร้อนเข้ามาทำให้เกิดคลื่นยักษ์ที่มีแรงกัดเซาะและทำลายชายฝั่ง เช่น พ.ศ. 2505 พายุโซนร้อนแฮเรียตเข้ามาทำให้มีคนตายและบ้านเรือนเสียหายเป็นจำนวนมาก และคลื่นยักษ์ก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ดังที่เกรียงศักดิ์ บำเพ็ญโรตม และคณะ (2542)สำรวจการพังทลายของชายฝั่งจังหวัดสงขลา – นครศรีธรรมราช พบว่า ปี พ.ศ. 2542 คลื่นในปีนั้นรุนแรงกว่าทุกปีที่ผ่านมา คลื่นซัดฝั่งหายไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2542 เกิดคลื่นยักษ์ทำให้สภาพชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปมาก เดิมเคยมีต้นมะพร้าว แต่เมื่อเกิดคลื่นยักษ์ทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะ มะพร้าวก็หายไปด้วย และในช่วงฤดูมรสุม คลื่นจะซัดจนถึงถนนทำให้ถนนถูกกัดเซาะได้รับความเสียหาย

แผนที่ 8 แผนที่แสดงทิศทางลมในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้



ที่มา : เว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา. www.tmd.go.th . 2546 (ออนไลน์)

แผนที่ 9 แสดงทิศทางของพายุโซนร้อนและพายุไต้ฝุ่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



ที่มา : บริษัท เทสโก้ จำกัด . 2540 โครงการก่อสร้างท่อก๊าซธรรมชาติ

3.1.2 ผลจากการกระทำของลม

ลมเป็นตัวการทำให้เกิดคลื่น เนื่องจากคลื่นไม่สามารถเกิดได้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยปัจจัยลมเป็นตัวกำหนดทิศทาง ความสูง และความรุนแรงของคลื่น (จักกริส กลีสวรรณ . ม.ป.ป : 6)

ลมที่มีกำลังแรงผลักดันคลื่นให้สูง และคลื่นจะสูงได้ต้องมีความเร็วลมพัดอยู่ยาวนานขึ้น ซึ่งระยะทางลมพัดผ่านมหาสมุทรที่มีทิศทางและความเร็วประจำซึ่งเรียกว่า Fetch โดย Fetch ยิ่งยาว ความสูงของคลื่นมีมากขึ้น เมื่อความสูงมากขึ้นความรุนแรงของคลื่นที่กระทำต่อชายฝั่งยิ่งมีมากขึ้น แต่ถ้าความสูงคลื่นน้อย ความรุนแรงในการกระทำต่อชายฝั่งก็น้อยลง (พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์ .ม.ป.ป.)

อ่าวไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง กันยายน และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์ ในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คลื่นลมทางตะวันตกของอ่าวไทยจะแรงกว่าทางฝั่งตะวันออก ในขณะที่ในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะตรงข้ามกัน แต่โดยทั่วไปคลื่นในอ่าวไทยมักสูงไม่เกิน 2 เมตร ยกเว้นระหว่างเกิดพายุซึ่งอาจมีคลื่นสูงถึง 5 เมตร แต่มีโอกาสน้อยมาก (มนูดี หังสพฤกษ์ . 2543.)

3.1.3 การคำนวณหาความสูงของคลื่นโดยประมาณจากความยาวของช่วงลมพัด (Fetch) และความเร็วลม

การคำนวณหาความสูงของคลื่นโดยประมาณจากความยาวของ Fetch มีสูตร ดังนี้

$$H = 0.34 \sqrt{F} \quad 1$$

เมื่อ H คือ ความสูงของคลื่นเป็น เมตร

F คือ ความยาว Fetch เป็นกิโลเมตร (พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์ .ม.ป.ป. : 22 - 23)

นอกจากนี้ความเร็วลมสามารถนำมาคำนวณหาความสูงของคลื่นได้ โดยมีสูตรดังนี้

$$H = 0.026 V^2 \quad 2$$

เมื่อ H คือ ความสูงของคลื่นเป็น ฟุต

V คือ ความเร็วของลม เป็น นอต (Knot) ((พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์ .ม.ป.ป. :

22 - 23)

3.2 ตัวการคลื่น

แรงที่ทำให้เกิดรูปร่างชายฝั่งแบบต่าง ๆ ส่วนใหญ่เป็นแรงจากคลื่น ที่ก่อให้เกิดขบวนการกัดกร่อน พัดพา และสะสมตัวของตะกอน ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศในแบบต่าง ๆ เช่น หน้าผาหิน ถ้ำทะเล สันดอน สันทราย เป็นต้น ซึ่งคลื่นในทะเลเกิดจากการถ่ายทอดพลังงานจากลมไปสู่ น้ำ ดังนั้นขนาดของคลื่นจึงขึ้นอยู่กับความเร็วลมด้วย

กรมอุตุนิยมวิทยาได้กำหนดความเร็วของลมที่ทำให้เกิดลักษณะทะเลต่าง ๆ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ความเร็วลมต่อการเกิดลักษณะทะเล

ความเร็วลม (นอต)	ลักษณะทะเล
1 – 3	ทะเลสงบ
4 – 10	ทะเลเรียบ
11 – 16	ทะเลมีคลื่นเล็กน้อย
17 – 21	ทะเลมีคลื่นปานกลาง
22 – 27	ทะเลมีคลื่นจัด
28 – 55	ทะเลมีคลื่นจัดมาก
56 – 71	ทะเลบ้า

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2546) เอกสารฝ่ายการพยากรณ์

ส่วนในการพยากรณ์ความสูงและความรุนแรงของคลื่น กรมอุตุนิยมวิทยาได้แบ่งประเภทความสูงไว้ดังตาราง 3

ตาราง 3 การแบ่งประเภทคลื่นจากความสูงคลื่น

ความสูงของคลื่น (เมตร)	ประเภทความรุนแรงของคลื่น
ต่ำกว่า 1 เมตร	คลื่นประเภทสงบ
1 – 2 เมตร	คลื่นประเภทปานกลาง
สูงมากกว่า 2 เมตร	คลื่นประเภทรุนแรง

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2546) เอกสารฝ่ายการพยากรณ์

ดังที่ตนุพล ตันนโยภาส และคณะ (2543 : 380 – 389) ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในภาคใต้ตอนล่าง ปัตตานีและนราธิวาส โดยศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แนวชายฝั่ง เช่น ปัจจัยทางด้านภูมิอากาศ ความลาดชัน ลักษณะธรณีสัณฐาน และลักษณะคลื่นจากข้อมูลของสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาที่จังหวัดสงขลาและนราธิวาส พบว่าในรอบ 8 ปี (พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2541) ความสูงของคลื่นเฉลี่ยมีค่า 1.1 – 3.4 เมตร ซึ่งจัดอยู่ในระดับความรุนแรงขนาดปานกลางถึงป่วน ซึ่งก่อให้เกิดพลังงานคลื่นในรูปกระแทกชายหาดไม่รุนแรงมาก

3.2.1 ชนิดของคลื่น

การจำแนกชนิดของคลื่น อาจใช้สาเหตุของการเกิดและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของคลื่นเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

3.2.1.1 คลื่นลม (Wind Wave) เป็นคลื่นที่เกิดจากลมพัดและพยายามคงขนาดของมันเอาไว้ โดยลมจะถ่ายพลังงานสู่คลื่นตลอดเวลา สำหรับคลื่นที่เกิดจากลมเฉื่อยหรือคลื่นลมที่เคลื่อนที่ห่างจากจุดกำเนิดของมันออกไป จะทำให้ขนาดคลื่นมีความสูงน้อยมาก และช่วงของคลื่นจะยาว เรียกว่า “ระลอกคลื่น” หรือ “คลื่นหัวเรียบ” (Swell) คลื่นที่เกิดจากลมมีกลไกการเกิด 2 ประการ คือ (วิชัย เทียนน้อย . 2537 : 95)

- การผลักดัน โดยลมที่ส่งถ่ายพลังงานลงสู่ผิวน้ำ จึงทำให้คลื่นถูกผลักดันให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของลม

- การลากดูด เมื่อลมพัดผ่านผิวน้ำ จะทำให้ลมดึงผิวน้ำให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางลมพัด ส่วนบนสุดของคลื่นจะได้รับอิทธิพลการลากดูดมากที่สุด และจะลดลงในส่วนที่เป็นท้องคลื่น

3.2.1.2 คลื่นพายุ (Storm Surge) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงที่มีลมพายุพัดผ่านท้องทะเลจะทำให้ท้องทะเลเกิดการปั่นป่วนและเกิดคลื่นขนาดใหญ่มาก ซึ่งคลื่นชนิดนี้จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง เมื่อคลื่นเข้าปะทะชายฝั่ง ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างฉับพลัน สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏอยู่ตามชายฝั่งจะได้รับอันตรายและเสียหายมาก (อัปสรสุดา ศิริพงศ์ . 2527 : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

3.2.1.3 คลื่นแผ่นดินไหว (Seismic Wave) หรือที่เรียกว่า “คลื่นsunami” เกิดจากกรณีเมื่อแผ่นดินไหวขึ้นในมหาสมุทรหรือชายฝั่ง ทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่เกิดขึ้นได้น้ำ และพลังงานแผ่ขยายทุกทิศทุกทางจากศูนย์กลางที่เกิดแผ่นดินไหว คลื่นเคลื่อนตัวเร็วมาก มีความเร็ว ประมาณ 1,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้ยากต่อการตรวจจับและเตือนภัยได้ (เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ . 2542 : 16 - 17)

3.2.2 การกระทำของคลื่นต่อชายฝั่ง

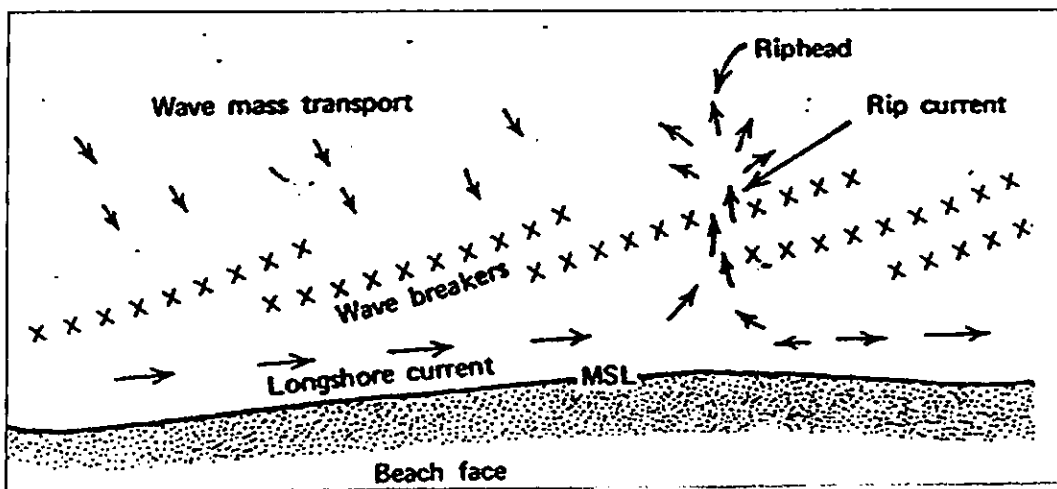
รอสส์ เดวิด เอ Ross, David A (n.d. : unpagged) กล่าวว่า หาดเป็นผลจากการกระทำของคลื่น การหดตัวของคลื่นทำให้เกิดการกัดเซาะแนวชายฝั่ง ถ้าคลื่นกระแทกเข้าหาชายฝั่งมุมใดก็ตาม ทิศทางแรงดันของน้ำเคลื่อนที่เลียบชายฝั่งก่อให้เกิดกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง และคลื่นเป็นตัวการที่สำคัญที่ทำให้มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่ง หรือเกิดสันทรายหรือขยายตามบริเวณปากอ่าว (สนิท อักษรแก้ว . 2541 : 41 – 42)

เจ.แอล. เดวีส์ (J.L. Davies) (1980) กล่าวถึง การกระทำของคลื่นทำให้เกิดการสร้างสรรค์และทำลาย โดยขนาดของคลื่นต่างกันทำให้พลังงานแตกต่างกัน คือ คลื่นต่ำที่นำตะกอนมาทับถมเป็นเวลา 7 วัน ไม่เท่ากับคลื่นสูงที่พัดพาตะกอนเพียง 1 วัน เพราะคลื่นต่ำมีพลังงานน้อยกว่า เจ.แอล. ได้ทดลองทำคลื่นในบ่อน้ำ พบว่า คลื่นราบเรียบจะนำวัสดุเข้าชายฝั่งและสะสมตัวขึ้น ในขณะที่เดียวกัน คลื่นที่สูงชันเกิดผลตรงข้ามกัน ดังนั้นคลื่นราบเรียบทำให้เกิดการสร้างเพิ่มขึ้นของชายฝั่ง จนกระทั่งเกิด

คลื่นสูงชันเข้ามาทำลายนำวัสดุลงสู่ทะเล เนื่องจากคลื่นสูงมีพลังงานมาก ซึ่งคลื่นทำลายนี้เกี่ยวเนื่องกับพายุหรือลมที่มีความเร็วสูง

ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2545) กล่าวว่า การหักเหของคลื่นที่เกิดจากคลื่นเคลื่อนที่เข้ามาโดยทำมุมเฉียงกับแนวชายฝั่ง แนวที่อยู่ใกล้ที่สุด "กั้นถึงพื้น" ก่อน เกิดการเสียดสีระหว่างกันคลื่นกับพื้นทะเล ทำให้การเคลื่อนไหวของคลื่นมีความเร็วลดลง และแนวคลื่นเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งออกจากแนวเดิมขนานกับชายฝั่ง เกิดเป็นกระแสน้ำชายฝั่ง (Longshore Current) ซึ่งตรงกับ คลูเคลน เอ.เอ็ม. คิง (Cuchlaine A.M. King.) (1959) กล่าวถึง คลื่นเฉียง (Oblique Waves) เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเคลื่อนตัวของชายฝั่งและเป็นตัวการที่ทำให้เกิดกระแสน้ำชายฝั่ง ซึ่งคลื่นเฉียงทำให้การเคลื่อนย้ายทรายมีมากกว่าคลื่นที่ทำมุมตั้งฉากกับชายฝั่ง

และถ้ากระแสน้ำชายฝั่งติดกับส่วนของแผ่นดินที่ยื่นลงไปในทะเลหรือโครงสร้างที่ตั้งฉากกับชายฝั่งเช่น สะพานเทียบเรือ (Jetty) กระแสน้ำจะเลี้ยวเบนออกสู่ทะเล เรียกว่า กระแสน้ำย้อนกลับ (Rip Current) (เกรียงศักดิ์ บำเพ็ญโรดม .2542 อ้างถึง Sorensen . 1978) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การไหลเวียนของโดยทั่วไปที่กำเนิดโดยคลื่น

ที่มา : เกรียงศักดิ์ บำเพ็ญโรดม (2542) การสำรวจการพังทลายของชายฝั่ง จังหวัดสงขลา - นครศรีธรรมราช.

กระแสน้ำชายฝั่งจะพัดพาตะกอนให้เคลื่อนที่ขนานกับแนวชายฝั่ง ตลอดจนแนวคลื่นที่ทำมุมกับชายฝั่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของหาดออกไปจากตำแหน่งเดิม เรียกว่าการเคลื่อนตัวตามชายฝั่ง (Littoral Drift) โดยตกตะกอนสะสมตัวในบริเวณที่คลื่นอ่อนกำลังลงทำให้เกิดภูมิประเทศที่เป็นสันทราย หาดเชื่อมเกาะ

นอกจากนี้คลื่นมีอิทธิพลโดยตรงในการแพร่กระจายของพันธุ์ไม้ เช่นพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae เป็นพวกที่มีฝัก เมล็ด และฝักนี้แพร่กระจายไปตามแหล่งต่าง ๆ โดยการพัดพาของคลื่น (สนิท อักษรแก้ว . 2541 : 41 – 42)

* 3.3 ตัวการป่าชายเลน

ป่าชายเลนจะพบทั่วไปตามพื้นที่ชายฝั่งทะเล บริเวณปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ และเกาะซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลท่วมถึงของประเทศในแถบเขตร้อน ส่วนบริเวณเขตเหนือหรือใต้เขตร้อนจะพบป่าชายเลนอยู่บ้างเป็นส่วนน้อยเนื่องจากสภาวะภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสมนัก ป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด มักจะพบในกลุ่มประเทศของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย พม่า และไทย เป็นต้น สำหรับประเทศไทยป่าชายเลนกระจายอยู่ตามฝั่งชายทะเล ซึ่งทางภาคใต้มีป่าชายเลนมากที่สุด

3.3.1 พันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

ป่าชายเลนส่วนใหญ่เป็นไม้ไม่ผลัดใบ ซึ่งส่วนมากเป็นพันธุ์ที่อยู่ในตระกูลที่เรียกตามภาษาพฤกษศาสตร์ว่า Rhizophorance ได้แก่ พวกโกงกาง ไม้โปรง ไม้ถั่ว เป็นต้น นอกจากนี้มีพวกต้นแสม ขึ้นอยู่บริเวณที่เป็นดินโคลนหรือดินเลน (วันชัย อิงปัญจลาภ . 2536) มีรากแก้วแข็งแรง ทนต่ออิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำที่รุนแรงในช่วงลมมรสุมทำให้ต้นกล้าของป่าชายเลนตายได้ ดังนั้นต้นแสมจึงเป็นไม้เบิกนำ และต่อมาก็จะเกิดไม้โกงกาง ไม้ประสัก ส่วนพวกต้นลำพู ลำแพน ขอบขึ้นในบริเวณที่มีลักษณะของดินปนทราย และต้นเสม็ดขึ้นอยู่ในบริเวณที่เป็นดินเลนแข็ง ติดกับป่าบก

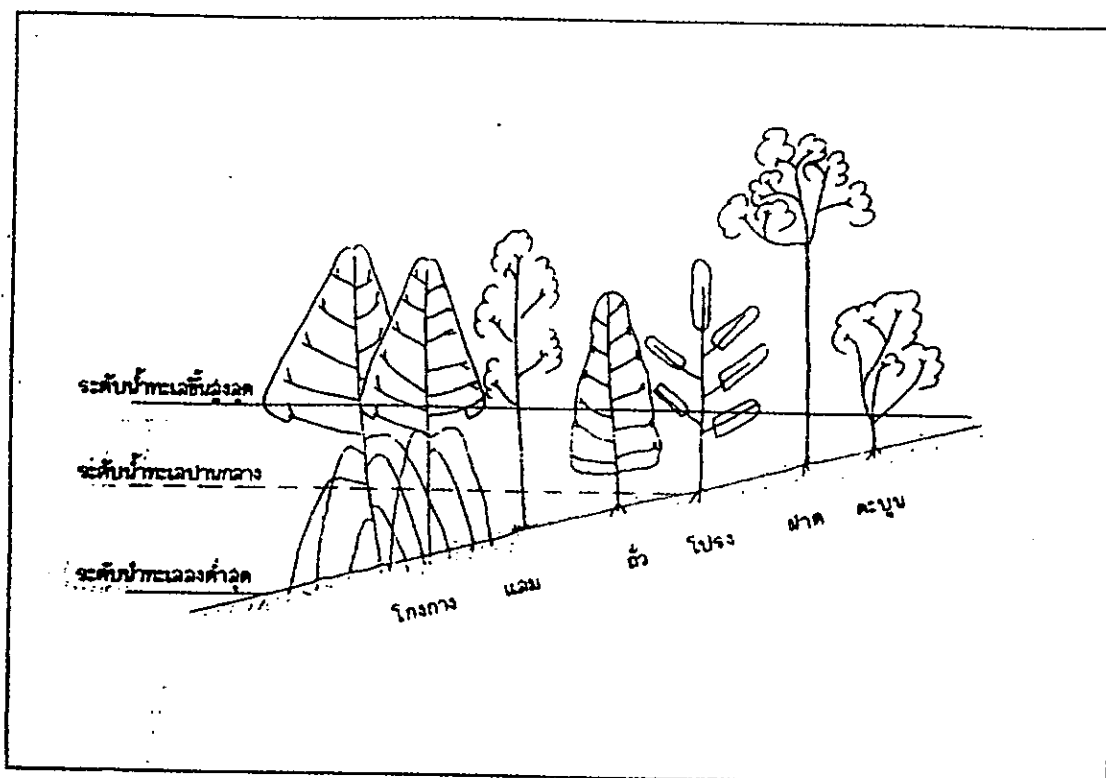
การสืบพันธุ์ต้นไม้ในป่าชายเลน โดยมากสืบพันธุ์ด้วยเมล็ดโดยอาศัยน้ำเป็นตัวพาไปได้ในระยะไกล ๆ และเมื่อเมล็ดหล่นลงดินก็จะแตกรากหยั่งลงไปในดิน และสามารถแพร่กระจายไปตามพื้นดินได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งรากสามารถยึดดินให้แน่นขึ้น (วันชัย อิงปัญจลาภ . 2536)

3.3.2 การจำแนกชนิดของป่าชายเลน

การจำแนกชนิดของป่าชายเลน สามารถจำแนกได้หลายวิธี เช่นการจำแนกโดยใช้ลักษณะของดิน และการขึ้นลงของน้ำทะเล หรือการจำแนกโดยใช้ลักษณะพื้นที่และการท่วมถึงของระดับน้ำทะเล เป็นต้น

การขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนจะขึ้นอยู่เป็นอาณาเขตหรือโซน ซึ่งแตกต่างไปจากชนิดของป่าบก เนื่องจากอิทธิพลจากลักษณะของดิน ความเค็มของน้ำทะเล และการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถแบ่งโซนของป่าชายเลนได้ดังนี้ คือ ไม้แสม ไม้โกงกาง ขึ้นอยู่หนาแน่นบนพื้นที่ใกล้ฝั่งน้ำ ถัดจากโซนของป่าโกงกางจะเป็นพวกไม้ตะบูน ไม้โปรง ขึ้นอยู่หนาแน่นบริเวณที่เป็นพื้นที่ที่มีดินเลนที่ไม่แข็งมากนัก และมีน้ำทะเลท่วมถึงเสมอ และโซนสุดท้ายซึ่งเป็นพื้นที่

เลนแข็ง มีน้ำทะเลท่วมถึงในบางครั้งที่น้ำทะเลท่วมถึงสูงสุดเท่านั้น ไม้ที่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น คือไม้เสม็ด และโซนนี้เป็นแนวต่อระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก (สนิท อักษรแก้ว . 2534)



ภาพประกอบ 4 การจำแนกชนิดป่าชายเลนโดยเกณฑ์ลักษณะดินและการขึ้นลงของระดับน้ำ

ที่มา : สนิท อักษรแก้ว . 2534 ป่าชายเลน หน้า10

การจำแนกชนิดป่าชายเลนโดยลักษณะของพื้นที่และการท่วมถึงของน้ำทะเล มี 4 ชนิดด้วยกัน คือ (มหาวิทยาลัยบูรพา . 2546 online)

3.3.2.1 Basin Forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ ตามลำแม่น้ำเล็ก ๆ ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลน้อยมาก ลักษณะพันธุ์ไม้เป็นต้นเดี่ยวและพวกเถาวัลย์

3.3.2.2 Riverine Forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งแม่น้ำใหญ่ๆ ที่ติดต่อกับอ่าว ทะเล และทะเลสาบ ป่าประเภทนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอ คือจะมีกระแสน้ำท่วมอยู่เป็นประจำวัน โดยพันธุ์ไม้จะเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ดี

Fringe forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นตามชายฝั่งทะเลติดกับผืนแผ่นดิน

ใหญ่หรือบริเวณชายฝั่งที่เป็นเกาะใหญ่ๆ ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอย่างสม่ำเสมอ คือน้ำทะเลจะท่วมถึงอยู่เป็นประจำวัน พันธุ์ไม้ของป่าจะเจริญเติบโตได้ดี และเป็นป่าที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์

3.3.2.4 Overwash Forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บนเกาะเล็กๆ จะถูกน้ำทะเลท่วมทั้งหมดเมื่อระดับน้ำ ทะเลขึ้นสูงสุดการเจริญเติบโตของป่าชนิดนี้ต่ำ เนื่องจากได้รับอิทธิพล

จากลมและน้ำทะเลมาก อีกประการหนึ่งคือ พวกปูและธาตุอาหารในป่าชนิดนี้จะถูกชะไปโดย กระแสน้ำออกจากป่าเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การเจริญเติบโตของป่าชนิดนี้ไม่ดีและป่าจะมี ลักษณะเตี้ย

เอกลักษณ์ของป่าชายเลนที่ทำให้แตกต่างจากป่าบกอย่างชัดเจน คือ การแพร่กระจายของพืช พันธุ์ที่มีลักษณะแบ่งออกเป็นแนวเขต (Zonation) โดยพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตหรือเป็นโซน ค่อนข้างแน่นอน แต่การแบ่งเขตของพืชในพื้นที่แต่ละแห่งจะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับลักษณะทาง กายภาพและเคมีภาพของดิน ความเค็มของน้ำ การท่วมถึงของน้ำทะเล กระแสน้ำ การระบายน้ำ และ ความเปียกชื้นของดิน (มหาวิทยาลัยบูรพา . 2546 online)

จากการศึกษาเขตของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนบริเวณจังหวัดจันทบุรีมีลำดับดังนี้ (มหาวิทยาลัย บูรพา . 2546 : online)

- เขตป่าโกงกาง ประกอบด้วย โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นและมีดิน โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ขึ้นอยู่ทางด้านนอกริมฝั่งแม่น้ำ โดยมากมักขึ้นเป็นกลุ่มๆ ส่วน แสม นั้นมักขึ้นแซมตามชายป่าด้านนอกหรือถัดเข้าไปเพียงเล็กน้อย ซึ่งมองเห็นได้ชัดเพราะ มีต้นสูงใหญ่กว่าโกงกางนอกจากนี้ยังมี ประสัก และ พังกาหัวสุม ขึ้นแทรกอยู่ทางด้านในของเขตนี้ ซึ่ง อยู่ในระยะประมาณ 50-100 เมตร จากชายฝั่งและในบางแห่งพบต้น จาก (*Nypa*) ขึ้นอยู่เป็นหย่อมๆ ปะปนด้วย โดยเฉพาะในบริเวณแหล่งน้ำกร่อย

- เขตป่าตะบูนและโปรง ประกอบด้วย ตะบูน (*Xylocarpus*) ขึ้นต่อจากเขตต้น โปรง เข้าไป และมีต้นฝาดขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น บางบริเวณอาจมี ลำแพน แทรกอยู่ด้วย

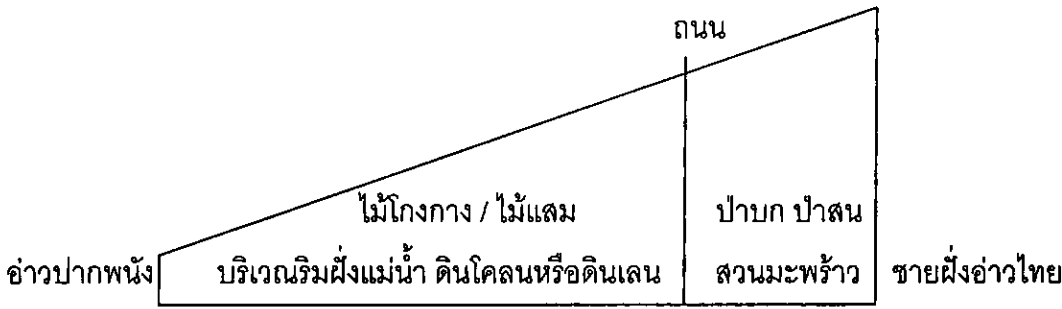
- เขตป่าตาตุ่ม และฝาด เป็นบริเวณที่มีดินเลนแข็งขึ้นอยู่ในระดับที่น้ำจะท่วมถึงในช่วงน้ำ เกิด อยู่ถัดจากป่าตะบูนและโปรงขึ้นไป โดยมีต้น ฝาด ขึ้นอยู่หนาแน่นปะปนกับต้น ตาตุ่ม โดยบางแห่ง จะมีต้น ลำแพน ขึ้นแทรกอยู่ด้วย

- เขตป่าเสม็ด ประกอบด้วย เสม็ด ขึ้นอยู่หนาแน่น เป็นเขตสุดท้ายของป่าชายเลนที่น้ำท่วมถึงในช่วงน้ำเกิดหรือท่วมไม่ถึง ติดต่อกับป่าบกหรือทุ่งนา

ดังนั้นจึงใช้ลักษณะการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในจังหวัดจันทบุรีโดยใช้เกณฑ์ลักษณะ ของดิน และการขึ้นลงของน้ำทะเล มาแบ่งเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนในแหลมตะลุมพุก ซึ่งจากการออก ภาควิชาสามารถแบ่งเขตป่าชายเลนได้ดังนี้

- เขตป่าโกงกาง และแสม ขึ้นหนาแน่นบริเวณริมฝั่งด้านทะเลใน ซึ่งป่าโกงกางมีราก อากาศที่เป็นตัวดักสะสมตะกอนที่พัดพามาจากปากแม่น้ำปากพวง

- เขตป่าบก ได้แก่ สนวนมะพร้าว และต้นสนที่ขึ้นเป็นแถวบริเวณชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย



ภาพประกอบ 5 ภาพตัดขวางลักษณะเขตพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก

3.3.3 ระบบนิเวศน์ของป่าชายเลน มีประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ และทางด้านระบบนิเวศชายฝั่ง คือ

ในทางเศรษฐกิจ ป่าชายเลนประกอบด้วยพันธุ์ไม้มีคุณค่าหลายชนิดและที่สำคัญได้แก่ ไม้โกงกาง แสม ประสัก ตลอดจนเป็นแหล่งขยายพันธุ์และที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น กุ้งกุลาดำ หอยนางรม เป็นต้น และป่าชายเลนให้ประโยชน์โดยตรงจากการทำไม้ โดยเฉพาะไม้โกงกางมาทำเป็นถ่าน ทางด้านประมง ป่าชายเลนเป็นบริเวณที่ประชาชนได้อาศัยจับสัตว์น้ำ และเป็นแหล่งผลิตอาหารพวกอินทรีย์สาร สำหรับเพาะเลี้ยงชายฝั่งอีกด้วย (สนธิ อักษรแก้ว . 2529)

ส่วนทางด้านระบบนิเวศชายฝั่ง พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถแพร่พันธุ์ด้วยเมล็ด ผัก โดยทางน้ำได้เป็นระยะทางไกล ๆ เมื่อเมล็ดของไม้เหล่านั้นลอยไปติดอยู่ตามแผ่นดินโคลน หรือเลนที่เกิดขึ้นใหม่มันก็จะพากันงอกงาม ในไม่ช้าแผ่นดินเลนนั้นเต็มไปด้วยต้นไม้มากลายเป็นป่าโกงกาง และป่าโกงกางก็จะทวีมากขึ้นเป็นลำดับ แต่ในเวลาเดียวกันป่าชายเลนตอนบน หรือตอนในที่อยู่ถัดเข้าไปในแม่น้ำ ลำคลอง หรือลำห้วยนั้นค่อย ๆ แปรสภาพเป็นป่าบกขึ้นทีละน้อย เนื่องจากป่าชายเลนช่วยให้มีแผ่นดินใหม่งอกออกไปทางริมทะเล (ทะเลไทย . 2544 : ออนไลน์)

ป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างทะเลและพื้นดินเป็นพื้นที่รองรับสิ่งต่าง ๆ จากพื้นดินลงสู่ทะเล รวมถึงการเป็นตัวจับตะกอนดินของป่าชายเลน เนื่องจากป่าชายเลนมีระบบรากขนาดใหญ่ ซึ่งรากเหล่านี้จะอยู่เหนือพื้นดิน ในขณะที่คลื่นอ่อนตัวตะกอนในน้ำจะถูกดักเก็บโดยรากของป่าชายเลน ทำให้เกิดดินเลนงอกใหม่ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังช่วยบรรเทาความรุนแรงของคลื่นและพายุที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง (จินตนา ปลาทอง . ม.ป.ป.)

ปัจจุบันมีการตัดไม้ทำลายป่าชายเลน เพื่อทำเป็นนาุ้งจำนวนมาก ดังนั้นป่าชายเลนจึงลดน้อยลง ซึ่งอาจทำให้ปริมาณการดักตะกอนของป่าชายเลนลดน้อยลงด้วย จึงน่าจะมีการศึกษาผลกระทบจากการเพิ่มลดของป่าชายเลนต่อปริมาณการตกตะกอนหรือการเกิดดินงอกใหม่ *

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลที่เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเล

ผลจากกระบวนการทางธรณีวิทยาของทะเลทำให้เกิดลักษณะธรณีสัณฐานต่าง ๆ เช่น ผลจากการกัดกร่อน ทำให้เกิด ธรณีสัณฐานแบบ ถ้ำทะเล หน้าผา สะพานหินธรรมชาติ ส่วนผลจากการสะสมตะกอน ทำให้เกิดธรณีสัณฐานแบบ สันทรายริมหาด สันดอน หรือสันดอนจะงอย เป็นต้น

อีริค เบิร์ด (Eric Bird) (2000 : 163 – 166) ภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถม หรือกระบวนการที่คล้าย ๆ กัน ทำให้เกิดสันดอนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สันดอนจะงอย สันดอนเชื่อมเกาะ เป็นต้น สันดอนจะงอยเป็นหาดที่ก่อตัวขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลและขยายออกไปจากชายฝั่ง และปลายของสันดอนส่วนใหญ่จะโค้งงอ หรือย้อนกลับไปทางแผ่นดิน ซึ่งสันดอนจะงอยเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำชายฝั่งที่เกิดจากคลื่นที่พัดเข้ามาในชายฝั่ง และรูปร่างของสันดอนจะงอยก็ขึ้นอยู่กับกระทำการกระทำของคลื่น และตะกอนที่มาทับถมส่วนใหญ่มาจากตะกอนตามชายฝั่ง ดังเช่น สันดอนจะงอย Hurst Castle เป็นที่ทับถมของทราย และกรวด ที่มาจากผลจากการกัดเซาะชายฝั่ง หน้าผา ในอ่าวไครซ์เชิร์ช (Christchurch) และนำมาตามชายฝั่งโดยกระแสน้ำ

สันดอนจะงอย เป็นภูมิณฐานที่เกิดจากกระบวนการทับถม ซึ่งตะกอนที่มาทับถมเป็นตะกอนจำพวกกรวดทรายที่เกิดจากครูดไถของคลื่นตามแนวชายฝั่ง หน้าผาสู่ชั้น หรือจากดินดอนสามเหลี่ยมที่ลำนํ้าพัดพามาทับถม และถูกคลื่นและกระแสน้ำพัดพาทับถมในบริเวณที่คลื่นลมสงบ (วิชัย เทียนน้อย . 2537 : 97)

ฮาโรลด์ วี เทอร์แมน (Harold V. Thurman) (1997 : 288 – 295) สันดอนจะงอยเป็นสันหรือแนวของตะกอนที่ด้านหนึ่งติดกับแผ่นดินส่วนปลายของสันจะชี้ไปตามทิศทางของกระแสน้ำชายฝั่ง สันดอนจะงอยเป็นการขยายตัวอย่างง่ายของชายฝั่งบริเวณน้ำลึกใกล้ปากอ่าว ซึ่งเป็นผลจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง

สันดอนเป็นธรณีสัณฐานวิทยาเนินยาวที่ขวางทิศทางของน้ำ อาจจะจมหรืออยู่เหนือน้ำ ซึ่งเกิดจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ โดยสันดอนจะมีหลายลักษณะขึ้นอยู่กับกระบวนการและสถานที่ เช่น สันดอนจะงอย เป็นสันหรือแนวตะกอนที่มีปลายด้านหนึ่งติดกับแผ่นดินและมีด้านหนึ่งอยู่ในทะเล อาจเป็นเส้นตรงขนานกับแนวชายฝั่ง หรือเป็นแนวยาวไปตามทิศทางของกระแสน้ำซึ่งพัดพาทรายออกไปทับถมมากขึ้น โดยกระแสน้ำชายฝั่งมีส่วนทำให้สันดอนจะงอยโค้ง (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ . 2533)

น้อม งามนิสัย (2524 : 144) กล่าวถึงสันดอนจะงอย เป็นสันดอนทรายที่เป็นสันแคบยาวปลายหนึ่งติดอยู่กับชายฝั่ง ปลายอีกด้านยื่นออกไปในทะเล ซึ่งปลายที่ยื่นออกไปจะโค้งงอตามอิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่น

คูลูเคลน เอ.เอ็ม. คิง (Cuchlaine A.M. King.) (1959) ให้นิยามของแหลมไว้ว่า "ปลายข้างหนึ่งของแหลมต้องงอหรือโค้งเข้าหาแผ่นดิน" ซึ่งการโค้งงอของแหลมขึ้นกับ 2 ปัจจัยหลัก ซึ่งปัจจัย

แรกคือการกระทำของคลื่นที่มีทิศทางแตกต่างกันที่บริเวณปลายแหลม ทำให้ปลายแหลมแต่ละแห่งจึงโค้งงอไปตามทิศทางของคลื่น ส่วนอีกปัจจัยที่ทำให้แหลมโค้งงอ คือการเคลื่อนตัวของชายหาดและกระแสน้ำชายฝั่งโดยแหลมจะโค้งงอไปตามทิศทางของกระแสน้ำชายฝั่ง

ดังนั้นสันดอนจะงอย เป็นผลจากกระบวนการทับถม โดยตะกอนที่นำมาทับถมได้มาจากผลจากการกัดกร่อนตามแนวชายฝั่ง โดยมีคลื่นและกระแสน้ำนำพาตะกอนมาทับถมและวางตัวไปตามทิศทางของกระแสน้ำ โดยคลื่นจะเป็นตัวคัดขนาดของตะกอน ตะกอนที่มีขนาดเล็กส่วนใหญ่จะไปทับถมบริเวณปลายสันดอน ทำให้ปลายสันดอนมีทรายละเอียด

ซึ่งแหลมตะลุมพุกเป็นผลจากกระบวนการธรณีวิทยาทั้ง 2 แบบ คือทั้งกระบวนการกัดกร่อนโดยคลื่นจะกัดเซาะและนำพาตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลทางด้านทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนจากบริเวณนั้นมาทับถมตรงปลายแหลมทำให้แหลมขยายยาวออกไป นอกจากนี้การทับถมของตะกอนโดยทะเลแล้ว ยังมีการทับถมตะกอนโดยพืชพรรณ นั่นคือป่าชายเลน โดยทางอ่าวปากพนังของแหลมตะลุมพุกมีป่าชายเลนช่วยสะสมและดักตะกอนที่มาจากแม่น้ำปากพนังทำให้ทางด้านอ่าวปากพนังมีดินเลนงอกเพิ่มขึ้น

5. เอกสารเกี่ยวกับหลักการรีโมทเซนซิง

รีโมทเซนซิง เป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับผู้สนใจศึกษาทรัพยากรบนพื้นผิวโลก ตลอดจนสภาพภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์ การศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และถูกต้อง

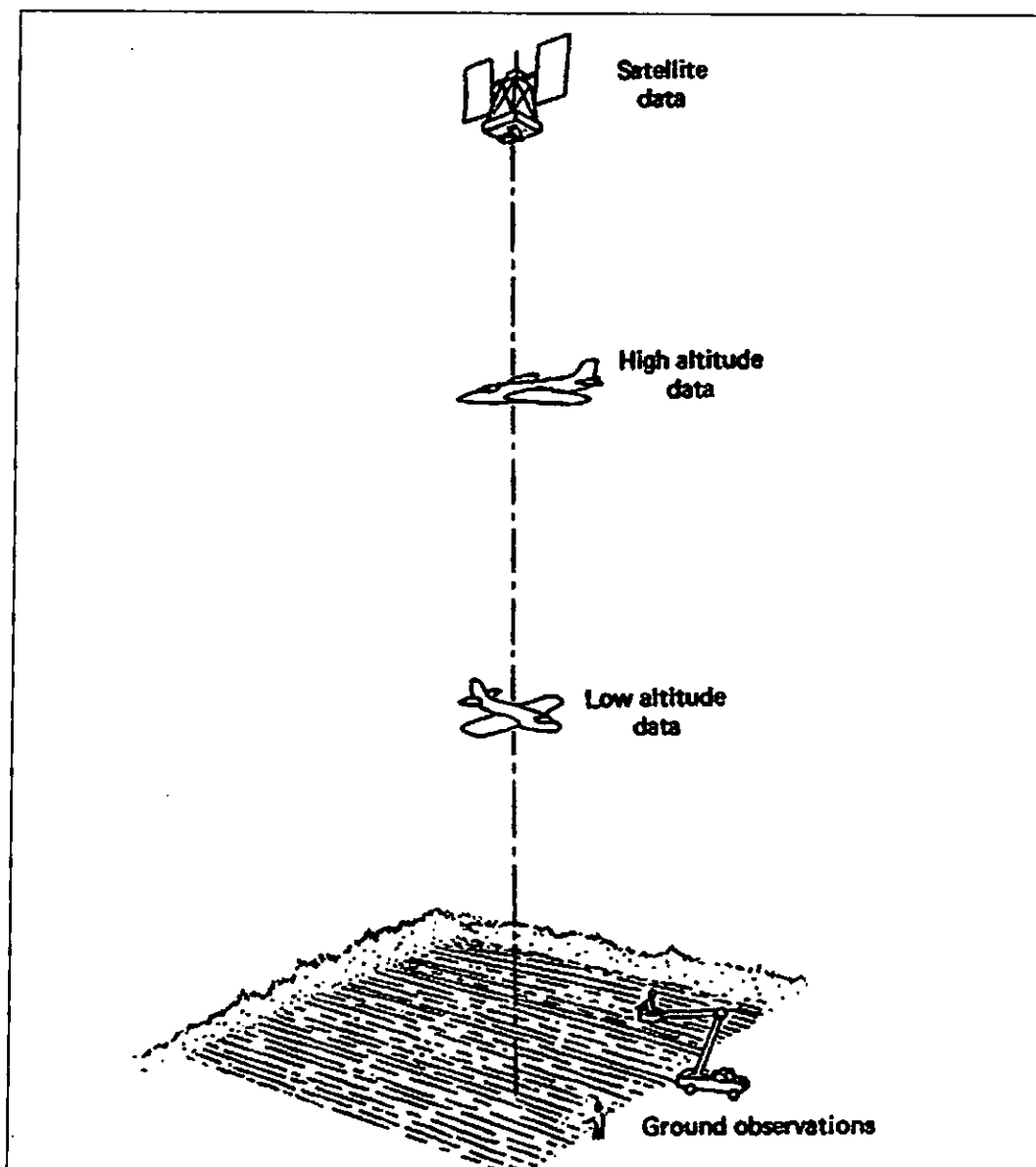
5.1 ความหมายรีโมทเซนซิง

โธมัส เอ็ม. ลิลีแซนด์ (Thomas M. Lillesand) (2000 : 1) ให้ความหมายรีโมทเซนซิงไว้ว่า รีโมทเซนซิงเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์โดยเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการสัมผัสวัตถุ พื้นที่หรือปรากฏการณ์นั้น

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (2536 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) การสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซนซิง เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ ช่วงคลื่น (Spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

สรุปแล้วความหมายของรีโมทเซนซิง คือ การบันทึกข้อมูลจากระยะไกลโดยไม่สัมผัสกับวัตถุ นั้น ๆ ข้อมูลได้มาจากค่าสะท้อนของพลังงานในช่วงคลื่นต่าง ๆ เช่นช่วงคลื่นตามองเห็น (Visible) ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน และช่วงคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น

การสำรวจระยะไกลได้มีการพัฒนาเป็นลำดับตั้งแต่ การเก็บข้อมูลถ่ายรูปจากการสำรวจภาคสนาม การใช้บอลลูน หรือเครื่องบินเป็นพาหนะในการถ่ายรูป และต่อมาพัฒนาเป็นยานอวกาศ และดาวเทียม ดังภาพประกอบ 6 (โรมัส เอ็ม. ไลลีแซนด์ (Thomas M. Lillesand) .2000 : 41 – 42)



ภาพประกอบ 6 การบันทึกข้อมูลที่ระดับความสูงต่างๆ กัน

ที่มา : โรมัส เอ็ม. ไลลีแซนด์ (Thomas M. Lillesand) .2000 : 41 – 42

ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การถ่ายรูปได้มีการพัฒนาเช่นเดียวกัน คือ เริ่มตั้งแต่ใช้กล้องถ่ายรูปมือถือแบบธรรมดา ต่อมาพัฒนาเป็นกล้องอัตโนมัติ และพัฒนาเป็นกล้องถ่ายรูปหลายช่วงคลื่น กล้องถ่ายรูปจากกว้าง เป็นต้น ซึ่งได้สร้างเพื่อใช้สำรวจภูมิประเทศอย่างละเอียด และมีความถูกต้องสูงสุด

ในช่วงแรก ๆ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาทรัพยากรโลก หรือการนำข้อมูลมาทำเป็นแผนที่ ส่วนใหญ่จะใช้ข้อมูลจากรูปถ่ายทางอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกแสดงในลักษณะของภาพ ที่ได้จากการ

ถ่ายรูปลักษณะที่ติดอยู่บนเครื่องบิน (ศุทธิณี ดนตรี . 2542) แต่ปัจจุบันการบินถ่ายรูปเริ่มลดน้อยลง เนื่องจากมีการพัฒนาพาหนะเป็นดาวเทียม ที่สามารถโคจรกลับมาที่เดิม ทำให้ได้ข้อมูลต่อเนื่อง สามารถติดตามปรากฏการณ์ในพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ประเทศไทย ใช้ได้รับการบันทึกข้อมูลจากยานพาหนะหลายดวงที่โคจรผ่านประเทศไทย ได้แก่ ดาวเทียม LANDSAT ดาวเทียม SPOT ดาวเทียม JERS 1 เป็นต้น

5.2 ดาวเทียม LANDSAT

เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรโลก ปัจจุบันดาวเทียม LANDSAT ได้ส่งไปแล้วทั้งหมด 7 ดวง โดยภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ LANDSAT 5 ระบบ TM ซึ่งระบบที่เอ็ม (Thematic Mapper : TM) มีอุปกรณ์สำรวจข้อมูลหลายช่วงคลื่นที่ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การปรับปรุงในเรื่องช่วงคลื่นทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ถึง 7 แบนด์ เพิ่มแบนด์ใหม่ในช่วงคลื่นเห็นได้ อินฟราเรดกลาง และอินฟราเรดความร้อน มีการปรับปรุงตำแหน่งของช่วงคลื่นในระบบ TM ให้สามารถบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกันของทรัพยากรหลักบนพื้นผิวโลกได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในเรื่องความเข้มของการสะท้อนพลังงาน ระบบ TM บันทึกข้อมูลเป็นสัญญาณต่อเนื่องและแปลงข้อมูลเป็นดิจิตอลเพื่อเข้าสู่คอมพิวเตอร์ โดยมีค่าระดับสีเทา 256 ระดับ (8 บิต ต่อ 1 จุดภาพ) การเก็บข้อมูลโดยมีระดับความเข้มละเอียดมากขึ้น ทำให้สามารถสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระดับความเข้มในแต่ละแบนด์ และช่วยให้เห็นความแตกต่างในแต่ละแบนด์ได้ (ศุทธิณี ดนตรี . 2542 : 76 , สุรภี อิงคากุล . 2538)

ช่วงคลื่นที่ใช้ในการศึกษามี ช่วงคลื่น 1 , 3 , 4 และ 5

ตาราง 4 ศักยภาพการใช้ประโยชน์ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น (µm)	ศักยภาพการใช้ประโยชน์
1	0.40 – 0.50	เหมาะสำหรับตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่งใช้แยกความแตกต่างของต้นไม้ชนิดผลัดใบและไม่ผลัดใบใช้แยกแยะพื้นที่เพาะปลูก
3	0.60 – 0.70	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่างกัน
4	0.76 – 0.90	แยกประเภทพืชพรรณและวัดปริมาณมวลชีวภาพและดูความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ
5	1.55 – 1.75	ใช้วัดปริมาณน้ำในใบพืช ใช้แยกหิมะออกจากเมฆ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2536) การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.

โดยนำทั้ง 4 ช่วงคลื่นทำการผสมสีเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน (Gis2me . 2546 : ออนไลน์) โดยใช้

การผสมสี ช่วงคลื่น 1 5 4 (BGR) ซึ่งสามารถแยกแยะรายละเอียดความแตกต่างระหว่างพื้นที่ที่เป็นน้ำและบริเวณที่เป็นหาดทรายได้อย่างชัดเจน

ส่วนการผสมสีที่ใช้ศึกษาพืชพรรณ มีทั้งการผสมสีจริงและผสมสีเท็จ ได้หลายกรณี ดังนี้

- ช่วงคลื่น 1 2 3 / BGR ให้สีธรรมชาติ คือ พืชพรรณเป็นสีเขียว ใช้ศึกษาความชุ่มชื้นของตะกอนน้ำตื้น และพื้นที่ชายฝั่ง

- ช่วงคลื่น 3 4 5 / BGR พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นของดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ

- ช่วงคลื่น 3 5 4 / BGR พืชพรรณสีแดงและส้ม แสดงขอบเขตพื้นดินและน้ำ แยกป่าชายเลน (สีส้ม) ออกจากป่าบก (สีแดง) ให้ลักษณะคลองระบายน้ำ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การผสมสีชนิดนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก

- ช่วงคลื่น 7 5 4 / BGR พืชพรรณสีแดงให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะพื้นที่

5.3 การจำแนกประเภทข้อมูล

การจำแนกประเภทข้อมูลของข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกล คือ การจัดระดับจุดภาพที่มีคุณลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกวัตถุประเภทต่าง ๆ ที่มีอยู่ในภาพออกจากกัน (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ . 2540)

สุรภี อิงคากุล (2538) ให้ความหมายการจำแนกประเภทข้อมูล คือ การรวมกลุ่มค่าระดับสีเทาของข้อมูลสัมผัสระยะไกลที่มีลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อแยกประเภทต่างๆ บนพื้นโลก ออกเป็นประเภทหรือชนิดของข้อมูล (spectral classes) การจำแนกประเภททำโดยใช้คอมพิวเตอร์ด้วยเทคนิคการจำแนกเชิงตรรกศาสตร์

การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องอาศัยค่าทางสถิติช่วยในการจัดกลุ่มข้อมูลค่าสถิติที่สำคัญ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดของกลุ่มข้อมูล (Variance) เป็นต้น

การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มีวิธีการ 2 วิธีคือ (รัศมี สุวรรณวีระกำจร . ม.ป.ป. : ไม่ปรากฏเลขหน้า)

5.3.1 การแปลแบบกำกับดูแล (supervised classification) ต้องมีการกำหนด Training area ซึ่งผู้แปลจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาพอที่จะสามารถบอกได้ว่าพื้นที่ที่ทำการศึกษามีการใช้ที่ดินประเภทใดบ้าง และลักษณะสีและรายละเอียดต่าง ๆ ที่ปรากฏบนภาพนั้นเป็นข้อมูล

ประเภทใด เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณหาค่าสถิติของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง และใช้เป็นดัชนีในการจำแนกหรือจัดข้อมูลที่ไม่ทราบ ให้อยู่ในกลุ่มข้อมูลตัวอย่างโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล มีหลายวิธี ในการศึกษานี้ได้ใช้วิธี Maximum Likelihood Classification โดยพิจารณาจากค่า Mean Vector และค่าความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของข้อมูลแต่ละประเภท (Category Spectral Response Pattern Correlation) ประกอบในการตัดสินใจจำแนกประเภทข้อมูลที่ยังไม่ทราบเป็นข้อมูลประเภทใด โดยตั้งสมมติฐานว่า การกระจายตัวของกลุ่มแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วคำนวณค่าความเป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพว่าจะถูกจำแนกให้อยู่ในกลุ่มข้อมูลใด โดยมีขอบเขตของกลุ่มข้อมูลเป็นเส้นชั้นขอบเขตความเป็นไปได้เท่ากับรูปวงรี การจำแนกวิธีนี้ให้ความถูกต้องมากกว่าวิธีอื่น ๆ โดยเฉพาะถ้าใช้ข้อมูลหลายช่วงระยะเวลาหรือหลายช่วงคลื่น จะทำให้การจำแนกประเภทข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่วิธีนี้ใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากกว่าวิธีอื่น ๆ เนื่องจากมีความซับซ้อนในการคำนวณมากกว่า

5.3.2 การจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification) การจำแนกข้อมูลด้วยวิธีนี้ ผู้วิเคราะห์ข้อมูลอาจไม่จำเป็นจะต้องมีความรู้หรือความคุ้นเคยเกี่ยวกับพื้นที่ที่ทำการศึกษาก่อนที่จะทำการจำแนกประเภทข้อมูล เพราะผู้วิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างของแต่ละประเภทให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพียงแต่กำหนดพื้นที่ข้อมูลตัวอย่างรวมซึ่งมีค่าการสะท้อนกลับของคลื่นหลากหลายและครอบคลุมทุกกลุ่มข้อมูล (การจัดกลุ่มข้อมูล) แต่หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่ละประเภท และต้องให้คำจำกัดความหรือความหมายของข้อมูลแต่ละประเภท

5.4 การนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้

การนำข้อมูลระยะไกลไปประยุกต์ใช้ต่อได้หลายด้าน ตามแต่วัตถุประสงค์ที่จะใช้งาน เช่น การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน การเฝ้าตรวจคุณภาพน้ำ การเฝ้าตรวจองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศ การวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เป็นต้น

พรทิศา ภัฏญวงศ์หา (2544 : 90 – 97) กล่าวถึงรูปถ่ายทางอากาศเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลที่นิยมนำมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น การประยุกต์ใช้รูปถ่ายทางอากาศด้านการใช้ที่ดิน สิ่งที่เกี่ยวข้องการใช้ที่ดิน หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการตีความรูปถ่ายทางอากาศที่บันทึกพื้นที่เดียวกัน แต่ต่างช่วงเวลา และนำข้อสังเกตที่ได้มาเปรียบเทียบกับ ภายใต้วงเวลาที่เปลี่ยนไปการใช้ที่ดินบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ดอนัลด์ บี. สตาฟฟอร์ด (Danold B. Stafford) (1971) ใช้เทคนิคภาพถ่ายทางอากาศสำรวจการกัดเซาะชายฝั่งที่แคลิฟอร์เนียเหนือ โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศเนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่อง ทำให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ และรูปถ่ายทางอากาศบันทึกข้อมูลทั้งรูปร่าง ที่ตั้งของชายฝั่งในเวลาที่ถ่ายภาพ ซึ่งดีกว่าการนำแผนที่มาใช้ในการสำรวจเพราะแผนที่เป็นการบันทึกข้อมูลเพียงด้านเดียว นอกจากใช้รูปถ่ายทางอากาศในการสำรวจการกัดเซาะชายฝั่งแล้ว อีกวิธีการที่ใช้คือการสัมภาษณ์คนที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายหาดเป็นเวลายาวนาน ซึ่งการสัมภาษณ์ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลคุณภาพสามารถนำไปประกอบกับข้อมูลปริมาณ ทำให้ผลการสำรวจถูกต้องยิ่งขึ้น

✕ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2540) กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกลมาตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเปลี่ยนแปลงแผนที่สิ่งปกคลุมดินให้ทันสมัย โดยเปรียบเทียบระหว่างภาพหลายช่วงเวลาสองภาพ หรือบางครั้งระหว่างแผนที่เก่าและภาพที่ได้จากการสำรวจจากระยะไกลที่ทันสมัย เช่น การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ ป่าชายเลน เป็นต้น

ดาราศรี ดาวเรือง (2533 : 132 - 135) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM 7 ช่วงคลื่นที่สามารถนำมาศึกษาขอบเขตระหว่างแผ่นดินและน้ำ ซึ่งในบางครั้งแนวเส้นชายฝั่งบนแผนที่ต่าง ๆ จะไม่ตรงกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการทำแผนที่ หรือจากการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งซึ่งภาพจากดาวเทียมนำมาใช้ประโยชน์ได้ดีในการแยกขอบเขตระหว่างแผ่นดินและน้ำ โดยยกตัวอย่างการศึกษาภาพ LANDSAT ระบบ MSS ที่ถ่ายในปี พ.ศ. 2516 , 2522 และ พ.ศ. 2530 เปรียบเทียบกับแนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิศาสตร์ ที่จัดทำในปี พ.ศ. 2512 ซึ่งสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงมีทั้งส่วนที่งอกออกมาบริเวณปากแม่น้ำ และบริเวณที่มีการพาดตะกอนที่ขุดออกไปทิ้ง แต่ส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะของชายฝั่งเนื่องจากแรงคลื่นและลมทำให้มีการร่นของชายฝั่ง และปัจจุบันมีการพัฒนาระบบของดาวเทียม LANDSAT เป็นระบบ TM และ ETM+ ซึ่งมีช่วงคลื่นมากขึ้น สามารถให้รายละเอียดของค่าสะท้อนมากขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ภาพจากดาวเทียม LANDSAT เป็นระบบ TM มาใช้ในการศึกษา

* 6. เอกสารเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีที่ผู้ศึกษาทางด้านเชิงพื้นที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษากันมากขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 20 เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลประมวลผล วิเคราะห์ ตลอดจนแสดงผลเป็นแผนที่ที่กำหนดพิภพถูกต้องได้ในพื้นที่จริง

6.1 ความหมายระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เกรม เอฟ บอนแฮม (Graeme F. Bonham) (1994:1) ให้ความหมาย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ว่าเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นข้อมูล 2 มิติ ที่อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงตัวเลข และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และมีการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลแต่ละชั้น ตามปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้

คัง-ซุง ฉาง (Kang-tsung Chang) (2002 : 1) ให้ความหมาย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บรวบรวม การสอบถามข้อมูล การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือระบบเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ และเชื่อมโยงผสมผสานข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล สามารถดัดแปลงแก้ไข วิเคราะห์ แสดงผลการวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้เห็นมิติและความสัมพันธ์ด้านพื้นที่ของข้อมูลซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดความเข้าใจปัญหาและประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผน การใช้ทรัพยากรเชิงพื้นที่ (สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ . 2539 : 1)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อให้รวบรวมจัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งการค้นข้อมูลและแสดงผลสารสนเทศหรืออีกนัยหนึ่ง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่โดยอยู่ในรูปของแผนที่เชิงตัวเลข ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และระบบปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นให้ผลออกมาเป็นสารสนเทศ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป (สรศักดิ์ กลิ่นดาว . 2542: 1 – 2)

สรุปแล้วระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการจัดการ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลในรูปแผนที่ และข้อมูลเชิงลักษณะ และสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้สะดวกรวดเร็วกว่าการทำแผนที่ด้วยมือ

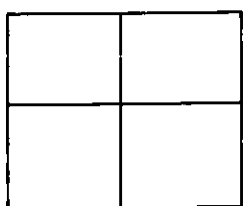
6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นวิธีการศึกษาหาความสัมพันธ์ทางพื้นที่ของข้อมูลเดิม เพื่อสร้างข้อมูลใหม่ตามเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งเป็นหลักที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงบรรยายมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกัน (จารุณี ดีเลิศ. 2543 : 48)

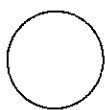
การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ร่วมกับข้อมูลเชิงคุณลักษณะทำให้การวิเคราะห์ที่ต้องการจึงมีความซับซ้อน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสมและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้หลาย ๆ อย่างเช่น การสอบถามข้อมูลการทำที่ตั้ง การสอบถามข้อมูลถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ส่วนใหญ่มีฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลมากมาย ดังนั้นการเลือกฟังก์ชันต่าง ๆ จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและถูกต้อง ซึ่งฟังก์ชันที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้แก่ ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับการแสดงลักษณะของพื้นผิว การซ้อนทับข้อมูล และการวิเคราะห์ในลักษณะของโครงข่าย (เอกสารประกอบการเรียนวิชา 426-360 .2542)

การซ้อนทับข้อมูลเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะการวางข้อมูลตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลขึ้นไปมาทับกัน โดยชั้นข้อมูลนั้นอยู่ในตำแหน่งหรือบริเวณเดียวกัน การวิเคราะห์แบบซ้อนทับมี 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์เชิงการคำนวณ และเชิงตรรกศาสตร์ (Arithmetic and Logical Overlay Operations) ซึ่งการวิเคราะห์เชิงการคำนวณ เป็นการซ้อนทับที่วิเคราะห์ในลักษณะเงื่อนไขทางตัวเลข เช่น การบวก ลบ คูณ หาร และการวิเคราะห์เชิงตรรกศาสตร์ เป็นการซ้อนทับที่วิเคราะห์โดยมีเงื่อนไขของแต่ละชั้นข้อมูลว่าเป็นจริงหรือเท็จ (เอกสารประกอบการเรียนวิชา 426-360 .2542) ซึ่งในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้มีฟังก์ชันการวิเคราะห์แบบซ้อนทับทั้งเชิงคำนวณ และเชิงตรรกศาสตร์ เช่น ฟังก์ชัน Erase ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เชิงการคำนวณ โดยการลบ

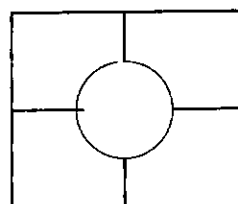
คัง-ซุง ฉาง (Kang-tsung Chang) (2002 : 192-193) ฟังก์ชัน Erase เป็นการลบชั้นข้อมูลที่นำเข้า (Input coverage) โดยใช้อีกชั้นข้อมูลหนึ่งมาลบซึ่งเรียกว่า ชั้นข้อมูลลบ (Erase coverage) ซึ่งชั้นข้อมูลนำเข้ามีพื้นที่หายไปภายในขอบเขตของชั้นข้อมูลที่นำมาลบ



Input coverage



Erase coverage



Output

ภาพประกอบ 7 การวิเคราะห์เชิงการคำนวณ โดยการลบ ในฟังก์ชัน Erase

ที่มา : ดัดแปลงจาก Kang-tsung Chang (2002 : 192-193) Introduction to Geographic information systems.

ลักษณะการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ สามารถแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามโครงสร้างข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

- การวิเคราะห์โดยโครงสร้างข้อมูลเป็นแบบเวกเตอร์
- การวิเคราะห์โดยโครงสร้างข้อมูลเป็นแบบแรสเตอร์
- การวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นแบบผสมผสานระหว่าง เวกเตอร์ กับ แรสเตอร์



7. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งประกอบไปด้วยเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ปัจจัยของคลื่น กระแสน้ำ พืชพรรณธรรมชาติ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง การประยุกต์ใช้リモテセンシングและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

7.1 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล

ไพบูลย์ ประโมจันทร์ และคณะ (2524) รายงานการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางธรณีสัณฐานและดินจังหวัดปัตตานี พบว่า การพัฒนาสภาพทางธรณีสัณฐานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะและการทับถมในสภาพของน้ำทะเล และการทับถมเนื่องจากอิทธิพลของน้ำจืด (Fluvial Activity) ในบริเวณที่ราบต่ำควบคู่ไปกับกระบวนการปรับระดับของพื้นที่ (Denudation Process) ในบริเวณที่สูงซึ่งชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย นับตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรีเป็นต้นมาจนถึงยุคควอเทอร์นารี ได้เปลี่ยนแปลงมาแล้ว 3 ระยะ ได้แก่

ระยะแรก ตั้งแต่ตอนปลายของช่วงกลางสมัยไมโอซีน จนถึงช่วงสมัยไพลโตซีน ของยุคควอเทอร์นารี ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำทะเลรุกเข้าในแผ่นดิน น้ำทะเลได้รุกเข้าถึงอำเภอยะรัง จากการศึกษาโดยการขุดเจาะดินตรวจสอบ พอสรุปได้ว่า ในสมัยไพลโตซีน ประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของพื้นที่จังหวัดปัตตานีจมอยู่ภายใต้พื้นทะเล

ระยะที่สอง เป็นระยะที่ทะเลเริ่มถดถอยไป เมื่อฝั่งทะเลถดถอย การสร้างตัวของสภาพธรณีสัณฐานของบริเวณนี้จึงเกิดสันทรายนอกชายฝั่ง เป็นแนวระหว่างแหลมต่อแหลม สันทรายนี้สร้างตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆ กระแสน้ำซึ่งเดิมพัดเข้าหาฝั่งตลอดเวลา ในช่วงนี้จะพัดถึงฝั่งในช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงเท่านั้น และไม่รุนแรงเนื่องจากมีสันทรายขวางอยู่

ระยะที่สาม เป็นระยะที่การสร้างตัวของสภาพธรณีสัณฐาน เป็นไปเนื่องจากการทับถมเป็นส่วนใหญ่ มีการพัฒนาการเกิดสันทรายซ้อนสันทรายออกไปในทะเลเรื่อย ๆ

แนวชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย ประกอบด้วย แนวชายฝั่งทะเลยกตัว และแนวชายฝั่งทะเลยุบตัว จากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกโลกและระดับน้ำทะเลของพลังคลื่น ลม กระแสน้ำที่กระทบชายฝั่งตลอดเวลา โดยในช่วงยุคเทอร์เชียรี จนถึงยุคควอเทอร์นารี น้ำทะเลได้เข้ามาท่วมและแห้งถอยกลับไปหลายครั้ง ในสมัยโอลิโกซีน (38 ล้านปี) ถึงสมัยไมโอซีน (7 ล้านปี) เป็นผลมาจากการเจาะสำรวจหาแหล่งปิโตรเลียมในอ่าวไทย พบว่า ตะกอนที่สะสมตัวเป็นตะกอนบก พัดพามาจากกระแสน้ำล้นกับตะกอนชายทะเล ดังนั้น แนวชายฝั่งทะเลจึงได้จะอยู่ห่างออกไปทางตะวันออกเป็นระยะทางประมาณ 100-200 กิโลเมตร จากแนวชายฝั่งปัจจุบันไปจนถึงเบอร์เนียว นอกจากนี้แล้วยังมีการเจาะน้ำบาดาลบริเวณที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง พบว่าที่ระดับความลึก 200-400 เมตร เป็นชั้นตะกอนบกเกิดจากการพัดพาตะกอนมาสะสมตัวโดยกระแสน้ำลำธาร ส่วนตะกอนดินเหนียวจากระดับผิวดินจนถึงระดับความลึก 20 เมตร เป็นตะกอนทะเล จากข้อมูลดังกล่าวในอดีตยุคเทอร์เชียรี น้ำทะเลยังไม่รุกท่วมบริเวณทะเลสาบสงขลา จนกระทั่งใกล้สิ้นยุคเทอร์เชียรี สมัยไพลโอซีน (1.8-5.2 ล้านปี) จะมีการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ซึ่งเป็นยุคน้ำแข็งแผ่กระจายมายังเขตขั้วและเขตร้อนบางส่วน จากการวัดอายุของซากพืชจากถ่านฟืน บริเวณสันทรายทะเลสาบสงขลาพบว่า น้ำทะเลเริ่มรุกเข้าสู่แผ่นดินเมื่อ 43,000 ปีจะขึ้นสูงที่สุด 35 เมตรจากระดับน้ำทะเลเข้าไปในแผ่นดินอย่างกว้างขวางตามบริเวณจังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง และสงขลา ต่อมาเกิดการถดถอยของน้ำทะเลในระยะแรกประมาณ 20,000 ปีก่อนสมัยปัจจุบันถึงจนถึง 5,000 ปี ในช่วงนี้มีการสะสมตะกอนแผ่ขยายออกไปสู่ทะเลเกิดเป็นสันทรายงอกออกไปในทะเล (ประมาณ เทพสงเคราะห์ , 2544)

ครองชัย หัตถา (2531) กล่าวว่า วิชาชายฝั่งทะเลของภาคใต้ในอดีตนั้นเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล ซึ่งได้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหลายครั้ง ในช่วงเวลาทางธรณีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงระยะสุดท้ายในปลายสมัยไพลโตซีน การที่ระดับน้ำทะเลในช่วงเวลาดังกล่าวลดต่ำลงมากเป็นผลให้ความสูงระหว่างแผ่นดินและระดับน้ำทะเลแตกต่างกันมาก บริเวณที่เป็นแผ่นดินปรากฏกว้างขวางขึ้น กษัยการและการทับถมเกิดขึ้นรุนแรงและแผ่กระจายทั่วไป

ระดับน้ำสูงสุดที่น้ำทะเลขึ้นถึงความยาวนานของระยะเวลาที่น้ำทะเลรักษาระดับไว้ ตลอดจนลักษณะการเพิ่ม – ลด ของระดับน้ำทะเล ในแต่ละช่วงเวลามีผลต่อลักษณะธรณีสัณฐานและการสะสมของตะกอนชายฝั่งทะเลเป็นอย่างมาก เมื่อน้ำทะเลคงที่อยู่นานพอควร คลื่นและกระแสน้ำเป็นตัวกระทำให้เกิดธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลลักษณะต่าง ๆ ได้ เช่น แนวสันทรายชายฝั่งลานตะพัก ซึ่งเป็นแนวเขตแสดงความสูงที่แตกต่างกันของบริเวณที่เคยเป็นทะเล และบริเวณที่เป็นแผ่นดิน เมื่อระดับน้ำทะเลลดลงแนวชายฝั่งเคลื่อนต่ำลงไปจะทิ้งร่องรอยไว้เป็นหลักฐาน ซึ่งเห็นได้จากแผนที่ 2 – 5 ซึ่งมีการพัฒนาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทำให้อำเภอปากพนังจากเดิมที่เคยเป็นเกาะเรียกว่าแหลมพ้อง มีตะกอนมาทับถมจนเชื่อมต่อกับแผ่นดิน

7.2 ปัจจัยของอิทธิพลของลมที่ทำให้เกิดความสูง และความรุนแรงของคลื่นกระทำต่อชายฝั่ง

ปรีชา ศรีสุวรรณ (2532 : 116 – 118) ศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของสันทรายบริเวณ ตะวันออกของแอ่งทะเลสาบสงขลาในเขตอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช อำเภอระโนด อำเภอ สทิงพระ และบางส่วนของอำเภอเมืองจังหวัดสงขลา ในระหว่างละติจูด 7 องศา 10 ลิบดาเหนือ ถึง 8 องศา 11 ลิบดาเหนือ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการกระจาย รูปร่าง และปริมาณทรายของสันทราย ทั้งหมด 6 สัน โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศ และข้อมูลความกว้าง ความหนา ความยาว ความลาดเอียง ระยะทางระหว่างสันทราย จากการออกภาคสนาม มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ผล การศึกษาพบว่า ทิศทางการวางตัวของสันทรายทั้ง 6 สันเป็นแนวเดียวกับชายฝั่งทะเลปัจจุบัน เนื่องจากกระแสน้ำชายฝั่งและคลื่นพัดพาเอาตะกอนทรายและอนุภาคต่างๆ ไปทับถมเป็นแนวเดียวกับ ชายฝั่งทะเลปัจจุบัน และลักษณะชายฝั่งเป็นชายฝั่งยกตัว ทำให้สันทรายมีลักษณะราบเรียบ ค่อนข้าง เป็นแนวยาว จากทิศเหนือ – ใต้ โดยสันทรายแต่ละสันจะวางตัวเฉจากชายฝั่งทะเลปัจจุบัน ไม่เกิน 2 องศาจากทิศเหนือหรือใต้เป็นหลัก

และความกว้างของสันทรายส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 100 – 300 เมตร จึงกล่าวได้ว่าการกระทำ ของคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่ง ในแต่ละช่วงที่ทำให้เกิดสันทรายมีความรุนแรงใกล้เคียงกัน

دنوفล ดันโยภาส และคณะ (2543 : 380 – 389) จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนว ชายฝั่งทะเลตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึงปากน้ำตาโกโบ จังหวัดนราธิวาส โดยการเปรียบเทียบ แนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2531 กับ ปี พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2541 พบว่ามีพื้นที่เปลี่ยนแปลงโดยถูกกัดเซาะและตะกอนมาทับถม ซึ่งปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ได้แก่ ลักษณะ ภูมิอากาศ จากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาในรอบ 32 ปี (พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2541) จังหวัดปัตตานีมีฤดู มรสุมตะวันออกเฉียง เริ่มจากเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน ความเร็วลมเฉลี่ยมีค่า 3.2 – 5.1 นอต และฤดู มรสุมตะวันตกเริ่มจากเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ความเร็ว 3.0 – 4.0 นอต เมื่อคำนึงถึงลักษณะลม แรงในช่วงลมมรสุมเป็นเวลานานก็เป็นสาเหตุให้เกิดคลื่นลมพายุ เคลื่อนย้ายทรายมาทับถมตามแนว ชายฝั่งและบริเวณทางด้านทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกก็ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ ความแรงลมในช่วงนี้มีค่าสูงซึ่งทำให้เกิดคลื่นพายุ กัดเซาะทรายและนำมาทับถม ตรงบริเวณปลายแหลม

ประเสริฐศักดิ์ เอกพิศุทธิ์สุนทร (2543 : ไม่ปรากฏเลขหน้า) ศึกษาอิทธิพลของคลื่นและ กระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล เขตบางขุนเทียน โดยนำข้อมูลลม ระดับน้ำ แผนที่ท้อง น้ำ และความชันของท้องน้ำชายฝั่ง มาคำนวณคลื่นจากข้อมูลลมโดยใช้แบบจำลอง WINDWAVE

คำนวณความเร็วของกระแสน้ำโดยใช้แบบจำลอง และคำนวณอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนและอัตราการกัดเซาะโดยวิธี Shore Protection Manual และ Sawaragi มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนกับคลื่น และความสัมพัทธ์อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนกับกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ผลการศึกษาพบว่า การกัดเซาะบริเวณฝั่งทะเลบางขุนเทียนมีอัตราการกัดเซาะในช่วง 21 ปี แรกเฉลี่ย 10 เมตรต่อปี แต่ในช่วง 4 ปีหลัง (พ.ศ. 2531 – พ.ศ. 2534) เพิ่มขึ้นเป็น 31.46 เมตรต่อปี จากข้อมูลพบว่าการกัดเซาะโดยเฉลี่ยจากทางทิศใต้และทางตะวันตกเฉียงใต้มีความเร็วเพิ่มขึ้น ส่งผลให้คลื่นน้ำลึกเฉลี่ยมีขนาดสูงจาก 0.23 เมตร เป็น 0.36 เมตร การกัดเซาะชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2530 เกิดจากการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง ขณะที่การกัดเซาะชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ. 2531 – พ.ศ. 2534 เกิดจากอิทธิพลของคลื่นกระทำต่อชายฝั่งโดยตรงเพิ่มขึ้น

7.3 ปัจจัยการศึกษาของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติ

دنول دننโยภาส และคณะ (2540) สำรวจป่าชายเลนในพื้นที่อ่าวปัตตานีโดยข้อมูลรีโมทเซนซิง ซึ่งได้เน้นการศึกษาเกี่ยวกับพื้นที่ป่าชายเลน และการกระจายตัวของตะกอนในอ่าวปัตตานีเป็นปัจจัยสำคัญ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM ด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพในคอมพิวเตอร์ ได้นำข้อมูลดาวเทียม ช่วงคลื่น 2 , 3 , 4 และ 5 มาผ่านกรรมวิธีตามหลักของกระบวนการทางรีโมทเซนซิง เพื่อให้ได้ผลที่สมบูรณ์ที่สุดคือ การทำภาพสีผสม ช่วงคลื่น 3 – 4 – 5 ผ่านแม่สี น้ำเงิน – แดง – เขียว สามารถแยกป่าชายเลนปัจจุบันกับป่าชนิดอื่นได้เด่นชัด สำหรับช่วงคลื่น 2 – 3 – 4 ผ่านแม่สี น้ำเงิน – เขียว – แดง สามารถแสดงลักษณะตะกอนในอ่าวปัตตานีได้อย่างชัดเจน ผลการศึกษาพบว่า

กรณีภาพสีผสมเท็จที่ 1 สามารถแยกป่าชายเลนกับป่าบกในอ่าวปัตตานีได้อย่างเด่นชัด ซึ่งป่าชายเลนปัจจุบันจะมีสีส้มสดมีลายเส้นดำภายใน ส่วนป่าอื่นจะเห็นเป็นสีส้มแกมน้ำตาล และยังสามารถแยกขอบเขตชายฝั่งทะเลกับพื้นน้ำได้ค่อนข้างเด่นชัด

กรณีภาพสีผสมเท็จที่ 2 สามารถให้ข้อมูลขอบเขตของตะกอนในอ่าวปัตตานีได้อย่างเด่นชัด ตะกอนตื้นทั้งที่เป็นดินเลน และตะกอนแขวนลอย ส่วนหาดทรายจะมีสีขาวปนน้ำเงิน ส่วนทางน้ำและร่องเดินเรือจะเห็นเป็นร่องยาวสีน้ำเงิน น้ำทะเลมีสีดำ พื้นที่ที่ถูกบุกรุกในบริเวณป่าชายเลนก็สามารถพบเห็นได้ ส่วนพืชพันธุ์มีสีแดง ซึ่งไม่สามารถแยกได้อย่างเด่นชัดระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก การศึกษาเปลี่ยนแปลงต้องใช้ภาพสีผสมเท็จ เพื่อนำมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณป่าชายเลนต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

นอกจากนี้ได้มีการประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งในปัจจุบันปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อทำกิจกรรม

ต่าง ๆ ของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น เช่น การทำนาถ้าง การปลูกสร้างอาคารสถานที่ เป็นต้น ล้วนเป็นการทำลายป่าชายเลนทำให้เสียความสมดุลของระบบนิเวศชายฝั่ง โดยเฉพาะพื้นที่ป่าชายเลนของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ได้มีการรณรงค์ให้มีการเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลน การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน โดยทำการแปลข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM แบนด์ 2 – 3 – 4 (เงิน – เขียว – แดง) ซึ่งบันทึกในปี พ.ศ. 2534 , 2536 และ พ.ศ. 2538 มาตราส่วน 1 : 50,000 ด้วยสายตา จากนั้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบซ้อนทับ (Overlay) โดยใช้ ซอฟต์แวร์ SPANS ผลการวิเคราะห์ พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนในปี 2534 มีพื้นที่ทั้งหมด 7.94 กม.2 ปี พ.ศ. 2536 มีพื้นที่ทั้งหมด 10.41 กม. 2 และปี พ.ศ. 2538 มีพื้นที่ทั้งหมด 11.11 กม.2 ตลอดระยะเวลา 5 ปี พื้นที่ป่าชายเลนของอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม เพิ่มขึ้น 3.17 กม.2 หรือมีการเปลี่ยนแปลงในอัตราเฉลี่ย 0.634 กม.2 ต่อปี (395.8 ไร่ต่อปี) โดยพื้นที่ป่าชายเลนที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณพื้นที่ทุ่งอกใหม่ (อนุูล รัชตวงษ์ และคณะ . 2540 : บทคัดย่อ)

สุดารัตน์ ตริเพชรกุล (2543) ประยุกต์ใช้ข้อมูลรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดแนวทางจัดการพื้นที่ป่าชายเลน กรณีศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม โดยประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าชายเลน และศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกป่าชายเลน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 5 (TM) ผสมสีเท็จ และจำแนกข้อมูลออกเป็น 6 ประเภท คือ ที่อยู่อาศัย นาข้าว พืชสวน ป่าชายเลน พื้นที่เพาะเลี้ยง และนาเกลือ ด้วยวิธีการแปลด้วยสายตา และนำผลจากการจำแนกไปวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนลดลงร้อยละ 76.20 ของพื้นที่ป่าชายเลนเดิม หรือร้อยละ 1.66 ต่อปี

7.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง มีหลายวิธี ทั้งแบบการสัมภาษณ์ การสร้างแบบจำลอง การใช้รูปถ่ายทางอากาศ หรือรีโมทเซนซิง และการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการศึกษา

ประเสริฐ ทิพยธรรม (2526 : 114 – 115) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวของสันดอนทรายบริเวณปากน้ำโก-ลก อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ และรูปถ่ายทางอากาศ มาวิเคราะห์และแปลความหมายจากภาพ จากผลการศึกษาพบว่าสันดอนทรายที่ขวางปากน้ำโก-ลกในปัจจุบัน เคลื่อนตัวมาจากสันดอนทรายที่ขวางปากน้ำโก-ลกในอดีต ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนตัวไปในสองลักษณะคือ ขณะที่สันดอนทรายเคลื่อนตัวสู่ปากน้ำนั้น สันดอนทรายจะมีขนาดเล็กลง และความยาวของสันดอนทรายจะสั้นเข้าจนเหลือส่วนที่เป็นเกาะอยู่ประมาณกึ่งกลางปากน้ำ การเคลื่อนตัวลักษณะเช่นนี้คิดตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2453 – พ.ศ. 2513 หลังปี พ.ศ. 2513 สันดอนทรายเริ่ม

ก่อตัวขึ้นใหม่ในปี 2515 และเคลื่อนตัวสู่ปากน้ำต่อไปในทิศทางเดียวกัน พร้อมกันนั้นส่วนปลายสันดอนทรายงอกออกไปข้างหน้าเรื่อย ๆ ดังปรากฏสันดอนทรายขวางปากน้ำโก-ลกในปัจจุบัน และจะเคลื่อนตัวออกต่อไปอนาคต

จอร์จ เอ็ม. คามินสกี และคณะ (George M. Kaminsky) (2003 : 15 - 18) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เกิดจากการสร้างสะพานเทียบเรือที่เกรย์ฮาร์เบอร์ (Grays Harbor) โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศต่างช่วงเวลา มาลากแนวชายฝั่ง แล้วนำมาวิเคราะห์ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เกิดจากการสร้างและการฟื้นฟูสะพานเทียบเรือ พบว่าสะพานเทียบเรือมีการสร้างและฟื้นฟูสภาพมาแล้วทั้งหมด 3 ครั้ง เนื่องจากสะพานเทียบเรือที่สร้างขึ้นช่วยในดักทรายทำให้ชายฝั่งมีพื้นที่งอกเพิ่มขึ้น และช่วยกันทรายไม่ให้เข้าไปทับถมด้านในของสันดอนจะงอยฮาร์เบอร์ (Harbor) ถ้าสะพานเทียบเรือทรุดโทรม ชายหาดก็จะถูกกัดเซาะ และทรายจะถูกกระแสน้ำพัดข้ามสะพานเทียบเรือไปทับถมบริเวณสันดอนจะงอยฮาร์เบอร์

คณิต ไชมุฑ์ และคณะ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ แทนแนวชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี โดยแปลงสัญญาณภาพถ่ายดาวเทียมของชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี จำนวน 2 ภาพต่อปี ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1988 ถึง ค.ศ. 1995 รวมทั้งสิ้น 16 ภาพ แล้วนำมาแปลงเป็นค่าจุดพิกัดแล้วนำไปสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ด้วย ฟังก์ชันสปлайн (Spline Function) เพื่อหาสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันที่กำหนดไปพยากรณ์หาค่าจุดพิกัดในอนาคต และนำไปคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งที่จะเกิดในอนาคต

ผลการวิจัยทำให้ได้รูปแบบจำลอง ที่สามารถพยากรณ์รูปแบบของแนวชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี ในอนาคต แบบลูกบาศก์สปлайн และพบว่าค่าพิกัด UTM แนวนอน และค่าพิกัด UTM แนวตั้งของแนวชายฝั่งรอบแหลมตาชีมีแนวโน้มเข้าหาฝั่ง ดังนั้นอนาคตคาดว่าถ้าสภาพการณ์การเปลี่ยนแปลงเป็นในลักษณะเช่นนี้อ่าวอาจจะปิดได้ในช่วง 24 ปีข้างหน้า

ลี ลี (Li Ly) (1993) ติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจังหวัดระยองโดยใช้ภาพจากดาวเทียม LANDSAT 5 (TM) ซึ่งนำมาปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต แล้วนำมาทำการเน้นข้อมูลเพื่อจำแนกข้อมูล โดยใช้การจำแนกกำกับดูแล แบบ Maximum Likelihood Ratio Method ซึ่งผลการศึกษาพบว่า มีพื้นที่ทับถมเพิ่มขึ้นทางฝั่งตะวันตกของท่าเรือ และปากแม่น้ำระยอง ซึ่งมีการทับถมประมาณ 26,526 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะบริเวณด้านตะวันออกของท่าเรือ โดยเฉลี่ยประมาณ 16,060 ตารางเมตรต่อปี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งเกิดจากการกระทำของคลื่น โดยเป็นอิทธิพลของคลื่นตะวันตกเฉียงใต้จากเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน นอกจากนี้เกิดจากปัจจัยโครงสร้าง สะพานเทียบเรือ

นเรศ จำบุญรอด (2542 : 16 – 21) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัด เพชรบุรี โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมสำรวจทรัพยากร SPOT ระบบ Panchromatic บันทึกข้อมูล 4 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2532 ,2536 ,2538 และ พ.ศ. 2540 มาซ้อนทับข้อมูลเส้นแนวชายฝั่งศึกษา แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง และคำนวณหาค่าพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา จาก การศึกษาพบว่า แนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จากการซ้อนทับเฉพาะข้อมูลที่เป็น แผ่นดินของแต่ละช่วงเวลาเข้าด้วยกัน พบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาอย่าง ชัดเจน โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่เป็นการตกตะกอนของพื้นที่เพิ่มออกไปในทะเลโดยมีป่าชายเลน ขึ้นปกคลุม ได้แก่ ป่าโกงกาง ป่าเสม็ดมีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ และจากการศึกษาแนวโน้มและทิศ ทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวเส้นทรายศึกษาโดยลากเส้นจากจุดเริ่มต้นจุดเดียวกันในทุกช่วงเวลา ไปยัง ปลายแหลมส่วนที่ใกล้ที่สุดและส่วนที่ไกลที่สุด พบว่า แนวเส้นทรายมีการเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลาอย่าง ไม่เป็นระบบ แต่ยังคงมีแนวโน้มเคลื่อนตัวมาทางทิศตะวันตกเข้าใกล้ฝั่งอย่างชัดเจน

อัมชา ก. บัวเกษร (2536 : 15 – 19) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งทะเล อ่าวไทยตอนบนโดยใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งใช้เครื่องมือสำหรับใช้ วิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยสายตา PROCOM – 2 และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โปรแกรม SPANS ศึกษาพื้นที่ทั้งหมด 3 บริเวณ ได้แก่ แหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร และ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี พบว่าลักษณะธรณีสัณฐานบริเวณแหลมฉบังที่เป็นที่ลุ่มหลังหาด หาดทรายเก่า และลานตะพักลำน้ำนั้นลดลง เช่นเดียวกับบริเวณเขตบางขุนเทียนที่มีลักษณะทางธรณี สัณฐานวิทยาลดลง และบริเวณอำเภอบ้านแหลมลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่เป็นที่ราบชายฝั่ง และที่ ลุ่มป่าชายเลนนั้นลดลง แต่ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาที่เป็นที่ลุ่มหาดโคลน และที่ลุ่มหาดทรายนั้น เพิ่มขึ้น

ดนุพล ตันนโยภาส และคณะ (2543 : 380 – 389) ได้สำรวจการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานีจนถึงปากน้ำตาโกโบ จังหวัดนราธิวาส โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งเน้นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ TM สองช่วงเวลา (พ.ศ. 2531 และระหว่าง พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2541) ดำเนินการด้วยการผสมสีในช่วงคลื่น 1 – 5 – 4 ซึ่งสามารถแยกแยะให้รายละเอียด พื้นที่ระหว่างให้รายละเอียดพื้นที่ระหว่างส่วนที่เป็นหาดทรายและส่วนที่เป็นพื้นน้ำ ซึ่งช่วงคลื่นที่ 1 ให้ รายละเอียดเกี่ยวกับหาดทรายปรากฏเป็นสีขาว ช่วงคลื่นที่ 5 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับความชื้นของ พื้นดิน ปรากฏเป็นสีเขียว และช่วงคลื่นที่ 4 ให้รายละเอียดเกี่ยวกับพืชพันธุ์ปรากฏเป็นสีแดง ส่วนข้อมูล เกี่ยวกับน้ำปรากฏเป็นสีดำ การยัดภาพแบบยกกำลัง และการจำแนกประเภทข้อมูลทั้งแบบไม่กำกับ (Isodata) และแบบกำกับ (Maximum Likelihood Ratio Method) การกรองภาพแบบความถี่ต่ำผ่าน และการนำมาซ้อนทับกัน เพื่อหาสิ่งที่เปลี่ยนแปลง จากเทคนิคดังกล่าวพบว่าการเปลี่ยนแปลงคิดเป็น

พื้นที่ทั้งหมด 4.64 ตารางกิโลเมตร โดยเฉพาะการงอกของสันดอนจะงอยที่แหลมโพประมาณ 500 เมตร อาจปิดปากอ่าวปัตตานีได้ใน 46 ปี หากปล่อยตะกอนทับถมต่อไป

โดยวิธีการศึกษาของดอนพล ตันนโยภาส ได้นำมาเป็นแบบอย่างวิธีการในการศึกษาโดยใช้การผสมสีในช่วงคลื่น 1 5 4 และใช้การจำแนกประเภทข้อมูลทั้งแบบกำกับวิธี Maximum Likelihood Ratio Method และแบบไม่กำกับ วิธี Isodata และใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาใช้ในการวิเคราะห์นำข้อมูลมาซ้อนทับเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วง 34 ปี และพยากรณ์แนวโน้มในอนาคต

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
2. การรวบรวมข้อมูล
3. การจัดกระทำข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 1.1 แผนที่ภูมิประเทศเชิงตัวเลขมาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารลำดับชุด L7017 ระวังที่ 4925 I , 5025 IV และ 5026 III
- 1.2 รูปถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร พ.ศ. 2510 รหัส 2367/46
- 1.3 ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital Data) ของภาพจากดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ Thematic Mapper : TM Path/Row 129/054 บันทึกข้อมูล 3 ช่วงเวลา คือวันที่ 22 มิถุนายน 2538 , 8 มกราคม 2542 และ 22 กุมภาพันธ์ 2544 จากสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- 1.4 ข้อมูลเฉลี่ยความเร็ว และทิศทางลมสูงสุดรายวันในรอบ 21 ปี และข้อมูลความเร็วสูงสุดรายวันในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2544 จังหวัดนครศรีธรรมราช ของกรมอุตุนิยมวิทยา
- 1.5 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล พร้อมโปรแกรมระบบวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม และโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 1.6 เครื่องมือระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System : GPS)
- 1.7 เครื่องกวาดข้อมูลเชิงภาพและเชิงเส้น (Scanner) และ อุปกรณ์ในการพิมพ์ผล (Printer)

2. การรวบรวมข้อมูล

องค์ประกอบปัจจัยที่มีอิทธิพลและบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่แนวชายฝั่งมีด้วยกันหลายปัจจัยแต่ในการศึกษาครั้งนี้ ศึกษาเพียง 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยพืชพรรณธรรมชาติ และปัจจัยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

2.1 ปัจจัยทางด้านพืชพรรณธรรมชาติ โดยจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับพืชพรรณธรรมชาติชายฝั่ง ในแง่ของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศ ในปี พ.ศ. 2510 และภาพจากดาวเทียม ภายในช่วงเวลา 34 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544 การออกภาคสนามเก็บข้อมูลจากสภาพพื้นที่จริง

2.2 ปัจจัยทางด้านความเร็ว และทิศทางลมโดยใช้ข้อมูลทิศทางและความเร็วของลมรายวันในรอบ 21 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2544 จังหวัดนครศรีธรรมราช ของกรมอุตุนิยมวิทยา

2.3 การออกภาคสนาม และการสัมภาษณ์กับผู้ที่ตั้งถิ่นฐานและอาศัยอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่ศึกษามาแล้วไม่น้อยกว่า 30 ปี โดยการออกภาคสนามและสัมภาษณ์ในประเด็น

- การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
- คลื่นลมในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้
- การเกิดพายุแอเรียท ในพ.ศ. 2505
- การใช้ที่ดินบริเวณแหลมตะลุมพุก

3. การจัดกระทำข้อมูล

3.1 คำนวณหาความสูงของคลื่นโดยใช้สูตร

$$H = 0.026 V^2$$

เมื่อ H คือ ความสูงของคลื่นเป็น ฟุต

V คือ ความเร็วของลม เป็น นอต (Knot) (พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์ .ม.ป.ป. : 22 - 23)

โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ในการวิเคราะห์ประเภทความรุนแรงของคลื่น

ตาราง 5 ประเภทความสูงของคลื่น

ความสูงของคลื่น (เมตร)	ประเภทความรุนแรงของคลื่น	ศักยภาพของการกัดเซาะ
ต่ำกว่า 1 เมตร	คลื่นประเภทสงบ	น้อย
1 – 2 เมตร	คลื่นประเภทปานกลาง	ปานกลาง
สูงมากกว่า 2 เมตร	คลื่นประเภทรุนแรง	มาก

ที่มา : ดัดแปลงจาก ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก (2546) เอกสารฝ่ายการพยากรณ์ และدنุพล ตันนโยภาส และคณะ (2543 : 380 – 389)

3.2 นำรูปถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 มาจัดกระทำดังนี้

3.2.1 นำเข้าข้อมูลรูปถ่ายทางอากาศ ของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2510 มาตราส่วน 1 : 50,000 ให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลข โดยใช้เครื่องกวาดข้อมูล (Scanner)

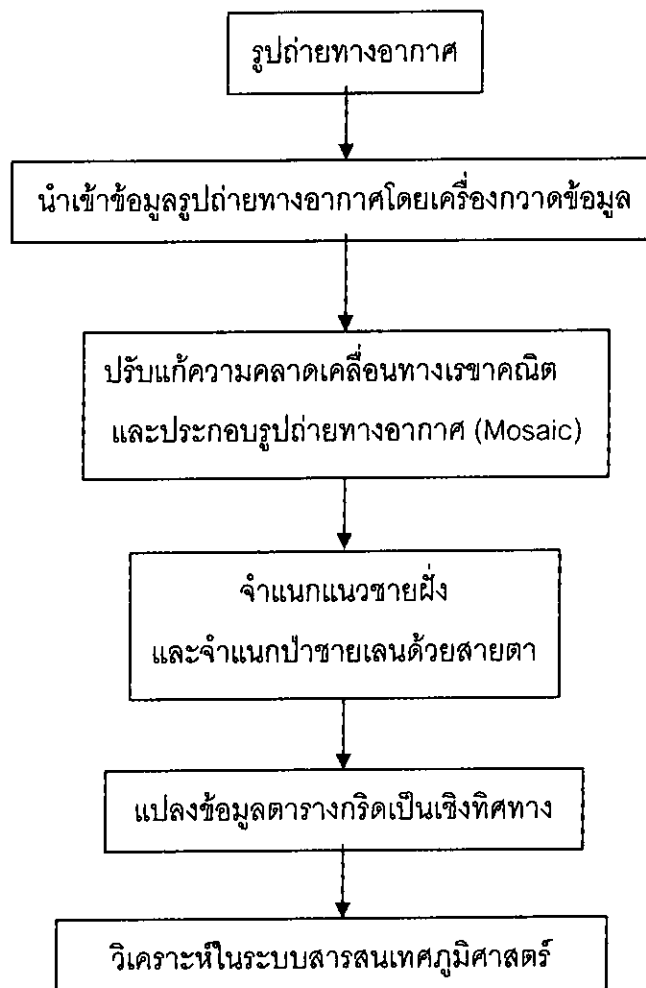
3.2.2 กำหนดจุดบังคับภาพ (Ground Control Point : GCP) เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิต และนำข้อมูลรูปถ่ายทางอากาศที่ปรับแก้แล้วประกอบกัน (Mosaic)

3.2.3 ลากเส้นแนวชายฝั่งและขอบเขตของพื้นที่ป่าชายเลนตามแนวที่ปรากฏบนรูปถ่ายทางอากาศเพื่อเป็นข้อมูลแนวชายฝั่ง

3.2.4 จำแนกพื้นที่ป่าชายเลน ของปี พ.ศ. 2510 โดยจำแนกเป็น 3 เขตคือ เขตพื้นที่ป่าชายเลน เขตพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกบุกรุก และเขตพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ป่าชายเลน

3.2.5 แปลงข้อมูลตารางกริดเป็นเชิงทิศทาง (Raster To Vector) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.2.6 ออกภาคสนามสำรวจข้อมูลในสภาพพื้นที่จริงเปรียบเทียบกับรูปถ่ายทางอากาศเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนการจัดกระทำรูปถ่ายทางอากาศ

3.3 นำข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้ง 3 ช่วงเวลา มาจัดกระทำดังนี้

3.3.1 ผสมสีภาพและแสดงภาพ ข้อมูลดาวเทียมโดยพิจารณาช่วงคลื่นที่เหมาะสมต่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง โดยนำสีผสมในช่วงคลื่น 1 5 4 (น้ำเงิน – เขียว – แดง) ซึ่งสามารถแยกแยะให้รายละเอียดพื้นที่ระหว่างให้รายละเอียดพื้นที่ระหว่างส่วนที่เป็นหาดทรายและส่วน

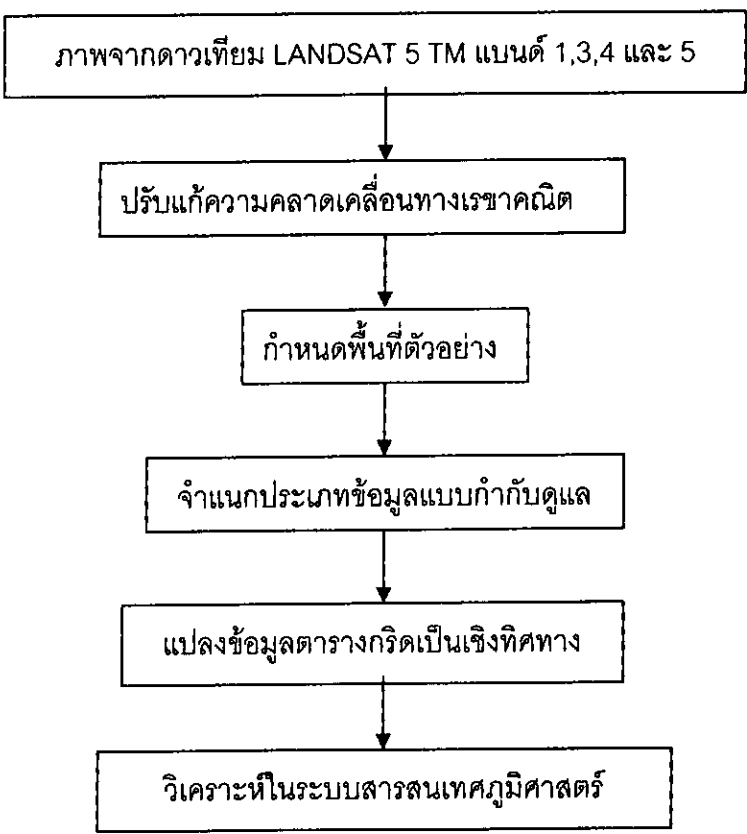
ที่เป็นพื้นน้ำ และผลสมสีเทจในช่วงคลื่น 3 5 4 (น้ำเงิน – เขียว – แดง) ในการจำแนกการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของป่าชายเลน

3.3.2 กำหนดจุดบังคับภาพ (Ground Control Point : GCP) ที่อ่านพิกัดได้ชัดเจนในแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร เช่น สี่แยกถนน หัวสะพาน เป็นต้น ให้กระจายจุดครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อน แล้วสำรวจข้อมูลในสภาพพื้นที่จริงเปรียบเทียบกับภาพถ่ายดาวเทียม พร้อมทั้งบันทึกค่าพิกัดโดย GPS เพิ่มเติมจากที่มีในแผนที่

3.3.3 กำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) เพื่อจำแนกข้อมูลแบบกำกับ (Supervise Classification) ด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification และทำในขั้นตอนเดียวกันนี้กับข้อมูลภาพจากดาวเทียมทั้ง 3 ช่วงเวลา

3.3.4 แปลงข้อมูลตารางกริดเป็นเชิงทิศทาง (Raster To Vector) เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.3.5 ออกภาคสนามสำรวจข้อมูลในสภาพพื้นที่จริงเปรียบเทียบกับภาพจากดาวเทียมเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพประกอบ 9 แสดงขั้นตอนการจัดกระทำภาพจากดาวเทียม

จากการจัดกระทำข้อมูลได้ข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงทิศทางเพื่อนำมาวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ดังนี้

ตาราง 6 รายการข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำข้อมูล

ลำดับที่	รายการข้อมูล	ชื่อ Shapefile	รูปแบบข้อมูล	มาตราส่วน	แหล่งข้อมูล
1	แนวชายฝั่ง พ.ศ. 2510	coastline_10	polyline	1: 50,000	กรมแผนที่ทหาร
2	แนวชายฝั่ง พ.ศ. 2538	coastline_38	polyline	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3	แนวชายฝั่ง พ.ศ. 2542	coastline_42	polyline	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4	แนวชายฝั่ง พ.ศ. 2544	coastline_44	polyline	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
5	พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2510	mangrove_10	polygon	1: 50,000	กรมแผนที่ทหาร
6	พื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุก พ.ศ. 2510	change_10	polygon	1: 50,000	กรมแผนที่ทหาร
7	พื้นที่อื่น ๆ พ.ศ. 2510	other_10	polygon	1: 50,000	กรมแผนที่ทหาร
8	พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2538	mangrove_38	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
9	พื้นที่อื่น ๆ พ.ศ. 2538	other_38	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
10	พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2542	mangrove_42	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
11	พื้นที่อื่น ๆ พ.ศ. 2542	other_42	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
12	พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2544	mangrove_44	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
13	พื้นที่อื่น ๆ พ.ศ. 2544	other_44	polygon	1: 50,000	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 นำข้อมูลแนวชายฝั่งที่ได้จากการจัดกระทำข้อมูลมาซ้อนทับกัน (Overlay) โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาดังนี้

ตาราง 7 ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล 3 ช่วงเวลา บริเวณแหลมตะลุมพุก

ลำดับ ที่	ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล		ระยะเวลา (ปี)
	จากปี (shapefile)	ถึงปี(shapefile)	
1	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2510 (coastline_10)	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2538 (coastline_38)	28
2	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2538 (coastline_38)	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2542 (coastline_42)	4
3	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2542 (coastline_42)	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2544 (coastline_44)	2
4	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2510 (coastline_10)	แนวชายฝั่งพ.ศ. 2544 (coastline_44)	34

4.2 วิเคราะห์หาพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การวิเคราะห์เชิงคำนวณ การลบ ในฟังก์ชัน Erase Feature

4.3 นำ Shapefile mangrove_10 , change_10 , other_10 , mangrove_38 , other_38 , mangrove_42 , other_42 , mangrove_44 และ other_44 มาคำนวณหาพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงเวลา 34 ปี

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาประเภทของคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม
2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)
4. ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุกเพื่อพยากรณ์ระยะเวลาที่ปลายแหลมตะลุมพุกเชื่อมติดกับแผ่นดิน

1. ประเภทของคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม

อิทธิพลของลมมรสุมต่อจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออก ส่งผลให้บริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชมีกำลังลมแรง ส่วนในเดือนมีนาคมถึงเมษายน เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังลมอ่อน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เริ่มพัดเข้ามาแทนที่ ส่งผลให้บริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชมีกำลังลมอ่อนลง และในเดือน พฤษภาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ส่งผลให้มีกำลังลมแรงในบริเวณที่สูง ส่วนบริเวณชายฝั่งนครศรีธรรมราชได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้น้อย และมีกำลังลมอ่อน เนื่องจากมีเทือกเขานครศรีธรรมราชเป็นตัวกั้นลมไว้ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . 2544 : 88 – 94)

จากตาราง 8 คำนวณหาความสูงคลื่นจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายวัน และค่าความเร็วลมสูงสุด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 ถึง พ.ศ. 2544 พบว่า

ในปี พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2528 ความสูงของคลื่นเฉลี่ยต่ำกว่า 1 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทสงบ มีศักยภาพในการกัดเซาะน้อย แต่ถ้าพิจารณาจากความสูงคลื่นสูงสุด พบว่า มีคลื่นสูง 1 – 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทปานกลาง มีศักยภาพในการกัดเซาะปานกลาง และมีบางปี เช่น เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2525 และเดือนมกราคม ,พฤศจิกายน และธันวาคม พ.ศ. 2527 มีคลื่นสูงมากกว่า 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรง มีศักยภาพในการกัดเซาะมาก

ในปี พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2533 ความสูงของคลื่นเฉลี่ยต่ำกว่า 1 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทสงบ มีศักยภาพในการกัดเซาะน้อย แต่ถ้าพิจารณาจากความสูงคลื่นสูงสุด พบว่า มีคลื่นสูง 1 – 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทปานกลาง มีศักยภาพในการกัดเซาะปานกลาง และมีบางปี เช่น เดือนมกราคม และพฤศจิกายน พ.ศ. 2530 เดือนมกราคม พ.ศ. 2531 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532 และ พ.ศ. 2533 มีคลื่นสูงมากกว่า 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรง มีศักยภาพในการกัดเซาะมาก และจากสถิติพายุหมุนที่เข้าประเทศไทย พบว่า เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2532 มีไต้ฝุ่น GAY เข้ามาทางด้านอ่าวไทย ซึ่งทำให้อ่าวไทยเกิดคลื่นพายุ ทำให้ทะเลเกิดการปั่นป่วนและเกิดคลื่นขนาดใหญ่มาก เมื่อคลื่นเข้าปะทะชายฝั่ง ทำให้มีศักยภาพในการกัดเซาะชายฝั่งมาก

ในปี พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2538 ความสูงของคลื่นเฉลี่ยต่ำกว่า 1 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทสงบ มีศักยภาพในการกัดเซาะน้อย แต่ถ้าพิจารณาจากความสูงคลื่นสูงสุด พบว่า มีคลื่นสูง 1 – 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทปานกลาง มีศักยภาพในการกัดเซาะปานกลาง แต่มีเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2535 มีความสูงคลื่นสูงสุด 8.49 เมตร เนื่องจากเดือนพฤศจิกายน มีพายุโซนร้อน FOREST เข้าจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งทำให้เกิดคลื่นพายุที่มีศักยภาพในการกัดเซาะแนวชายฝั่งมาก

และในปี พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2544 ความสูงของคลื่นเฉลี่ย พ.ศ. 2539 – 2541 มีค่าต่ำกว่า 1 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทสงบ มีศักยภาพในการกัดเซาะน้อย แต่ในช่วง พ.ศ. 2542 – 2544 ความสูงของคลื่นเฉลี่ย 1 – 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทปานกลาง มีศักยภาพในการกัดเซาะปานกลาง แต่ถ้าพิจารณาความสูงคลื่นสูงสุดพบว่า เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2539 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2540 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 และตั้งแต่ พ.ศ. 2542 – พ.ศ. 2544 เดือนมกราคม , กุมภาพันธ์ , พฤศจิกายน และธันวาคม มีค่ามากกว่า 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรง มีศักยภาพในการกัดเซาะมาก

ตาราง 8 ตารางการคำนวณหาความสูงคลื่นจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมรายวัน และค่าความเร็วลมสูงสุดในเดือนมกราคม, กุมภาพันธ์, พฤษภาคม และเดือนธันวาคม ตั้งแต่ พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2544

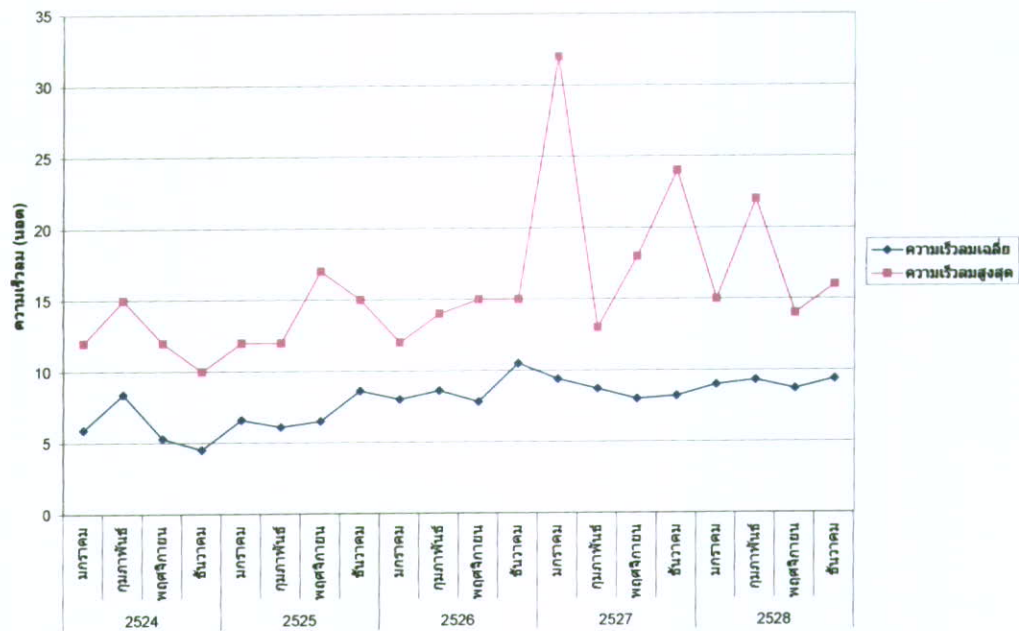
ปี	เดือน	ความเร็วลม(นอต)		ขนาดคลื่น(ม.)		ทิศทางลม
		เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
2524	มกราคม	5.9	12	0.27	1.12	E
	กุมภาพันธ์	8.4	15	0.54	1.75	E
	พฤษภาคม	5.3	12	0.21	1.12	NW
	ธันวาคม	4.5	10	0.15	0.78	NE
2525	มกราคม	6.6	12	0.33	1.12	E
	กุมภาพันธ์	6.1	12	0.30	1.12	E
	พฤษภาคม	6.5	17	0.33	2.25	NW
	ธันวาคม	8.6	15	0.57	1.75	NE
2526	มกราคม	8.0	12	0.48	1.12	E
	กุมภาพันธ์	8.6	14	0.57	1.52	E
	พฤษภาคม	7.8	15	0.45	1.75	NW
	ธันวาคม	10.5	15	0.84	1.75	NE
2527	มกราคม	9.4	32	0.66	7.98	E
	กุมภาพันธ์	8.7	13	0.57	1.31	SE
	พฤษภาคม	8.0	18	0.48	2.52	NW
	ธันวาคม	8.2	24	0.51	4.49	NE
2528	มกราคม	9.0	15	0.63	1.75	E
	กุมภาพันธ์	9.3	22	0.66	3.77	E
	พฤษภาคม	8.7	14	0.57	1.52	NW
	ธันวาคม	9.4	16	0.66	1.99	NE

หมายเหตุ : E คือ ทิศตะวันออก

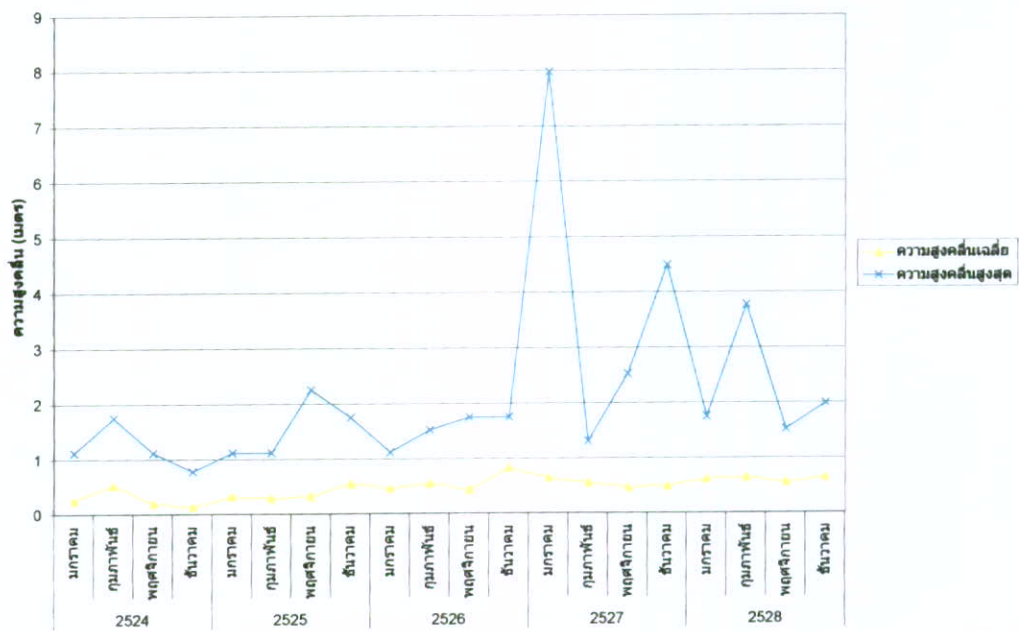
NE คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

NW คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

SE คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้



ภาพประกอบ 10 ค่าความเร็วมเฉลี่ยและค่าความเร็วมสูงสุด (นอต) ช่วงมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2524 – 2528

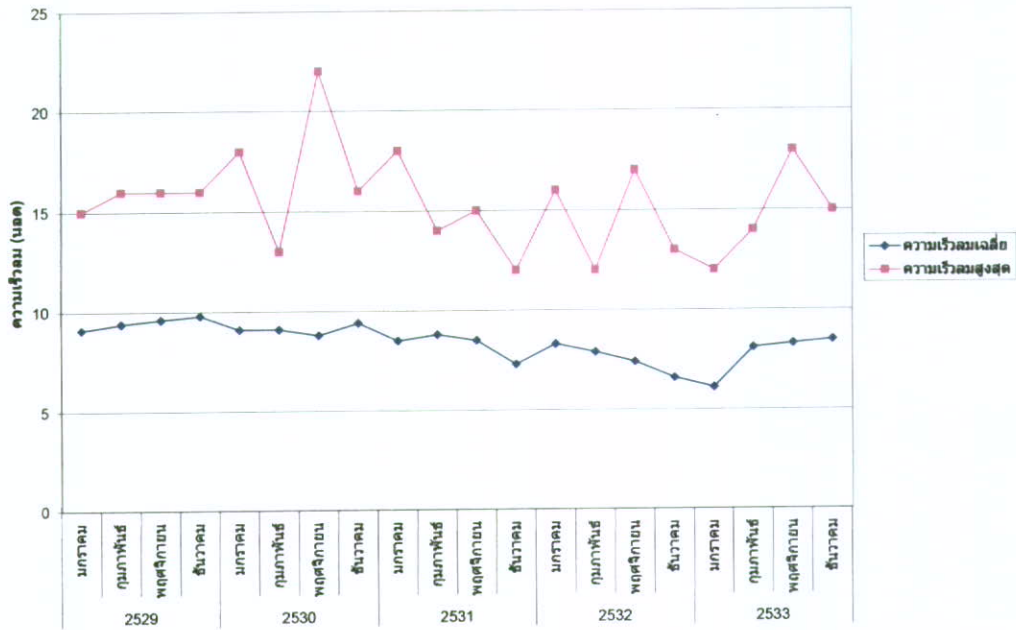


ภาพประกอบ 11 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2524 – 2528

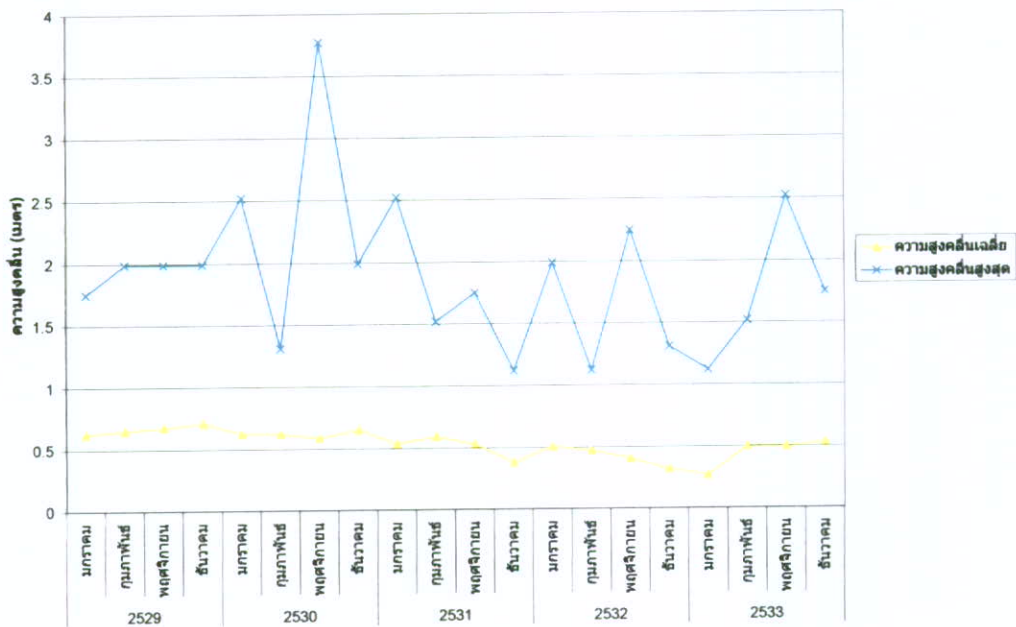
ตาราง 8 (ต่อ)

ปี	เดือน	ความเร็วลม(นอต)		ขนาดคลื่น(ม.)		ทิศทางลม
		เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
2529	มกราคม	9.1	15	0.63	1.75	NE
	กุมภาพันธ์	9.4	16	0.66	1.99	SE
	พฤศจิกายน	9.6	16	0.69	1.99	NW
	ธันวาคม	9.8	16	0.72	1.99	NE
2530	มกราคม	9.1	18	0.63	2.52	E
	กุมภาพันธ์	9.1	13	0.63	1.31	SE
	พฤศจิกายน	8.8	22	0.60	3.77	NW
	ธันวาคม	9.4	16	0.66	1.99	N
2531	มกราคม	8.5	18	0.54	2.52	SE
	กุมภาพันธ์	8.8	14	0.60	1.52	E
	พฤศจิกายน	8.5	15	0.54	1.75	NW
	ธันวาคม	7.3	12	0.39	1.12	NE
2532	มกราคม	8.3	16	0.51	1.99	E
	กุมภาพันธ์	7.9	12	0.48	1.12	E
	พฤศจิกายน	7.4	17	0.42	2.25	NE
	ธันวาคม	6.6	13	0.33	1.31	NE
2533	มกราคม	6.1	12	0.27	1.12	E
	กุมภาพันธ์	8.1	14	0.51	1.52	E
	พฤศจิกายน	8.3	18	0.51	2.52	NE
	ธันวาคม	8.5	15	0.54	1.75	NE

หมายเหตุ : E คือ ทิศตะวันออก
NE คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
NW คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
SE คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้



ภาพประกอบ 12 ค่าความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุด (นอต) ช่วงมกราคมถึงธันวาคม เดือนมกราคม, กุมภาพันธ์, พฤษภาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2533



ภาพประกอบ 13 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมกราคมถึงธันวาคม เดือนมกราคม, กุมภาพันธ์, พฤษภาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2533

ตาราง 8 (ต่อ)

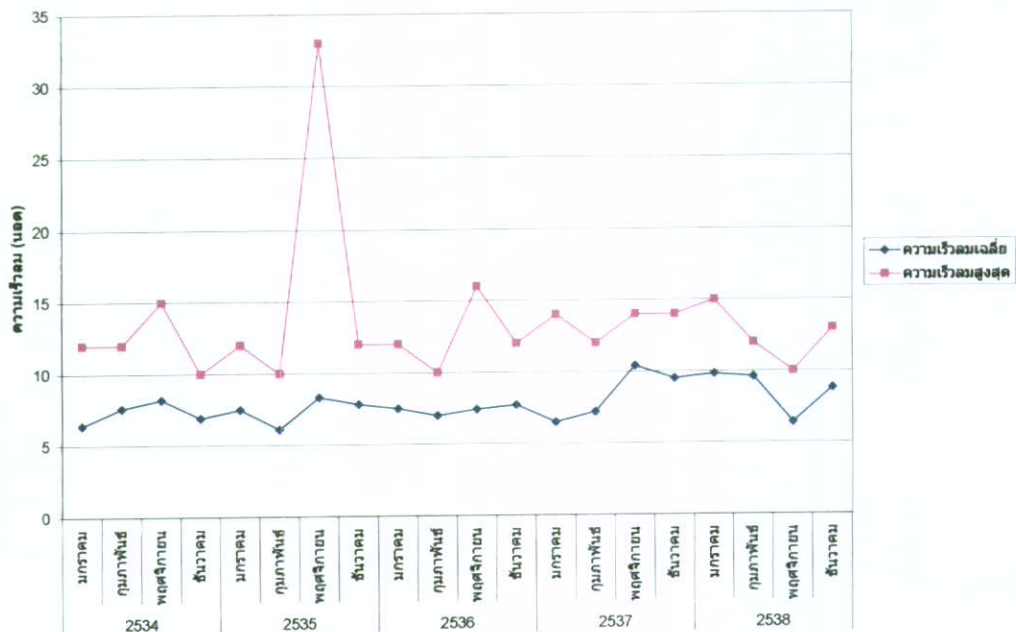
ปี	เดือน	ความเร็วลม(นอต)		ขนาดคลื่น(ม.)		ทิศทางลม
		เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
2534	มกราคม	6.4	12	0.30	1.12	E
	กุมภาพันธ์	7.6	12	0.45	1.12	E
	พฤศจิกายน	8.2	15	0.51	1.75	NE
	ธันวาคม	6.9	10	0.36	0.78	NE
2535	มกราคม	7.5	12	0.42	1.12	SE
	กุมภาพันธ์	6.1	10	0.27	0.78	E
	พฤศจิกายน	8.3	33	0.51	8.49	NE
	ธันวาคม	7.8	12	0.45	1.12	NE
2536	มกราคม	7.5	12	0.42	1.12	E
	กุมภาพันธ์	7.0	10	0.36	0.78	E
	พฤศจิกายน	7.4	16	0.42	1.99	NE
	ธันวาคม	7.7	12	0.45	1.12	NE
2537	มกราคม	6.5	14	0.30	1.52	E
	กุมภาพันธ์	7.2	12	0.39	1.12	E
	พฤศจิกายน	10.4	14	0.84	1.52	NE
	ธันวาคม	9.5	14	0.69	1.52	NE
2538	มกราคม	9.8	15	0.72	1.75	E
	กุมภาพันธ์	9.6	12	0.69	1.12	E
	พฤศจิกายน	6.4	10	0.30	0.78	NE
	ธันวาคม	8.8	13	0.60	1.31	NE

หมายเหตุ : E คือ ทิศตะวันออก

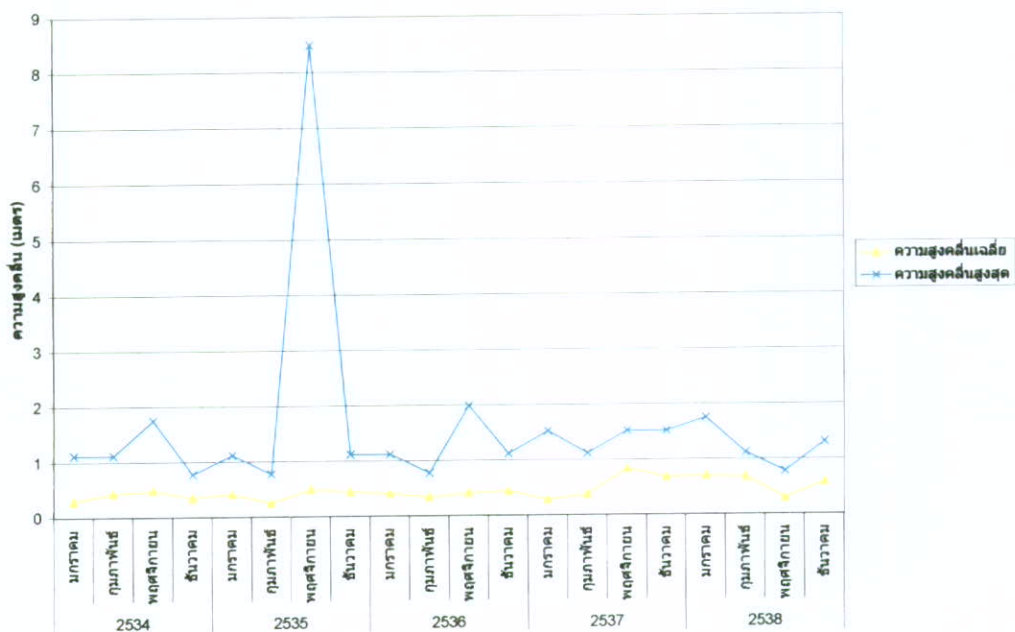
NE คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

NW คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

SE คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้



ภาพประกอบ 14 ค่าความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุด (นอต) ช่วงมกราคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2538

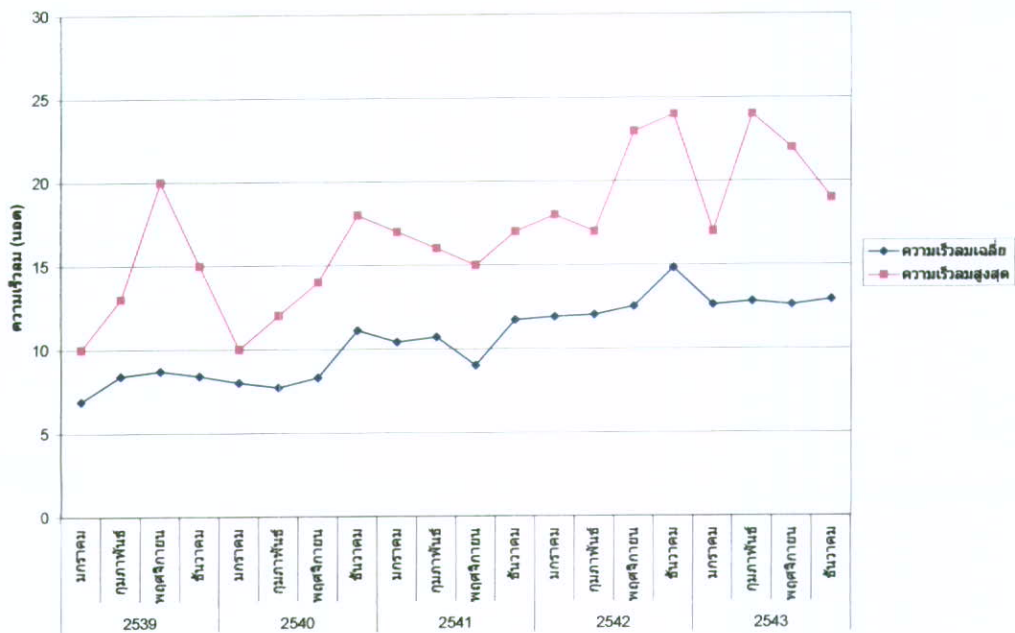


ภาพประกอบ 15 ค่าความลึกเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมกราคมถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2538

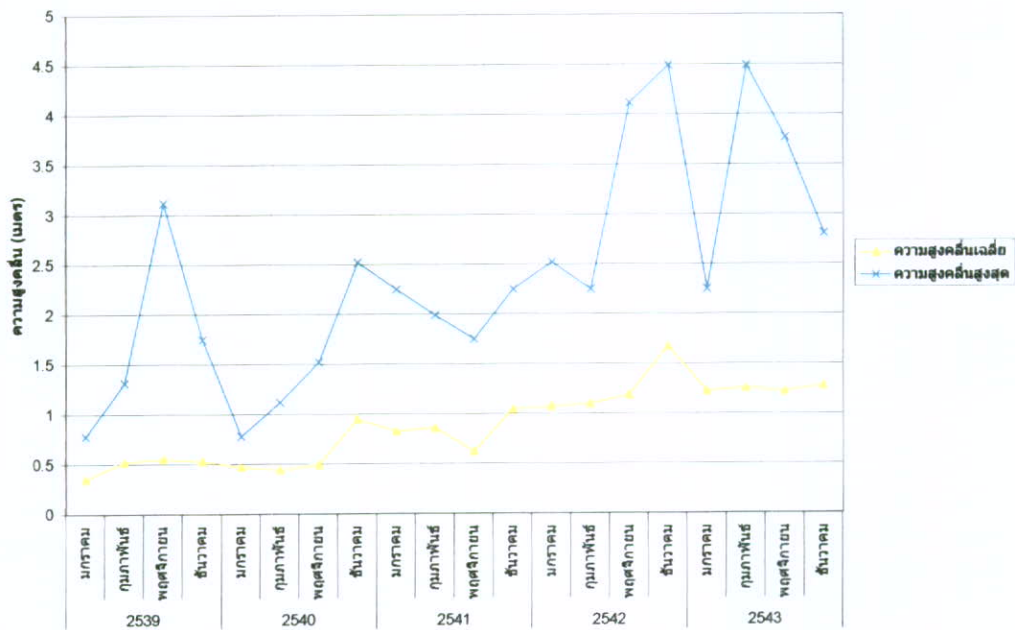
ตาราง 8 (ต่อ)

ปี	เดือน	ความเร็วลม(นอต)		ขนาดคลื่น(ม.)		ทิศทางลม
		เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
2539	มกราคม	6.9	10	0.36	0.78	E
	กุมภาพันธ์	8.4	13	0.54	1.31	E
	พฤศจิกายน	8.7	20	0.57	3.12	SW
	ธันวาคม	8.4	15	0.54	1.75	N
2540	มกราคม	8.0	10	0.48	0.78	E
	กุมภาพันธ์	7.7	12	0.45	1.12	E
	พฤศจิกายน	8.3	14	0.51	1.52	E
	ธันวาคม	11.1	18	0.96	2.52	E
2541	มกราคม	10.4	17	0.84	2.25	E
	กุมภาพันธ์	10.7	16	0.87	1.99	E
	พฤศจิกายน	9.0	15	0.63	1.75	SW
	ธันวาคม	11.7	17	1.05	2.25	NE
2542	มกราคม	11.9	18	1.08	2.52	NE
	กุมภาพันธ์	12.0	17	1.11	2.25	E
	พฤศจิกายน	12.5	23	1.20	4.12	N
	ธันวาคม	14.8	24	1.68	4.49	N
2543	มกราคม	12.6	17	1.23	2.25	E
	กุมภาพันธ์	12.8	24	1.26	4.49	E
	พฤศจิกายน	12.6	22	1.23	3.77	N
	ธันวาคม	12.9	19	1.29	2.81	NE

หมายเหตุ : E คือ ทิศตะวันออก
NE คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
NW คือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
SE คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้



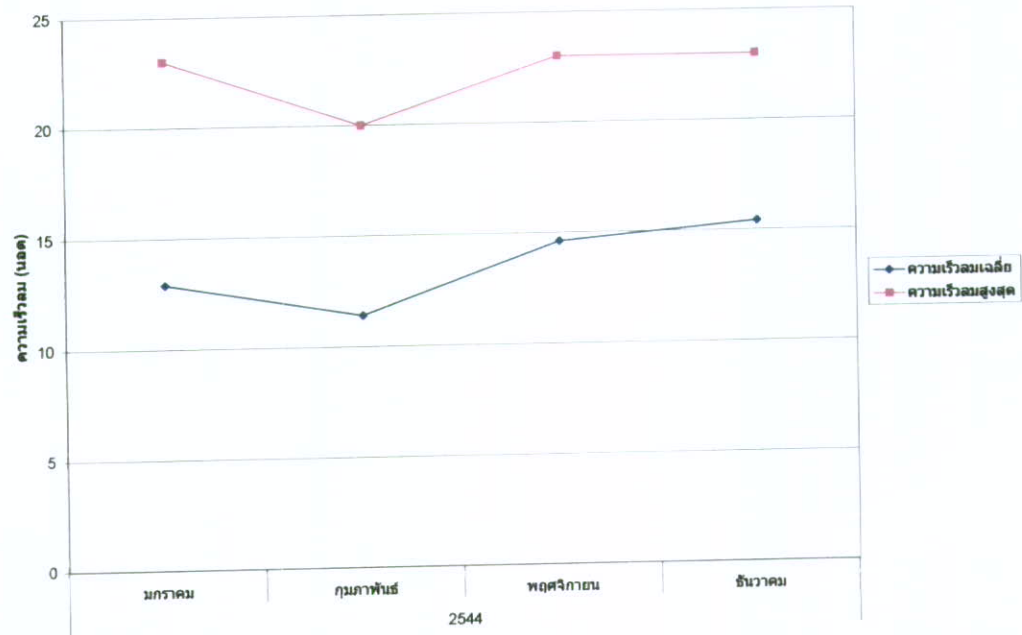
ภาพประกอบ 16 ค่าความเร็วเฉลี่ยและความเร็วสูงสุด (นอต) ช่วงมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2543



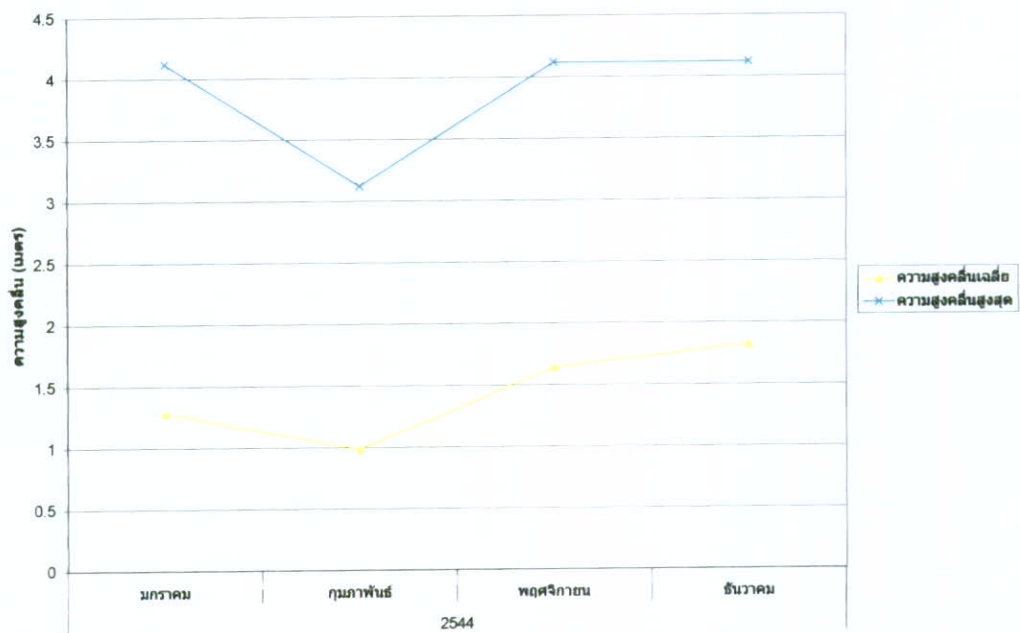
ภาพประกอบ 17 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2543

ตาราง 8 (ต่อ)

ปี	เดือน	ความเร็วลม(นอต)		ขนาดคลื่น(ม.)		ทิศทางลม
		เฉลี่ย	สูงสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
2544	มกราคม	12.9	23	1.29	4.12	E
	กุมภาพันธ์	11.4	20	0.99	3.12	E
	พฤศจิกายน	14.6	23	1.65	4.12	N
	ธันวาคม	15.4	23	1.83	4.12	NE



ภาพประกอบ 18 ค่าความเร็วลมเฉลี่ยและความเร็วลมสูงสุด (นอต) ช่วงมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2544



ภาพประกอบ 19 ค่าความสูงคลื่นเฉลี่ย และคลื่นสูงสุด (เมตร) ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เดือน มกราคม, กุมภาพันธ์, พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544

ซึ่งผลจากการวิเคราะห์คำนวณหาความสูงคลื่น เพื่อจัดประเภทความรุนแรงของคลื่นในรอบ 21 ปี ตั้งแต่พ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2544 พบว่าคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงพ.ศ. 2524 – พ.ศ. 2541 จัดอยู่ในคลื่นประเภทสงบ แต่มีบางปีที่มีพายุที่มีพายุเข้าทำให้เกิดคลื่นพายุ ซึ่งมีความสูงมากกว่า 2 เมตร จัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรงมีศักยภาพในการกัดเซาะชายฝั่งมาก และพ.ศ. 2542 – พ.ศ. 2544 คลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจัดอยู่ในประเภทปานกลาง จนถึงรุนแรงมาก ทำให้พื้นที่บางแห่ง เช่น บริเวณบ้านนำทรัพย์ชายฝั่งถูกกัดเซาะรุนแรงมากจนเกือบถึงถนน ทำให้ต้องมีการสร้างกำแพงตลิ่งกันคลื่นไม่ให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะมากไปกว่านี้ (ดังภาพประกอบ 21 - 22) ซึ่งสอดคล้องกับคำสัมภาษณ์ของ

เล็ก ฐานะวัฒนา (สัมภาษณ์ . 2547) อาศัยอยู่ที่บ้านปลายแหลมนานถึง 65 ปี ได้ให้สัมภาษณ์ถึงหาดทรายบริเวณแหลมตะลุมพุกว่า ชายหาดบริเวณบ้านปลายแหลมเมื่อ 30 ปีก่อน ชายหาดกว้างกว่าปัจจุบัน 4-5 เส้น (ประมาณ 160 -200 เมตร) แต่ปัจจุบันน้ำทะเลกัดชายฝั่งเข้ามา มาก โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม ลมแรงมาก ซึ่งเดิมบริเวณนี้มีต้นมะพร้าวขึ้นตามแนวชายฝั่งตลอดแนว แต่น้ำกัดเซาะต้นมะพร้าวไปหมด

อารี คงเกลี้ยง (สัมภาษณ์ . 2547) มีอาชีพทำประมงเป็นระยะเวลา 23 ปี ในบริเวณอ่าวปากพนัง ได้กล่าวถึงอ่าวปากพนังเมื่อ 20 ปีก่อน มีความอุดมสมบูรณ์ มีหอย ปู ปลา มาก ออกเรือไปแต่ละ

ครั้งได้ปลา ได้หอยเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่จะออกเรือในอ่าวปากพนัง ไม่ได้ออกเรือทางชายฝั่งด้านอ่าวไทย เนื่องจากจะต้องระมัดระวังเรื่องคลื่นลม แต่ปัจจุบันความอุดมสมบูรณ์ในด้านอ่าวปากพนังลดน้อยลง เนื่องจากน้ำตื้นเขินขึ้น หาดทรายหายไปมากขึ้น ทำให้บางครั้งก็ต้องออกเรือทางด้านฝั่งอ่าวไทย ซึ่งส่วนใหญ่จะออกในช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน เพราะช่วงนี้คลื่นลมบริเวณด้านอ่าวไทยสงบ น้ำทะเลไม่ค่อยมีคลื่นสูง ๆ แต่ถ้าในช่วงเดือน พฤศจิกายน ถึงมกราคม จะไม่ออกเรือทางด้านอ่าวไทยเลย เพราะลมแรง คลื่นแรง จะกลับไปออกเรือในด้านอ่าวปากพนัง

เครือวัลย์ มณีโชติ (สัมภาษณ์ . 2547) อาศัยอยู่ที่บ้านหน้าโกฏี อำเภอปากพนังมา 44 ปี ซึ่งเดิมปลูกบ้านอยู่ติดกับทะเล แต่เมื่อ 7 ปีก่อน ได้ย้ายบ้านมาปลูกฝั่งตรงข้ามของถนน เนื่องจากชายหาดถูกกัดเซาะหายไป เกือบถึงบ้าน

ต้า เขียมบุญรอด (สัมภาษณ์ . 2547) ชายของบริเวณที่จุดจอดรถแหลมตะลุมพุกมานานหลายปี ซึ่งเดิมบริเวณชายหาดแถมกว้างมากกว่าปัจจุบันมาก เพราะถูกกัดเซาะไปมาก ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า “น้ำทะเลกัด” ทำให้ต้องก่ออิฐกันน้ำทะเลไว้สำหรับจอดรถ เพราะในช่วงเดือนพฤศจิกายน คลื่นลมแรงมาก คลื่นซัดเข้ามาถึงบริเวณที่จอดรถ ทำให้ต้องก่ออิฐขึ้นมามาก และในช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนมกราคมคนมาเที่ยวน้อยมาก ส่วนช่วงเดือนที่คนมาเที่ยวกันเยอะ คือ เดือนมีนาคม เมษายน เพราะคลื่นสงบ



เดือนมกราคม



เดือนมีนาคม

ภาพประกอบ 20 เปรียบเทียบชายหาดบริเวณที่จุดจอดรถแหลมตะลุมพุก ระหว่างเดือนมกราคมและ มีนาคม

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ประเภทคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม การสัมภาษณ์ก็สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกรียงศักดิ์ บำเพ็ญโรตม และคณะ (2542) ได้สำรวจการพังทลายของชายฝั่งจังหวัดสงขลา - นครศรีธรรมราช โดยสำรวจตั้งแต่อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ถึงอำเภอเมืองสงขลา ซึ่งอำเภอปากพนัง ถึงอำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา มีการกัดเซาะมากที่สุดประมาณ 10-40 เมตร โดยการกัดเซาะมากขึ้นเมื่อเข้า

ใกล้แหลมตะลุมพุก ทำให้เกิดผลเสียอย่างมากต่อชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น เช่น บริเวณ บ้านหน้าโกฏีซึ่งเดิมทางด้านหน้าของถนนเป็นสวนมะพร้าวยื่นออกไป ประชาชนส่วนใหญ่ปลูกบ้านอาศัยทางด้านนี้ก่อนย้ายไปปลูกทางฝั่งด้านในของถนน เพราะพื้นที่ดังกล่าวเปลี่ยนไปทำนาุ้งและการถูกกัดเซาะของชายฝั่ง หรือบริเวณบ้านนำทรัพย์ ในอดีตประมาณ 40 ปีที่แล้วพื้นที่ทางด้านหน้าของถนนที่ติดกับชายหาดยื่นออกไปกว่า 30 เมตร และมีแนวต้นมะพร้าวเป็นแนวยาวแต่ปัจจุบันไม่หลงเหลือต้นมะพร้าวเลย ทำให้ชายฝั่งแคบลงเรื่อยๆ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2542 คลื่นในปีนั้นรุนแรงกว่าทุกปีที่ผ่านมา คลื่นซัดฝั่งหายไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2542 เกิดคลื่นยักษ์ทำให้สภาพชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปมาก และในช่วงฤดูมรสุมคลื่นจะซัดจนถึงถนนทำให้ถนนถูกกัดเซาะได้รับความเสียหาย ทางหน่วยงานราชการจึงได้ก่อสร้างกำแพงตลิ่ง ดังนั้นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม คลื่นในช่วงนี้มีแรงกระแทกกัดเซาะชายหาด มากกว่าในช่วงเดือนอื่นๆ



ภาพประกอบ 21 – 22 แสดงกำแพงตลิ่งสร้างขึ้นบริเวณบ้านนำทรัพย์เพื่อกันคลื่นไม่ให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะจนถึงถนน

นอกจากคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีกำลังกัดเซาะและนำพาทรายออกจากชายฝั่งแล้ว คลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่เคลื่อนตัวมาจากทิศตะวันออกเฉียง ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้เมื่อปะทะและทำมุมกับชายฝั่ง ทำให้เกิดกระแสน้ำชายฝั่ง ดังที่ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2545) กล่าวว่าคลื่นที่ทำมุมกับชายฝั่งคลื่นซัดหาดก็จะม้วนตัวขึ้นฝั่งในแนวทแยง ทำให้น้ำเคลื่อนที่ขนานกับฝั่งเป็นกระแสน้ำแคบๆ ซึ่งมากพอที่จะหอบเอาเม็ดทรายออกไปจากหาดได้ และจะนำไปตกตะกอนในบริเวณที่คลื่นอ่อนกำลังลง เช่น อ่าวที่เว้าลึกเข้าไปมากๆ จนเกิดเป็นสันทราย (Sand Bar) อยู่ใกล้ชายฝั่ง หรือสันทรายที่ยื่นออกมาจากหัวหาด เรียกจะงอยทราย (Sand Spit) และสันทรายที่เชื่อมเกาะระหว่างเกาะกับแผ่นดินที่เรียกว่า หาดเชื่อมเกาะ (Tombolo) ซึ่งการเกิดกระแสน้ำชายฝั่งทำให้ตะกอนที่ถูกกัดเซาะมาจากชายฝั่งด้านอ่าวไทยเคลื่อนตัวไปตามกระแสน้ำชายฝั่งและนำไปทับถมบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกเนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีอ่าวที่เว้าลึกเข้าไปมาก นั่นคืออ่าวปากพนังทำให้กำลังของคลื่นลดลงเกิดการทับถมของตะกอนทรายในบริเวณนี้ทำให้บริเวณปลายแหลมมีพื้นที่เพิ่มขึ้น ดังที่ เล็ก ฐานะวัฒนา (สัมภาษณ์ . 2547) ได้พูดถึงบริเวณปลายแหลมตอนสมัยที่เขาอายุประมาณ 20 ปีต้นๆ จากบ้านซึ่งอยู่ในตำบลปลายแหลมไปถึงหัวแหลมเพียง 2 กิโลเมตร แต่ตอนนี้ยาวถึงประมาณ 6 กิโลเมตร หรือจากการเปรียบเทียบแนวชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ. 2510 กับ พ.ศ. 2544 (ดังแผนที่ 13) เป็นระยะเวลา 34 ปี พบว่าบริเวณปลายแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.35 ตารางกิโลเมตร หรือยาวขึ้นประมาณ 1.13 กิโลเมตร นอกจากนี้ทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำชายฝั่งส่งผลต่อการวางตัวของสันดอนจะงอยทรายซึ่งสันดอนจะงอยทรายแหลมตะลุมพุกชี้ขึ้นไปทางทิศเหนือและปลายแหลมจะโค้งเข้าหาแผ่นดินทางด้านตะวันตกตามกระแส น้ำชายฝั่ง

ดังนั้นคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือโดยเฉพาะในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคมจัดเป็นคลื่นประเภทรุนแรงลงจนถึงปานกลาง ที่มีศักยภาพพอที่ในการกัดเซาะชายฝั่งไม่รุนแรงมาก แต่มีบางปีที่มีพายุเข้าทำให้เกิดคลื่นพายุที่มีศักยภาพในการกัดเซาะมาก ทำให้มีพลังในการกัดเซาะและนำพาทรายออกจากชายฝั่ง แต่ในขณะเดียวกันการที่คลื่นเคลื่อนตัวมาในทิศตะวันออกเฉียง , ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อเคลื่อนตัวปะทะกับแนวชายฝั่งในมุมเฉียงทำให้เกิดกระแสน้ำชายฝั่งนำพาตะกอนที่กัดเซาะจากชายฝั่งไปทับถมบริเวณปลายแหลมทำให้บริเวณนี้มีพื้นที่เพิ่มขึ้น และบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยมีพื้นที่ลดลงเนื่องจากถูกกัดเซาะ

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก

พืชพรรณธรรมชาติส่วนใหญ่ในแหลมตะลุมพุกคือ ป่าชายเลน ซึ่งเป็นพวกไม้แสมและโกงกาง ใบเล็กเป็นส่วนมาก และมีพวกถั่วขาวและประสักขึ้นปะปนบ้าง และมีมะพร้าวขึ้นบริเวณที่เป็นดินทรายอยู่ทางด้านชายฝั่งอ่าวไทย ซึ่งไม้แสม และโกงกางใบเล็ก เป็นพรรณไม้ป่าชายเลนที่ขึ้นบริเวณริมน้ำมีน้ำท่วมถึงขณะที่น้ำขึ้นสูงปกติดึงปานกลาง เนื่องจากแหลมตะลุมพุกมีเป็นที่ราบชายฝั่งมีน้ำท่วมถึงบ่อยครั้งและมีแม่น้ำปากพนังที่นำพาตะกอนดินเลนมาบริเวณอ่าวปากพนังด้วย ทำให้รากของป่าชายเลนช่วยดักจับตะกอนและช่วยต้านลมพายุ ดังที่สนธิ อักษรแก้ว กล่าวว่า ลักษณะของรากไม้โกงกางเป็นแบบระบบรากหายใจที่มีลักษณะทั้งรากค้ำจุนในไม้โกงกางที่ช่วยสามารถต้านลมพายุและเคลื่อนได้ นอกจากนั้นยังช่วยดักจับตะกอน ส่วนรากที่เจริญไม่ถึงพื้นดินจะเป็นรากอากาศ ส่วนในไม้แสมจะมีลักษณะรากแผ่เป็นรัศมีขนานกับผิวดิน และมีรากหายใจโผล่พ้นผิวดินขึ้นมา ซึ่งช่วยให้อยู่รอดในเวลาที่น้ำท่วมขัง และช่วยดักตะกอนดินเลนที่มาจากแม่น้ำปากพนังด้วย นอกจากระบบรากที่ช่วยในการค้ำจุน หายใจและดักจับตะกอนแล้ว ไม้โกงกาง แสม ยังมีผลที่งอกขณะที่อยู่บนต้น (Vivipary) ซึ่งชาวบ้านเรียกว่า “ฝัก” โดยฝักเหล่านี้เมื่อหลุดมาจากต้นแม่ลงสู่พื้นดินสามารถเจริญเติบโตทางด้านความสูงอย่างรวดเร็ว และยังสามารถลอยตัวในน้ำอีกด้วย เมื่อลอยไปเจอพื้นดิน ก็สามารถยึดดินเลนนั้นและเจริญเติบโตเป็นต้นแม่ต่อไป (สนธิ อักษรแก้ว :2541)

แต่ปัจจุบันเศรษฐกิจพัฒนาขึ้น การดำรงชีวิตของประชาชนก็เปลี่ยนแปลงไป จากที่เคยจับกุ้งปู ปลาในทะเล เปลี่ยนมาเป็นเพาะพันธุ์เลี้ยง ทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนไปทำนาเกลือเป็นจำนวนมาก ซึ่งการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนทำให้ป่าชายเลนลดน้อยลง ส่งผลต่อระบบนิเวศน์/และทำให้ตะกอนที่มาจากแม่น้ำปากพนังมีรากคอยยึดเกาะน้อยลง ทำให้การทับถมของพื้นที่ช้ากว่า บริเวณที่มีป่าชายเลนขึ้นอย่างหนาแน่น

ดังที่ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงเวลา 34 ปี ตั้งแต่พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2544 โดยใช้รูปถ่ายทางอากาศบันทึกภาพในปี พ.ศ. 2510 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตา สามารถจำแนกพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 เขต (ดังแผนที่ 15) คือ เขตพื้นที่ป่าชายเลน เขตพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกบุกรุก และเขตพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ป่าชายเลน และใช้ภาพจากดาวเทียมบันทึกภาพในปี พ.ศ. 2538 ; 2542 และ 2544 โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์แบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถจำแนกพื้นที่ศึกษาออกเป็น 2 เขต (ดังแผนที่ 16 , 17 และ 18 ตามลำดับ) คือ เขตพื้นที่ป่าชายเลน และเขตพื้นที่อื่นๆ ที่ไม่ใช่ป่าชายเลน พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนในช่วง 28 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2538) มีแนวโน้มลดลง คือ พ.ศ. 2510 มีพื้นที่ป่าชายเลน 88.74 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2538 มีพื้นที่ป่าชายเลน 82.12 ตารางกิโลเมตร (ดัง

ตาราง 9) เนื่องจากการบุกรุกป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งด้านอำเภอเมือง ไปทำกิจกรรมนาุ้งเก็บทั้งหมด ป่าชายเลนบริเวณนั้นเหลือจำนวนน้อยมาก หรือแทบจะไม่มีเลย และบริเวณตัวแหลมตะลุมพุกก็ถูกบุกรุกทำนาุ้งเช่นกัน แต่ในขณะเดียวกันมีการเพิ่มขึ้นของป่าชายเลนในพื้นที่งอกใหม่ โดยพื้นที่งอกใหม่นี้เกิดจากการตกตะกอนจากแม่น้ำปากพนังที่พัดพามา และมีรากของป่าชายเลนช่วยดักจับตะกอนทำให้มีตะกอนทับถมเป็นจำนวนมากจนโผล่พ้นน้ำ และเป็นพื้นดินที่ให้ป่าชายเลนได้ขยายตัวต่อไป ทำให้มีการเพิ่มของพื้นที่ป่าชายเลนทดแทนมาด้วยทำให้พื้นที่ป่าชายเลนใน ช่วง 28 ปีมีพื้นที่ป่าชายเลนลดลงไม่มาก คือ 6.62 ตารางกิโลเมตร (ดังตาราง 10)

ส่วนพื้นที่ป่าชายเลนในช่วงปี 6 ปี (พ.ศ. 2538 - พ.ศ. 2544) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ คือ พ.ศ. 2538 มีพื้นที่ป่าชายเลน 82.12 ตารางกิโลเมตร พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ป่าชายเลน 84.21 ตารางกิโลเมตร และในพ.ศ. 2544 มีพื้นที่ป่าชายเลน 88.03 ตารางกิโลเมตร (ดังตาราง 9) มีป่าชายเลนเพิ่มขึ้นบริเวณตัวแหลมตะลุมพุกซึ่งป่าชายเลนที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลนบนพื้นที่งอกใหม่ และบริเวณนี้ในปี พ.ศ. 2542 กรมพัฒนาที่ดินได้วางแผนการใช้ที่ดิน โดยให้บริเวณนี้เป็นเขตคุ้มครองสภาพป่า และเขตฟื้นฟูสภาพป่าด้วยวิธีธรรมชาติ ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณนี้ไม่ถูกบุกรุกดังเช่นปีก่อนๆ ซึ่งมีพื้นที่เพิ่มขึ้น ในช่วง 4 ปี ตั้งแต่พ.ศ. 2538 – พ.ศ. 2542 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 2.09 ตารางกิโลเมตร (ดังตาราง 10) และในช่วง 2 ปี ตั้งแต่พ.ศ. 2542 – พ.ศ. 2544 มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 3.82 ตารางกิโลเมตร (ดังตาราง 10) ส่วนที่ชายฝั่งด้านอำเภอเมือง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ทำนาุ้งทำให้พื้นที่ในบริเวณนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือพื้นที่ไม่มีการทับถมของตะกอนเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างจากตัวแหลมตะลุมพุก ตาราง 9 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนในพ.ศ. 2510 , 2538 , 2542 และ พ.ศ. 2544

พ.ศ.	พื้นที่ป่าชายเลน (ตร.กม.)
2510	88.74
2538	82.12
2542	84.21
2544	88.03

ตาราง 10 แสดงพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลน ของพื้นที่ศึกษา

ลำดับที่	ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล		ระยะเวลา (ปี)	พื้นที่เปลี่ยนแปลง (ตร.กม)
	จากปี	ถึงปี		
1	รูปถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	28	ลดลง 6.62
2	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ.2538	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	4	เพิ่มขึ้น 2.09
3	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	2	เพิ่มขึ้น 3.82

ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วง 34 ปี พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนที่ชายฝั่งทางด้านอำเภอเมือง พื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกไปทำนาทุ่งเกือบทั้งหมด มีป่าชายเลนเหลือน้อยมาก ทำให้บริเวณนี้ในช่วง 34 ปีไม่มีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งมากนัก คือไม่มีการทับถมของตะกอนแม่น้ำปากพนัง ซึ่งต่างจากตัวแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบริเวณนี้เป็นเขตคุ้มครองสภาพป่า ไม่มีการบุกรุกป่าชายเลนเพื่อทำนาทุ่ง และการที่มีตะกอนจากแม่น้ำปากพนังมาทับถมและมีรากไม้โกงกางคอยดักจับตะกอนไว้ ทำให้เกิดดินเลนงอกใหม่ซึ่งเป็นพื้นที่ขยายพันธุ์ป่าชายเลนต่อไป เมื่อพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นทำให้แนวชายฝั่งบริเวณนี้มีการขยายตัวมากขึ้น

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช
ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งใช้ช่วงเวลาในการศึกษาทั้งหมด 4 ช่วงเวลาคือ

3.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2538 เป็นเวลา 28 ปี พบว่าบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก ซึ่งเป็นสันดอนจะอยทราย ยึดตัวออกเนื่องจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำชายฝั่ง โดยมีความกว้าง 751.06 เมตร เป็นพื้นที่ 0.35 ตารางกิโลเมตร และบริเวณทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าชายเลน มีความกว้าง 2,164.74 เมตร เป็นพื้นที่ 14.20 ตารางกิโลเมตร และบริเวณชายฝั่งด้านอำเภอไทยมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะเป็นพื้นที่ 2.99 ตารางกิโลเมตร มีความกว้าง 286.53 เมตร ส่วนชายฝั่งด้านอำเภอเมืองมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ 1.05 ตารางกิโลเมตร

3.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2542 เป็นเวลา 4 ปี พบว่า บริเวณปลายแหลมตะลุมพุก ยึดตัวออกเนื่องจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำ ชายฝั่ง โดยมีความกว้าง 237.19 เมตร เป็นพื้นที่ 0.17 ตารางกิโลเมตร และบริเวณทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าชายเลน มีความกว้าง 466.57 เมตร เป็นพื้นที่ 0.96 ตารางกิโลเมตร และบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะเป็นพื้นที่ 1.06 ตารางกิโลเมตร มีความกว้าง 136.73 เมตร ส่วนชายฝั่งด้านอำเภอเมืองมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ 0.38 ตารางกิโลเมตร

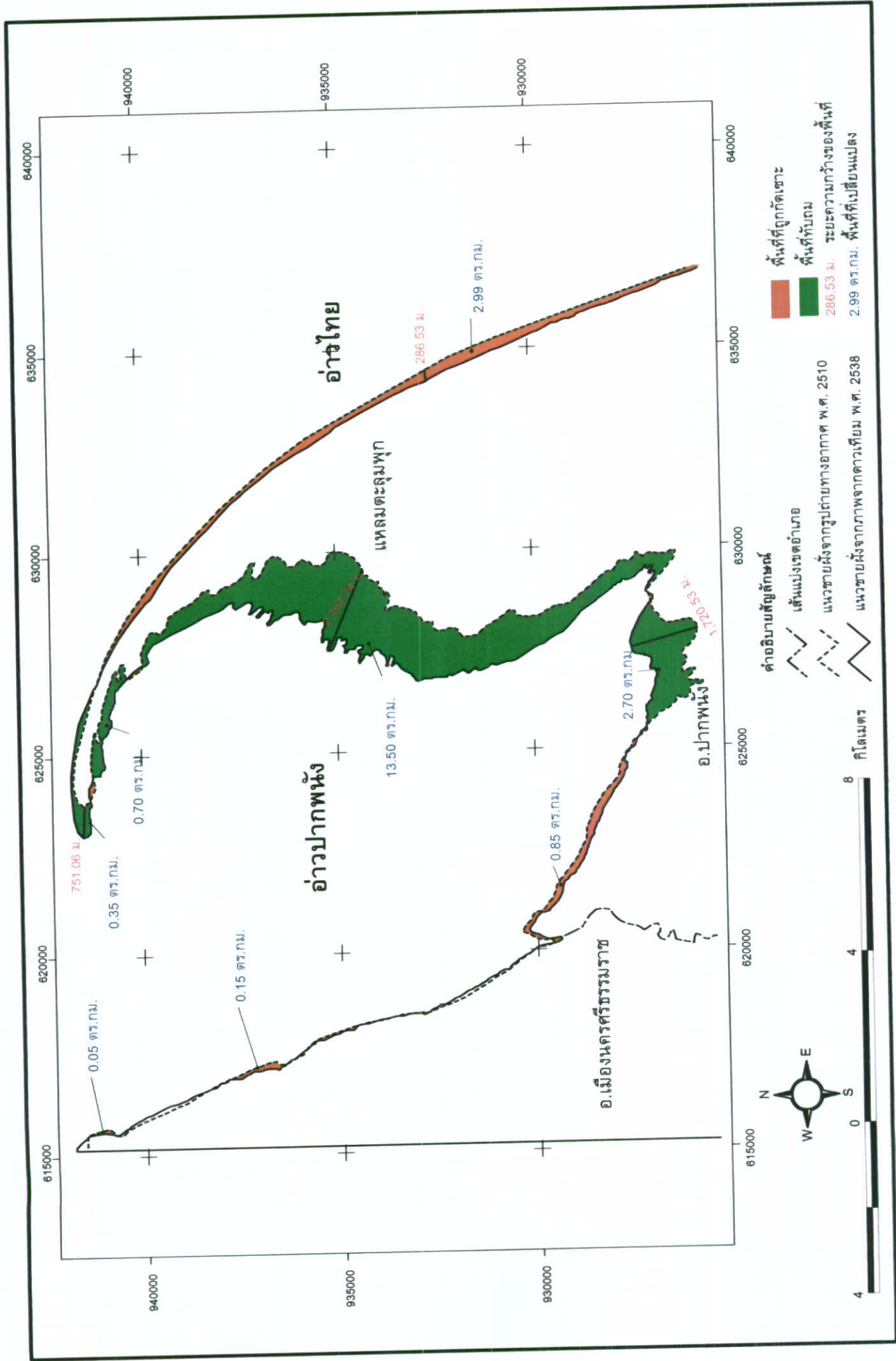
3.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2542 ถึง พ.ศ. 2544 เป็นเวลา 2 ปี พบว่า บริเวณปลายแหลมตะลุมพุก ยึดตัวออกเนื่องจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำ ชายฝั่ง โดยมีความกว้าง 66.11 เมตร เป็นพื้นที่ 0.02 ตารางกิโลเมตร และบริเวณทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าชายเลน มีความกว้าง 325.41 เมตร เป็นพื้นที่ 0.48 ตารางกิโลเมตร และบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะเป็นพื้นที่ 0.23 ตารางกิโลเมตร มีความกว้าง 70.68 เมตร ส่วนชายฝั่งด้านอำเภอเมืองพื้นที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเริ่มมีป่าชายเลนขึ้นปกคลุม ทำให้ช่วยบรรเทาการกัดเซาะชายฝั่ง

3.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2544 เป็นเวลา 34 ปี พบว่าบริเวณปลายแหลมตะลุมพุก ยึดตัวออกเนื่องจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำชายฝั่ง โดยมีความกว้าง 1,127.71 เมตร เป็นพื้นที่ 0.37 ตารางกิโลเมตร และบริเวณทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าชายเลน มีความกว้าง 2,657.73 เมตร เป็นพื้นที่ 16.16 ตารางกิโลเมตร และบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะเป็นพื้นที่ 4.61 ตารางกิโลเมตร มีความกว้าง 382.05 เมตร ส่วนชายฝั่งด้านอำเภอเมืองมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ 0.65 ตารางกิโลเมตร

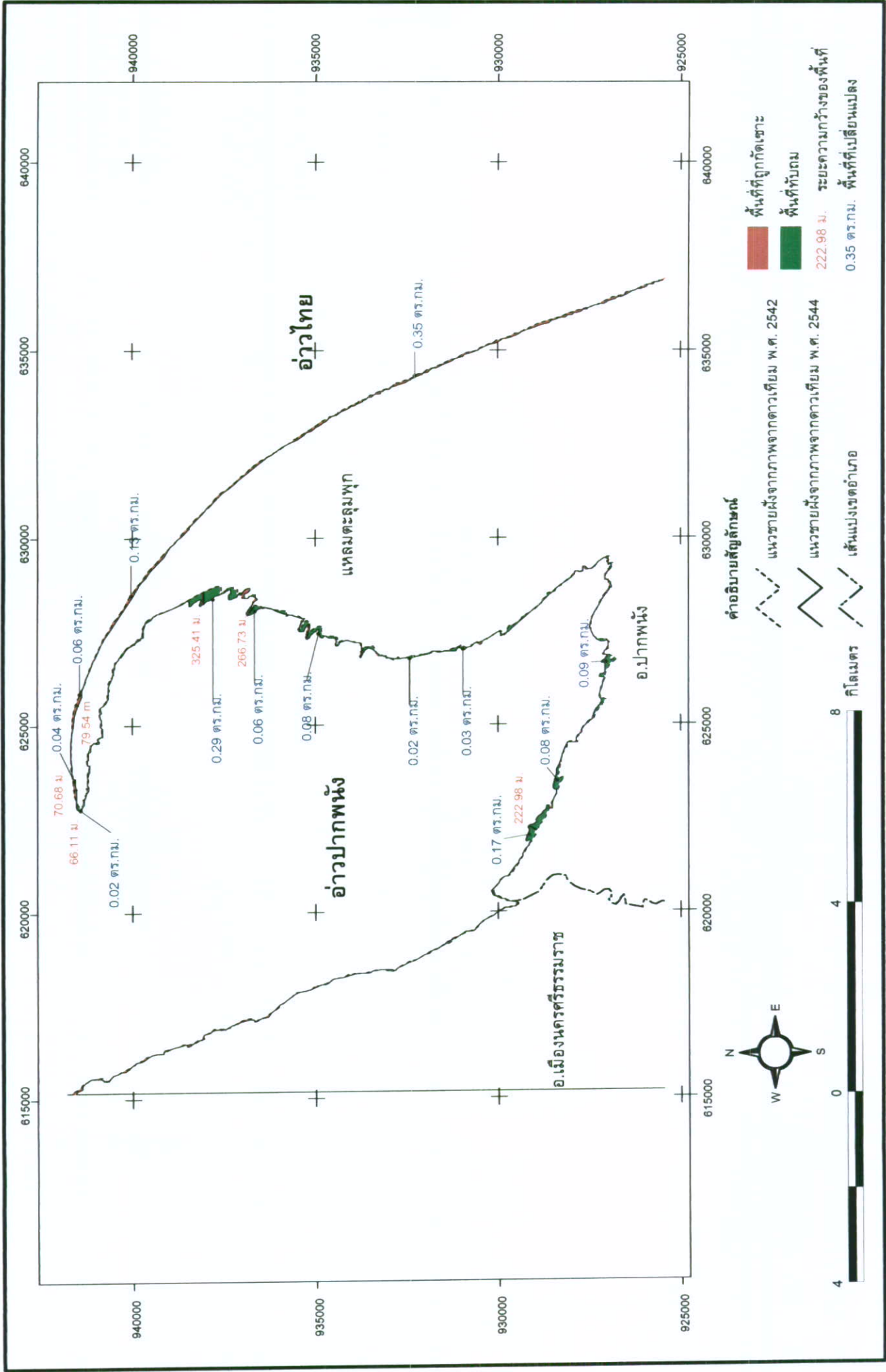
จากการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทั้ง 4 ช่วงเวลา สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

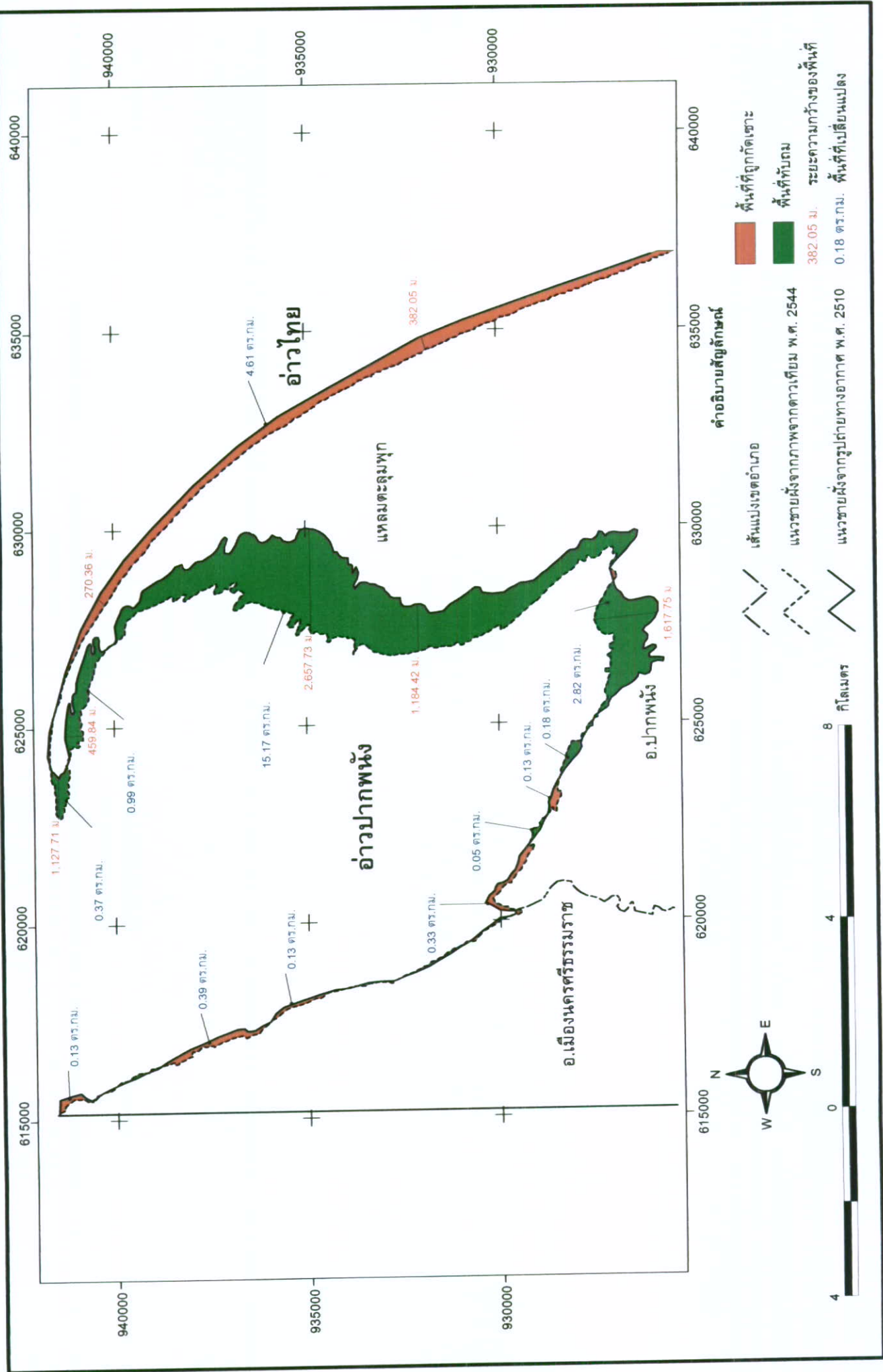
ตาราง 11 พื้นที่การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช

ลำดับ ที่	ช่วงเวลาที่เปรียบเทียบข้อมูล		ระยะเวลา (ปี)	พื้นที่กัดเซาะ (ตร.กม.)	พื้นที่ทับถม (ตร.กม.)
	จากปี	ถึงปี			
1	รูปถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	28	ลดลง 4.29	เพิ่มขึ้น 17.49
2	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	4	ลดลง 2.35	เพิ่มขึ้น 2.55
3	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	2	ลดลง 1.28	เพิ่มขึ้น 1.64
4	รูปถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	34	ลดลง 5.92	เพิ่มขึ้น 22.76



แผนที่ 10 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2538





แผนที่ 13 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจาก พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2544

4. ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุกเพื่อพยากรณ์ระยะเวลาที่ปลายแหลมตะลุมพุกเชื่อมติดกับแผ่นดิน

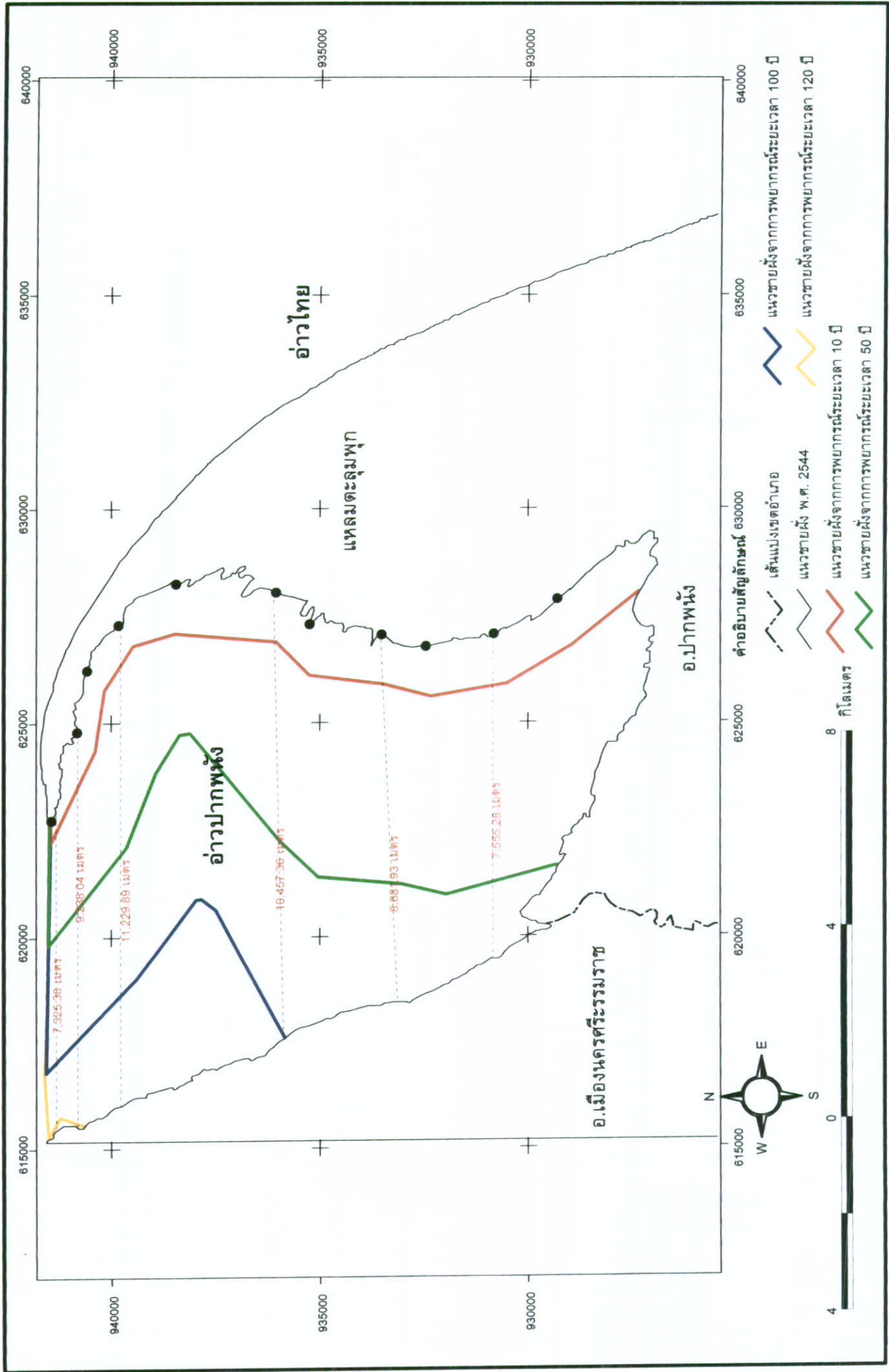
จากการเปรียบเทียบข้อมูลจากพ.ศ. 2510 ถึงปี พ.ศ.2544 พบว่าบริเวณปลายแหลมยึดตัวในด้านตะวันตก คือ พ.ศ. 2510 ปลายแหลมตั้งอยู่ที่ UTM 623753 ตะวันออก และ UTM 941441 เหนือ ส่วน พ.ศ. 2544 ปลายแหลมอยู่ที่ UTM 622734 ตะวันออก และUTM ที่ 941435 เหนือ ซึ่งปลายแหลมมีแนวโน้มงอกตัวไปในทิศทางเข้าหาแผ่นดิน ดังนั้นในช่วง 34 ปีปลายแหลมมีการงอกไปในทิศตะวันตก

จากการคำนวณหาอัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทับถมเฉลี่ยต่อปี พบว่า การทับถมในรอบ 34 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ทับถม 22.76 ตารางกิโลเมตร อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปีมีพื้นที่ทับถม 0.67 ตารางกิโลเมตร (ดังตาราง 12) โดยส่วนใหญ่การทับถมจะพบในบริเวณปลายแหลมและด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกที่มีป่าชายเลนขึ้นอยู่

ตาราง 12 อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ทับถมเฉลี่ยต่อปี

ลำดับที่	ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล		ระยะเวลา(ปี)	พื้นที่ทับถม(ตร.กม.)	อัตราการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยต่อปี (ตร.กม.)
	จากปี	ถึงปี			
1	รูปถ่ายทางอากาศพ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	28	เพิ่มขึ้น 17.49	0.62
2	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ.2538	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	4	เพิ่มขึ้น 2.55	0.63
3	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	2	เพิ่มขึ้น 1.64	0.82
4	รูปถ่ายทางอากาศพ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	34	เพิ่มขึ้น 22.76	0.67

ซึ่งจากการพิจารณาถึงขนาดรูปร่างกว้างยาวแล้ว พบว่าระยะทางจากปลายแหลมห่างจากแผ่นดินบริเวณชายฝั่งด้านอำเภอเมืองเป็นระยะทาง 7,325.38 เมตร เมื่อคำนวณระยะกว้างจากปลายแหลมห่างจากแผ่นดิน กับช่วงเวลาทรายงอกในรอบ 4 ปี ปลายแหลมที่เป็นสันดอนจะทยอยทรายก็อาจจะออกมาเชื่อมกับแผ่นดินในอีกประมาณ 120 ปี โดยปลายแหลมมีพื้นที่งอกกว้างขึ้นปีละ 59.3 เมตร และบริเวณตัวแหลมมีแผ่นดินขยายกว้างขึ้นปีละ 116.6 เมตร ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 100 ปีที่จะมีดินเลนงอกเพิ่มจนเชื่อมกับแผ่นดิน และการที่มีดินเลนงอกเพิ่มขึ้นไปทางด้านตะวันตกจะทำให้ชาวทางเดินของแม่น้ำปากพนังที่ไหลลงสู่อ่าวปากพนัง ทำให้แม่น้ำปากพนังถูกพื้นดินเลนดันให้น้ำไหลไปในทิศทางตะวันตก



แผนที่ 14 แนวชายฝั่งจากการพยากรณ์

อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่กัดเซาะเฉลี่ยต่อปี พบว่า การกัดเซาะในรอบ 34 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544 พื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ 5.92 ตารางกิโลเมตร ซึ่งมีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยต่อปี 0.17 ตารางกิโลเมตร (ดังตารางที่ 13) โดยส่วนใหญ่การกัดเซาะจะพบในบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทย เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีแรงกระแทกพัดฝั่งทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะ ซึ่งอัตราการกัดเซาะเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล ชนิดความคงทนของหิน สัณฐานชายฝั่งทะเล และกิจกรรมมนุษย์เป็นต้น ซึ่งถ้าพิจารณาถึงปริมาณพื้นที่ในรอบ 34 ปีที่ถูกกัดเซาะ อัตราการกัดเซาะต่อปีมีปริมาณไม่มาก แต่บางพื้นที่ เช่น บริเวณบ้านน้ำทรัพย์ มีการสร้างกำแพงตลิ่งกันคลื่น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยบรรเทาอัตราการกัดเซาะ

ตาราง 13 อัตราการเปลี่ยนแปลงพื้นที่กัดเซาะเฉลี่ยต่อปี

ลำดับ ที่	ช่วงเวลาเปรียบเทียบข้อมูล		ระยะเวลา (ปี)	พื้นที่กัดเซาะ (ตร.กม.)	อัตราการ เปลี่ยนแปลง เฉลี่ย ต่อปี (ตร.กม.)
	จากปี	ถึงปี			
1	รูปถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	28	ลดลง 4.29	0.15
2	ภาพจากดาวเทียม 22 มิถุนายน พ.ศ. 2538	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	4	ลดลง 2.35	0.59
3	ภาพจากดาวเทียม 8 มกราคม พ.ศ. 2542	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	2	ลดลง 1.28	0.64
4	รูปถ่ายทางอากาศ พ.ศ. 2510	ภาพจากดาวเทียม 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2544	34	ลดลง 5.92	0.17

สรุป อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า และข้อเสนอแนะ

1. คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม

2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก

3. การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)

4. การขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มขยายเพิ่มขึ้นจนเชื่อมต่อกับพื้นแผ่นดิน

การศึกษาครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุก จังหวัด นครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2544 โดยศึกษาปัจจัยคลื่นในช่วงลม มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและ นำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการ ขยายตัวของแหลมตะลุมพุก การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัด นครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี และการขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มขยายเพิ่มขึ้นจน เชื่อมต่อกับผืนแผ่นดิน

1. คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม

ผลจากการศึกษาคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในรอบ 34 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2510 ถึง พ.ศ. 2541 ส่วนใหญ่จัดเป็นคลื่นประเภทสงบ และในพ.ศ. 2542- พ.ศ. 2544 จัดเป็นคลื่นประเภทปานกลางโดยเฉพาะเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และเดือนมกราคม ในบางปี เช่น พ.ศ. 2535 , 2536 , 2540 , 2541 และ พ.ศ. 2542 มีพายุดีเปรสชันจนถึงไต้ฝุ่นพัดเข้ามาทำให้เกิดคลื่นสูงกว่า 2 เมตร ซึ่งจัดเป็นคลื่นรุนแรงจนถึงบ้านปวนมีศักยภาพในการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรง ดังนั้นคลื่นในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีพลังในการกัดเซาะชายฝั่งด้านอ่าวไทยปานกลางจนถึงรุนแรง ซึ่งตะกอนที่คลื่นกัดเซาะถูกกระแสน้ำชายฝั่ง ที่เกิดจากคลื่นทำมุมเฉียงกับชายฝั่ง ทำให้น้ำเคลื่อนที่ขนานกับฝั่ง

เป็นกระแสน้ำแคบๆ นำพาตะกอนที่ได้จากการกัดเซาะพัดขึ้นไปตามแนวชายฝั่ง และไปตกตะกอนในบริเวณที่กำลังคลื่น และกระแสน้ำอ่อนลง ซึ่งเป็นบริเวณปลายแหลม ทำให้ปลายแหลมมีพื้นที่เพิ่มขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยาย ตัวของแหลมตะลุมพุก

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลนในช่วง 34 ปี พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนทางชายฝั่งด้านอำเภอเมืองพื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกไปทำนาทุ่งเกือบทั้งหมด มีป่าชายเลนเหลือน้อยมาก ทำให้บริเวณนี้ในช่วง 34 ปีไม่มีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งมากนัก คือไม่มีการทับถมของตะกอนแม่น้ำปากพนัง ซึ่งต่างจากทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบริเวณนี้ก็เป็นเขตคุ้มครองสภาพป่า ไม่มีการบุกรุกป่าชายเลนเพื่อทำนาทุ่ง และการที่มีตะกอนจากแม่น้ำปากพนังมาทับถมและมีรากไม้โกงกางคอยดักจับตะกอนไว้ ทำให้เกิดดินเลนงอกใหม่ซึ่งเป็นพื้นที่ขยายพันธุ์ป่าชายเลนต่อไป เมื่อพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นทำให้แนวชายฝั่งบริเวณนี้มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

นอกจากนี้การที่พื้นที่ป่าชายเลนทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีดินเลนงอกเพิ่มขึ้นทำให้ดินเลนที่งอกนี้ขวางทางเดินของแม่น้ำปากพนัง ส่งผลให้ป่าชายเลนต้นลำน้ำปากพนังที่ไหลลงสู่อ่าวปากพนังให้ไหลเบี่ยงเบนไปทางทิศตะวันตก

3. การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งใช้ช่วงเวลาในการศึกษาทั้งหมด 4 ช่วงเวลา พบว่า มีทั้งพื้นที่ทับถมและถูกกัดเซาะ โดยพื้นที่ที่มีการทับถมอยู่บริเวณปลายแหลม และด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุก ส่วนพื้นที่ที่มีการกัดเซาะอยู่ทางด้านชายฝั่งด้านอ่าวไทย และชายฝั่งด้านอำเภอเมือง ซึ่งบริเวณปลายแหลมมีพื้นที่งอกขึ้นไปในทิศตะวันตก โดยในระยะเวลา 34 ปี มีพื้นที่ทับถมทั้งหมด 22.76 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่กัดเซาะทั้งหมด 5.92 ตารางกิโลเมตร ซึ่งบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงโดดเด่นคือ ปลายแหลมงอกเพิ่มขึ้น 0.37 ตารางกิโลเมตรและมีทิศทางไปด้านตะวันตกเข้าหาแผ่นดิน กับบริเวณทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมากถึง 15.17 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าชายเลน มีทั้งเสม และโกงกาง ส่วนบริเวณที่ถูกกัดเซาะเด่นชัด คือ ด้านชายฝั่งอ่าวไทย มีพื้นที่ถูกกัดเซาะ 4.61 ตารางกิโลเมตร สาเหตุมาจากคลื่นพายุในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

4. การขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มขยายเพิ่มขึ้นจนเชื่อมต่อกับผืนแผ่นดิน

การขยายตัวของแหลมตะลุมพุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยปลายแหลมมีทิศทางวางตัวไปทางด้านตะวันตกเข้าหาแผ่นดิน จากพ.ศ. 2510 ปลายแหลมตั้งอยู่ที่ UTM 623753 ตะวันออก และ UTM 941441 เหนือ จนถึง พ.ศ. 2544 ปลายแหลมยกขึ้น อยู่ที่ UTM 622734 ตะวันออก และ UTM ที่ 941435 เหนือ ส่วนตัวแหลมมีป่าชายเลนช่วยดักจับตะกอนที่มาจากแม่น้ำปากพนังทำให้เกิดเป็นดินเลนงอกใหม่ ทำให้ตัวแหลมขยายเพิ่มขึ้นโดยขยายเพิ่มขึ้นไปทางด้านตะวันตกเช่นเดียวกับปลายแหลม โดยปลายแหลมอยู่ห่างจากแผ่นดินเป็นระยะทาง 7,325.38 เมตร และตัวแหลมที่ออกมาทางด้านตะวันตกมากที่สุดอยู่ห่างจากแผ่นดินประมาณ 6,399.69 เมตร ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาประมาณ 100 – 120 ปีที่ปลายแหลมและตัวแหลมจะขยายเพิ่มขึ้นจนเชื่อมกับแผ่นดิน

การอภิปรายผลการศึกษา

การอภิปรายผลการศึกษาจะอภิปรายตามหัวข้อต่อไปนี้

1. คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม
2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก
3. การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)
4. ปัญหาในการศึกษา และข้อเสนอแนะ

1. คลื่นประเภทปานกลางในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีอิทธิพลในการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณทะเลนอกของแหลมตะลุมพุกและนำตะกอนมาทับถมบริเวณปลายแหลม

เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคมเป็นช่วงอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางลมพัดมาจากทางด้านตะวันออก ตะวันออกเฉียงเหนือ หรือทางทะเลจีนใต้ ผ่านอ่าวไทยเข้าสู่ชายฝั่งอ่าวไทยของภาคใต้ประเทศไทย ทำให้บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยมีคลื่นสูงจัดอยู่ในประเภทปานกลางจนถึงรุนแรง และบางครั้งเกิดเป็นคลื่นพายุ เนื่องจากทะเลหรือมหาสมุทรเป็นแหล่งกำเนิดของพายุ ดังที่พาณิซ ภักตร์เจริญ (2538 : 12 – 14) กล่าวถึงแหล่งกำเนิดของการเกิดพายุหมุนเขตร้อน โดยพลังงานส่วนใหญ่ของพายุได้รับจากไอน้ำในทะเลและมหาสมุทร และพายุจะสลายตัวไปถ้าปราศจากไอน้ำไปเลี้ยง ดังปรากฏให้เห็นเมื่อพายุเคลื่อนจากน่านน้ำเข้าสู่แผ่นดิน ในขณะที่พายุอยู่เหนือน้ำ พายุจะมีกำลังแรงที่สุด ทำให้ท้องทะเลเกิดการปั่นป่วนและเกิดคลื่นขนาดใหญ่มาก ซึ่งคลื่นชนิดนี้จะเคลื่อนที่

ด้วยความเร็วสูง เมื่อเคลื่อนเข้าปะทะชายฝั่ง ทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างฉับพลัน สิ่งก่อสร้างและสิ่งมีชีวิตที่ปรากฏอยู่ตามชายฝั่งจะได้รับอันตรายและเสียหายมาก ซึ่งบริเวณแหลมตะลุมพุกเคยได้รับความเสียหายจากอิทธิพลของพายุเช่นนี้ในปี พ.ศ. 2505 พายุโซนร้อนแฮเรียต (Harriet) เข้ามาจังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้เกิดคลื่นยักษ์ทำลายทรัพย์สินและชีวิตที่อยู่บริเวณแหลมตะลุมพุก และจากการศึกษาของชวรี วราศรัย และคณะ (2542) ทำสถิติพายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทย พ.ศ. 2497 ถึง พ.ศ. 2541 พบว่าในรอบ 48 ปี จังหวัดนครศรีธรรมราชมีพายุหมุนเขตร้อนเข้ามาทั้งหมด 12 ลูก เป็นพายุโซนร้อน 4 ลูก เข้ามาในปี พ.ศ. 2505 , 2513 , 2535 และ พ.ศ. 2541 ส่วนที่เหลือเป็นพายุดีเปรสชัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเข้ามาในช่วงเดือนพฤศจิกายนมากที่สุด รองลงมาคือเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคมตามลำดับ ดังนั้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม บริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีคลื่นประเภทปานกลางจนถึงรุนแรง หรือบางครั้งเป็นคลื่นพายุที่มีแรงกระแทกซัดฝั่งทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะซึ่งตะกอนจะถูกพัดออกไปทับถมในทะเลส่วนหนึ่ง และอีกส่วนกระแสน้ำชายฝั่งพัดพาไปทับถมตามแนวชายฝั่ง ดังที่ปัญญา กล่าวไว้ว่า การทับถมตามแนวชายฝั่งขึ้นอยู่กับกำลังของกระแสน้ำหรือคลื่นอ่อนกำลังลง แรงการนำพาตะกอนก็จะน้อยทำให้บริเวณนั้นเกิดการทับถมของตะกอน เช่น อ่าวที่เว้าลึกเข้าไปมากๆ จนเกิดเป็นสันทราย (Sand Bar) อยู่ใกล้ชายฝั่ง หรือสันทรายที่ยื่นออกมาจากหัวหาด เรียกจะออยทราย (Sand Spit) (ปัญญา จารุศิริ และคณะ . 2545) ส่วนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ลมพัดมาจากอ่าวเบงกอลเข้าสู่ภาคใต้ทางฝั่งอันดามันทำให้บริเวณชายฝั่งทางด้านอ่าวไทยไม่ค่อยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ดังที่พานิช กล่าวไว้ว่าความแรงของลมจะลดลงเมื่อเคลื่อนเข้าสู่แผ่นดิน ผ่านเทือกเขาผลจากความขรุขระจะยิ่งทำให้ความเร็วของลมลดกำลังลง (พานิช ภักตร์เจริญ. 2538 : 14) ประกอบกับทิศทางที่ลมพัดมาจากทิศตะวันตก และตะวันตกเฉียงใต้พัดขึ้นไปทางเหนือทำให้ชายฝั่งด้านอ่าวไทยไม่ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ดังนั้นทะเลทางด้านชายฝั่งอ่าวไทยมีคลื่นลมสงบ แรงในการกัดเซาะชายฝั่งน้อยกว่าคลื่นมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้กระแสน้ำชายฝั่งมีกำลังอ่อนที่จะพาตะกอนไปทับถมปลายแหลม ทำให้ตะกอนจากกระแสน้ำชายฝั่งในช่วงนี้พาตะกอนมาทับถมบริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยมากกว่านำไปทับถมปลายแหลม ทำให้ชายฝั่งด้านอ่าวไทยในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีหาดทรายกว้างขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่พืชพรรณธรรมชาติมีผลต่อการขยายตัวของแหลมตะลุมพุก

บริเวณอ่าวปากพนังมีแม่น้ำปากพนังไหลลงสู่ทะเล เกิดเป็นตะกอนทับถมบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของป่าชายเลน เนื่องจากป่าชายเลนมีคุณสมบัติพิเศษกว่าป่าชนิดอื่น ๆ คือ พันธุ์ไม้ในป่าชายเลนสามารถแพร่พันธุ์ด้วยเมล็ด ฝัก โดยทางน้ำได้เป็นระยะทางไกล ๆ เมื่อ

เมล็ดของไม้เหล่านั้นลอยไปติดอยู่ตามแผ่นดินโคลน หรือเลนที่เกิดขึ้นใหม่มันก็จะพากันงอกงาม ในไม่ช้าแผ่นดินเลนนั้นเต็มไปด้วยต้นไม้กลายเป็นป่าโกงกาง และป่าชายเลนทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างทะเลและพื้นดินเป็นพื้นที่รองรับสิ่งต่าง ๆ จากพื้นดินลงสู่ทะเล รวมถึงการเป็นตัวจับตะกอนดินของป่าชายเลน เนื่องจากป่าชายเลนมีระบบรากขนาดใหญ่ ซึ่งรากเหล่านี้จะอยู่เหนือพื้นดิน ในขณะที่คลื่นอ่อนตัวตะกอนในน้ำจะถูกดักเก็บโดยรากของป่าชายเลน ทำให้เกิดดินเลนงอกใหม่ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังช่วยบรรเทาความรุนแรงของคลื่นและพายุที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง (จินตนา ปลาทอง . ม.ป.ป.)

ปัจจุบันมีการตัดไม้ทำลายป่าชายเลน เพื่อทำเป็นนาุ้งจำนวนมาก ดังนั้นป่าชายเลนจึงลดน้อยลง โดยเฉพาะที่ชายฝั่งด้านอำเภอเมือง ตั้งแต่พ.ศ. 2510 เริ่มมีการบุกรุกป่าชายเลน จนกระทั่งปัจจุบันบริเวณนี้กลายเป็นนาุ้งเกือบทั้งหมด ทำให้ชายฝั่งบริเวณนี้ไม่มีการงอกของดินเลนใหม่ แต่กลับมีการกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นเนื่องจากไม่มีรากของป่าชายเลนที่คอยบรรเทาแรงของคลื่นและกระแสน้ำที่กัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งต่างจากตัวแหลมตะลุมพุกที่มีการอนุรักษ์และกำหนดให้เป็นพื้นที่คุ้มครองสภาพป่า ทำให้ป่าชายเลนบริเวณนี้ไม่ถูกบุกรุก มีความอุดมสมบูรณ์ทั้งป่าโกงกางและป่าแสม ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่ระบบรากหายใจ ดังที่ สนิท อักษรแก้ว (2541) กล่าวถึงลักษณะของรากของโกงกางและแสมเป็นแบบระบบรากหายใจที่มีลักษณะทั้งรากค้ำจุนในไม้โกงกางที่ช่วยสามารถต้านลมพายุและคลื่นได้ นอกจากนั้นยังช่วยดักจับตะกอน ส่วนรากที่เจริญไม่ถึงพื้นดินจะเป็นรากอากาศ ส่วนในไม้แสมจะมีลักษณะรากแผ่เป็นรัศมีขนานกับผิวดิน และมีรากหายใจโผล่พ้นผิวดินขึ้นมา ซึ่งช่วยให้อยู่รอดในเวลาที่น้ำท่วมขัง และช่วยดักจับตะกอนดินเลนที่มาจากแม่น้ำปากพนังด้วย ทำให้เกิดดินเลนงอกใหม่และจะพัฒนาเป็นพื้นที่ขยายพันธุ์ป่าชายเลนต่อไป ดังนั้นบริเวณแหลมตะลุมพุกมีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่งอกใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับสูตรรัตน์ ตรีเพชรกุล และคณะ (2540) ติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า พื้นที่ป่าชายเลนตั้งแต่ พ.ศ. 2534 ถึง พ.ศ. 2538 พื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณพื้นที่งอกใหม่ แสดงว่าป่าชายเลนช่วยดักจับตะกอนทำให้เกิดดินเลนงอกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

3. การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเวลา 34 ปี (พ.ศ. 2510 – พ.ศ. 2544)

ในช่วง 34 ปี แนวชายฝั่งแหลมตะลุมพุกมีการเปลี่ยนแปลงมีทั้งพื้นที่ที่มีการทับถม และพื้นที่ถูกกัดเซาะ

3.1 พื้นที่ที่ทับถม ได้แก่ทางด้านตะวันตกของแหลมตะลุมพุกเป็นพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยป่าชายเลน มีตะกอนจากแม่น้ำปากพนังมาทับถมและมีรากไม้โกงกางคอยดักจับตะกอนไว้ ทำให้เกิดดิน

เลนงอกใหม่ซึ่งเป็นพื้นที่ขยายพันธุ์ป่าชายเลน เมื่อพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นทำให้แนวชายฝั่งบริเวณนี้มีการขยายตัวมากขึ้น และพื้นที่ที่ทับถมอีกแห่งคือ บริเวณปลายแหลม เนื่องมาจากการพัดพาตะกอนของกระแสน้ำชายฝั่งมาทับถมบริเวณปลายแหลมทำให้บริเวณปลายแหลมมีตะกอนกรวด ททรายทับถมกันเป็นสันดอนจะงอยงอกเข้าหาแผ่นดิน ตามทิศทางของกระแสน้ำชายฝั่ง ดังที่อีริค เบิร์ด (Eric Bird) (2000 : 163 – 166) กล่าวถึงสันดอนจะงอยเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำชายฝั่งที่เกิดจากคลื่นที่พัดเข้ามาในชายฝั่ง และรูปร่างของสันดอนจะงอยก็ขึ้นอยู่กับกระทำการกระทำของคลื่น และตะกอนที่มาทับถมส่วนใหญ่มาจากตะกอนตามชายฝั่ง ดังเช่น สันดอนจะงอย Hurst Castle เป็นที่ทับถมของทราย และกรวด ที่มาจากผลจากการกัดเซาะชายฝั่ง หน้าผา ในอ่าว Christchurch และนำมาตามชายฝั่งโดยกระแสน้ำ ซึ่งปลายแหลมมีแนวโน้มจะขยายเชื่อมกับแผ่นดินอีกประมาณ 120 ปี ถ้าปลายแหลมเชื่อมกับแผ่นดินทำให้เกิดทะเลสาบน้ำเค็มเหมือนกับทะเลสาบสงขลา และในขณะเดียวกันแม่น้ำปากพนังจะพัดตะกอนน้ำจืดลงสู่อ่าวทำให้ความเค็มของน้ำลดลงเรื่อยๆ เพราะอิทธิพลของน้ำจืดมากกว่า (อภิสิทธิ์ เขียวหน่อ . 2533 : 279) ซึ่งจะทำให้ระบบนิเวศน์อ่าวปากพนังเปลี่ยนไป เช่น จากการผสมกันระหว่างน้ำเค็มกับน้ำจืดทำให้เกิดน้ำกร่อย ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณสัตว์น้ำ ดังที่สุจิตรา มาถาวร (2537: 40 – 42) กล่าวถึงความอุดมสมบูรณ์ของทะเลสาบสงขลาซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความแตกต่างของน้ำ 3 ชนิดในลุ่มน้ำเดียวกัน คือน้ำเค็ม น้ำกร่อย และน้ำจืด ปริมาณการเจือจางของน้ำเค็มทำให้ทะเลสาบมีลักษณะเป็นทะเลสาบน้ำกร่อย ซึ่งมีผลต่อปริมาณสัตว์น้ำ คือทำให้น้ำทะเลอุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ปลามากชนิดทั้งปลาที่อาศัยได้ในน้ำจืดและน้ำกร่อย

3.2 พื้นที่กัดเซาะ ได้แก่บริเวณชายฝั่งทางด้านอ่าวไทย ซึ่งเกิดจากคลื่นลมและคลื่นพายุในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งคลื่นมีกำลังลมแรงกระแทกชายหาด ซึ่งการกัดเซาะชายหาดมากขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังที่น้อม งามนิสัย (2524 : 141) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการกัดกร่อน ได้แก่ ช่วงเวลาและชนิดของหินชายฝั่งทะเล ความต่างระดับของน้ำขึ้นน้ำลง การไม่มีสิ่งกีดขวางคลื่นที่วิ่งเข้าปะทะชายฝั่ง และเสถียรภาพของระดับน้ำทะเลเป็นต้น ซึ่งชนิดหินและความทนทานของหิน เป็นตัวกำหนดถึงความยากง่ายของการกัดเซาะของฝั่งทะเล การกัดเซาะของตะกอนที่ไม่จับตัวกันขึ้นกับแรงยึดกันระหว่างเม็ดตะกอน เช่นทรายที่อยู่หลวม ๆ ถูกกัดเซาะได้ง่ายกว่าโคลนเหนียว (อัปสรสุดา ศิริพงศ์ . ม.ป.ป. : 20 – 21) ซึ่งลักษณะทางธรณีแหลมตะลุมพุกเป็นพวกตะกอนทรายและกรวด เกิดในยุคควอเตอร์เทอริารี (แผนที่ 7) ประกอบด้วยกรวดทราย ทรายแป้ง และหาดทราย ซึ่งเป็นชนิดหินที่ถูกกัดเซาะได้ง่าย นอกจากชนิดของหินแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อิทธิพลต่ออัตราการกัดเซาะ เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล ดังที่ปรีชา ศรีสุวรรณ (2532) ศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของสันทรายบริเวณตะวันออกของแอ่งทะเลสาบสงขลา พบว่าลักษณะชายฝั่งก่อนเกิดสันทรายจะเป็นอ่าวเว้าเข้าไปในแผ่นดิน เนื่องจากน้ำทะเลเพิ่มระดับล้นล้าเข้าไปในแผ่นดิน ต่อมาน้ำทะเลลดระดับลง ทำ

ให้ชายฝั่งทะเลยื่นออกไป เกิดการพัฒนาสันทรายโผล่พ้นระดับน้ำทะเลและซ้อนกันออกไปในทะเลเรื่อย ๆ ทำให้สันทรายสันแรกเป็นสันทรายอยู่ห่างจากชายฝั่งปัจจุบันมากที่สุด และจะมีการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ เมื่อระดับน้ำทะเลเปลี่ยนไป ดังนั้นแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยไม่ได้เกิดกระบวนการกัดเซาะเพียงอย่างเดียว แต่เกิดกระบวนการทับถมไปพร้อมกันด้วย ซึ่งถ้าระดับน้ำทะเลลดระดับ ตะกอนที่คลื่นพัดไปทับถมในทะเลจะโผล่พ้นน้ำและพัฒนาเป็นแผ่นดิน ดังที่ในอดีตปากพนังซึ่งเดิมเป็นเกาะเป็นพังก้นน้ำทะเล ไม่ติดกับแผ่นดิน แต่เมื่อระดับน้ำทะเลลด ทำให้บริเวณระหว่างแผ่นดินกับพังก้นมีแผ่นดินโผล่ขึ้น และมีการทับถมจนในที่สุดปากพนังเชื่อมติดกับแผ่นดิน

4. ปัญหาในการศึกษา และข้อเสนอแนะ

4.1 ปัญหาในการศึกษา

4.1.1 ภาพจากดาวเทียมภาคใต้ส่วนใหญ่มีเมฆปกคลุม ทำให้ภาพที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีช่วงเวลาห่างกันมาก ทำให้ได้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงมีความถี่ไม่ต่อเนื่อง ทำให้การวิเคราะห์ไม่ละเอียดและสมบูรณ์

4.1.2 สถานีวัดความเร็วและทิศทางลมอยู่ในอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช ซึ่งอยู่ห่างจากชายฝั่ง ทำให้ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์หาความสูงและประเภทคลื่น อาจมีความคลาดเคลื่อนได้

4.1.3 อุปสรรคของการเข้าถึงพื้นที่ในบางบริเวณลำบาก โดยเฉพาะบริเวณปลายแหลม ดังนั้นการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลกระทำได้ยาก

4.1.4 ในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้นำปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง เช่น น้ำขึ้นน้ำลง ลักษณะทางธรณีสัณฐาน ความลาดชัน จึงอาจทำให้ผลการศึกษาไม่สมบูรณ์

4.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

4.2.1 การเปรียบเทียบภาพจากดาวเทียม ควรมีช่วงเวลาเปรียบเทียบถี่ขึ้น เช่น 2 , 4 หรือ 6 ปี ถัดมาตามลำดับ เพื่อทราบถึงวิวัฒนาการของแนวชายฝั่ง ตลอดจนอัตราการเปลี่ยนแปลงได้อย่างถูกต้อง

4.2.2 ควรศึกษาปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง เช่น น้ำขึ้นน้ำลง ลักษณะทางธรณีสัณฐาน ความลาดชัน มาศึกษาเพื่อให้ได้ผลการศึกษาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.2.3 ควรศึกษาแนวโน้มในอนาคตที่แหลมตะลุมพุกเชื่อมกับแผ่นดิน ส่งผลต่อระบบนิเวศในอ่าวปากพนังอย่างไรบ้าง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2544). แผนที่ยุทธศาสตร์พลังงานของประเทศไทย. กรุงเทพฯ ฯ:

บริษัท เฟลโลว์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนต์ จำกัด.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2546). แผนที่แสดงทิศทางลมในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้. (ออนไลน์) แหล่งที่มา www.tmd.go.th วันที่สืบค้น 7 ธันวาคม 2546.

เกรียงศักดิ์ บำเพ็ญโรดม. (2542). การสำรวจการพังทลายของชายฝั่ง จังหวัดสงขลา -

นครศรีธรรมราช. สงขลา: ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คณิต ไชยมุกต์ และคณะ. (2539). รายงานการวิจัย แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี. ปัตตานี: ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. (2538). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อรองรับการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

ครองชัย หัตถา. (2531, พฤษภาคม - สิงหาคม). ข้อสังเกตและการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งของพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย. วารสารสมิแล 11 (3) : 4 - 5

เครือวัลย์ มณีโชติ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, เอมอร อ่าวสกุล เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่บ้านโกฏี อำเภอปากพะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อ 12 มีนาคม 2547.

จักรกริช กลีสุวรรณ. (ม.ป.ป.). การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งภาคใต้ประเทศไทย. สงขลา: ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

จังหวัดนครศรีธรรมราช. (ม.ป.ป.). บรรยายสรุปจังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช: สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช.

----- (2546). ที่ตั้งและอาณาเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.nakhonsithammarat.go.th> วันที่สืบค้น 25 มกราคม 2546.

* จารุณี ดีเลิศ. (2543). เอกสารประกอบการอบรมโปรแกรม ArcView และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี.

จินตนา ปลาทอง. (ม.ป.ป.). สถานภาพป่าชายเลนในภาคใต้ของประเทศไทย : โครงการพื้นที่ชุ่มน้ำประเทศไทย. สงขลา: โครงการพื้นที่ชุ่มน้ำ-ประเทศไทย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชวรี วราศรัย และคณะ. (2542). เอกสารวิชาการ พายุหมุนเขตร้อนในประเทศไทย : สถิติ พ.ศ. 2494 - 2541. กรุงเทพฯ: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

* เชาว์ ยงเฉลิมชัย และคณะ. (ม.ป.ป.). การวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินลุ่มน้ำปากพนัง โดยเทคนิค ดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. สงขลา: สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

دنول دننโยگاس. (2540). การสำรวจป่าชายเลนในพื้นที่อ่าวปัตตานีโดยใช้ข้อมูลรีโมทเซนซิง.

ใน เอกสารประกอบการสัมมนากระบวนการนิเวศป่าชายเลน : การจัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน ครั้งที่ 10 25 – 28 สิงหาคม 2540 ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่. หน้า 1 – 11. กรุงเทพฯ: กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัย.

----- . (2543, กรกฎาคม - กันยายน) การประยุกต์การประมวลผลภาพสำรวจแนว ชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและจังหวัดนราธิวาส. วารสารสงขลานครินทร์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 22 : 380 -389.

ดาราศรี ดาวเรือง. (2533). รีโมทเซนซิงพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย – ญี่ปุ่น. ต้า เขียมบุญรอด เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, เอมอร อ่าวสกุล เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่บ้านโกฏี อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อ 12 มีนาคม 2547.

ธรณ์ อารณาวาสวัสดิ์. (2546). ระบบนิเวศของป่าชายเลน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.talaythai.com>. วันที่สืบค้น 25 มกราคม 2546.

นเรศ จำบุญรอด. (2542, กรกฎาคม - ธันวาคม). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแหลม ผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม. จุลสารดาวเทียม. 66 : 16-21

น้อม งามนิสัย. (2524). ธรณีสัณฐาน. (เอกสารประกอบการสอนภูมิ 432.). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา

บริษัทเทสโก้จำกัด. (2540). โครงการก่อสร้างท่าอากาศยานนานาชาติ. กรุงเทพฯ: บริษัทเทสโก้จำกัด.

ประมาณ เทพสงเคราะห์. (2544, ตุลาคม 2543 – มีนาคม 2544). แนวชายฝั่งทะเลภาคใต้ของไทย. วารสารปาริชาติ. 13 : 20-35

ประเสริฐ ทิพยธรรม. (2526). การเปลี่ยนแปลงแนวของสันดอนทรายบริเวณปากน้ำโก-ลก อำเภอ ตากใบ จังหวัดนราธิวาส ปริภูมยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ประเสริฐ วิทยาธิรัฐ. (2536, ตุลาคม 2536 – มกราคม 2537). ชายฝั่งทะเลไทยในอดีตด้วยภาพจาก ดาวเทียม. วารสารสุทธิปริทัศน์. 8 : 61-69

ประเสริฐศักดิ์ เอกพิศุทธิ์สุนทร. (2543). อิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล เขตบางขุนเทียน. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 6. ชะอำ เพชรบุรี 10 -12 พฤษภาคม 2543. หน้า 1-15. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ปัญญา จารุศิริ และคณะ. (2545). ธรณีวิทยากายภาพ. กรุงเทพฯ: พลัสเพรส.

ปรีชา ศรีสุวรรณ. (2532). ศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของสันทรายบริเวณตะวันออกของอ่างทะเลสาบสงขลา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พานิช ภักตร์เจริญ. (2538, กันยายน – ธันวาคม). พายุหมุนในเขตร้อนที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย. วารสารฉลาดบริโภค. 20(3) : 12 – 16

พรทิวา กล้วยวงศ์หา. (2544, มกราคม – เมษายน). การประยุกต์ใช้รูปถ่ายทางอากาศเพื่อการเกษตร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 19(1) : 90 - 97

พงษ์ศักดิ์ เสริมสาธณสวัสดิ์. (ม.ป.ป.). วิศวกรรมชายฝั่งทะเล 1. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.

ไพบุลย์ ประโมจันย์ และคณะ. (2524). รายงานการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทางธรณีสัณฐานและดินจังหวัดปัตตานี. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.

มนูวดี หังสพฤกษ์. (2543, กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม). สมุทรศาสตร์กายภาพของอ่าวไทย. วารสารราชบัณฑิตยสถาน. 25 (2).

มหาวิทยาลัยบูรพา. (2546). การแบ่งโซนชนิดป่าชายเลน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.buu.ac.th>. วันที่สืบค้น 20 มิถุนายน 2546.

มันทนา พฤกษวัน. (ม.ป.ป.). เอกสารวิชาการ อิทธิพลของลมมรสุมที่มีต่อประเทศพม่าและไทย. กรุงเทพฯ: กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

รัศมี สุวรรณวีระกำธร. (ม.ป.ป.). การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification). กรุงเทพฯ: กองสำรวจทรัพยากรธรณี สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เล็ก ฐานะวัฒนา เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, เอมอร อ่าวสกุล เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่บ้านโกฏี อำเภอปากพะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อ 12 มีนาคม 2547.

วันชัย อิงปัญญาลาภ. (2536). ป่าชายเลน. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วิชัย เทียนน้อย. (2537). ภูมิศาสตร์กายภาพเล่ม 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ศุภินี ดนตรี. (2542). ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล. เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. (2546). เอกสารฝ่ายการพยากรณ์. สงขลา: ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. คัดสำเนา.

- เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์. (2542, มีนาคม). คลื่นยักษ์ซุนามิ. ว.ความรู้คือประทีป. (1) : 16-31
- * สนิท อักษรแก้ว. (2529, กันยายน). ป่าชายเลนและแนวทางการพัฒนา. ว.พัฒนาที่ดิน. 23(256) : 12
- (2534). ป่าชายเลน. กรุงเทพฯ: มูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทย.
- (2541). ป่าชายเลน : นิเวศวิทยาและการจัดการ. ม.ป.ท. : คอมพิวเตอร์แอตเวอร์ไทซิงค์.
- สเตอร์นเลอร์ อาร์เธอร์ เอ็น. (2527). ภูมิศาสตร์กายภาพ : Introduction to physical geography. แปล
โดย น้อม งามนิสัย, รัชนีวรรณ เวชพฤติ และสุวัฒนา สุกใส. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- * สวรรค์ใจ กลิ่นดาว. (2542). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : หลักการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2536). การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- (2540). คำบรรยายเรื่องการสำรวจจากระยะไกล. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุดารัตน์ ตริเพชรกุล. (2540). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการ
ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม.
เอกสารประกอบการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลน : การจัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน
ครั้งที่ 10 25 - 28 สิงหาคม 2540 ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่. หน้า 1-13. กรุงเทพฯ: กอง
โครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัย.
- สุภัทธ วงศ์วิเศษสมใจ. (2534). อุทกภัยภาคใต้. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการอนุรักษ์
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 2. หน้า 82-90. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- สุรภี อิงคากุล. (2538). สัมผัสระยะไกลจากภาพ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- อนุกุล รัชตวงษ์ และคณะ. (2540). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ใน
การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน กรณีศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
นครศรีธรรมราช. เอกสารประกอบการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลน : การจัดการและการ
อนุรักษ์ป่าชายเลนครั้งที่ 10 25 - 28 สิงหาคม 2540 ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่. หน้า 2-7.
กรุงเทพฯ: กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัย.
- อภิสิทธิ์ เขี่ยมหน่อ. (2533, กรกฎาคม). สัณฐานชายฝั่งทะเลของประเทศไทย. วารสารภูมิศาสตร์. 15 :
279-286
- อัมชา ก.บัวเกษร. (2537, มีนาคม). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานวิทยาชายฝั่งทะเลอ่าวไทย
ตอนบนโดยใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วารสารภูมิศาสตร์. 19 : 15-19

อัปสรสุดา ศิริพงษ์. (2527). *สมุทรศาสตร์ฟิสิกส์และธรณี*. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี คงเกลี้ยง เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, เอมอร อ่าวสกุล เป็นผู้สัมภาษณ์, ที่บ้านโกฏี อำเภอบางพลี จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อ 12 มีนาคม 2547.

เอกสารประกอบการเรียนวิชาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เบื้องต้น 426-360. (ม.ป.ป.). (เอกสารประกอบการสอน). ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. อัดสำเนา.

Bird, Eric. (2000). *Coastal Geomorphology An Introduction*. England : John Witey.

Bonham, Graeme F. (1994). *Geographic information systems for geoscientists : modeling with GIS*. Ottawa : Pergamon.

 Chang, Kang-tsung. (2002). *Introduction to Geographic information systems*. North America : The McGraw-Hill Companies Inc.

Danner, Wolf. (1978). *The five faces of Thailand*. Queensland : University of Queensland Press ,St.Lucia.

Davies, J.L. (1980). *Geographical variation in coastal development*. London : Longman group LTD.

Haslett, Simon K. (2000). *Coastal Systems*. London : Routledge.

Kaminsky, George M. (2003, January). Shoreline change associated with jetty construction, deterioration, and rehabilitation at Grays Harbor, Washington. *Shore & Beach*. 17 (1). p 15 - 22

King, Cuchlaine A.M. (1959). *Beaches and Coasts*. London : Edward Arnold (publishers) LTD.

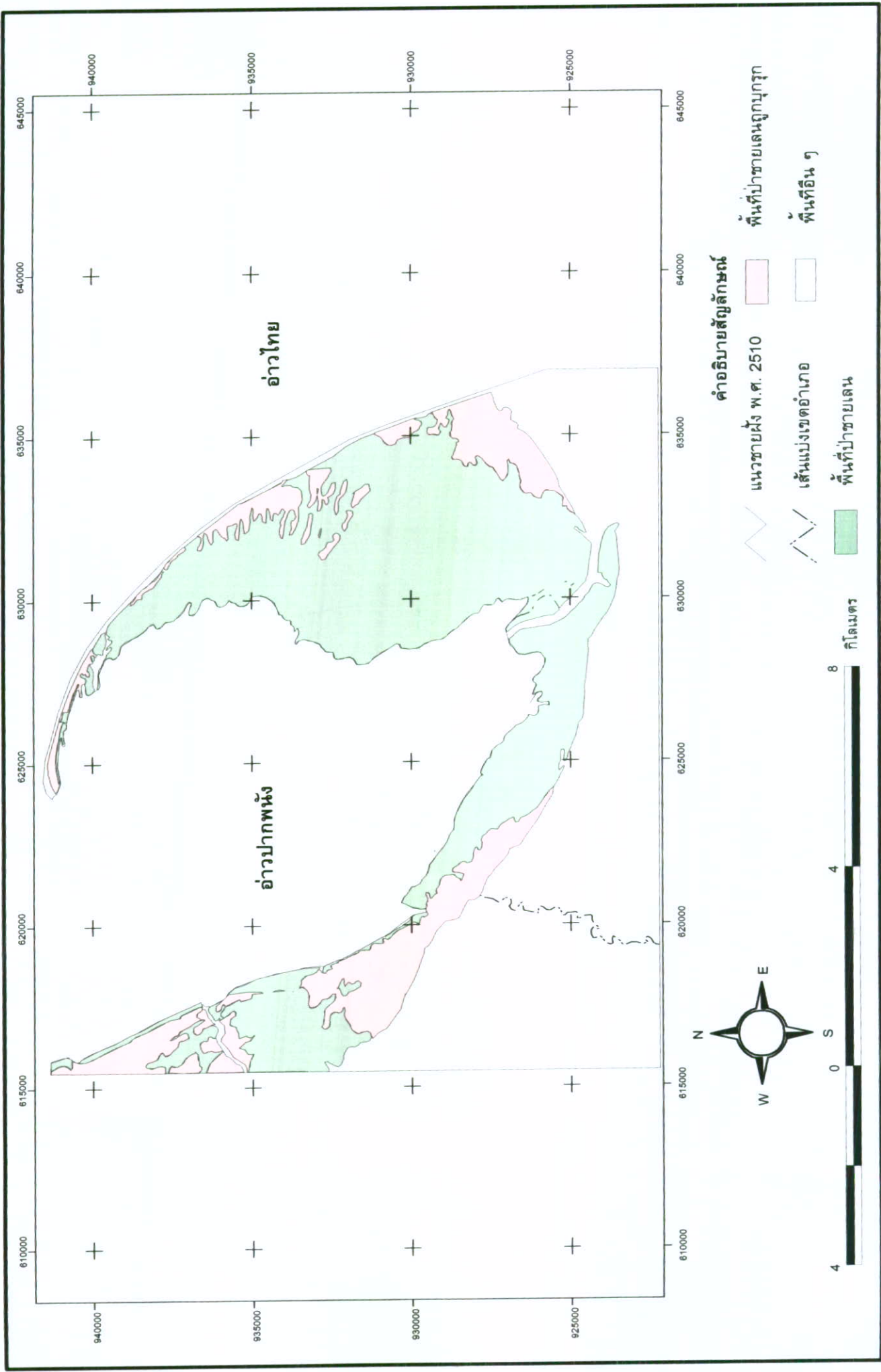
Li Ly. (1993). *Monitoring coastline changes using remote sensing techniques on the rayong coastline, Thailand*. Master Thesis M.Sc. Bangkok : Asian Institute of Technology. Photocopied.

Lillesand, Thomas M. ; Kieper, Ralph W. (2000). *Remote Sensing and image Interpretation*. New York : John Wiley & Sons , Inc.

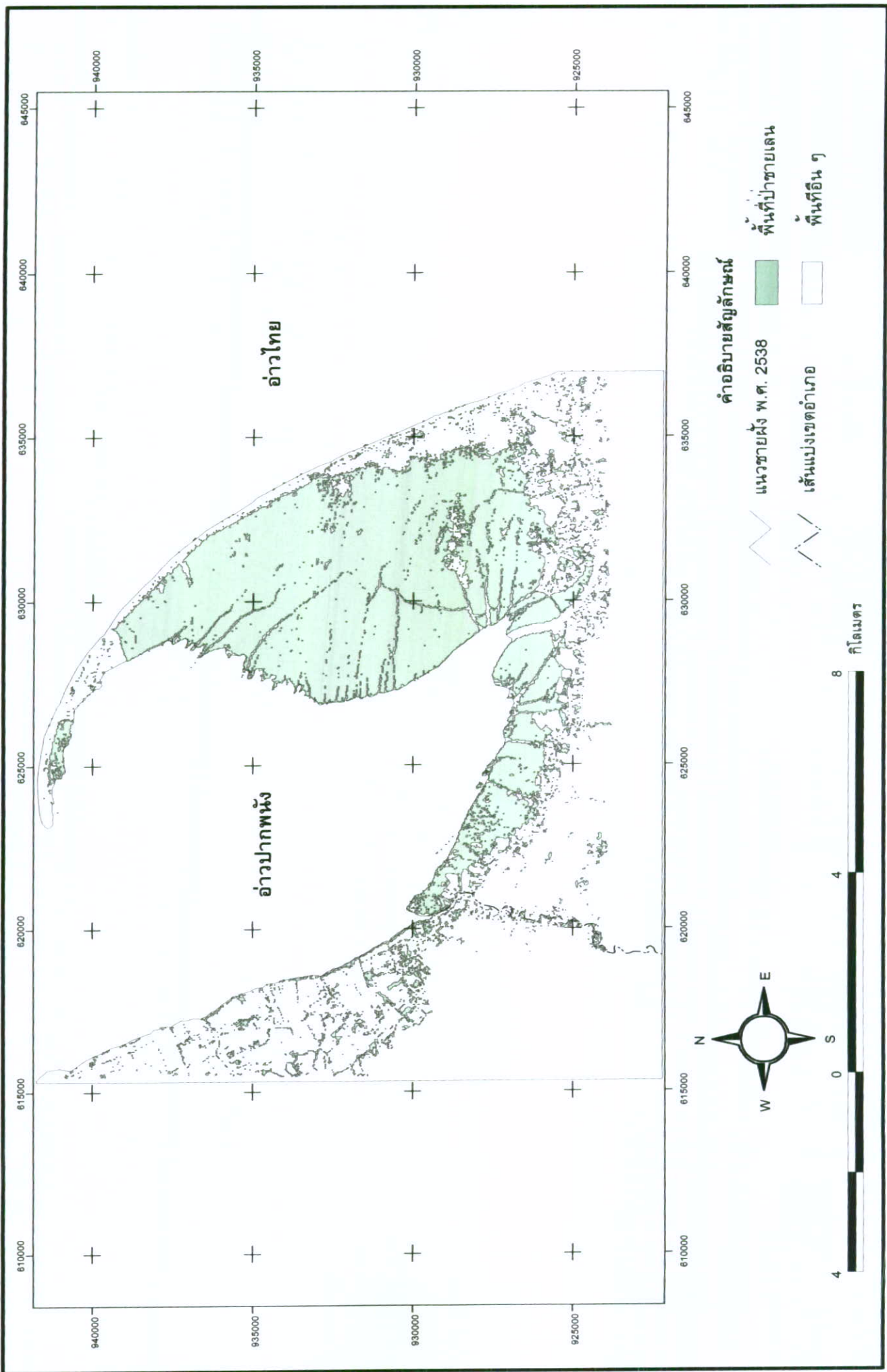
Ross, David A. (1988). *Introduction to oceanography*. Englewood Cliff,N.J. : Prentice Hal.

- Stafford, Donald B. (1971). *An aerial photographic technique for beach erosion surveys in North Carolina*. Washington : Army Coastal Engineering Research Center.
- Thurman, Harold V. (1997). *Introductory oceanography*. Upper Saddle River,NJ : Prentice Hall.

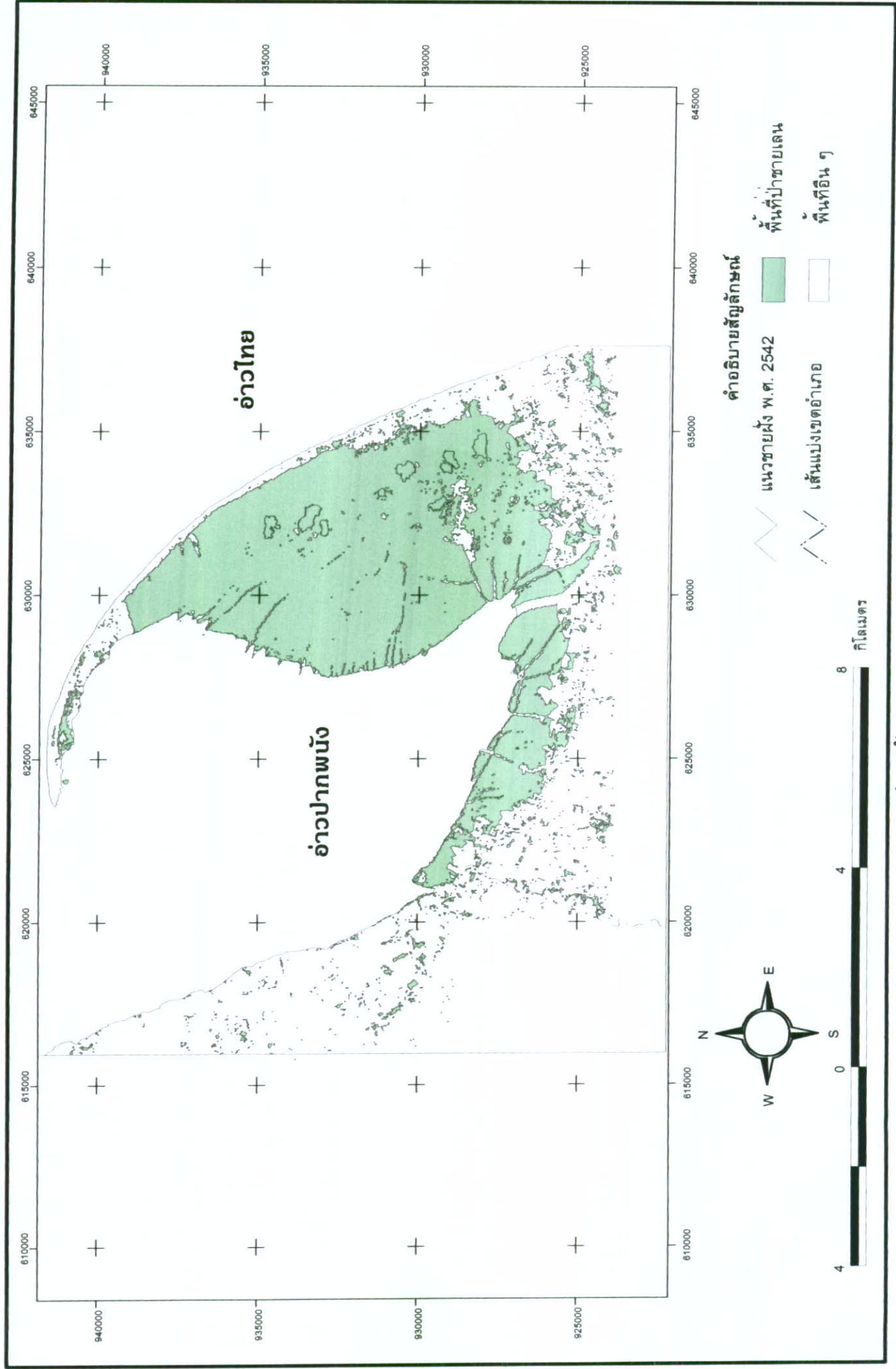
ภาคผนวก ก
แผนที่พื้นที่ป่าชายเลน

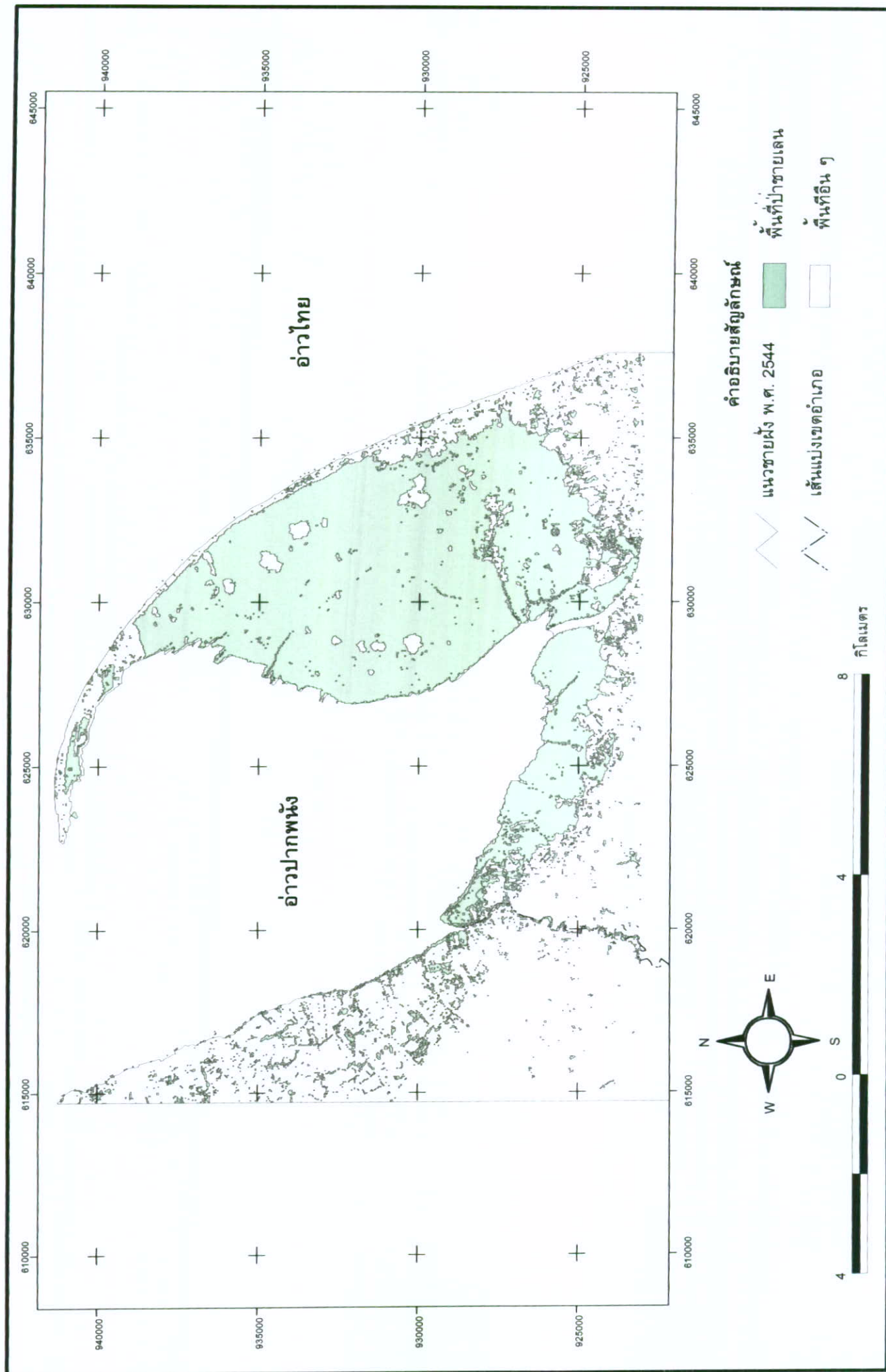


แผนที่ 15 พื้นที่ปลายเลน พ.ศ. 2510



แผนที่ 16 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2538

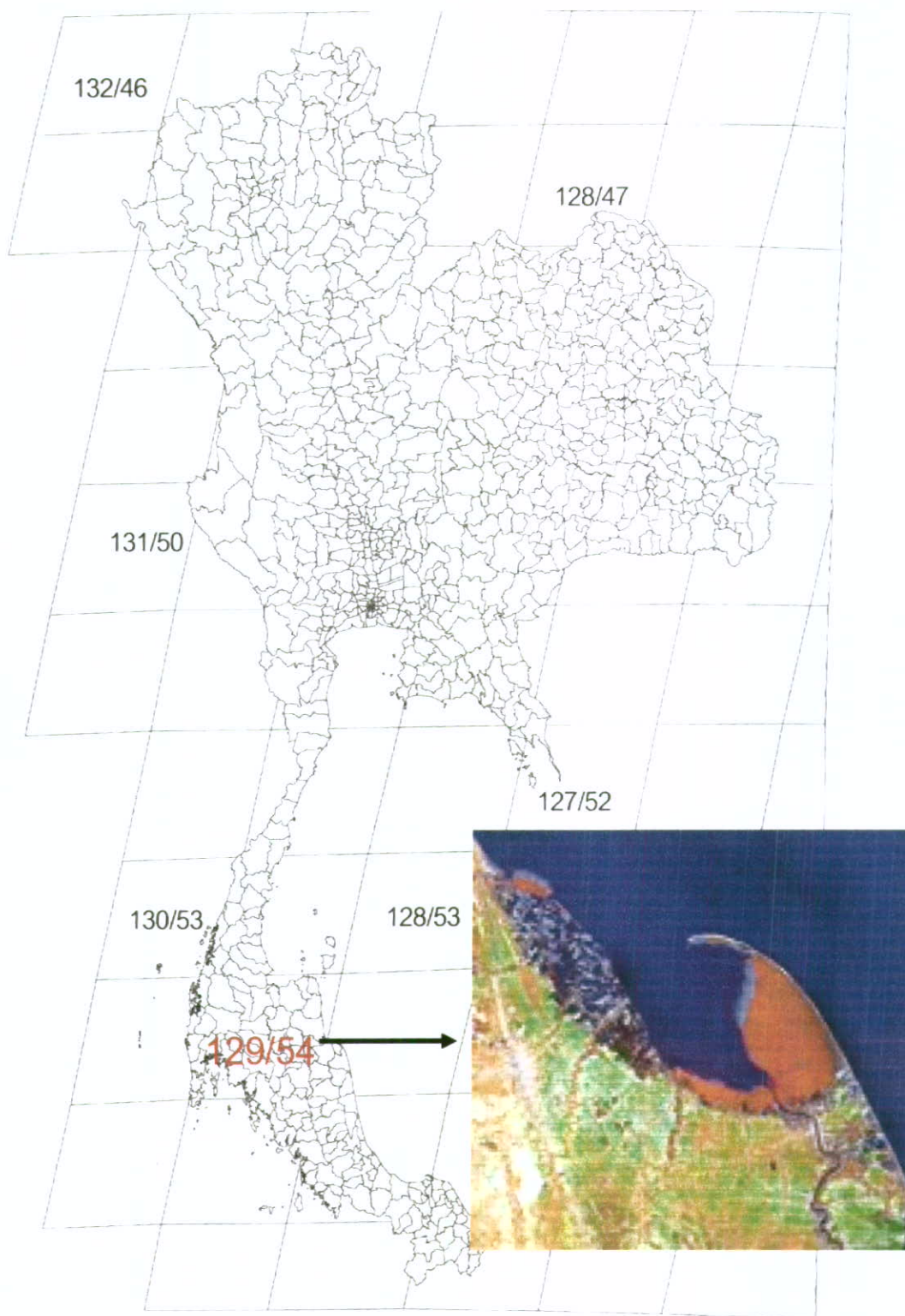




แผนที่ 18 พื้นที่ป่าชายเลน พ.ศ. 2544

ภาคผนวก ข

ดัชนี path/row ของภาพจากดาวเทียม LANDSAT



ดัชนี path/row ของภาพจากดาวเทียม LANDSAT

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างพื้นที่ที่ศึกษา



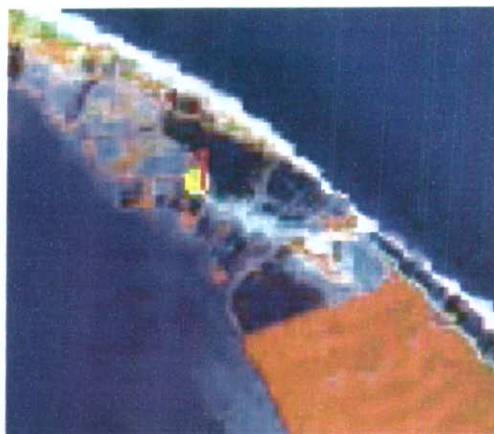
ภาพประกอบ 12 ภาพจากดาวเทียม LANDSAT 7 TM Band 451 (RGB)

แสดงพื้นที่ศึกษา



ภาพประกอบ 13 ภาพจากดาวเทียม LANDSAT 7 TM Band 453 (RGB)

แสดงพื้นที่ศึกษา



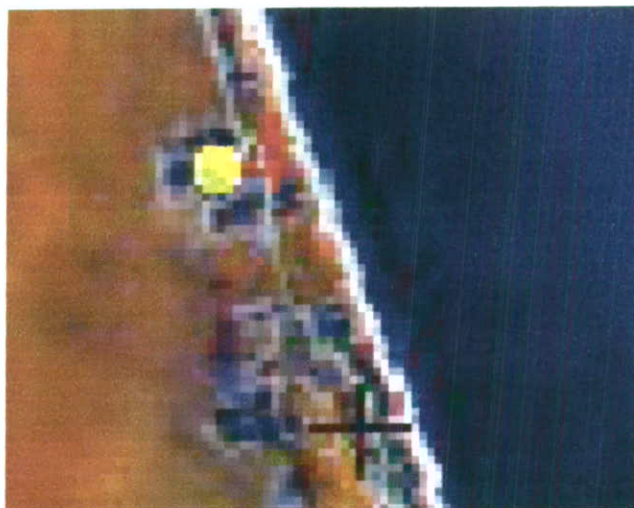
จุดที่ 1 แสดงพื้นที่ชุมชนบ้านปลายทราย และจุดสิ้นสุดถนน บริเวณปลายแหลมตะลุมพุก



จุดที่ 2 แสดงพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณตัวแหลมตะลุมพุก



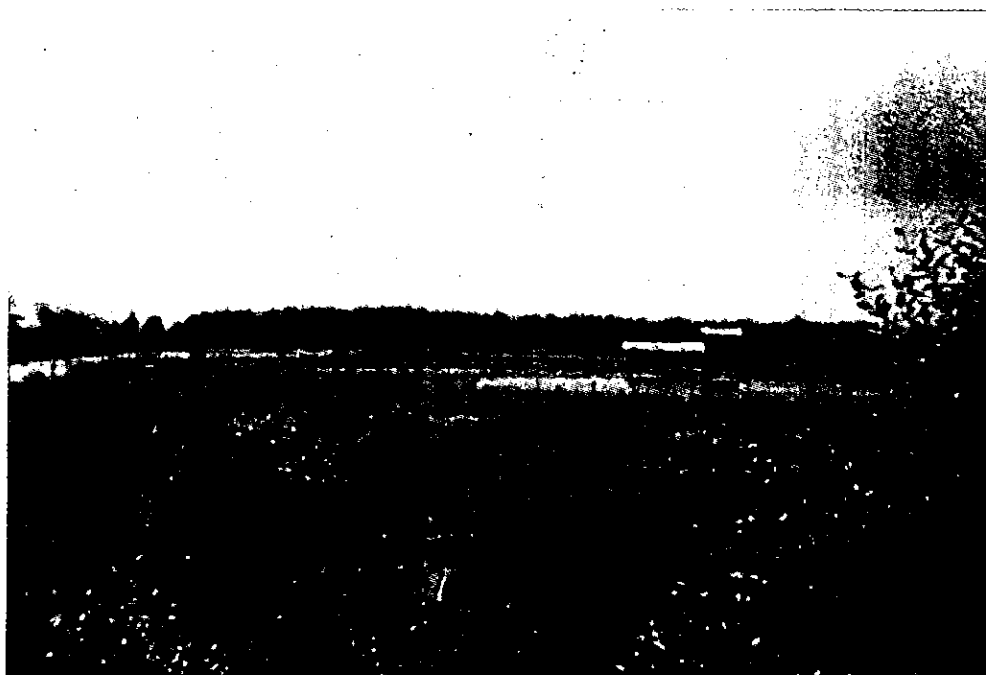
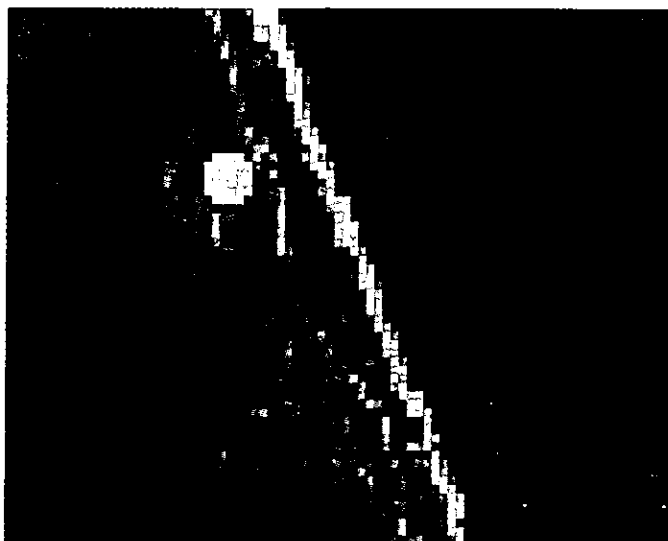
จุดที่ 3 แสดงพื้นที่นาุ้ง บริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทย



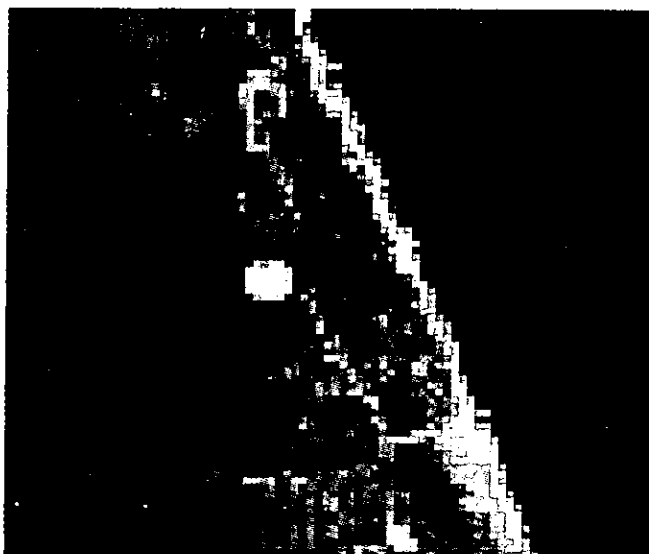
จุดที่ 4 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกเป็นพื้นที่นาุ้ง บริเวณตัวแหลมตะลุมพุก



จุดที่ 5 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกเป็นพื้นที่ทิ้งร้างมีน้ำท่วมขัง บริเวณตัวแหลมตะลุมพุก



จุดที่ 4 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกเป็นพื้นที่นาุ้ง บริเวณตัวแหลมตะลุมพุก



จุดที่ 5 แสดงพื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกเป็นพื้นที่ทิ้งร้างมีน้ำท่วมขัง บริเวณตัวแหลมตะลุมพุก

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล	นางสาวเอมอร อ่าวสกุล
วันเดือนปีเกิด	17 พฤษภาคม 2522
สถานที่เกิด	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	310 ถนนศรีภูวนารถ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2544	ศิลปศาสตรบัณฑิต(ภูมิศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัตตานี