

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้ภาพจากดาวเทียมและ
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
: กรณีศึกษาบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง

ปริญญานิพนธ์
ของ
นางสาวโทสมมาตร เนียมนิล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้ภาพจากดาวเทียมและ
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
: กรณีศึกษาบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง

บทคัดย่อ

ของ

นางสาวโทสมมาตร เนียมนิล

21 ก.ย. 2547

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤษภาคม 2547

นาวาโทสมมาตร เนียมนิล. (2547). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งโดยใช้ภาพจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : กรณีศึกษาบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง. ปรินทิฟอนท์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ, อ.ดร.สุรัสวดี อธิรัตน์, อ.พิพัฒน์ นวลอนันต์.

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งทะเลมาบตาพุดจังหวัดระยอง โดยการประยุกต์เทคนิคทางการสำรวจข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยครอบคลุมบริเวณแนวชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545

ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียมสามารถใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ในลักษณะภาพรวม (synoptic view) พบว่า มีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ จะเกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งด้านตะวันตก

2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในส่วนรายละเอียด (detailed study) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยมีการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลและบริเวณนอกชายฝั่ง ที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร ส่วนการพอกพูนจะเกิดขึ้นบริเวณใกล้ฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร

3. อัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง จากการศึกษานี้ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

3.1 แบบที่ 1 อัตราการพอกพูนต่อปีมีค่ามากกว่าอัตราการกัดเซาะต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ.2530 – 2533 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 84,025.16 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 4,730.66 ตารางเมตรต่อปี และข้อมูลปี พ.ศ.2540 – 2542 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 147,565.64 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 19,804.74 ตารางเมตรต่อปี

3.2 แบบที่ 2 อัตราการกัดเซาะต่อปีมีค่ามากกว่าอัตราการพอกพูนต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ.2533 – 2537 โดยอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 115,557.79 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 7,307.34 ตารางเมตรต่อปี

3.3 แบบที่ 3 อัตราการพอกพูนต่อปีมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอัตราการกัดเซาะต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ.2542 – 2545 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 34,686.29 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 21,794.30 ตารางเมตรต่อปี

THE STUDY OF COASTAL CHANGES USING SATELLITE IMAGERIES AND
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM : A CASE STUDY OF MAP TA PHUT
INDUSTRIAL ESTATE, CHANGWAT RAYONG

AN ABSTRACT
BY
COMMANDER SOMMART NIEMNIL

Presented in partial fullfil of the requirements
for the Master of Science degree in Geography
at Srinakarinwirot University
May 2004

Commander Sommart Niemnil. (2004). The Study of Coastal Changes Using Satellite Imageries and Geographic Information System : A Case Study of Map Ta Phut Industrial Estate, Changwat RAYONG. Master thesis, M.S. (Geography). Bangkok : Graduate School, Srinakarinwirot University.
Advisor Committee : Professor, Dr. Prasert Witayarut, Dr.Surasavadee Ittrat and Piphat Nualanant

The purpose of this reseach is to study coastal changes at Map Ta Phut Industrial Estate, Changwat Rayong using satellite imageries and geographic information system (GIS).

The results of this research were :

1. Satellite imageries can be used to study coastal changes in synoptic view. Erosion can be found on both sides of Map Ta Phut Industrial Estate which erosion on eastern side of Map Ta Phut Industrial Estate is higher than western side.

2. Geographic information system (GIS) can be used to study coastal changes in detailed view. Erosion can be found on both sides of Map Ta Phut Industrial Estate which erosion occurred on coastal zone and offshore at the depth higher than 10 meters and accretion occurred on coastal zone at the depth lower than 10 meters.

3. From this study we can divide coastal changes into 3 categories.

3.1 accretion rate is higher than erosion rate such as B.E. 2530 – 2533 which accretion rate is 84,025.16 square meter per year, but erosion rate is 4,730.66 sq.m. per year and B.E. 2540 – 2542 which accretion rate is 147,565.64 sq.m. per year and erosion rate is 19,804.74 square meter per year.

3.2 erosion rate is higher than accretion rate such as B.E. 2533 – 2537 which erosion rate is 115,557.79 square meter per year, but accretion rate is 7,307.34 sq.m. per year.

3.3 accretion rate is as same as erosion rate such as B.E. 2542 – 2545 which accretion rate is 34,686.29 square meter per year, but erosion rate is 21,794.30 sq.m. per year.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้ภาพจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ : กรณีศึกษาบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง

ของ
นาวาโทสมมาตร เนียมนิล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ ๒๘ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๗

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธาน
(ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สุรัสวดี อธิรัตน์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ พิพัฒน์ นวลอนันต์)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วรณี พุทธาภูมิไกร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์และบุคคลต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิทยารัฐ อาจารย์ ดร.สุรัสวดี อธิรัตน์ อาจารย์ พิพัฒน์ นวลอนันต์ ประธานและกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อชี้แนะต่าง ๆ ในการทำวิจัยด้วยดีตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณ รศ.สุรภี อิงคากุล และ ผศ.วรรณิ พุทธาวุฒิกโร ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ อัปสรสุดา ศิริพงศ์ ที่กรุณาให้ข้อมูลและเอกสารประกอบการค้นคว้าเพื่อใช้ในการเขียนปริญญานิพนธ์มาด้วยดีตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และกรมอุตุนิยมวิทยา กองทัพเรือ ที่กรุณาให้ข้อมูลและเอกสารสำหรับใช้ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ เรือเอกสมาน ได้รายรัมย์ เพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยให้คำปรึกษา และสนับสนุนในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา และทุก ๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้บรรลุผลสำเร็จด้วยดีทุกประการ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา บิดา-มารดาภรรยา และขอขอบคุณ ภรรยา ที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นาวาโทสมมาตร เนียมนิล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
* ภูมิหลัง	1
* ความมุ่งหมายในการวิจัย	4
* ความสำคัญของการวิจัย	4
* ขอบเขตการศึกษา	5
* นิยามศัพท์เฉพาะ	5
* กรอบแนวความคิดในการวิจัย	6
* สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
แนวคิดและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล	7
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์	7
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดตามธรรมชาติ	9
การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากสภาวะผิดปกติ	12
ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งทะเล	12
หลักการและทฤษฎีการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม	17
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3 วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	28
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	28
การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	28
* การเก็บรวบรวมข้อมูล	29
* การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	30
4 ผลการศึกษา	35

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ	73
สังเขปความมุ่งหมาย สมมุติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	73
อภิปรายผล	74
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	82
ข้อบกพร่องในการศึกษาค้นคว้า	82
ข้อเสนอแนะ	83
 บรรณานุกรม	 85
 ภาคผนวก	 88
 ประวัติย่อผู้วิจัย	 98

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ช่วงคลื่นของระบบ TM บนดาวเทียม LANDSAT.....	22
2 ตัวอย่างการใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT.....	23
3 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุดจังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ	44
4 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุดจังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ	51

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.....	3
2 ลักษณะชายฝั่งทะเลบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.....	4
3 ชายฝั่งตรงที่มีลักษณะชั้นความลึกขนานกับชายฝั่ง.....	10
4 ชายฝั่งตรงที่มีชั้นความลึกเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง.....	10
5 ชายฝั่งตรงที่ชั้นความลึกเฉียงกันชายฝั่ง.....	10
6 ชายฝั่งที่เป็นรูปอ่าว.....	11
7 ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ.....	11
8 กระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) และกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current).....	13
9 ผลของระดับน้ำ (water table) ที่มีต่อการตัดและการถม (cut and fill) รูปด้านข้าง ของชายหาดระหว่าง a) ช่วงน้ำหลากเข้า (flood tides) b) ช่วงน้ำหลากออก (ebb tides) (จาก Komar, 1998).....	14
10 ลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอน.....	15
11 กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำ.....	16
12 แถบพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	17
13 ค่าการสะท้อนแสงของพืช น้ำ และดิน.....	18
14 การเก็บข้อมูลโดยการสำรวจระยะไกล.....	19
15 ขั้นตอนการสำรวจจากระยะไกล.....	19
16 ดาวเทียม LANDSAT 4 และ 5	21
17 ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม	31
18 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2530	36
19 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2533	37
20 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2537	38
21 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2540	39

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

๕

ภาพประกอบ	หน้า
22 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2542	40
23 การลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตา บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2545	41
24 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2530 – 2545	42
25 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530–2533 และพ.ศ. 2533-2537	45
26 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2537-2540 และ พ.ศ. 2540-2542	46
27 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2542-2545	47
28 อัตราการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ	48
29 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530–2533 และ พ.ศ. 2530-2537	52
30 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530-2540 และ พ.ศ. 2530-2542	53
31 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2540-2545	54
32 อัตราการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ	55
33 แสดงแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี 2526	58
34 แสดงการดิจิไทซ์ค่าความลึก ปี พ.ศ. 2526	59
35 แสดงแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี 2536	60
36 แสดงการดิจิไทซ์ค่าความลึกเท่า ปี พ.ศ. 2536	61
37 เส้นความลึกเท่า (Contour line) แผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526	63
38 เส้นความลึกเท่า (Contour line) แผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2536	64

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
39 แสดงภาพ 3 มิติด้านบน (top view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2526	66
40 แสดงภาพ 3 มิติด้านข้าง (side view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2526	67
41 แสดงภาพ 3 มิติด้านบน (top view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2536	68
42 แสดงภาพ 3 มิติด้านข้าง (side view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2536	69
43 แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงปี พ.ศ. 2526 – 2536 (top view 3-D)	71
44 แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงปี พ.ศ. 2526 – 2536 (side view 3-D)	72
45 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านตากวนทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2537	75
46 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดตากวนทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2537	75
47 กำแพงกันคลื่นบริเวณหาดตากวนทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2537	76
48 บริเวณที่เกิดการงอกของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2537	76
49 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2537	77
50 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2537	77
51 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2542	78
52 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2542	78
53 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2542	79
54 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2542	79
55 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม มาบตาพุด ปี 2542	80

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ

หน้า

56	คลื่นชายฝั่งบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2542	80
57	การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่มีรอก 1 รอก.....	91
58	การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่มีรอก 2 รอกหรือมากกว่า.....	91
59	กระบวนการในการเกิดกระแสน้ำพุ่งชนฝั่งระหว่างรอก 2 รอก.....	92
60	ส่วนต่าง ๆ ของรอก.....	93
61	ลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นการใช้รอกในการปรับปรุงชายฝั่ง.....	94
62	ขอบฝั่งด้านต้นน้ำ (Updrift Shoreline).....	94
63	แนวขอบฝั่งระหว่างรอก.....	95
64	แนวขอบฝั่งด้านปลายน้ำ (Downdrift Shoreline).....	96
65	แนวขอบฝั่งบริเวณรอกที่มีตะกอนเลียบชายฝั่งสองทิศทาง.....	96

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ทำให้เกิดการขยายตัวของโครงสร้างพื้นฐาน โดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งทะเล มีการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึก แหลมฉะบั้ง ท่าเรือชายฝั่ง ท่าเรือประมง การถมทะเลเพื่อพัฒนาพื้นที่เป็นแหล่งอุตสาหกรรม เช่น บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด รวมถึงการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นที่บริเวณปากแม่น้ำต่าง ๆ เพื่อป้องกันร่องน้ำสำหรับการเดินเรือ

การก่อสร้างบริเวณชายฝั่งทะเลดังกล่าว ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ชายฝั่ง เช่น การแปรสภาพป่าชายเลนมาเป็นนาุ้ง ล้วนแต่มีผลกระทบต่อ การเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่งซึ่งอาจทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพตามธรรมชาติของชายฝั่ง ในบางพื้นที่อาจจะเกิดการกัดเซาะทำให้สูญเสียพื้นที่ชายฝั่งไป แต่ในบางพื้นที่ก็อาจจะเกิดการตกตะกอนทำให้เกิดอันตรายต่อการเดินเรือและต้องเสียงบประมาณในการบำรุงรักษาร่องน้ำ สำหรับการเดินเรือ

ชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวไทยตั้งแต่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีศักยภาพในการที่จะพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยว อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม โดยเฉพาะจังหวัดชลบุรีและระยอง ได้ถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่พัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยเป็นเขตอุตสาหกรรมหลักของภูมิภาค ทำให้ในปัจจุบันในจังหวัดทั้ง 2 มีนิคมอุตสาหกรรมทั้งสิ้น 3 แห่ง และ 7 ตามลำดับ นิคมอุตสาหกรรมที่สำคัญ ประกอบด้วย นิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง มาบตาพุด บ่อวิน มาบข่า และทีพีไอ แต่เนื่องจากในปัจจุบันมีพื้นที่หลายแห่งในบริเวณนี้ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างมาก ทำให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และระบบนิเวศของพื้นที่บริเวณนั้น ส่งผลให้ไม่สามารถพัฒนาการใช้พื้นที่ได้เต็มตามศักยภาพที่มีอยู่

พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดมีเนื้อที่ประมาณ 8,000 ไร่ (Office of Eastern Seaboard Industrial Estate Development Project, 1989) กำหนดเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมที่ทันสมัย และเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมที่สำคัญเช่น โรงไฟฟ้า โรงงานแยกก๊าซธรรมชาติ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมปุ๋ยเคมี โดยอุตสาหกรรมหลักนั้นมีการนำเข้าวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเพื่อการส่งออก ซึ่งต้องมีท่าเรือน้ำลึก ในการพัฒนาพื้นที่บริเวณมาบตาพุดนั้น จำเป็นต้องมีการก่อสร้างสาธารณูปโภคต่าง ๆ ซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่งเกิดขึ้น เช่น การถมทะเลเพื่อเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม การสร้างเขื่อนกันคลื่น

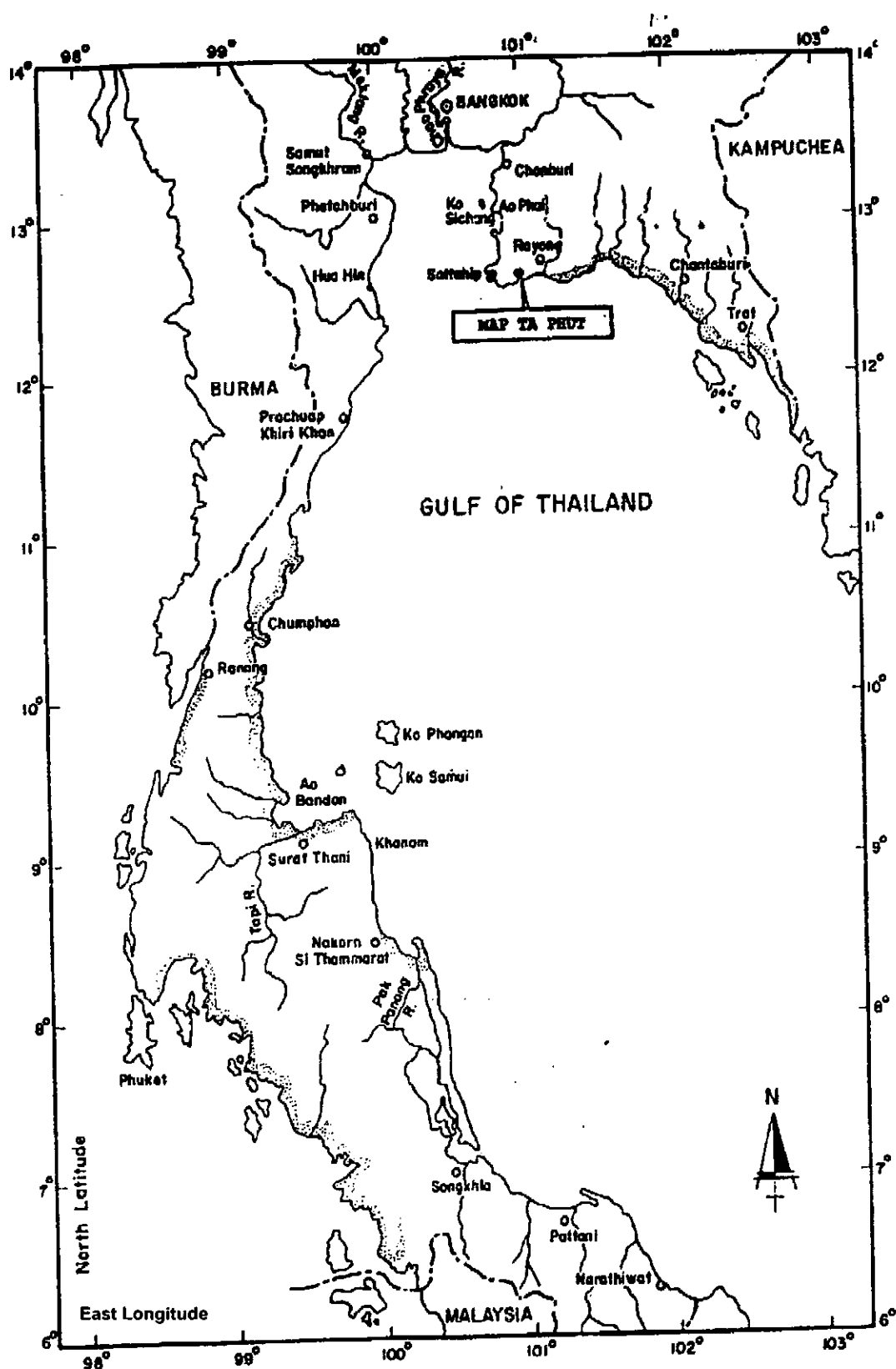
หรือการสร้างท่าเทียบเรือ เพื่อเป็นประโยชน์ในการนำเข้าวัตถุดิบและขนส่งสินค้า เพราะฉะนั้นจึงเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงผลกระทบที่มีต่อสภาพแวดล้อมที่มีอยู่เดิม

มาบตาพุดตั้งอยู่ในบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดระยอง (ภาพประกอบ 1) อยู่ระหว่างสัตหีบและเกาะเสม็ด เป็นชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นแนวทะเลเปิด (ภาพประกอบ 2) การเคลื่อนที่ของตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลมาบตาพุดส่วนใหญ่จะเกิดจากอิทธิพลของคลื่นเป็นสำคัญ คลื่นส่วนใหญ่เป็นคลื่นกำลังปานกลางเดินทางมาจากอ่าวไทยในทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงใต้โดยคลื่นตะวันตกเฉียงใต้นั้นจะเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน คลื่นที่เกิดในช่วงนี้เมื่อคลื่นที่มาในบริเวณชายฝั่งทะเลทำให้เกิดการขนส่งตะกอนทรายไปตามแนวชายฝั่งจากตะวันตกไปตะวันออก ส่วนคลื่นตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งเกิดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนนั้น จะทำให้เกิดการขนส่งของตะกอนทรายตามแนวชายฝั่งจากตะวันออกไปตะวันตก โดยปริมาณของตะกอนทรายที่เกิดจากคลื่นตะวันตกเฉียงใต้มีความแรงกว่าคลื่นที่มาจากตะวันออกเฉียงใต้เนื่องจากคลื่นตะวันตกเฉียงใต้มีความแรงกว่าคลื่นที่มาจากตะวันออกเฉียงใต้ (สุภัทท์ วงษ์วิเศษสมใจ และคนอื่น ๆ. 1994) นอกจากนั้นยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลการเคลื่อนที่ของตะกอนอีก เช่น การฟุ้งขึ้นของตะกอนในบริเวณมาบตาพุดเนื่องมาจากการเดินเรือและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวมาบตาพุด เช่น ท่าเทียบเรือ เขื่อนกันคลื่น ตลอดจนเขื่อนต่าง ๆ ในบริเวณอ่าวที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพการไหลของน้ำทะเล ทำให้การเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยเกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิม

ในปัจจุบันการใช้ดาวเทียมในการสำรวจข้อมูลระยะไกล (remote sensing) มีความสำคัญในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุต่าง ๆ ที่ได้จากการวัดซึ่งกระทำทางไกลโดยปราศจากการสัมผัสวัตถุนั้นโดยตรง การศึกษาข้อมูลระยะไกลโดยใช้ดาวเทียมมีคุณลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น สามารถถ่ายภาพคลุมบริเวณกว้าง มีขนาดเกินกว่า 100 กิโลเมตรขึ้นไป สามารถถ่ายภาพซ้ำบริเวณเดิมของแต่ละรอบโคจร ทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้ และให้ภาพที่มีลักษณะต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นจึงมีการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

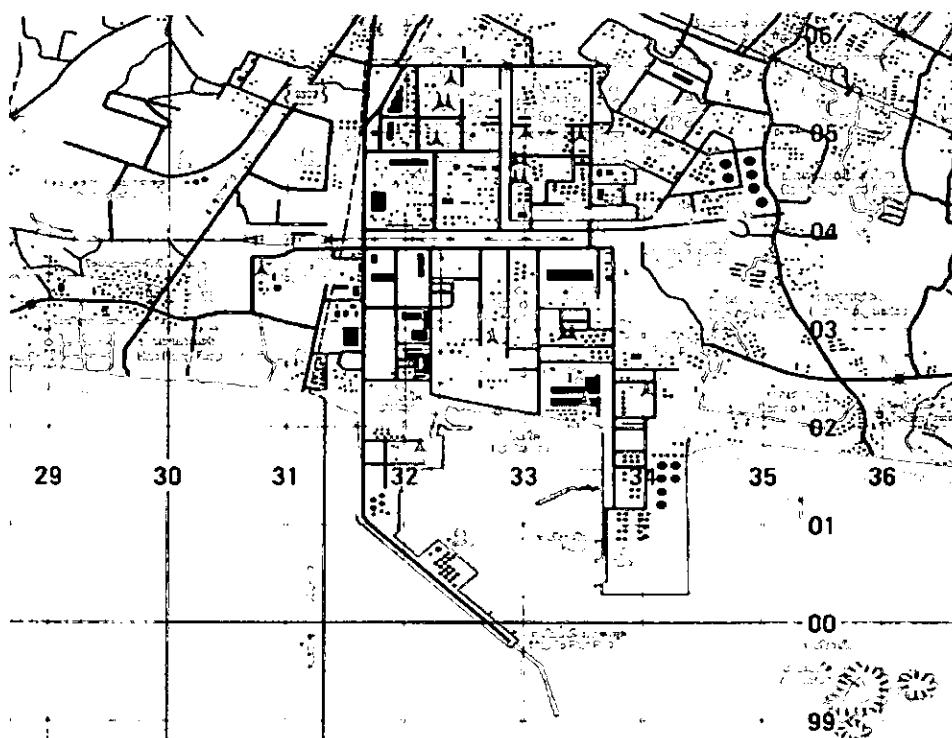
นอกจากนี้ได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) มาใช้ในการเก็บรวบรวม จัดกระทำ และวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับภูมิประเทศบนบกเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นระบบดังกล่าว ยังมีศักยภาพในการนำมาประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่งได้อีกด้วย เช่น Coastal Sensitivity Mapping Project ของกรมควบคุมมลพิษ

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ จะทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งทะเลมาบตาพุด โดยการประยุกต์เทคนิคทางการสำรวจข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง



ภาพประกอบ 1 ที่ตั้งนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

ที่มา : Office of Eastern Seaboard Industrial Estate Development Project, 1989



ภาพประกอบ 2 ลักษณะชายฝั่งทะเลบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด มาตราส่วน 1

ต่อ 50,000

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร, 2546

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545 โดยใช้ภาพจากดาวเทียม
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2526, พ.ศ. 2536 และ พ.ศ. 2542 โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. เพื่อศึกษารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลา
4. เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในบริเวณที่ศึกษา

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการศึกษาทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่างปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545

2. ทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลา

3. ทำให้ทราบถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในบริเวณที่ศึกษา

ขอบเขตการศึกษา

1. พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณแนวชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในระบบพิกัดกริด ยู ที เอ็ม (Universal Transverse Mercator, UTM) ตั้งแต่ Northing 724000 - 740000 และ Easting 1397000 - 1405000

2. ช่วงระยะเวลาในการศึกษา กำหนดตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชายฝั่ง (Coast) หมายถึง เขตจากชายทะเลขึ้นไปบนบกจนถึงบริเวณที่มีภูมิประเทศเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน อาจเป็นหน้าผา ภูเขา หรือโคกเนินต่าง ๆ

2. การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง หมายถึง การกัดเซาะและการพอกพูนของแนวชายฝั่ง

3. ความสูงคลื่น (Wave Height) หมายถึง ระยะทางตามแนวตั้งจากท้องคลื่นถึงสันคลื่น

4. คาบคลื่น (Wave Period) หมายถึง ระยะทางแนวราบระหว่างสันคลื่นที่ต่อเนื่องกัน หรือระยะทางระหว่างท้องคลื่นที่ต่อเนื่องกัน

5. กระแสน้ำขึ้น-น้ำลง (Tidal Current) หมายถึง กระแสน้ำที่เกิดจากน้ำขึ้น-น้ำลง

6. กระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current) หมายถึง กระแสน้ำที่ไหลขนานกับชายฝั่ง เกิดจากคลื่นที่มีทิศทางเฉียงกับแนวชายฝั่ง เมื่อคลื่นกระทบฝั่งจะทำให้น้ำเคลื่อนที่ไป และสามารถพัดพาอนุภาคตะกอนไปทับถมระหว่างแนวฝั่งกับแนวคลื่นแตกตัว

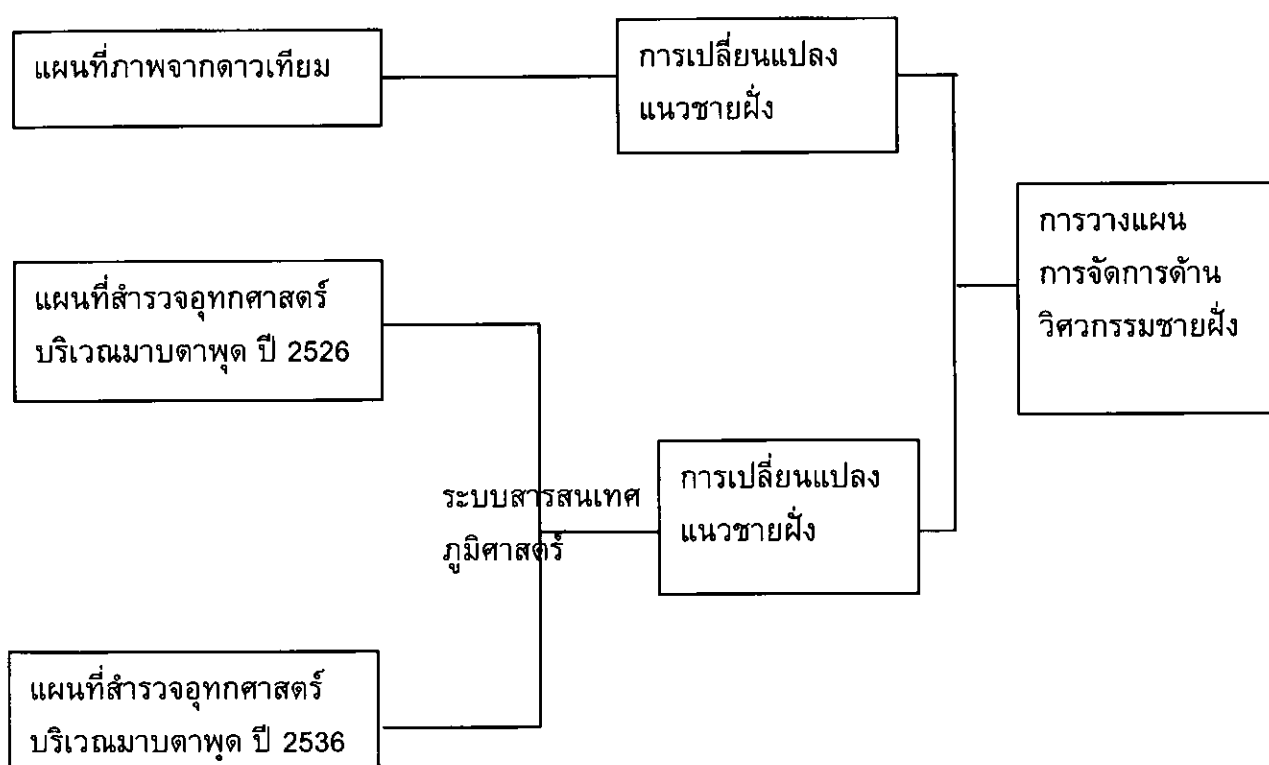
7. กระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) หมายถึง กระแสน้ำที่ไหลตั้งฉากกับชายฝั่ง เกิดจากคลื่นที่มีทิศทางตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง

8. เขื่อนกันดิน (Revetment) หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่สร้างจากหิน คอนกรีต หรือวัสดุอื่น ๆ เพื่อป้องกันชายฝั่ง หรือสิ่งก่อสร้างชายฝั่งจากการกระทำของคลื่นหรือกระแสน้ำ

9. รอย (Groyne) หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันขอบฝั่ง โดยออกแบบให้ดักตะกอนที่ถูกพัดพามาไปตามชายฝั่งให้ทับถมกันอยู่ตามชายหาด เพื่อป้องกันหาด ลดการพังทลายของหาด หรือป้องกันตะกอนเลียบฝั่งจากบริเวณต้นน้ำ (Updrift) ไม่ให้ผ่านไปทางปลายน้ำ (Downdrift) การสร้างรอยมักจะสร้างให้ตั้งฉากกับแนวขอบฝั่ง

10. เขื่อนกันคลื่น (Breakwater) หมายถึง สิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นมาเพื่อป้องกันพื้นที่ชายฝั่ง ท่าเรือ ที่จอดเรือ หรืออ่าว จากอิทธิพลของคลื่น เขื่อนกันคลื่นมีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่การเดินเรือ ป้องกันคลื่นในเขตท่าเรือ เพื่อความปลอดภัยในการจอดเรือ การเดินเรือ และการขนถ่ายสินค้าต่าง ๆ

กรอบแนวความคิดในการวิจัย



สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียม สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ในลักษณะภาพรวม (synoptic view)
2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในส่วนรายละเอียด (detailed study)
3. ข้อมูลภาพจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้ร่วมกัน ในการวางแผนการจัดการด้านวิศวกรรมชายฝั่ง (coastal engineering)

บทที่ 2

เอกสารอ้างอิงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล
2. หลักการและทฤษฎีการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม
3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. แนวคิดและความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล

ชายฝั่งทะเลของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งการกัดเซาะและการพอกพูนออกมา มีทั้งการเปลี่ยนแปลงชั่วคราว และการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร ขึ้นกับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงและรูปแบบของชายฝั่งนั้น ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 2 ประการ คือ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลแต่เดิมจะมีเพียงชุมชนชาวประมงพื้นบ้านเล็ก ๆ อาศัยอยู่เป็นหย่อม ๆ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ปากแม่น้ำซึ่งจะอาศัยสร้างท่าเรือในแม่น้ำเพื่อหลบคลื่นลม และมีการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนในการเผาถ่านจากไม้โกงกาง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งน้อยมาก การท่องเที่ยวก็เช่นเดียวกันมีการใช้พื้นที่ชายฝั่งทะเลเพียงเล็กน้อย ในการพักผ่อนและสันทนาการ ไม่มีการสร้างสิ่งก่อสร้างที่รุกราล้ำลงไปในพื้นที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมากนัก

ในปัจจุบัน การที่มีประชากรเพิ่มขึ้น มีการพัฒนาทางด้านต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้การคมนาคมสะดวกมากขึ้น ความต้องการใช้ประโยชน์จากพื้นที่บริเวณชายฝั่งมากขึ้น ทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว

1. การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการเกษตรกรรม

จากการที่ประชากรของโลกมีมากขึ้น จาก 4,000 ล้านคน เมื่อ 20 ปีที่แล้ว มาเป็น 6,000 ล้านคน ในปัจจุบันทำให้ความต้องการอาหารมีมากขึ้น ทะเลเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่มีขีดจำกัด ถ้าหากมีการใช้อย่างระมัดระวัง การใช้พื้นที่ชายฝั่งทะเลในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อการเกษตรที่สำคัญคือการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์

น้ำ เราได้ทำกันอย่างขาดการระมัดระวังต่างคนต่างทำ เพราะฉะนั้นจึงได้สร้างความเสียหายเป็นอย่างมากในปัจจุบัน จะเห็นได้จากการใช้ทรัพยากรป่าชายเลน

โดยปกติป่าชายเลน เป็นแนวป่าที่อยู่บริเวณชายฝั่งที่ให้ประโยชน์กับมนุษย์ ทั้งเป็นแหล่งอาหาร แหล่งท่องเที่ยว และยังเป็นแนวป้องกันชายฝั่งที่สำคัญ จากการสำรวจป่าชายเลนของไทยด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม เมื่อปี 2536 มีป่าชายเลนอยู่ 1,054,266 ไร่ และในปี 2539 พบว่าเหลือ 1,047,390 ไร่ ในจำนวนนี้ อยู่ทางด้านทะเลอันดามัน 830,650 ไร่ อ่าวไทยฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก 182,684 ไร่ อ่าวไทยรูปตัว “ก” 34,057 ไร่ (กรมป่าไม้ 2536) จะเห็นได้ว่าการลดลงอย่างมาก จากการบุกรุกเพื่อทำการเกษตรโดยเฉพาะการทำนาเกลือ ซึ่งมีผลเสียต่อระบบนิเวศน์บริเวณชายฝั่งทะเล มีการถูกกัดเซาะมากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการอุตสาหกรรม

เมื่อมีการพัฒนาการด้านอุตสาหกรรม สิ่งที่จะต้องพัฒนาตามมาก็คือพื้นที่ตั้งเขตอุตสาหกรรม ซึ่งจะต้องใกล้แหล่งขนถ่ายวัตถุดิบและส่งออกผลผลิตจากอุตสาหกรรมซึ่งก็คือเส้นทางคมนาคม ท่าเทียบเรือ ซึ่งจำเป็นต้องใช้พื้นที่บริเวณชายฝั่ง หรือแม่น้ำในการสร้างท่าเทียบเรือ สร้างโรงงานอุตสาหกรรม และสิ่งปลูกสร้างอื่น ซึ่งในการก่อสร้างสิ่งเหล่านี้ ถ้าหากไม่มีการศึกษาและควบคุมให้ดีแล้วก็จะเกิดปัญหาให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งได้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการก่อสร้างท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ เช่น ท่าเทียบเรือแหลมฉบัง ท่าเทียบเรือระยอง ท่าเทียบเรือสงขลา ท่าเทียบเรือภูเก็ต และท่าเทียบเรืออื่น ๆ ขึ้นเป็นจำนวนมาก

ในการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมสิ่งที่จำเป็นอีกอย่างคือวัตถุดิบที่นำมาใช้คือ แร่ เช่น การทำเหมืองแร่ดีบุก บริเวณชายฝั่งและในทะเลทางด้านอันดามัน ตั้งแต่ระนองถึงภูเก็ต มีผลกระทบต่อการกัดเซาะและการพอกพูนของตะกอน และทำลายป่าไม้ชายเลนได้ดังที่ปรากฏที่จังหวัดภูเก็ตและพังงา

3. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการท่องเที่ยว

ในแต่ละปีมีการท่องเที่ยวจำนวนมากทั้งคนไทยและชาวต่างประเทศ ที่มักจะเลือกการไปเที่ยวทะเลเป็นสิ่งแรก ในการไปเที่ยวจำเป็นต้องมีที่พัก รวมทั้งกิจกรรมชายฝั่งมากมาย จึงจำเป็นต้องสร้างที่พักให้ใกล้ทะเลที่สุดนั้นก็คือบริเวณชายฝั่ง สร้างเขื่อนกันคลื่น ท่าเทียบเรือ รวมทั้งบางครั้งก็มีการถมทะเล จะพบได้จากแหล่งท่องเที่ยวสำคัญ เช่น พัทยา ได้มีการปลูกสร้างอาคาร บ้าน เรือน ยื่นล้ำลงไปในทะเลมากกว่า 100 หลังกาเรือน ทำให้มีการเซาะพังทลายด้านเหนือและเกิดตกตะกอนทางด้านใต้ บางแห่งมีการสร้างเขื่อน หรือรอ (groin) ยื่นไปในทะเล ทำให้เกิดพังทลายด้านหนึ่งและมีการพอกพูนอีกด้านหนึ่งอย่างเช่น ชะอำ แหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดตามธรรมชาติ

1. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดตามปกติ เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของคลื่นลม กระแสน้ำ ระดับน้ำ ขนาดและปริมาณของตะกอน และลักษณะของชายฝั่งเอง ซึ่งชายฝั่งทะเลของประเทศไทยมีลักษณะ 3 รูปแบบ คือ ชายฝั่งตรง ชายฝั่งเป็นรูปอ่าว หรือที่เรียกว่า เลี้ยวพระจันทร์ และบริเวณปากแม่น้ำ

1.1 ลักษณะชายฝั่งตรง การเปลี่ยนแปลงจะมีหลายรูปแบบ โดยทั่วไปตามธรรมชาติชายหาดจะหายไปในช่วงฤดูกาลหนึ่ง และจะกลับมาในอีกฤดูกาลหนึ่ง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แต่ที่สำคัญคือ ลักษณะของชายฝั่งเอง ซึ่งแบ่งได้เป็นดังนี้

1.1.1 ชายฝั่งตรงที่มีลักษณะชันความลึกขนานกับชายฝั่ง (ภาพประกอบ 3)

ลักษณะชายฝั่งเช่นนี้ เมื่อคลื่นปะทะกับชันความลึก จะเปลี่ยนทิศทางตั้งฉากกับชายฝั่ง เมื่อปะทะกับหาดก็จะพัดพาตะกอนออกไปในทะเล จะเกิดการตกตะกอนนอกชายฝั่งที่เรียกว่า Sand Bar ลักษณะเช่นนี้จะทำให้ชายฝั่งถูกกัดเซาะหายไปและจะกลับเข้าสู่สภาพเดิมเมื่ออีกฤดูกาลหนึ่ง เช่น ชายฝั่งบริเวณหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.1.2 ชายฝั่งตรงที่มีชันความลึกเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง (ภาพประกอบ 4)

ลักษณะชายฝั่งแบบนี้ เมื่อคลื่นปะทะชายฝั่งจะหักเหเลี้ยวออกไปทางซ้ายและขวา จะเกิดกระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) จะทำให้ชายหาดถูกกัดเซาะเป็นรูปเว้าตามความลึกของชายฝั่ง พบบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตก

1.1.3 ชายฝั่งตรงที่ชันความลึกเฉียงกันชายฝั่ง (ภาพประกอบ 5)

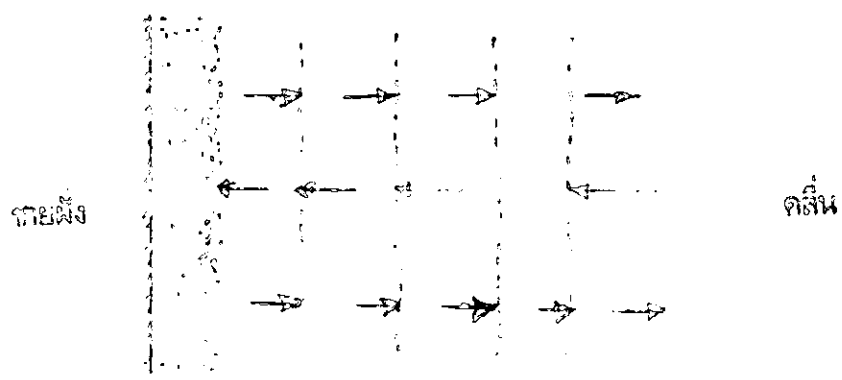
ลักษณะชายฝั่งเช่นนี้ เมื่อคลื่นมาปะทะกับชันความลึก จะหักเหหรือเลี้ยวตั้งฉากเข้าหาฝั่ง แล้วหักเหขนานกับชายฝั่ง ทำให้เกิดกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current) ซึ่งจะทำให้ชายหาดเปลี่ยนแปลง คือ หาดจะหายไปในช่วงฤดูกาลหนึ่งและจะกลับมาในอีกฤดูกาลหนึ่ง นอกจากจะมีสิ่งก่อสร้างทำให้เกิดการเสียสมดุลตามธรรมชาติ

1.2 ชายฝั่งที่เป็นรูปอ่าว (ภาพประกอบ 6)

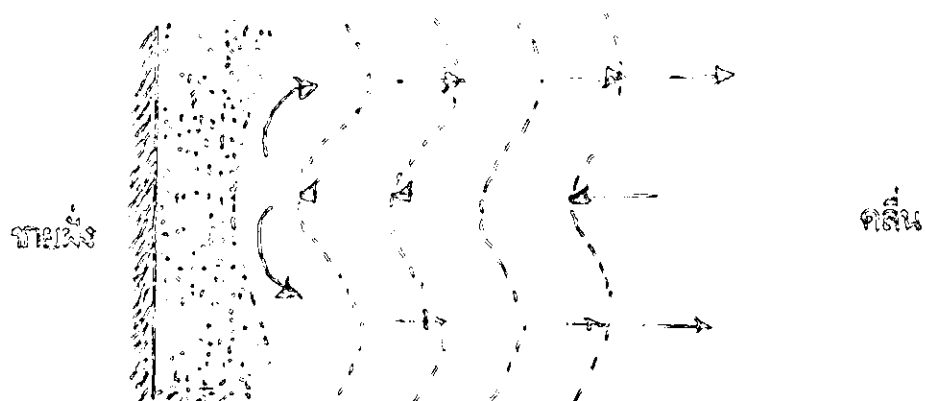
ชายฝั่งลักษณะนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและทิศทางของคลื่น ลักษณะการกัดเซาะจะเกิดการกัดเซาะจากด้านหนึ่งไปทับถมกันอีกด้านหนึ่ง สลับไปมาตามฤดูกาลหรือตามทิศทางของคลื่น นอกเสียจากเกิดการเสียสมดุลเพราะสิ่งก่อสร้าง เช่น บริเวณหาดเตยงาม อ่าวนาวิกโยธิน สัตหีบ จังหวัดชลบุรี หาดทรายใหญ่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

1.3 ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ (ภาพประกอบ 7)

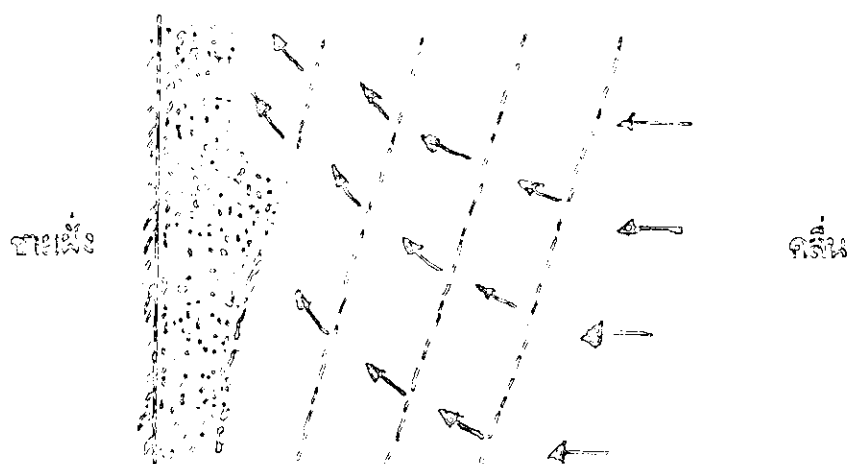
ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เกิดจากทับถมของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำด้านใดด้านหนึ่ง ตามลักษณะการไหลออกของน้ำในแม่น้ำ



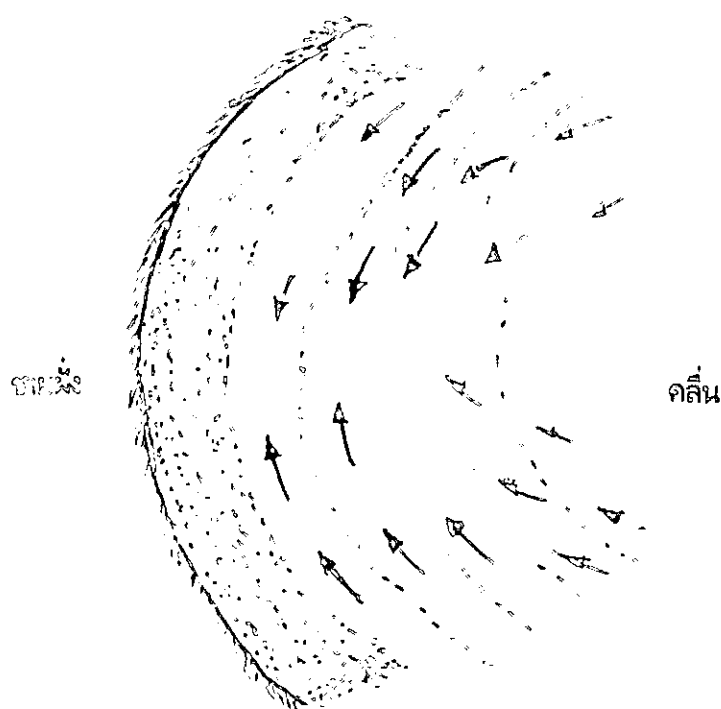
ภาพประกอบ 3 ชายฝั่งตรงที่มีลักษณะชั้นความลึกขนานกับชายฝั่ง



ภาพประกอบ 4 ชายฝั่งตรงที่มีชั้นความลึกเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง



ภาพประกอบ 5 ชายฝั่งตรงที่ชั้นความลึกเฉียงกันชายฝั่ง



ภาพประกอบ 6 ชายฝั่งที่เป็นรูปอ่าว



ภาพประกอบ 7 ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ

(Run Off) เพราะจะเกิดแนวปะทะระหว่างมวลน้ำจากแม่น้ำที่พัดพาเอาตะกอนออกมาทับคลื่นหรือกระแสน้ำชายฝั่ง จะทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากสภาวะผิดปกติ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสภาวะผิดปกตินี้ จะเกิดขึ้นเป็นครั้งคราวและไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์ได้ล่วงหน้าเช่น พายุโซนร้อน (Tropical Cyclone) พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) ปรากฏการณ์เอนนิโญ (El Nino) ลานินา (Lanina) แผ่นดินไหว และคลื่นซุนามิ (Tsunami) ปรากฏการณ์เหล่านี้จะเกิดขึ้นรวดเร็วและรุนแรง เป็นบริเวณกว้างและใช้เวลาเพียงไม่นาน แต่ได้ก่อความเสียหายให้อย่างรุนแรง เช่น พายุไต้ฝุ่นเกย์ (Gay) พายุไต้ฝุ่นลินดา (Linda) ซึ่งทำความเสียหายให้กับชายฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยและอ่าวสัดหีบ อย่างรวดเร็ว แต่จะกลับคืนสู่สภาวะปกติต้องใช้เวลาอันยาวนาน และอาจจะไม่กลับเข้าสู่สภาวะปกติได้ ถ้าบริเวณนั้นแต่เดิมไม่อยู่ในสภาวะที่สมดุลตามธรรมชาติ เช่น อ่าวเตยงาม อ่าวสัดหีบ เป็นต้น

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งทะเล

1. คลื่น อิทธิพลของคลื่นเป็นตัวการที่สำคัญ ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่ง ถ้าปราศจากคลื่นตามชายฝั่ง การเคลื่อนย้ายของตะกอนบริเวณชายฝั่งจะเกิดขึ้นน้อย ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคลื่น จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนออกแบบสิ่งก่อสร้างบริเวณชายฝั่ง โดยมีหลักเกณฑ์สำคัญ ๓ ประการ ในการศึกษาคลื่นบริเวณชายฝั่ง คือ

1.1 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของคลื่น

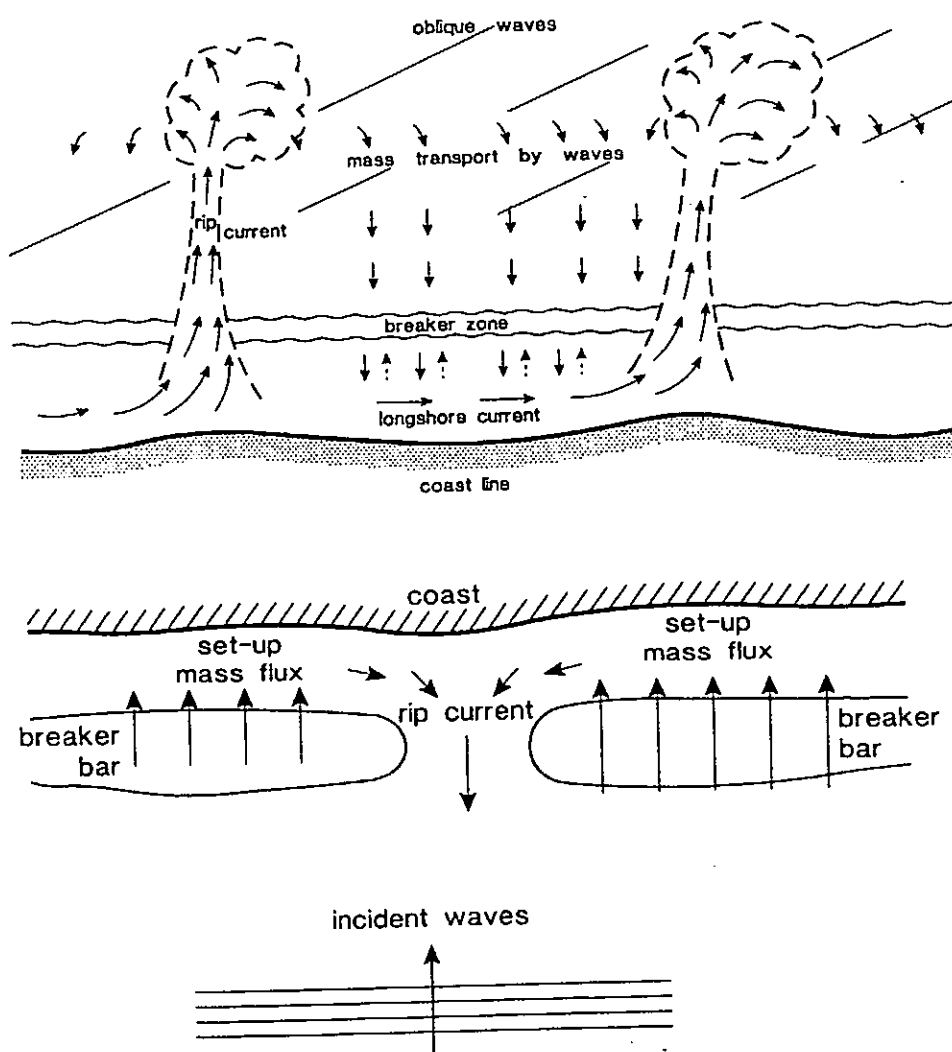
1.2 ข้อมูลทางด้านอุทกนิยมนิววิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดคลื่น

1.3 รายละเอียดและวิธีการเกี่ยวกับการกระทำของคลื่นต่อชายฝั่งที่ทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายตะกอน

คลื่นที่มีความสูงคลื่นมากและคลื่นที่มีความชันสูง (ความสูงคลื่นต่อความยาวคลื่นมีค่ามาก) จะทำให้หาดถูกกัดเซาะ ทำลายได้มาก และพัดพาเอาตะกอนออกนอกฝั่งไป ในขณะที่คลื่นที่มีขนาดเล็ก (ความสูงคลื่นต่อความยาวคลื่นมีค่าน้อย) จะพัดพาทรายกลับมายังชายหาด ทำให้เกิดการทับถมของทราย ความกว้างของหาดจะเพิ่มขึ้น

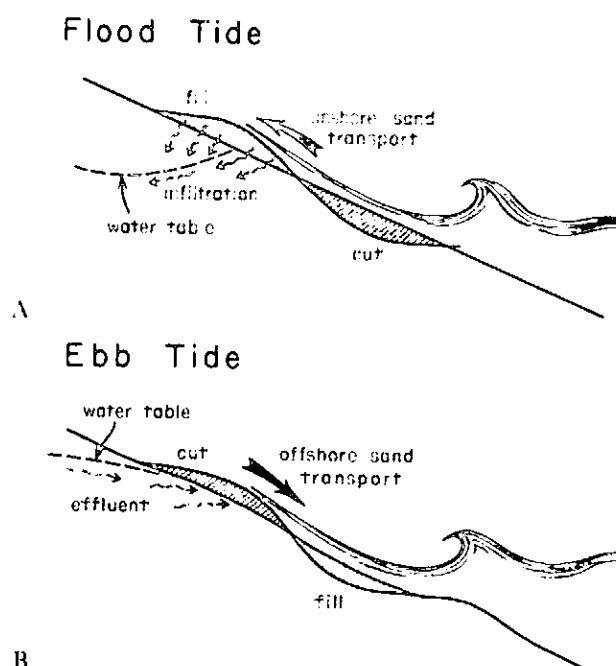
2. กระแสน้ำ ขณะที่คลื่นเคลื่อนตัวจะชักนำให้อนุภาคของมวลน้ำภายใต้อิทธิพลของคลื่นหมุนตัว เมื่อคลื่นเข้าสู่ที่ตื้น ความสูงของคลื่นจะเพิ่มขึ้น ความยาวของคลื่นจะลดลง ทำให้ความชันของคลื่นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงจุดที่เกิดคลื่นหัวแตก (Breaker Zone) เมื่อคลื่นเข้าสู่แนวคลื่นหัวแตกจะชักนำให้เกิดเป็นกระแสน้ำ กระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นจะช่วยกวาดตะกอนและพัดพาไปตามทิศทางที่กระแสน้ำไหล โดยคลื่นที่เคลื่อนเข้าหาฝั่งในทิศทางที่ตั้งฉากกับฝั่งลักษณะนี้เรียกว่า กระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) ส่วนคลื่นนี้เคลื่อนที่เข้าหาฝั่งใน

ลักษณะทำมุมต่าง ๆ กับฝั่ง จะก่อให้เกิดกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current) ทำให้พัดพาตะกอนไปตามชายฝั่ง (Longshore Transport) (ภาพประกอบ 8) นอกจากนี้ยังมีกระแสน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ



ภาพประกอบ 8 กระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) และกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current)

3. ระดับน้ำ น้ำขึ้น-น้ำลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำชายฝั่ง ขณะน้ำขึ้น ความสูงคลื่นสามารถกระทำต่อชายฝั่งได้สูงกว่าขณะน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ กระแสน้ำที่เกิดจากความต่างระดับของน้ำจะมีผลต่อการพัดพาตะกอนมาก โดยเฉพาะเมื่อเกิดพร้อมกับการกวาดตะกอนของคลื่น โดยเฉพาะบริเวณปากร่องน้ำ ปากช่องทางเข้าอ่าว และทะเลสาบ ที่มีความต่างระดับน้ำมาก ๆ (ภาพประกอบ 9)



ภาพประกอบ 9 ผลของระดับน้ำ (water table) ที่มีต่อการตัดและการถม (cut and fill) รูปด้านข้างของชายหาด ระหว่าง a) ช่วงน้ำหลากเข้า (flood tides) b) ช่วงน้ำหลากออก (ebb tides)

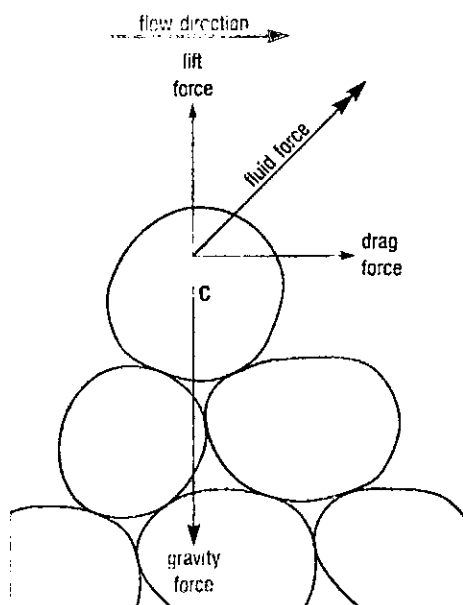
ที่มา : Komar, 1998

4. ลม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามชายหาด โดยเฉพาะลมจะพัดพาทรายละเอียดไปกองรวมกันเป็นกองทราย (Sand Dune) และเมื่อลมพัดออกนอกฝั่ง จะพัดพาทรายไปตกในแนวคลื่นหัวแตก และจะถูกกระแสน้ำพัดพาไปทำให้เกิดทับถมกันบริเวณอื่น และลมพัดเข้าหาฝั่งจะก่อให้เกิดกองทรายหลังหาด

อิทธิพลของลมที่พัดผ่านผิวน้ำ ทำให้เกิดคลื่นและกระแสน้ำไปในทิศทางที่พัดผ่าน โดยกระแสน้ำจะมีความแรง 2 ถึง 3 เปอร์เซ็นต์ของความเร็วลม บริเวณที่เกิดพายุเฮอริเคน ลมจะทำให้เกิดกระแสน้ำเข้าหาฝั่ง และทำให้กระแสน้ำบริเวณใกล้ผิวน้ำท้องทะเลไหลย้อนกลับ ซึ่งจะพัดพาเอาตะกอนออกนอกฝั่ง ในทำนองเดียวกันเมื่อลมพัดออกนอกฝั่ง กระแสน้ำระดับผิวน้ำจะไหลออกนอกฝั่ง ขณะเดียวกันกระแสน้ำใกล้ผิวน้ำท้องทะเลจะไหลเข้าหาฝั่ง จะช่วยพัดพาตะกอนมาทับถมบริเวณชายหาด

5. ชนิดและขนาดของตะกอน เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเนื่องจากอัตราการแพร่กระจาย และการพัดพาตะกอน ก่อให้เกิดการเซาะพังทลายและการทับถมของตะกอนแต่ละชนิดและขนาด ซึ่งเกิดภายใต้อิทธิพลเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกัน ตะกอนที่มีขนาดเล็กจะมี

น้ำหนักเบาพัดพาได้ง่ายกว่าตะกอนขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก ตะกอนบางชนิดมีขนาดเล็กมาก แต่มีการยึดเกาะกันได้ดี (Cohesive Materials) ส่วนใหญ่เป็นตะกอนจากน้ำจืดแล้วไหลมาเจอกับน้ำเค็ม ทำให้เกิดภาวะดังกล่าว ซึ่งทำให้ถูกพัดพาได้น้อยกว่าตะกอนขนาดใหญ่ (ภาพประกอบ 10)



ภาพประกอบ 10 ลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอน

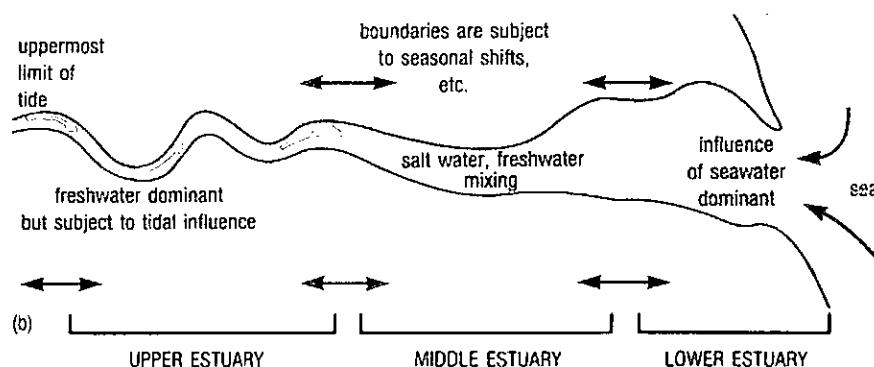
การเคลื่อนตัวของตะกอนตามชายฝั่ง อันเป็นผลสืบเนื่องจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ มักมีการเคลื่อนไหวของตะกอนมากที่สุด ตั้งแต่ขอบฝั่งไปถึงแนวคลื่นหัวแตก การเคลื่อนที่ของตะกอน จะมี 2 ลักษณะ คือ เคลื่อนที่เข้า-ออก จากฝั่ง (Onshore-Offshore Transport) และการเคลื่อนที่ขนานกับฝั่ง (Longshore Transport)

6. ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

แม่น้ำ น้ำที่ไหลออกมาจากแม่น้ำจะพัดพาเอาตะกอนมาด้วยเป็นจำนวนมาก เมื่อมวลน้ำที่ไหลออกมา (Run Off) เมื่อมาปะทะกับคลื่นและกระแสน้ำภายนอก ก็จะทำให้เกิดการหมุนวนของน้ำ (Fluctuation) ทำให้เกิดการตกตะกอนได้ และขณะเดียวกันตะกอนที่มีขนาดเล็กมากจากแม่น้ำ เมื่อมาเจอการเปลี่ยนแปลงความเค็มทำให้เกิดการเกาะตัวที่ใหญ่ขึ้น ตกตะกอนได้เร็วขึ้น และถ้าหากแม่น้ำมีตะกอนน้อย ความแรงของแม่น้ำที่ไหลออกมาจะทำให้ขอบฝั่งบริเวณใกล้ปากแม่น้ำเกิดการเซาะ ทำลายได้เช่นเดียวกัน ดังเช่น แม่น้ำเพชรบุรีในปัจจุบัน (ภาพประกอบ 11)



(a)



ภาพประกอบ 11 กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำ

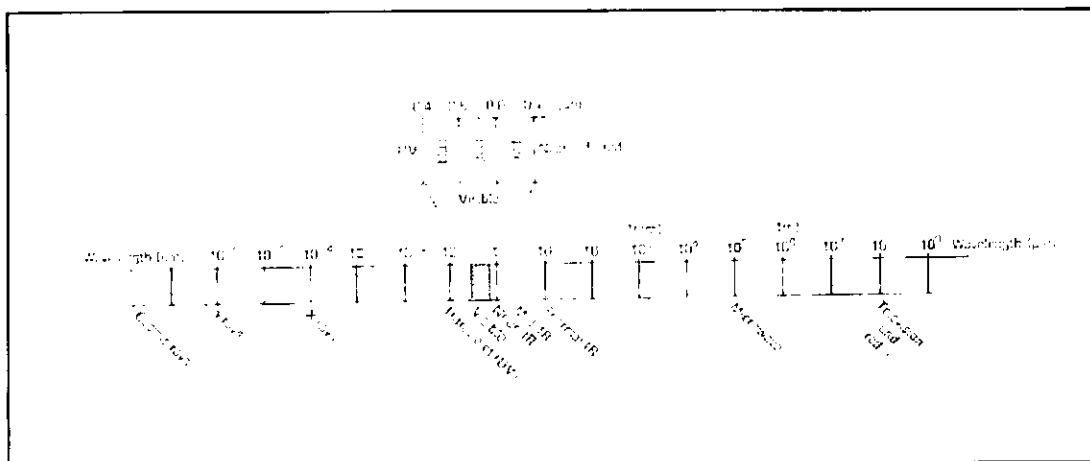
นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมรายละเอียดเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง ประกอบด้วย การสร้างเขื่อนกันดิน (Seawalls, Bulkheads หรือ Revetments) รอก (Groins) เขื่อนกันคลื่น (Breakwater) และเขื่อนปากร่องน้ำ (Jetty) แสดงในภาคผนวก

2. หลักการและทฤษฎีการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม

การสำรวจระยะไกล หรือ รีโมทเซนซิง (remote sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการจำแนก บ่งบอก หรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่าง ๆ โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุโดยตรง (คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อน หรือแผ่ออกจากวัตถุมักจะเป็นต้นกำเนิดของข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกล อย่างไรก็ตามก็ติดตัวกลางอื่น ๆ เช่น แร่โน้มถ่วง หรือสนามแม่เหล็ก ก็อาจนำมาใช้ในการสำรวจระยะไกลได้เช่นเดียวกัน สำหรับการสำรวจจากระยะไกลจากดาวเทียมที่อาศัยการแผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้น อาศัยคุณสมบัติที่ว่า เมื่อวัตถุ

ใดมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาสัมบูรณ์ จะมีคุณสมบัติในการแผ่รังสีออกมาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กัน ภาพประกอบ 12 แสดงแถบพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)



ภาพประกอบ 12 แถบพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

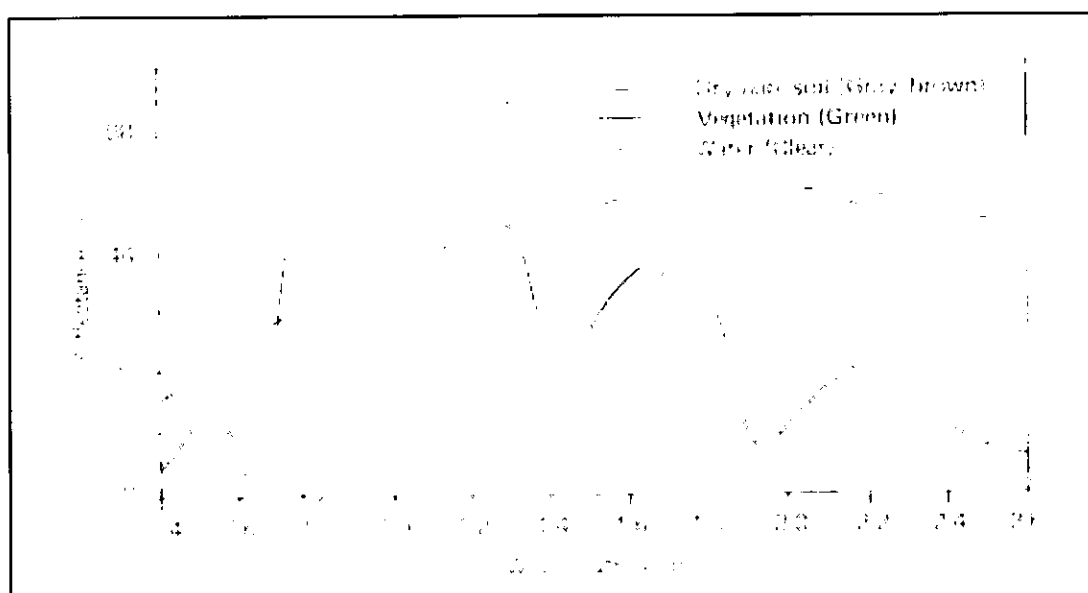
ที่มา : Lillesand and Kiefer, 1990

การแผ่รังสีของวัตถุต่าง ๆ ที่มีอุณหภูมิหนึ่ง ๆ จะอยู่ในลักษณะของแถบคลื่น (spectrum) ประกอบด้วย ความยาวคลื่นหลาย ๆ ความยาวคลื่นมารวมกัน แต่จะมีความยาวคลื่นสูงสุดอยู่ที่ความยาวคลื่นใดความยาวคลื่นหนึ่ง ($\lambda_{\max}$) โดย $\lambda_{\max}$ นี้ขึ้นกับอุณหภูมิของวัตถุ ที่อุณหภูมิสูง ค่าของ $\lambda_{\max}$ จะมีค่าต่ำ ที่อุณหภูมิต่ำ ค่าของ $\lambda_{\max}$ จะมีค่าสูง การศึกษาข้อมูลการสำรวจระยะไกลที่อาศัยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีในธรรมชาติ เช่น ดวงอาทิตย์ นั้นเรียกว่า Passive remote sensing แต่ถ้าอุปกรณ์รับสัญญาณเป็นตัวผลิตพลังงานออกมาเองแล้วทำการรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ อีกทีหนึ่ง เรียกว่า Active remote sensing

การศึกษาข้อมูลระยะไกล มีหลักการสำคัญคือพลังงาน ซึ่งในกรณีที่เป็น Passive remote sensing ต้นกำเนิดคือดวงอาทิตย์แผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาผ่านชั้นบรรยากาศ ซึ่งทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปบางส่วน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับบรรยากาศ เมื่อพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบวัตถุบนผิวโลก จะเกิดปฏิกิริยาระหว่างวัตถุบนผิวโลกกับ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า บางส่วนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะสะท้อนกลับสู่บรรยากาศ ในขณะที่บางส่วนถูกดูดกลืนโดยวัตถุบนผิวโลก และบางส่วนของที่เหลือจากการดูดกลืนก็ถูกส่งผ่านไปยังระดับที่ลึกกว่า พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนกลับสู่บรรยากาศจะเข้าสู่อุปกรณ์รับสัญญาณ ดังนั้นพลังงานที่วัดได้โดยอุปกรณ์รับสัญญาณ อาจประกอบด้วยพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุปฏิกิริยากับชั้นบรรยากาศ

และพลังงานที่สะท้อนจากก้อนเมฆ ค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับสภาวะในชั้นบรรยากาศ มุมของดวงอาทิตย์ มุมของอุปกรณ์รับสัญญาณ และคุณสมบัติในการสะท้อน การดูดกลืน และการส่งผ่านของวัตถุ

การสะท้อน ณ ความยาวคลื่นต่าง ๆ ของวัตถุใดวัตถุหนึ่ง มีลักษณะเฉพาะตัวที่เรียกว่า spectrum signature วัตถุต่างชนิดกันจะมี spectrum signature ต่างกัน เมื่อนำค่าสะท้อนแสงในช่วงคลื่นต่าง ๆ มา พล็อตจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการสะท้อนกับความยาวคลื่น (spectral reflectance curve) ดังตัวอย่างในภาพประกอบ 13 แสดงค่า spectrum signature ของพืชสีเขียว ดินที่โล่ง-แห้ง และน้ำใส หลักการของ spectrum signature นี้เมื่อได้ ข้อมูลจากการสะท้อนของวัตถุบนผิวโลกมา และนำมาเทียบเคียงกับ signature ต้นแบบของสิ่งที่ทราบ เช่น จากการศึกษาให้ห้องปฏิบัติการ หรือภาคสนาม ทำให้ทราบว่าวัตถุนั้นคือสิ่งใด

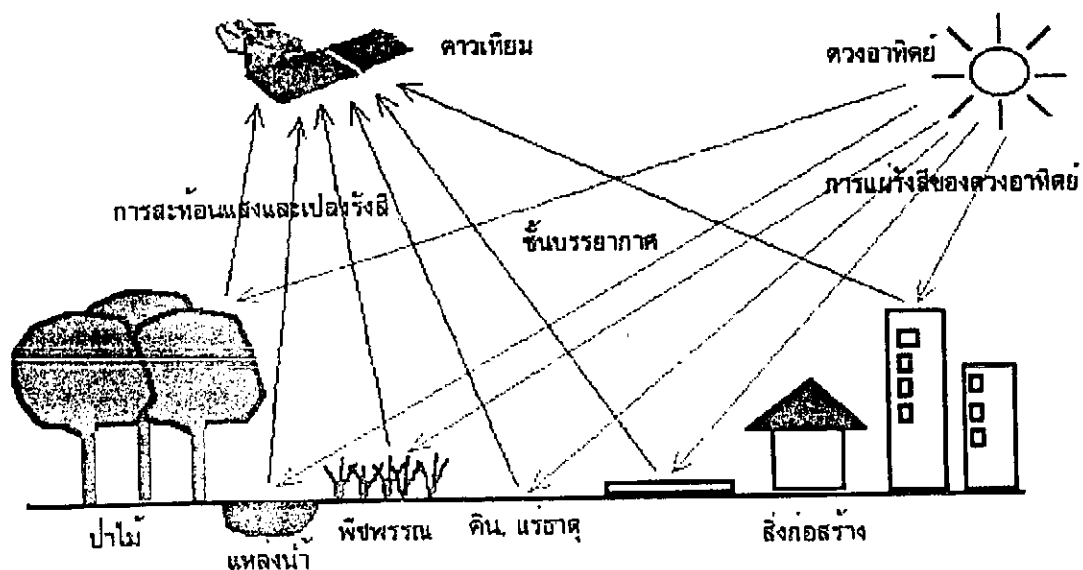


ภาพประกอบ 13 ค่าการสะท้อนแสงของพืช น้ำ และดิน

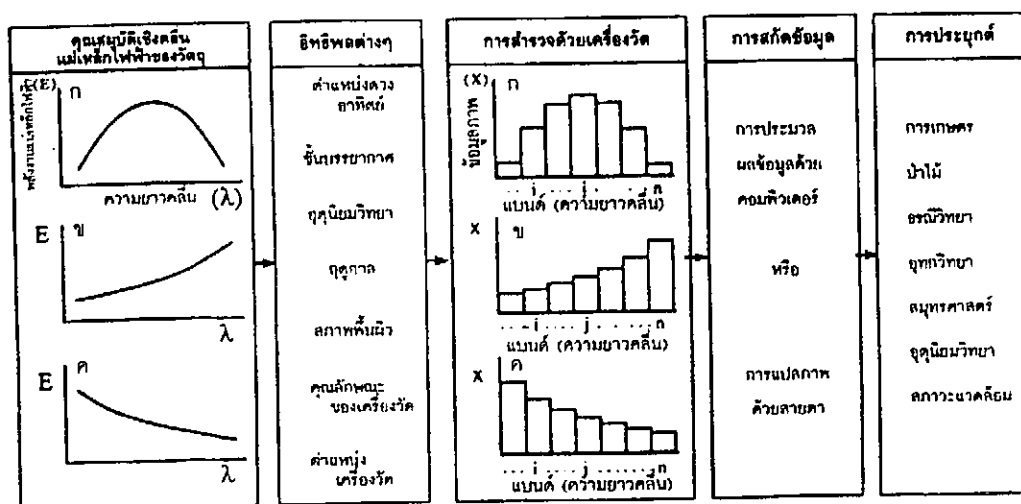
ที่มา : Lillesand and Kiefer, 1990

โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุเรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (remote sensor) หรือเครื่องวัด (sensor) ตัวอย่างเช่น กล้องถ่ายรูป หรือเครื่องกวาดภาพ (scanner) ยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่า ยานสำรวจ (platform) ได้แก่ เครื่องบินหรือดาวเทียม

หลักการนี้แสดงในภาพประกอบ 14 และภาพประกอบ 15 แสดงขั้นตอนในการสำรวจระยะไกล โดยยกตัวอย่างวัตถุ 3 ประเภท ที่ตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดที่ใช้เครื่องวัดที่ใช้ช่วงคลื่นที่ให้คุณลักษณะทางพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ตลอดจนอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีต่อ



ภาพประกอบ 14 การเก็บข้อมูลโดยการสำรวจระยะไกล



ภาพประกอบ 15 ขั้นตอนการสำรวจจากระยะไกล

ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540

สัญญาณคลื่น ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลเหล่านี้ จะผ่านการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือการแปลด้วยสายตาแล้ว จึงนำไปประยุกต์ ในด้านการเกษตร การใช้ที่ดิน ป่าไม้ ธรณีวิทยา อุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โดยใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลในระยะไกลนั้น พบว่ามีข้อดีกว่าวิธีอื่นหลายประการ โดยทำให้ได้ข้อมูลในการติดตามหลายระดับซึ่งทำให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ศึกษาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง รวมถึงติดตามลักษณะของชายฝั่งทะเลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี (Rao, Nair Raju. 1985) โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ทำได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูลดาวเทียมในช่วงเวลาที่ต่างกัน ทำให้เราสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลจากอดีตถึงปัจจุบัน ดังนั้นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งครั้งนี้ จึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้

ดาวเทียม LANDSAT

ดาวเทียม LANDSAT เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากร ซึ่งเป็นขององค์การบริหารการบินและอวกาศ แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Aeronautics and Space Administration, NASA) ปัจจุบันโครงการดาวเทียม LANDSAT นี้ได้เปลี่ยนความรับผิดชอบจากองค์การ NASA ไปขึ้นกับองค์การบริหารงานสมุทรศาสตร์และอุตุนิยมวิทยาแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) ดาวเทียม LANDSAT เป็นดาวเทียมที่มีการโคจรแบบ polar orbit คือการโคจรรอบโลกในแนวเหนือ-ใต้ เป็นวงผ่านขั้วโลกใช้เวลาในการกลับมาที่เดิมทุก 18 วัน สำหรับ ดาวเทียม LANDSAT 1, 2 และ 3 และ 16 วัน สำหรับ ดาวเทียม LANDSAT 4 และ 5 มีความสม่ำเสมอในการกลับมาถ่ายภาพ ณ จุดเดิมด้วย ความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 37 กิโลเมตร (Lillesand and Kiefer, 1979)

สำหรับเครื่องรับสัญญาณบนดาวเทียม LANDSAT มี 3 ระบบ คือ

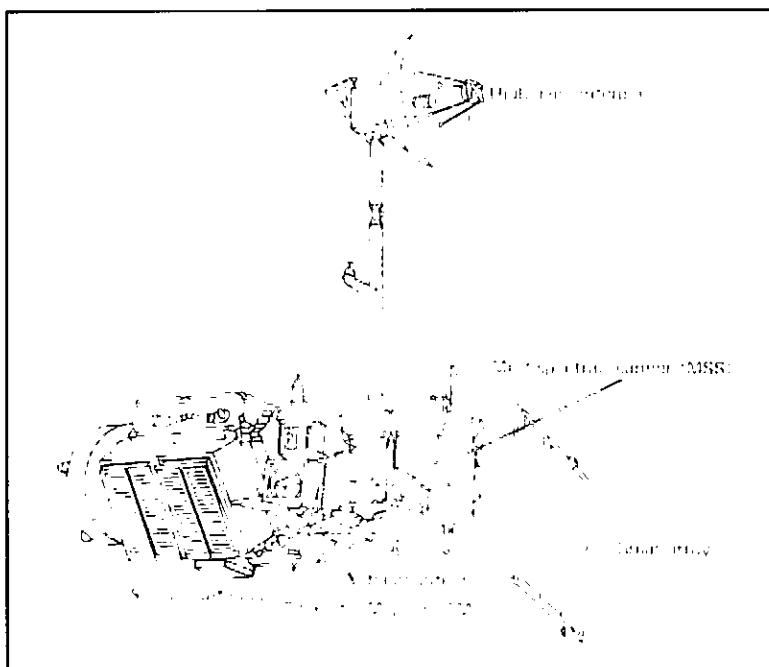
- 1) ระบบ RBV (Return Beam Vidicon camera)
- 2) ระบบการกวาดหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner, MSS)
- 3) ระบบ TM (Thematic Mapper)

ปัจจุบันบนดาวเทียม LANDSAT 4 และ 5 (ภาพประกอบ 16) มีเครื่องรับสัญญาณระบบ TM ซึ่งเป็นเครื่องรับสัญญาณที่นิยมใช้ในการศึกษา ระบบ TM เป็นระบบที่มีเครื่องวัดระดับการแผ่รังสี (radiance level) จากพื้นผิวโลก แบ่งเป็นช่วงคลื่น (band) ทั้งหมด 7 ช่วงคลื่น (ตาราง 1) ระบบ TM นี้ ได้รับการปรับปรุงมาจากระบบ MSS โดยเพิ่มความสามารถในการบันทึกระดับการแผ่รังสีในแต่ละช่วงคลื่นขึ้น และมีช่วงคลื่นแคบลง ทำให้มีความสามารถในการแยกแยะวัตถุต่าง ๆ ดีขึ้น นอกจากนี้ยังได้รวมช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนไว้ด้วย เพื่อสำรวจอุณหภูมิพื้นผิวต่าง ๆ มีรายละเอียดของภาพ (resolution) 30 เมตร (ยกเว้นแบนด์ 6 120

เมตร) ทำให้สามารถแยกรายละเอียดบนพื้นผิวโลกได้เล็กที่สุดประมาณ 30 x 30 ตารางเมตร (pixel size)

ข้อมูลจากเครื่องรับระบบ TM ซึ่งติดตั้งอยู่บน LANDSAT 4 และ 5 มีวงโคจรสูงจากผิวโลกเป็นระยะทาง 705 กิโลเมตร วงโคจรแต่ละดาวเทียมเป็น "path" และลำดับภาพที่ถ่ายในแต่ละ path และ "row" โดยแต่ละเฟรมจะมีการซ้อนเหลื่อมกันด้านข้างประมาณ 7.6 % ที่เส้นศูนย์สูตร และเพิ่มขึ้นเมื่อโคจรเข้าสู่ขั้วโลกทั้ง 2 ด้าน ทั้งนี้เนื่องจากความกว้างของแนวที่ดาวเทียมบันทึกข้อมูลเท่ากับ 185 กิโลเมตร คงที่ตลอดแนวโคจร (ลดาว์ลีย์ อินทปาชัย, 2533)

การใช้ดาวเทียม LANDSAT ในการศึกษาข้อมูลระยะไกลมีความสำคัญและให้ประโยชน์อย่างกว้างขวางหลายอย่าง (ตาราง 2) ทั้งในทางสมุทรศาสตร์ รวมถึงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งด้วย



ภาพประกอบ 16 ดาวเทียม LANDSAT 4 และ 5

ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540

ตาราง 1 ช่วงคลื่นของระบบ TM บนดาวเทียม LANDSAT

แบนด์	ช่วงคลื่น (m)	สนามมุมมอง ณ ขณะนั้น	คุณสมบัติและการประยุกต์ใช้
1	น้ำเงิน (0.45 – 0.52)	30 เมตร	ผ่านทะลุผิวน้ำได้ดีซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำแผนที่ชายฝั่ง ศึกษาคุณภาพน้ำชายฝั่ง
2	เขียว (0.52 – 0.60)	30 เมตร	สะท้อนสีเขียวมีประโยชน์ในการประเมินความแข็งแรงของพืชและตรวจสอบหาปริมาณคลอโรฟิลล์
3	แดง (0.63 – 0.69)	30 เมตร	ดูดกลืนสีเขียวอย่างมาก ใช้สำหรับแยกชนิดพืชพรรณ
4	อินฟราเรดใกล้ (0.76 – 0.90)	30 เมตร	แยกน้ำและแผ่นดินได้ ชัดเจนมีประโยชน์ในการกำหนดชีวมวลและจำแนกแหล่งน้ำ
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น (1.55 – 1.75)	30 เมตร	แยกความชื้นได้ดีสามารถให้รายละเอียดปริมาณความชื้นของพืชพรรณและความชื้นดิน และแยกความแตกต่างระหว่างหิมะกับเมฆ
6	อินฟราเรดความร้อน (10.40 – 12.50)	120 เมตร	แยกความชื้นดินและพืชพรรณ ดูอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
7	อินฟราเรดกลาง (2.08 – 2.35)	30 เมตร	แยกลักษณะแตกต่างทางธรณีวิทยาได้ดี

ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540

ตาราง 2 ตัวอย่างการใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT

การรวมแบนด์ (Band Combinations) (R, G, B)	การประยุกต์ใช้
3,2,1	สามารถใช้ศึกษาในบริเวณน้ำตื้นและดูความขุ่นของน้ำ
4,5,3	แสดงรอยต่อระหว่างน้ำและแผ่นดินได้ดี ดูชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ และแสดงให้เห็นดินที่มีความชื้นต่างกัน
4,3,2	สีแดงที่ปรากฏจะแสดงถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของพืชพรรณ ฉะนั้นจึงใช้โทนของสีแดงเพื่อดูสุขภาพของพืชพรรณ และใช้สีน้ำเงินเพื่อแสดงความหนาแน่นของชุมชน
7,4,2	สีเขียวที่ปรากฏจะแสดงพืชพรรณ และโทนของสีเขียวแสดงปริมาณน้ำในพืชพรรณ

ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) มีการตีพิมพ์ครั้งแรกในเอกสารของมหาวิทยาลัย นอร์ทเวสเทิร์น (Northwestern University) ปี ค.ศ.1965 โดย Michael Dacey และ Duane Marble ในเอกสารดังกล่าวใช้คำว่า Geographic Information Management Technology โดยความหมายรวมถึง ระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่ใช้สำหรับทำแผนที่และประมวลผลข้อมูลสภาพพื้นที่ (Spatial Information) รวมถึงระบบที่ใช้การสอบถามและการจัดการฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่สลับซับซ้อนหรือการทำแผนที่รูปทรง (Modelling)

สำหรับประเทศไทยได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้เริ่มมาใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ.2528 โดยธนาคารโลกได้นำเข้ามาใช้เพื่อการวิเคราะห์นโยบายที่ดินในประเทศ จนกระทั่งปัจจุบันได้มีการนำ GIS เข้ามาใช้ในหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน ในการวางแผน และช่วยในการตัดสินใจ ในปัจจุบัน การนำ GIS มาใช้มีการประยุกต์กับงานด้านต่างๆ กันอย่างแพร่หลาย ทั้งทางด้านการเกษตร การท่องเที่ยว การจัดการทรัพยากร รวมถึงทางการปกครอง มีผู้ให้ความหมายดังนี้

สำหรับความหมายของคำว่า Geographic Information System (GIS) มีผู้ให้ความหมายแตกต่างกันออกไปดังนี้

Burrough; & McDonneli. (1998 : 11) อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเก็บรวบรวม บันทึก การนำเข้าข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลตามความต้องการ ข้อมูลที่นำเสนอเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์เพื่อทราบความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของปรากฏการณ์ต่างๆ บนโลก

Burrough. (1986 : 6-7) ให้ความหมายไว้ว่า GIS คือชุดของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม บันทึก จัดเก็บ เรียกค้นออกมาใช้ ดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลง และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติในโลกของความเป็นจริงสำหรับวัตถุประสงค์ที่วางไว้

U.S.National Center for Geographic Information and Analysis ให้ความหมายไว้ว่า GIS คือ การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรแกรมทางด้าน GIS เพื่อรวบรวม จัดการ เก็บข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ แสดงผลเพื่อช่วยวางแผน ช่วยตัดสินใจ และแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้

ชินนทร์ ทินนโชติ (2538 : 4) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่ประกอบด้วย อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมคำสั่ง ฐานข้อมูล และบุคลากร ซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บบันทึก จัดการ วิเคราะห์ และแสดงผล ข้อมูลสารสนเทศปริภูมิเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการแก้ปัญหาและการจัดการ

สรศักดิ์ กลิ่นดาว (2542 : 2) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งการค้นคืนข้อมูล และการ

แสดงผลสารสนเทศ หรืออีกนัยหนึ่ง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ในอยู่รูปของแผนที่เชิงตัวเลข ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และระบบปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ผลออกมาเป็นสารสนเทศ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป

โดยสรุป GIS คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถบริหารจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยเชื่อมข้อมูลตำแหน่งกับฐานข้อมูล เพื่อใช้แสดงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และ บุคลากร (Peopleware) จัดการระบบฐานข้อมูล รวบรวม จัดเก็บ สืบค้น และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ผลลัพธ์ที่ได้นำมาใช้สำหรับการวางแผนในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ

3.1 หน้าที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

หน้าที่หลักๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล (Data Input) สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรืออาจเรียกว่า การแปลงข้อมูล (Data Conversion) ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) นั้นมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็มีความเหมาะสมกับแหล่งข้อมูลลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป การเลือกผสมผสานใช้วิธีการนำเข้าข้อมูลที่เหมาะสมจะช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่าย รวมทั้งยังช่วยเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลได้ด้วย วิธีการนำเข้าข้อมูล อาจจำแนกได้ 5 วิธี ประกอบด้วย การดิจิไทซ์แผนที่ (Map Digitizing) การนำเข้าข้อมูลทางแป้นพิมพ์ (Keyboard Entry) การนำเข้าโดยการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Photogrammetry) การนำเข้าด้วยการ Scan เป็นข้อมูลภาพ และการนำเข้าข้อมูลรังวัดภาคสนาม (Field Survey)

สำหรับการศึกษาคครั้งนี้ จะเลือกผสมผสานวิธีการการดิจิไทซ์แผนที่ การนำเข้าข้อมูลทางแป้นพิมพ์ และการนำเข้าด้วยการ Scan เป็นข้อมูลภาพ เข้าด้วยกัน

2. การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation) ข้อมูลที่ได้รับเข้าระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ในระดับเดียวกันเสียก่อน

3. การบริหารข้อมูล (Management) ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ Data Base Management System (DBMS) จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ ระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational DBMS) โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปของตารางหลายๆ ตาราง

4. การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis) เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่น เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น

การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) เป็นต้น

5. การนำเสนอข้อมูล (Visualization) จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงแผนภูมิ (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่างๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการศึกษารั้วนี้จะใช้การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชันในการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ การวิเคราะห์การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) การซ้อนทับข้อมูลเป็นการนำข้อมูลบริเวณพื้นที่เดียวกันตั้งแต่ 2 ชั้นข้อมูลมาวิเคราะห์รวมกัน (Intergrate) ผลข้อมูลจากการวิเคราะห์จะได้ชั้นข้อมูลใหม่ การซ้อนทับสามารถทำได้ทั้งโครงสร้างข้อมูลเวกเตอร์และแรสเตอร์

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ly. (1993) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณจังหวัดระยอง โดยใช้ข้อมูลปี 1987 1990 และ 1992 จำนวน 3 ภาพ มาทำการเปรียบเทียบกัน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ พบว่า ชายฝั่งบริเวณทางด้านตะวันตกของท่าเทียบเรือมาบตาพุด และปากแม่น้ำระยองมีการงอกของชายฝั่งทะเลมากที่สุด

El-Raey; et al. (1999) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT MSS และข้อมูลความลึกน้ำทะเลศึกษาการงอกและการกัดเซาะชายหาด บริเวณ Damietta Port Said ประเทศอียิปต์ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมช่วงปี 1987 ถึง 1990 จำนวน 3 ภาพ มาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่าสามารถหารูปแบบการงอกและการกัดเซาะของชายฝั่ง คำนวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เปลี่ยนแปลงไป และหาแนวโน้มการงอกและการกัดเซาะของชายฝั่งบริเวณดังกล่าวได้

สุกิจ วิเศษสินธุ์ (2540) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM รายละเอียด 30 X 30 เมตร และ IRS-1C รายละเอียด 5 X 5 เมตร ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งตั้งแต่ปี 1987 ถึง 1990 จำนวน 3 ภาพ มาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า มีการกัดเซาะชายฝั่งอย่างชัดเจนในบริเวณที่ 4 และ 5 และมีการตกตะกอนในบริเวณที่ 2

ดนุพล ดันโยภาส จักรกริส กสิสุวรรณ และ เซาว์ ยงเฉลิมชัย (2543) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึงปากน้ำตาตากใบ จังหวัดนราธิวาส ในช่วง 10 ปี โดยประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM 2 เวลา คือในปี พ.ศ. 2531 และ 2540-41 และแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 พ.ศ. 2530 ผ่านขั้นตอนการประมวลผลภาพ ด้วยการผสมสี (1-5-4) การยัดภาพแบบยกกำลัง และการจำแนกข้อมูลแบบกำกับแลไม่กำกับ การกรองภาพแบบความถี่ต่ำผ่าน และการเปลี่ยนข้อมูลเชิงภาพไปสู่ข้อมูลในเชิงทิศทาง แล้วนำข้อมูลดาวเทียมที่ถูกแปลงรูป มาไว้ในชั้นข้อมูลเพื่อวางประกบซ้อนทับกันและคำนวณพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง

จากเทคนิคดังกล่าว แผนที่ภูมิประเทศ กับข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM 2 ช่วงเวลา พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 7.89 ตารางกิโลเมตร (ทับถม 5.02 และ กัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร) และ 4.64 ตารางกิโลเมตร (ทับถม 2.82 และ กัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร)

เมธาวิ นวลละออง (2544) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT TM ศึกษาผลของการถมทะเลที่มีต่อการกระจายของตะกอนแขวนลอยและการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด โดยใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2530 2537 และ 2543 จำนวน 3 ภาพ มาทำการเปรียบเทียบกัน โดยวิธี Image difference พบว่า ชายฝั่งบริเวณด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ เกิดการรุกของชายฝั่งในอัตรา 5,250 ตารางเมตรต่อปี และเกิดการกัดเซาะของชายฝั่งในอัตรา 6,975 ตารางเมตรต่อปี ส่วนด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ เกิดการรุกของชายฝั่งในอัตรา 4,650 ตารางเมตรต่อปี และเกิดการกัดเซาะของชายฝั่งในอัตรา 11,400 ตารางเมตรต่อปี

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมที่ผ่านมาในอดีต จะเห็นได้ว่า ข้อมูลดาวเทียมนั้น เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่มีประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง โดยสามารถทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงได้ทั้งในเชิงคุณภาพ ซึ่งหมายถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล และในเชิงปริมาณคือสามารถคำนวณพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนั้นการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ทำให้เราสามารถได้ข้อมูลลักษณะชายฝั่งทะเลในหลายช่วงเวลาต่อเนื่องกันและครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งบริเวณกว้างได้ในเวลาเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่เพื่อดำเนินการศึกษาบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปัญหาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งอย่างมาก เนื่องจากการพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวให้เป็นนิคมอุตสาหกรรมชายฝั่งทะเลตะวันออก

2. การกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่

1. ตำราเอกสาร และวารสาร งานวิจัยที่แสดงข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Image map) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
3. เครื่องกวาดภาพ (Scanner) เป็นเครื่องที่ใช้ในการนำข้อมูลที่มีโครงสร้างแรสเตอร์ (Raster) ข้อมูลที่ใช้การนำเข้าได้แก่ รูปภาพ แผนที่ เป็นต้น
4. เครื่องเขียนรูปและเครื่องพิมพ์ (Plotter and Printer) ใช้ในการแสดงผลข้อมูล ทั้งรูป เอกสาร และแผนที่
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer) เป็นส่วนที่ช่วยในการนำเข้า จัดเก็บ ประมวลผล และแสดงผลข้อมูล
6. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ArcviewGIS version 3.2a and Extension (กรณอุทกศาสตร์) เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล แก้ไข และจัดทำภาพประยุกต์ระบบสารสนเทศตามวัตถุประสงค์การศึกษา
7. โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Image Analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EASI/PACE (Engineering Application Scientific INTERFACE/Picture Analysis Correction and Enhancement) (กรณอุทกศาสตร์)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากหน่วยงานต่างๆ เอกสาร และสิ่งพิมพ์ แผ่นพับ เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์และทดสอบสมมุติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียม (Satellite Image map) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) โดยใช้ภาพในช่วงคลื่น 5, 4, 3 (R G B) เพื่อใช้จำแนกข้อมูลชายฝั่ง โดยใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ Thematic Mapper (TM) และ LANDSAT 7 ระบบ Enhanced Thematic Mapper (ETM+) ที่มีรายละเอียดภาคพื้นดิน (Resolution) ขนาด 15 X 15 เมตร path 128 row 51 ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชลบุรีและระยอง ซึ่งเป็นตัวแทนข้อมูลชายฝั่งใน ปี พ.ศ. 2530, 2533, 2537, 2540, 2542 และ 2545 ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) รายละเอียดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

ลำดับที่	ข้อมูลดาวเทียม	บันทึกภาพเมื่อวันที่
<u>Path 128 Row 51</u>		
1	LANDSAT 5 -TM	18 ธ.ค. 2530
2	LANDSAT 5 -TM	26 ธ.ค. 2533
3	LANDSAT 5 -TM	3 ม.ค. 2537
4	LANDSAT 5 -TM	29 ธ.ค. 2540
5	LANDSAT 5 -TM	17 ม.ค. 2542
6	LANDSAT 7-ETM+	9 พ.ย. 2545

2. ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์

ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ประกอบด้วย

ลำดับที่	พื้นที่	วัน เดือน ปี ที่สำรวจ	มาตราส่วน	หมายเหตุ
1	เกาะจวง – เขาสาบ	17 ม.ค. – 16 เม.ย. 2526	1 : 40,000	
2	ท่าเรือมาบตาพุด	28 ม.ค. – 28 มี.ค. 2536	1 : 5,000	4 ระวัง

4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล (ภาพประกอบ 17)

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียม

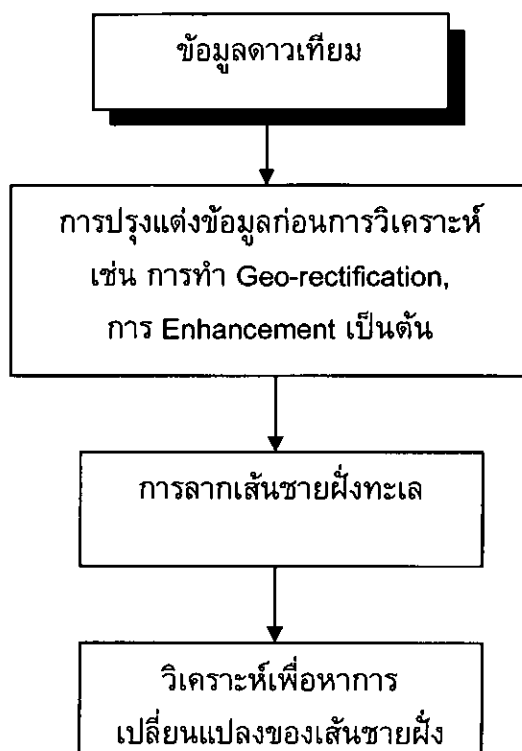
1.1 การนำเข้าข้อมูล นำเข้าข้อมูลเชิงตัวเลขของภาพดาวเทียม LANDSAT 5 ระบบ Thematic Mapper (TM) และ LANDSAT 7 ระบบ Enhanced Thematic Mapper (ETM+) ใน ปี พ.ศ. 2530, 2533, 2537, 2540 , 2542 และ 2545

1.2 การปรับแก้ข้อมูล เป็นการปรับแต่งข้อมูล ดาวเทียม LANDSAT ให้สมบูรณ์ ก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากความผิดพลาดของข้อมูล ได้แก่ ความผิดพลาดเชิงคลื่น (radiometric correction) และความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (geometric correction) สำหรับการศึกษารั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction) ซึ่งเป็นการแก้ไขความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของภาพทั้งที่เป็นความเพี้ยนภายใน (Internal distortion) และความเพี้ยนภายนอก (External distortion) ซึ่งกระทำโดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างระบบภาพและระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลเปรียบเทียบของเครื่องวัด ข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูล การทรงตัวของดาวเทียมที่มีการวัดไว้ สภาพบรรยากาศ จุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP) เป็นต้น

การปรับแก้เชิงเรขาคณิตมีอยู่ 3 วิธี คือ

- การปรับแก้แบบมีระบบ (Systematic correction)
- การปรับแก้แบบไม่มีระบบ (Non-systematic correction)
- วิธีผสม (Combined method)

เนื่องจากข้อมูลดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาได้มีการปรับแก้ไขความผิดพลาดด้วยกระบวนการปรับแก้เชิงคลื่น (Radiometric correction) และการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแบบมีระบบ (Systematic correction) ที่ได้กระทำโดยสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินซึ่งเป็นผู้ผลิตข้อมูล ดังนั้น การศึกษารั้งนี้จึงทำในส่วนการปรับแก้แบบไม่มีระบบซึ่งต้องใช้จุดบังคับภาคพื้นดิน ซึ่งรู้ค่า พิกัดภูมิศาสตร์ สำหรับการแปลงค่าระบบพิกัดภูมิศาสตร์ไปเป็นระบบพิกัดภาพโดยใช้วิธีการ กำลังสองที่น้อยที่สุด (Least square method) ของสมการโพลีโนเมียล ความแม่นยำของพิกัด ขึ้นอยู่กับลำดับการยกกำลัง (Order) ของสมการโพลีโนเมียลและจำนวนการกระจายของจุด ควบคุมภาคพื้นดิน โดยการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างของจุดควบคุม (Resampling Mode) แบบ Nearest ที่ใช้ระดับการยกกำลัง (Model order) ขั้นที่ 1 (First order) และกระจายจุด ควบคุมภาคพื้นดินไม่น้อยกว่า 10 จุดทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา เนื่องจากความคลาดเคลื่อนจากมุม การกวาดรับข้อมูลดาวเทียม LANDSAT เกิดขึ้นน้อยมาก ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้ ได้ถูก ปรับแก้เชิงเรขาคณิต ใน 2 ลักษณะ คือ



ภาพประกอบ 17 ขั้นตอนการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งจากข้อมูลภาพจากดาวเทียม

1. การปรับแก้แบบ Image to Map Registration เป็นการปรับแก้ค่าพิกัดจุดภาพให้มีความถูกต้องตามระบบพิกัดอ้างอิง การศึกษาครั้งนี้ทำการแก้ไขความผิดพลาดโดยการใช้มาตรฐานในการอ้างอิงซึ่งเป็นที่ยอมรับ คือ แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ในระบบพิกัด กริด ยู ที เอ็ม (Universal Transverse Mercator หรือ UTM) โดยมีหลักฐานทางแนวนอนตามหลักฐานประเทศอินเดีย และหลักฐานทางแนวตั้งตามระดับน้ำทะเลปานกลางที่เกาะหลัก และต้องทำการปรับขนาดจุดภาพใหม่ให้มีขนาด 25 เมตร จากข้อมูลจำนวน 6 ช่วงเวลา ได้เลือกใช้ข้อมูลที่บ้านทีกเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2542 เพื่อปรับแก้ด้วยวิธีนี้ เนื่องจากเป็นภาพที่มีความคมชัดและไม่มีเมฆปิดบังข้อมูล ซึ่งจะทำให้กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดินได้สะดวกและมีความถูกต้องค่อนข้างสูงและภาพที่ถูกปรับแก้ี้ จะใช้เป็นภาพอ้างอิงในขั้นตอนต่อไป (Geo-reference image)

2.การปรับแก้แบบ Image to Image Registration ภาพที่เหลือจำนวน 5 ภาพทำการปรับแก้โดยวิธีการตั้งข้อมูลที่มีความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต (Uncorrected image) กับภาพที่มีพิกัดถูกต้อง (Geometric Corrected Image) คือภาพที่ถูกปรับแก้ไขในแบบที่ 1 แล้ว (ข้อมูลเมื่อวันที่ 17 มกราคม 2542) ความผิดพลาดของจุดควบคุมภาคพื้นดินทั้ง 2 วิธี ไม่เกิน 1 จุดภาพ ซึ่งในที่นี้คือ 30 เมตร ทั้งระยะกำหนดนับเหนือและตะวันออก (Northing and Easting)

1.3 การเน้นข้อมูลภาพ (Image enhancement)

การเน้นข้อมูลภาพกระทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพของข้อมูลให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้นและเข้าใจได้ง่ายขึ้น นั่นคือทำให้ข้อมูลภาพมีความคมชัด และมีความแตกต่างของข้อมูลอย่างชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนกและการวิเคราะห์ข้อมูลภาพ การเน้นข้อมูลมีมากมายหลายวิธี ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เทคนิคการเน้นข้อมูลดังต่อไปนี้

- การผสมสี (Color composition) ข้อมูลจากดาวเทียมแต่ละดวงมีการบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นต่าง ๆ กัน ซึ่งการบันทึกข้อมูลแต่ละช่วงนี้เรียกว่า แบนด์ โดยแต่ละแบนด์จะมีค่าความแตกต่างของการสะท้อนพลังงานในแต่ละช่วงคลื่นซึ่งแปลงเป็นสัญญาณหลักเลขได้ตั้งแต่ 0-255 ในลักษณะของเลขฐานสอง 8 บิต หรือแปลงเป็นภาพขาวดำได้ตั้งแต่ค่าสีดำจนถึงสีขาว การทำให้ข้อมูลเป็นภาพสี มีความสำคัญมากสำหรับประสิทธิภาพของการแปลด้วยสายตา

- การขยายความคมชัดเชิงเส้น (Linear Contrast Stretch) เป็นการปรับความคมชัดของภาพ โดยยืดข้อมูลดิบซึ่งมีช่วงของแผนภูมิในช่วงแคบ ๆ แล้วยืดข้อมูลออกให้เต็ม 256 ระดับ

1.4 การสร้างเส้นชายฝั่งทะเล สามารถดำเนินการได้ 2 วิธีได้แก่

1.4.1 การสร้างเส้นชายฝั่งโดยอัตโนมัติจากโปรแกรมประยุกต์ จากคุณลักษณะข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ที่มีหลายช่วงคลื่น ที่สามารถนำคุณสมบัติแตกต่างกันไปมาใช้ประโยชน์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลได้ด้วยการใช้แบนด์ 4 (อินฟราเรดใกล้) ช่วงคลื่น 0.76-0.90 ที่มีคุณสมบัติสามารถแยกน้ำและแผ่นดินได้ ด้วยการตั้งค่าความแตกต่างของค่าสัญญาณตัวเลข (Digital Number: DN) ที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างพื้นที่บริเวณพื้นน้ำที่มีค่าสัญญาณตัวเลขระหว่าง 0-35 และพื้นดินที่มีค่าสัญญาณตัวเลขมากกว่า 35 ขึ้นไป ด้วยความสามารถของโปรแกรมประยุกต์ทางรีโมทเซนซิงที่มีตามท้องตลาดในปัจจุบันในการแยกพื้นดินและพื้นน้ำจากกัน การศึกษาด้วยวิธีนี้จะสะดวกรวดเร็วสำหรับการศึกษาในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่เพราะการแยกพื้นที่ด้วยการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของค่าสัญญาณตัวเลขนั้นจะมีความผิดพลาดจากการรวมพื้นที่พื้นผิวน้ำ หรือข้อมูลอื่นๆ ที่มีค่าสัญญาณในช่วง 0-35 ด้วย ซึ่งจะต้องมีการปรับแก้ข้อมูลหลังจากที่โปรแกรมประยุกต์ดำเนินการคำนวณโดยอัตโนมัติแล้ว

1.4.2 การสร้างเส้นชายฝั่งโดยการแฮดอัพ (head up) ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ แนวชายฝั่งของพื้นที่ศึกษาครอบคลุม N 724000 - 740000 และ E 1397000 -1405000 ในระบบพิกัดกริด ยู ที เอ็ม (Universal Transverse Mercator, UTM) มีระยะทางประมาณ 18.5 กิโลเมตร ผู้ศึกษาจึงเลือกที่จะสร้างเส้นชายฝั่งผ่านข้อมูลดาวเทียมที่ผสมสี (Color composite) ด้วยแบนด์ 5,4,3 (R,G,B) จากการลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยการแฮดอัพให้เป็นพื้นที่ (Polygon) ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Digitized on screen) ด้วยโปรแกรม EASI/PACE จะได้เส้นชายฝั่ง

1.5 การวิเคราะห์เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของเส้นชายฝั่งทะเล

เมื่อทำการลากเส้นชายฝั่งทะเลด้วยสายตาให้เป็นพื้นที่ (Polygon) ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Digitized on screen) ด้วยโปรแกรม EASI/PACE แล้วจึงส่งออกข้อมูล (Export) ในรูปแบบของ Arcview GIS Shapefile (filename.shp) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลในแต่ละคู่ของช่วงเวลาที่สนใจด้วยคำสั่ง Erase ในชุดโปรแกรมการวิเคราะห์ (Analysis) ของ Arcview GIS เช่นช่วงเวลาที่สนใจในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในช่วงเวลา 10 ปีได้แก่ปี 2530 และ 2540 นำข้อมูลรูปปิด (Polygon) ของเส้นชายฝั่งของทั้งสองปีโดยใช้คำสั่ง Erase ดังนี้

1) ชายฝั่งปี 2530 – ชายฝั่งปี 2540

2) ชายฝั่งปี 2540 – ชายฝั่งปี 2530

จะได้ข้อมูลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งในช่วง 10 ปี เมื่อนำเส้นชายฝั่งทั้ง 2 เวลาดังกล่าวมาซ้อนทับกับผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ทราบว่าพื้นที่ที่ได้มาจากกระบวนการดังกล่าวนั้นบริเวณใดเกิดการกัดเซาะ (Erosion) หรือเกิดการพอกพูนของตะกอน (Accretion) ที่แยกสิ่งปลูกสร้างในทะเลอันได้แก่ท่าเรือ เป็นต้น แล้วจึงให้ค่าความหมาย (Attribute) ของแต่ละพื้นที่รูปปิด (Polygon) และนำผลที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ (Erosion) และเกิดการพอกพูนของตะกอน (Accretion) ของช่วงปีที่สนใจ

2. ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์

2.1 การนำเข้าข้อมูล โดยการ scan แผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี 2526 (surveyed map) ทำการดิจิไทซ์แต่ละจุดความลึกในแผนที่ (depth point) โดยใช้โปรแกรม Arcview GIS ป้อนค่าความลึก (depth value) ของแต่ละจุดความลึก (เป็น attribute data) ซึ่งค่าความลึกดังกล่าวจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากอยู่ต่ำกว่าผิวน้ำของทะเล ค่าความลึกและจุดความลึกในแผนที่ จะเก็บรวบรวมไว้ใน point theme ใช้ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง (before coastal change)

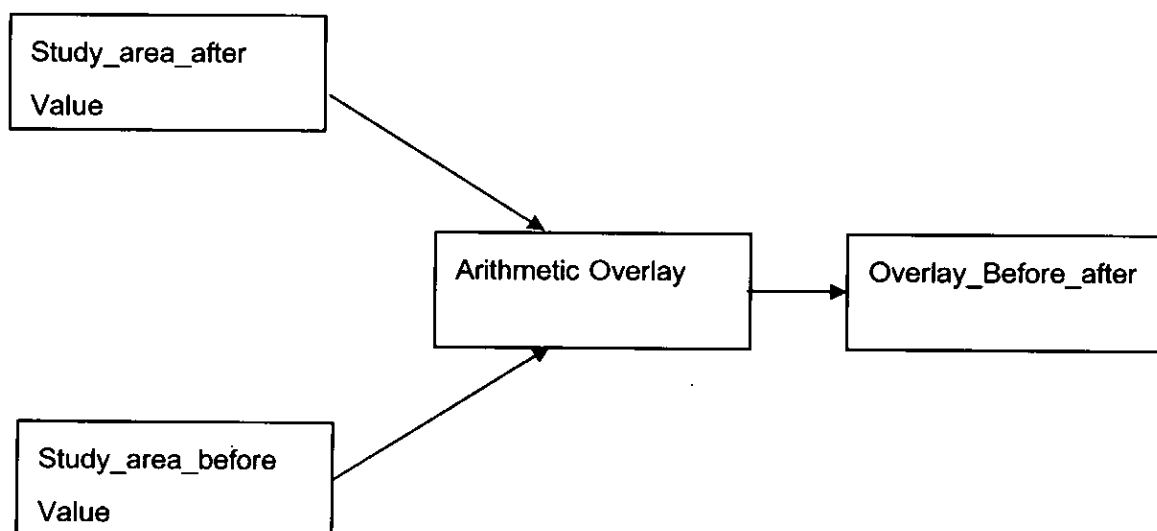
สำหรับแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี 2536 ก็ดำเนินการในลักษณะเดียวกันโดยจะใช้ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลหลังเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง (after coastal change)

2.2 การสร้างเส้นความลึกเท่า (Contour line) และการสร้างกริด โดยใช้โปรแกรม Arcview GIS Extension (Spatial Analysis และ Model Builder)

2.2.1 การสร้างเส้นความลึกเท่า (Contour line) ทำการสร้างเส้นความลึกเท่าของทั้งแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์และแผนที่เดินเรือ โดยใช้คำสั่ง Create Contour ในโปรแกรม Arcview GIS

2.2.2 การสร้างกริด จากเส้นความลึกเท่าที่สร้างขึ้นในข้อ 2.2.1 นำมาใช้ในการสร้างข้อมูลกริด โดยโปรแกรม Arcview GIS จะทำการแบ่งบริเวณที่ศึกษาออกเป็น เซลกริดขนาดเท่า ๆ กัน และแต่ละเซลล์กริด จะมีค่าความลึกอยู่

2.3 การวัดพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้การ Overlay ตามแผนผัง ดังนี้



บทที่ 4

ผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างเส้นชายฝั่งโดยการเฮดอัพ (head up) ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530 - 2545 จากภาพถ่ายเทียม จำนวน 6 ภาพ (ภาพประกอบ 18 - 24) ผลของการสร้างเส้นชายฝั่งดังกล่าว มีดังนี้

เส้นชายฝั่ง ปี พ.ศ. 2530 เป็นช่วงก่อนการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่น ท่าเรือมาบตาพุด และโรงงานอุตสาหกรรม แนวชายฝั่งในขณะนั้นมีลักษณะเป็นแนวยาวประมาณ 18.5 กิโลเมตร วางตัวในแนวทิศตะวันออก – ทิศตะวันตก

เส้นชายฝั่ง ปี พ.ศ. 2533 เริ่มดำเนินการก่อสร้างเขื่อนกันคลื่น ท่าเรือมาบตาพุด และโรงงานอุตสาหกรรม มีการดำเนินการถมทะเลในระยะที่ 1 ซึ่งการก่อสร้างดังกล่าวแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2537 ทำให้แนวชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ. 2530 ค่อนข้างมาก โดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ทางอุตสาหกรรม

เส้นชายฝั่ง ปี พ.ศ. 2540 พ.ศ. 2542 และพ.ศ. 2545 มีการดำเนินการถมทะเลในระยะที่ 2 บริเวณด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด มีการดำเนินการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุดและโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเริ่มต้นดำเนินการในปี พ.ศ. 2540 และเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ. 2545

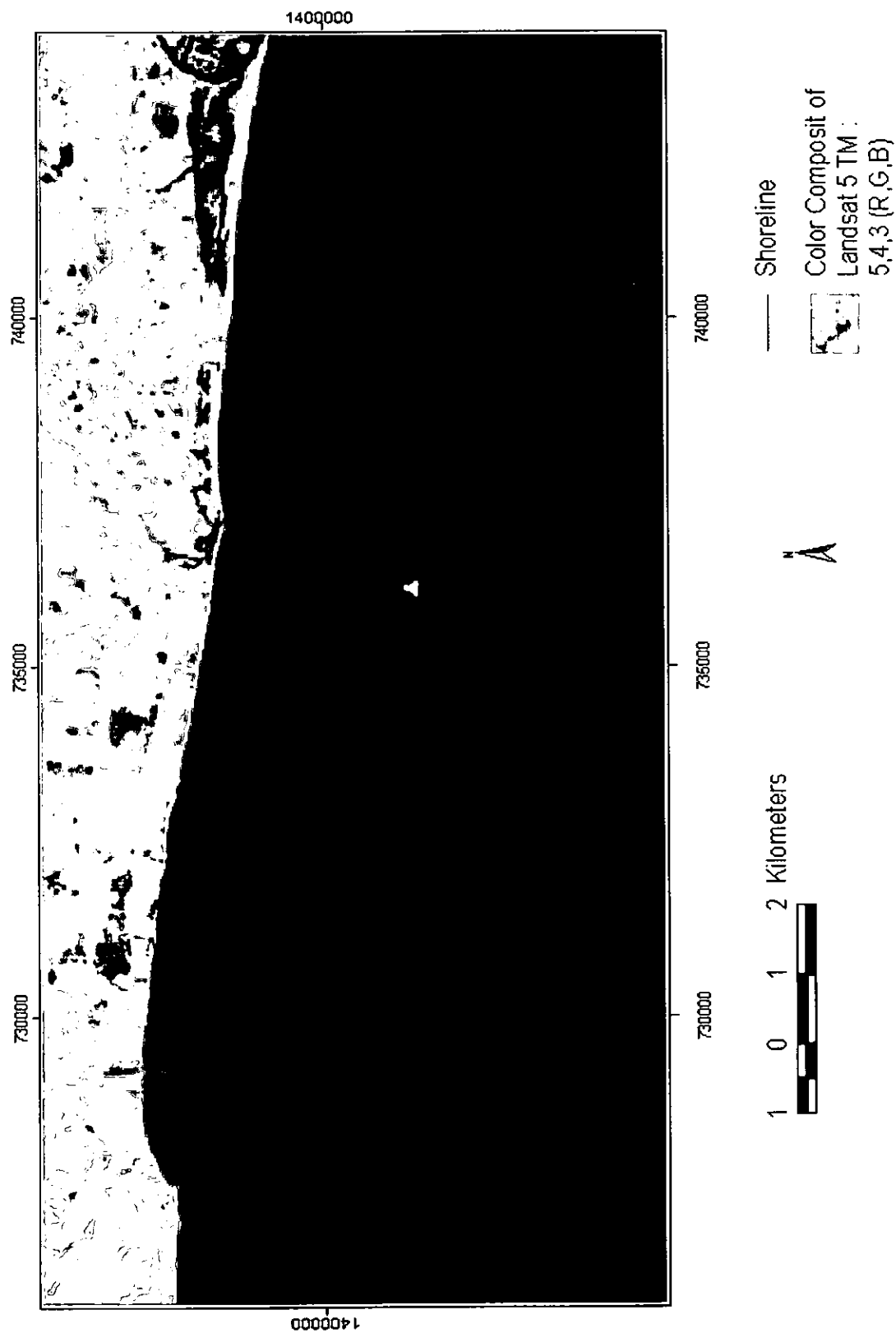
ผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลาต่าง ๆ ใน 2 ลักษณะดังนี้

1. การเปรียบเทียบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลามีระยะเวลาความแตกต่างห่างกันไม่เกิน 4 ปี ประกอบด้วย

1.1 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปีพ.ศ. 2530-2533 (ภาพประกอบ 25, ตาราง 3 และภาพประกอบ 28) มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตกและบริเวณที่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 252,075.48 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 84,025.16 ตารางเมตรต่อปี

Shoreline 1987



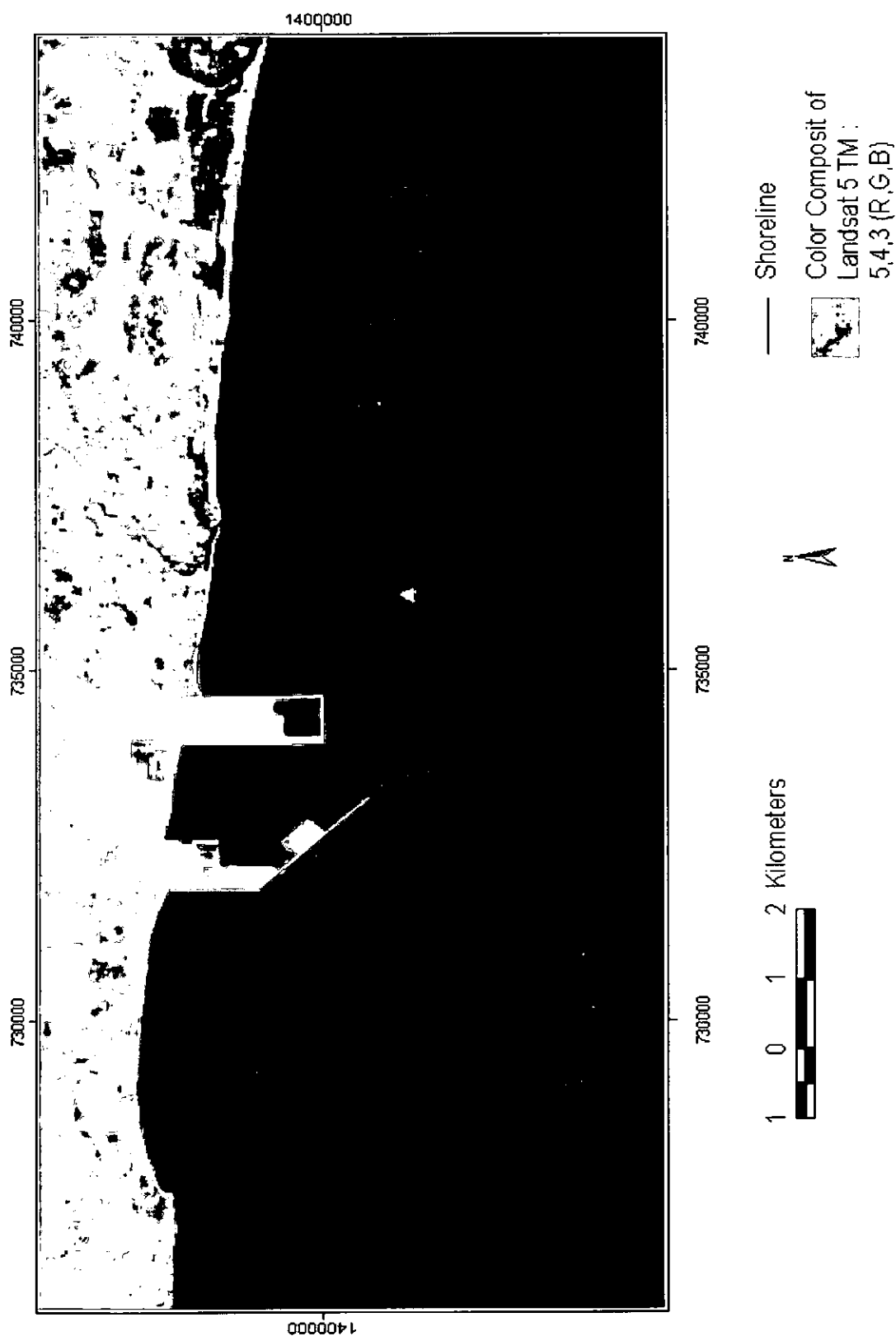
ภาพประกอบ 18 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2530

Shoreline 1990



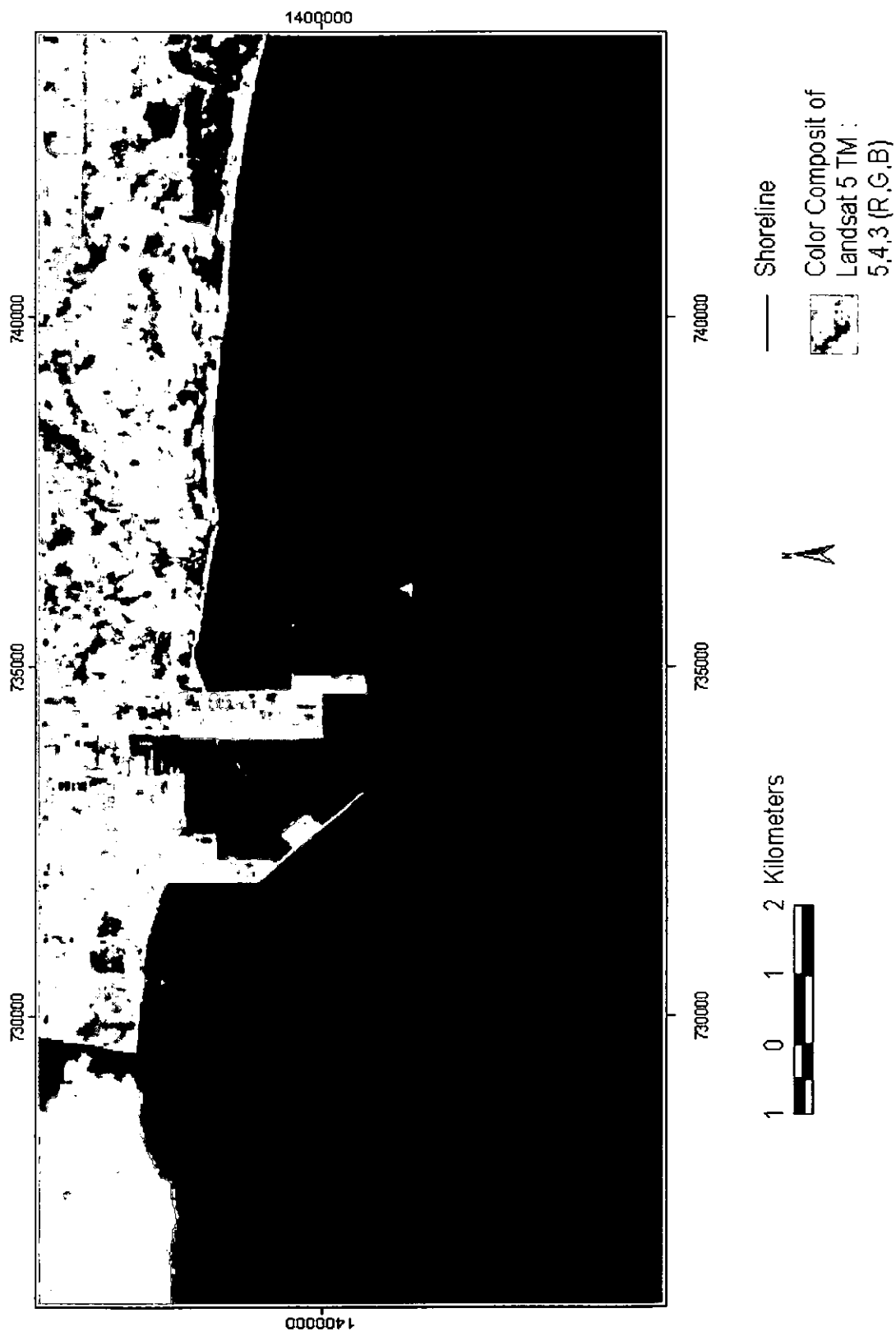
ภาพประกอบ 19 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2533

Shoreline 1994



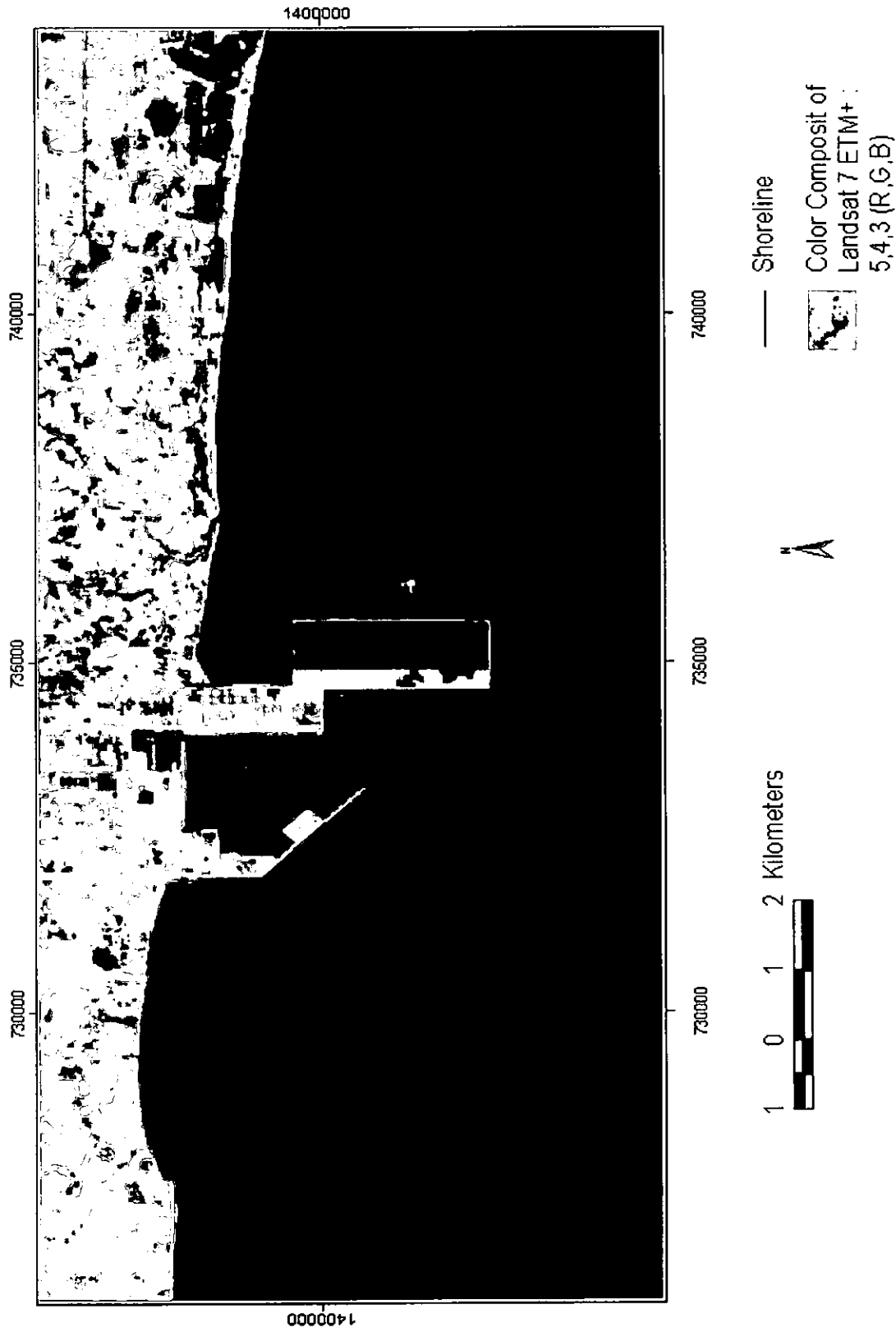
ภาพประกอบ 20 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2537

Shoreline 1997



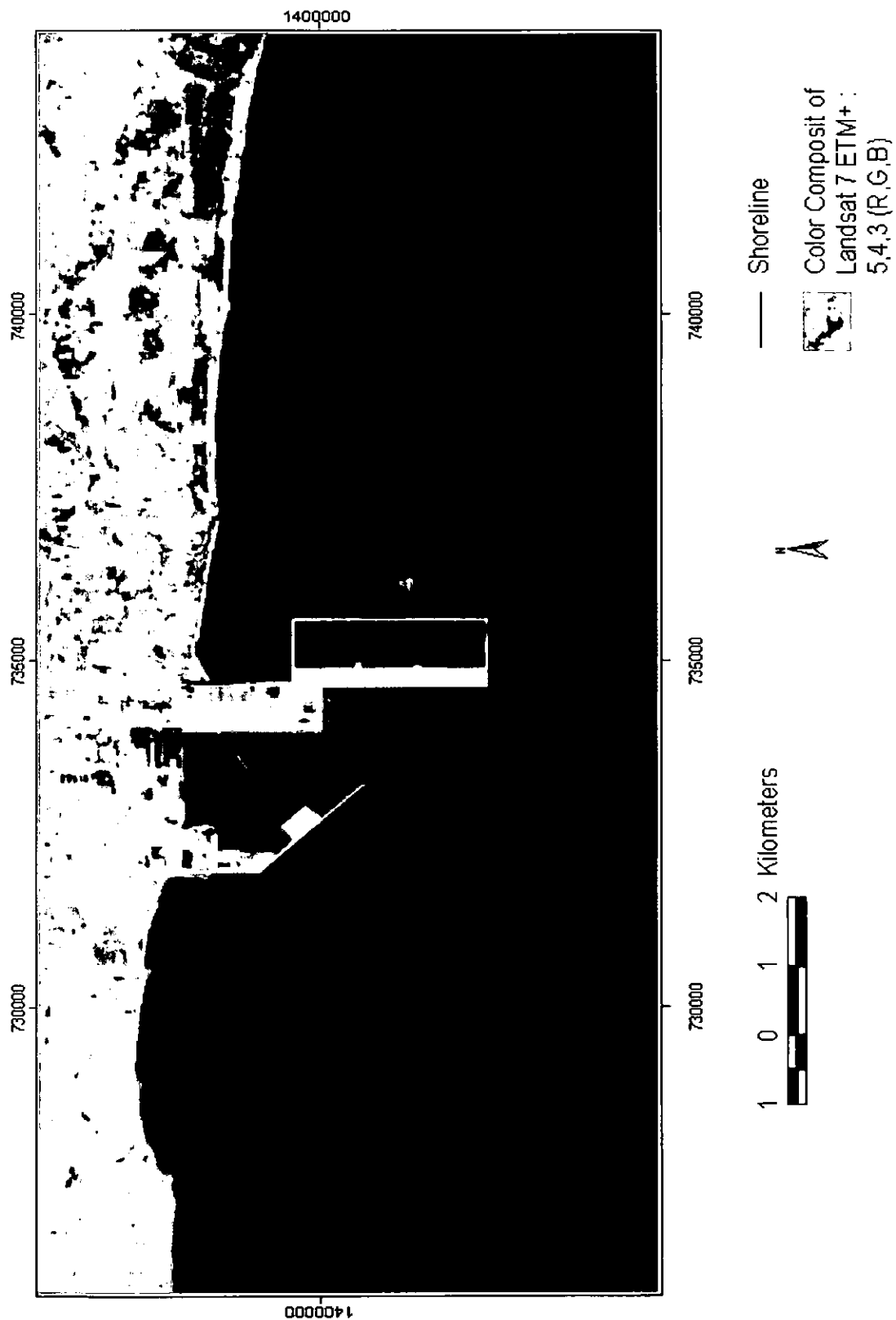
ภาพประกอบ 21 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2540

Shoreline 1999

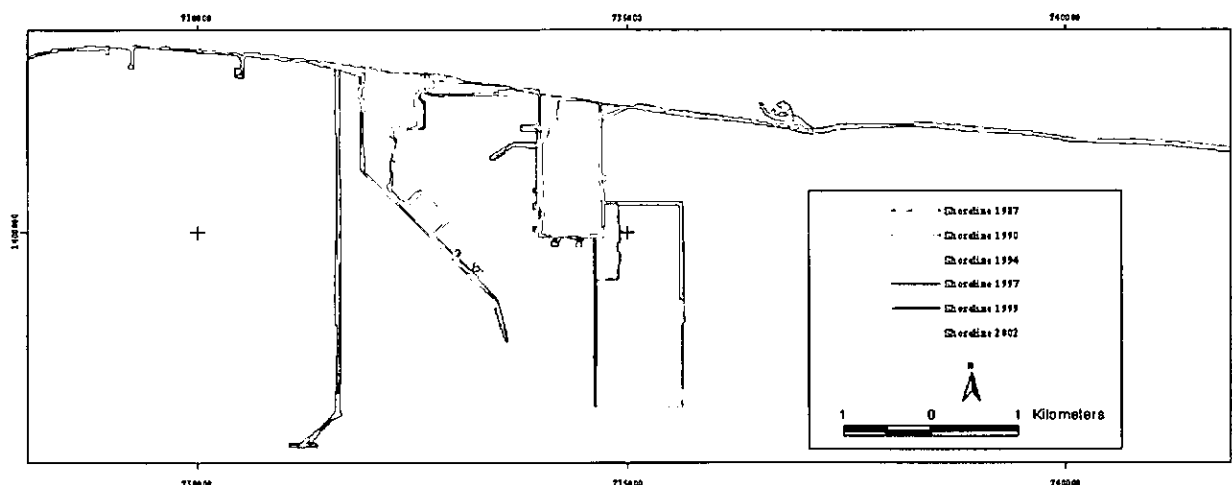


ภาพประกอบ 22 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2542

Shoreline 2002



ภาพประกอบ 23 การลากเส้นชายฝั่ง บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2545



ภาพประกอบ 24 การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง
ระหว่างปี พ.ศ. 2530 - 2545

สำหรับการกัดเซาะนั้น มีการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณทั้งทางด้านตะวันตก (บริเวณวัดทักษิณามิตาราม) และด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 14,191.97 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 4,730.66 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2533 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี พ.ศ. 2530 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 237,883.51 ตารางเมตร

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ. 2530-2533 มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด

1.2 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองระหว่างปี พ.ศ. 2533-2537 (ภาพประกอบ 25, ตาราง 3 และภาพประกอบ 28) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 29,229.34 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 7,307.34 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านปากคลอง) และทางด้านตะวันตกของท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 462,231.19 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 115,557.79 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2537 จึงมีการกัดเซาะมากกว่าปี พ.ศ. 2533 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งลดลงสุทธิ (net loss) เท่ากับ 433,001.85 ตารางเมตร

ดังนั้นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ. 2533-2537 จะแตกต่างจากปี พ.ศ. 2530-2533 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและ

ด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น

1.3 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2537-2540 (ภาพประกอบ 26, ตาราง 3 และภาพประกอบ 28) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 253,827.51 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 84,609.17 ตารางเมตรต่อปีและมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 164,680.27 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 54,893.42 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2540 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี พ.ศ. 2537 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 89,147.24 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2537-2540 มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุดส่วนการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด คล้ายคลึงกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2533

1.4 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2540-2542 (ภาพประกอบ 26, ตาราง 3 และภาพประกอบ 28) มีการพอกพูนเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด และบริเวณบ้านตากวน รวมเป็นพื้นที่ 295,131.29 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 147,565.64 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) รวมเป็นพื้นที่ 39,609.48 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 19,804.74 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นดังนั้นปี พ.ศ. 2542 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี พ.ศ. 2540 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 255,521.81 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2537-2540 มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุดส่วนการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ซึ่งมีลักษณะตรงกันข้ามกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2533 และ ปี พ.ศ. 2537-2540

1.5 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2542-2545 (ภาพประกอบ 27, ตาราง 3 และภาพประกอบ 28) มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 104,058.87 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 34,686.29 ตารางเมตรต่อปี ส่วนการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวนและบริเวณวัดทักษิณามิตาราม) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 65,382.89 ตาราง

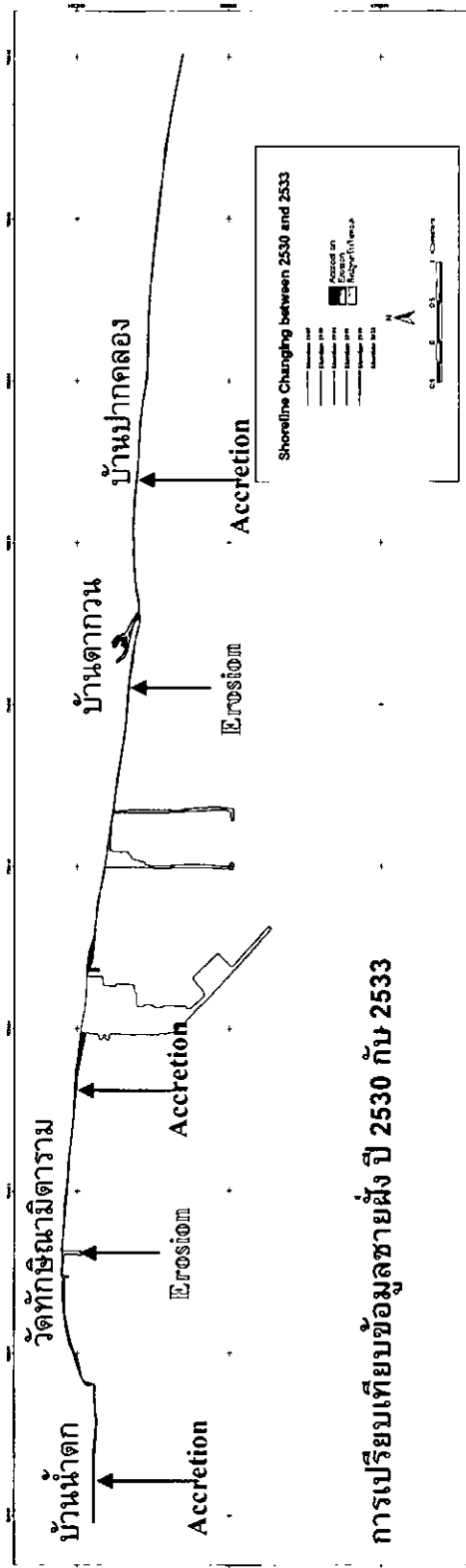
เมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 21,794.30 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2545 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี พ.ศ. 2542 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 38,675.98 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2542-2545 จะคล้ายคลึงกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533-2537 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ บริเวณชายฝั่งบ้านน้ำตกเท่านั้น

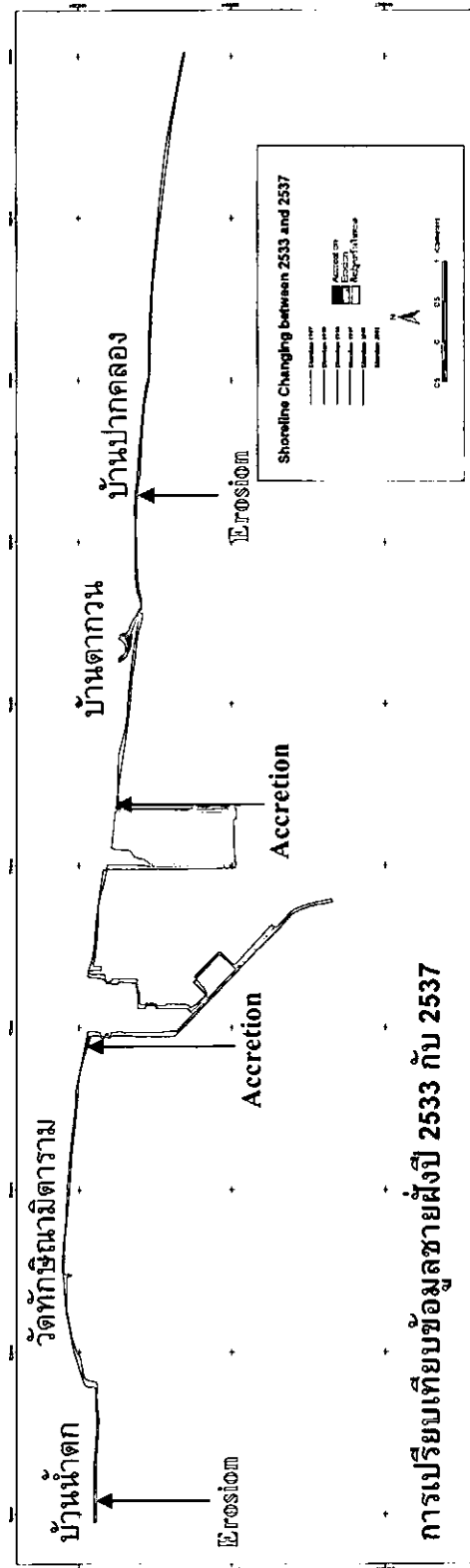
นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2533, 2537, 2540, 2542 และ 2545 พบว่ามีค่าเท่ากับ 1,057,225.16, 1,373,974.46, 915,108.95, 2,532,133.70 และ 276,832.39 ตารางเมตร ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้างมีค่าสูงในปี พ.ศ. 2530, 2533 เนื่องจากซึ่งตรงกับช่วงที่ดำเนินการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด โดยมีการถมทะเลในระยะที่ 1 เพื่อเป็นเชื่อมกันคลื่นและพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม และการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้างมีค่าสูงที่สุดในปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงเวลาหลังจากการถมทะเลในระยะที่ 2

ตาราง 3 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองใน
ช่วงเวลาต่าง ๆ

ช่วงเวลา	การพอกพูน (ตารางเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการ พอกพูน (ตารางเมตรต่อปี)	การกัดเซาะ (ตารางเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการ กัดเซาะ (ตารางเมตรต่อปี)
พ.ศ. 2530-2533	252,075.48	84,025.16	14,191.97	4,730.66
พ.ศ. 2533-2537	29,229.34	7,307.34	462,231.19	115,557.79
พ.ศ. 2537-2540	253,827.51	84,609.17	164,680.27	54,893.42
พ.ศ. 2540-2542	295,131.29	147,565.64	39,609.48	19,804.74
พ.ศ. 2542-2545	104,058.87	34,686.29	65,382.89	21,794.30



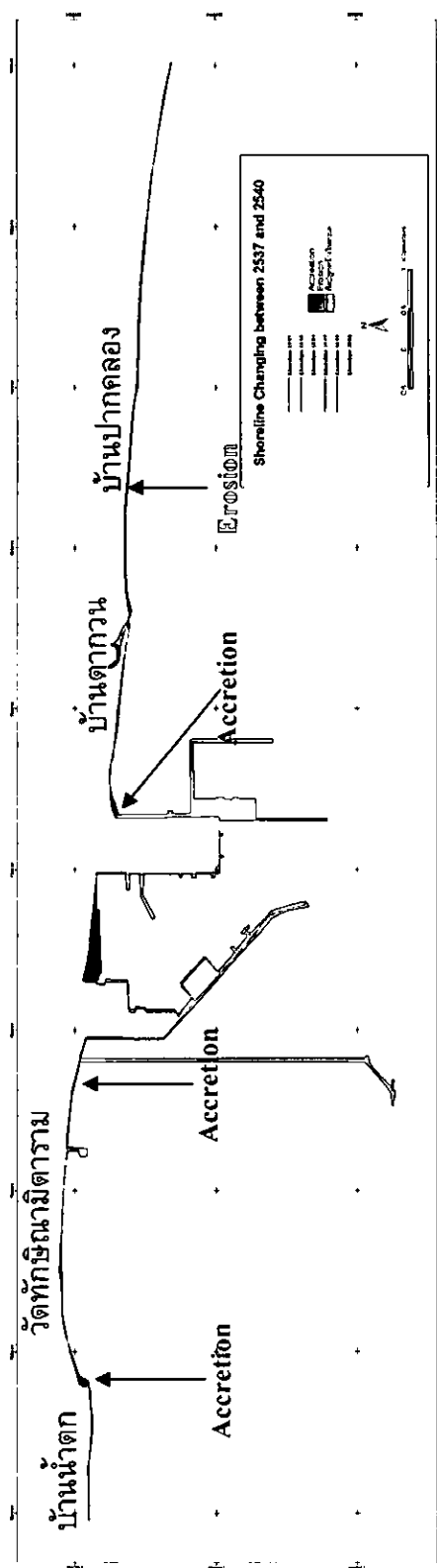
การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่ง ปี 2530 กับ 2533



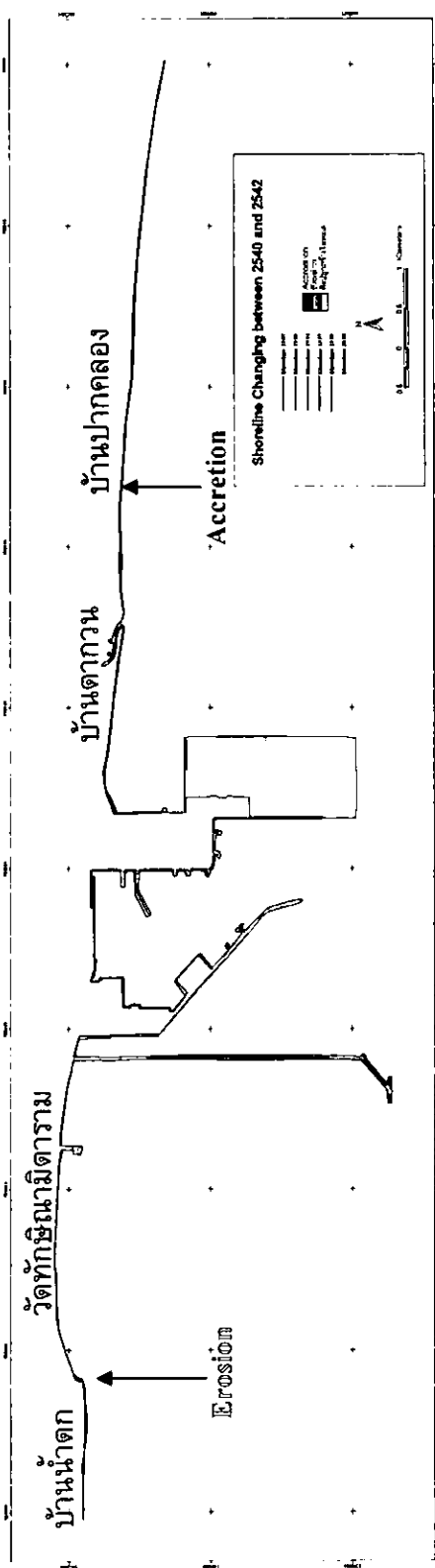
การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่งปี 2533 กับ 2537

ภาพประกอบ 25 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530

- 2533 และ พ.ศ. 2533-2537



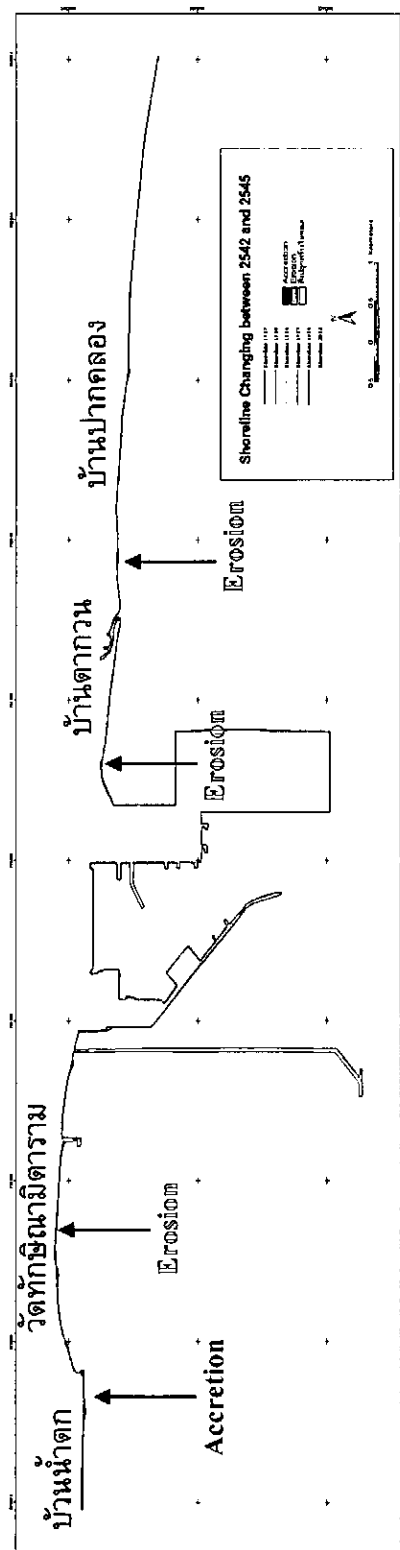
การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่งปี 2537 กับ 2540



การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่งปี 2540 กับ 2542

ภาพประกอบ 26 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2537

- 2540 และ พ.ศ. 2540-2542

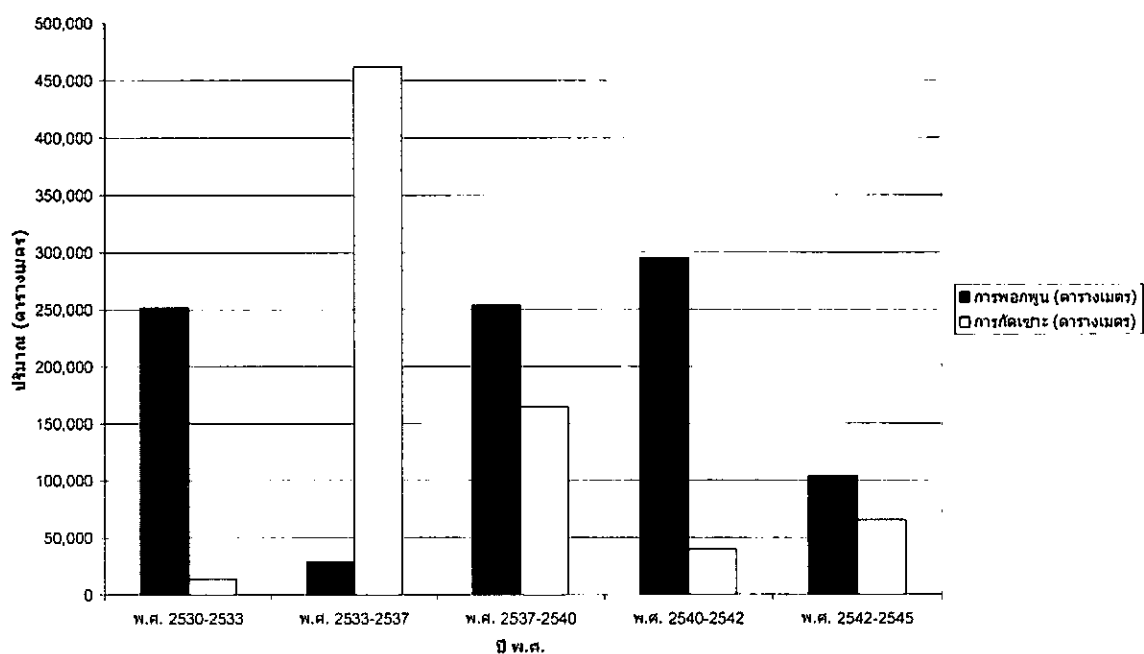


การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่งปี 2542 กับ 2545

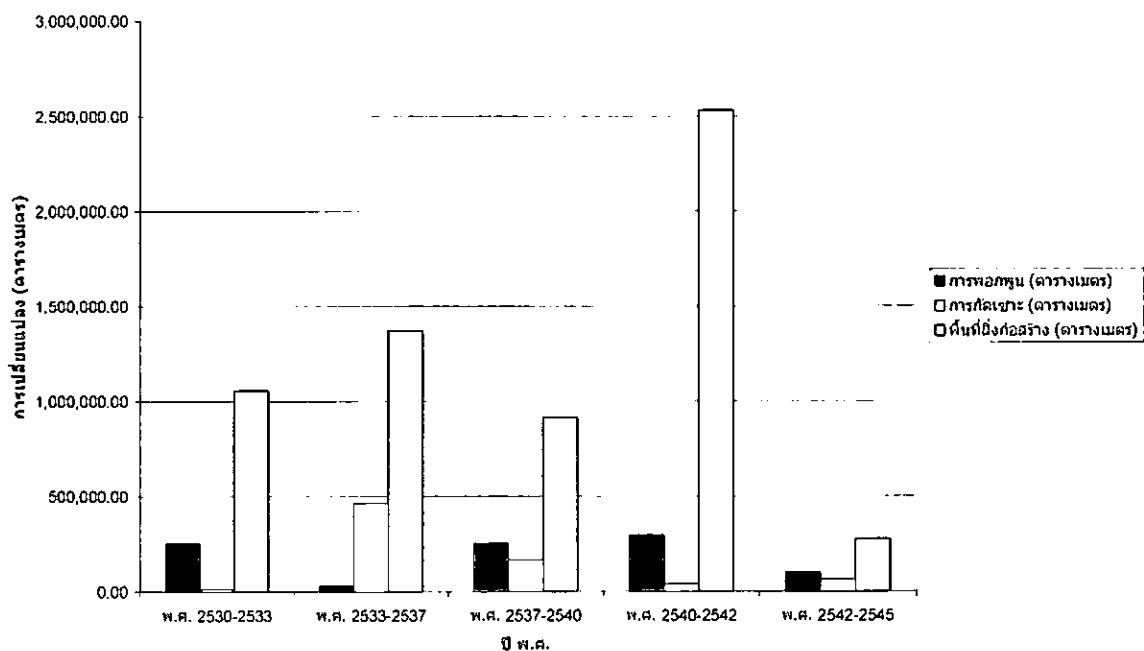
ภาพประกอบ 27 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2542

- 2545

การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ.2530 - 2545



การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ.2530 - 2545



ภาพประกอบ 28 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด
จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ

2.การเปรียบเทียบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลากับข้อมูลชายฝั่งปี พ.ศ. 2530 ได้แก่

2.1 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ.2530-2533 (ภาพประกอบ 29, ตาราง 4 และภาพประกอบ 32) มีการพอกพูนทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) และบริเวณด้านตะวันตกที่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ 252,075.48 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 84,025.16 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด(บริเวณบ้านตากวน)และทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณวัดทักษิณามิตาราม) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 14,191.97 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 4,730.66 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2533 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี พ.ศ. 2530 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 237,883.51 ตารางเมตร

2.2 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2537 (ภาพประกอบ 29, ตาราง 4 และภาพประกอบ 32) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 85,460.49 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 12,208.64 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) และทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 279,159.54 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 39,879.93 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2537 จึงมีการกัดเซาะมากกว่าปี พ.ศ. 2533 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งลดลงสุทธิ (net loss) เท่ากับ 193,699.05 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2537 จะเหมือนกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533-2537 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น

2.3 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2540 (ภาพประกอบ 30, ตาราง 4 และภาพประกอบ 32) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 110,262.55 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 11,026.26 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) และทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก)

รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 380,253.88 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 38,025.39 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2540 จึงมีการกัดเซาะมากกว่าปี พ.ศ. 2530 โดยมีพื้นที่ลดลงสุทธิ (net loss) เท่ากับ 269,991.33 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2540 จะเหมือนกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533 – 2537 และ ปี พ.ศ. 2530-2537 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น

2.4 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2542 (ภาพประกอบ 30, ตาราง 4 และภาพประกอบ 32) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 123,558.12 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการพอกพูนเท่ากับ 10,296.51 ตารางเมตรต่อปี และมีการกัดเซาะเกิดขึ้นมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านน้ำตก) และทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 172,230.86 ตารางเมตร คิดเป็นอัตราการกัดเซาะเท่ากับ 14,352.57 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี พ.ศ. 2542 จึงมีการกัดเซาะมากกว่าปี พ.ศ. 2530 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งลดลงสุทธิ (net loss) เท่ากับ 48,672.64 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2542 จะเหมือนกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533 – 2537 ปี พ.ศ. 2530-2537 และ ปี พ.ศ. 2530-2540 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น

2.5 ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2545 (ภาพประกอบ 31, ตาราง 4 และภาพประกอบ 32) มีการพอกพูนและการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด สำหรับการพอกพูนเกิดขึ้นบริเวณด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุด รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 170,971.61 ตารางเมตร อัตราการพอกพูนเท่ากับ 11,398.11 ตารางเมตรต่อปีและมีการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณวัดทักษิณามิตาราม) และทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด (บริเวณบ้านตากวน) รวมเป็นพื้นที่ประมาณ 167,792.15 ตารางเมตร อัตราการกัดเซาะเท่ากับ 11,186.14 ตารางเมตรต่อปี ดังนั้นปี 2545 จึงมีการพอกพูนมากกว่าปี 2530 โดยมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้นสุทธิ (net gain) เท่ากับ 3,179.46 ตารางเมตร

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2545 จะเหมือนกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533 – 2537 ปี พ.ศ. 2530-2537 ปี พ.ศ. 2530-2540 และปี พ.ศ. 2530-2545 โดยส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น

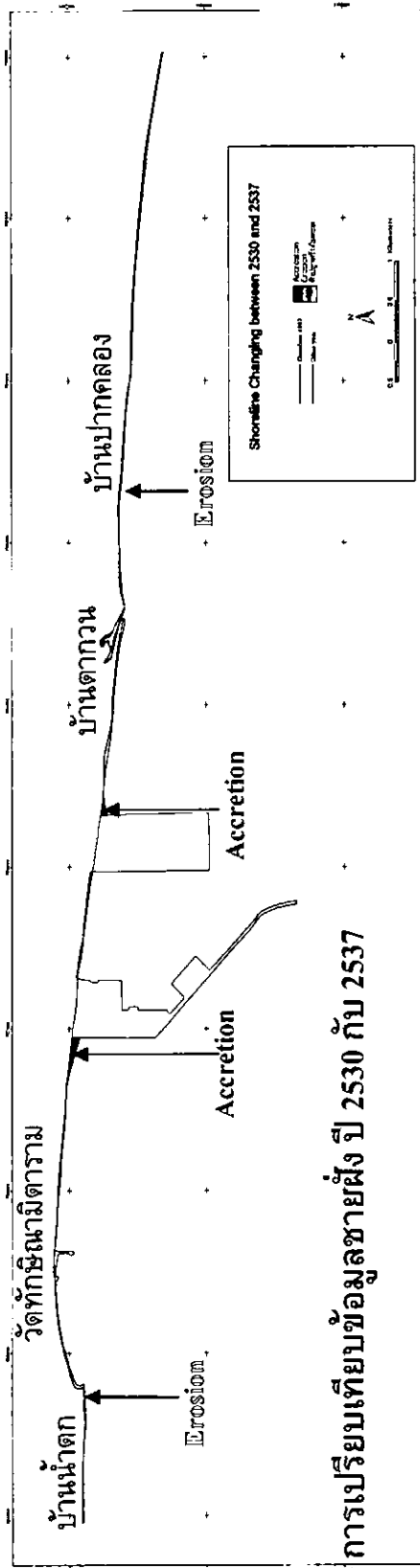
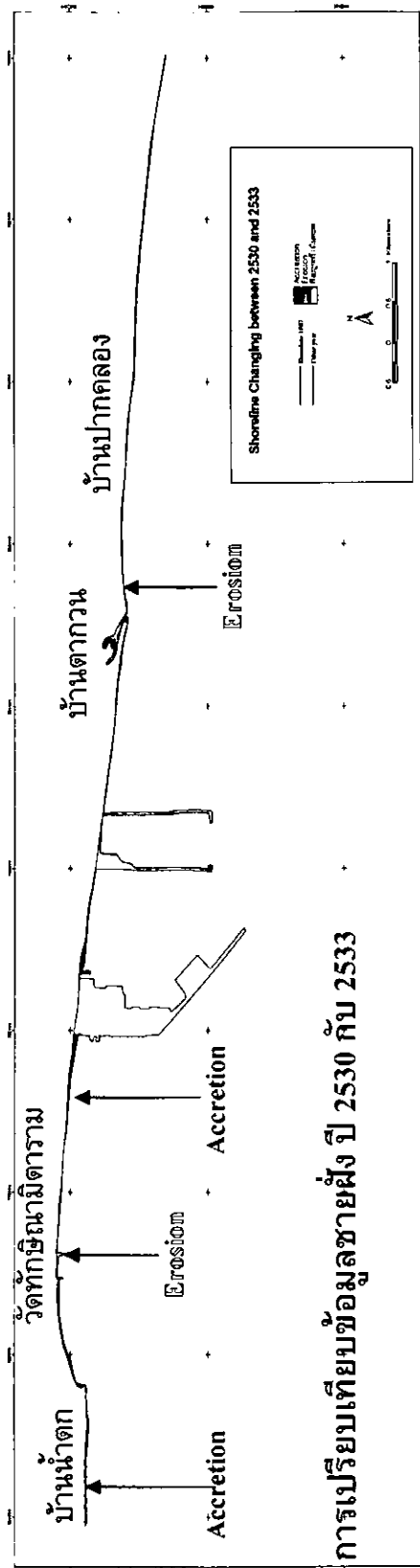
ตาราง 4 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในช่วงเวลาต่าง ๆ

ช่วงเวลา	การพอกพูน (ตารางเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการ พอกพูน (ตารางเมตรต่อปี)	การกัดเซาะ (ตารางเมตร)	ค่าเฉลี่ยอัตราการ กัดเซาะ (ตารางเมตรต่อปี)
พ.ศ. 2530-2533	252,075.48	84,025.16	14,191.97	4,730.66
พ.ศ. 2530-2537	85,460.49	12,208.64	279,159.54	39,879.93
พ.ศ. 2530-2540	110,262.55	11,026.26	380,253.88	38,025.39
พ.ศ. 2530-2542	123,558.12	10,296.51	172,230.86	14,352.57
พ.ศ. 2530-2545	170,971.61	11,398.11	167,792.15	11,186.14

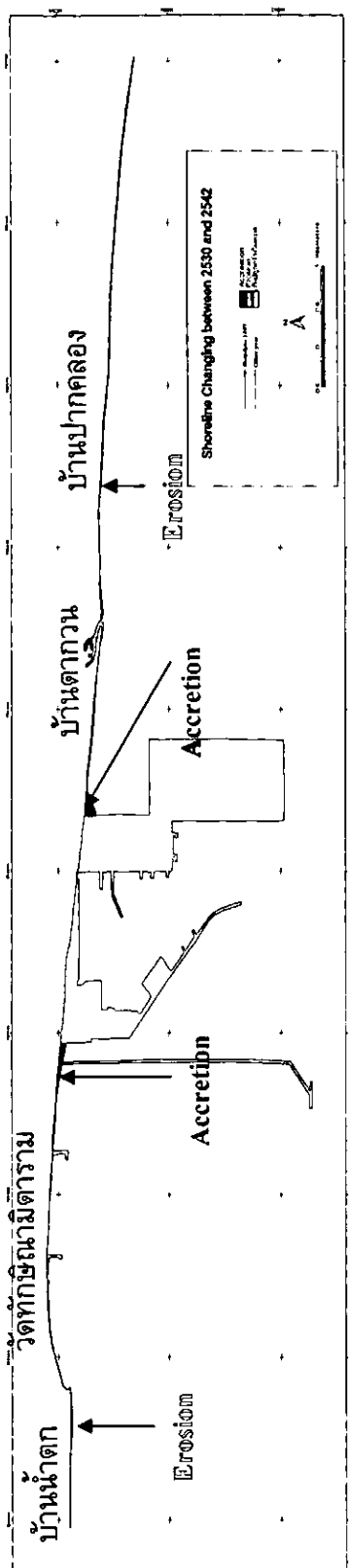
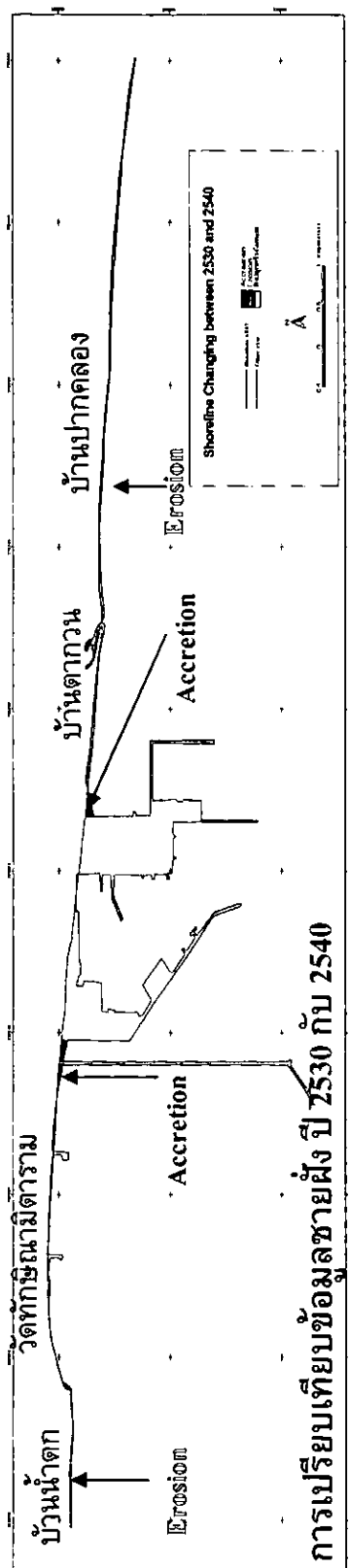
นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ในปี พ.ศ. 2533, 2537, 2540, 2542 และ 2545 มีค่าเท่ากับ 1,057,225.16, 2,103,675.95, 2,883,276.67, 4,979,243.69 และ 5,028,701.74 ตารางเมตร ตามลำดับโดยการเปลี่ยนแปลงของสิ่งก่อสร้างมีค่าเพิ่มขึ้นโดยตลอดตามการขยายตัวของท่าเรือนิคมอุตสาหกรรม การถมทะเลในระยะที่ 1 และระยะที่ 2

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530-2545 พอสรุปได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการกัดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด เช่น การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2530 – 2533 และ ปี พ.ศ. 2542 – 2545 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในลักษณะดังกล่าวนี้ เกิดจากการที่ตัวท่าเรือมาบตาพุดเองมีลักษณะเหมือนเป็นรอก (groin) ขวางกั้นการขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) ที่มีทิศทางจากตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก จึงทำให้มีตะกอนมาตกทับถมบริเวณด้านตะวันตกของท่าเรือมาบตาพุด และเกิดการกัดเซาะขึ้นบริเวณด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด (รายละเอียดตามภาคผนวก)

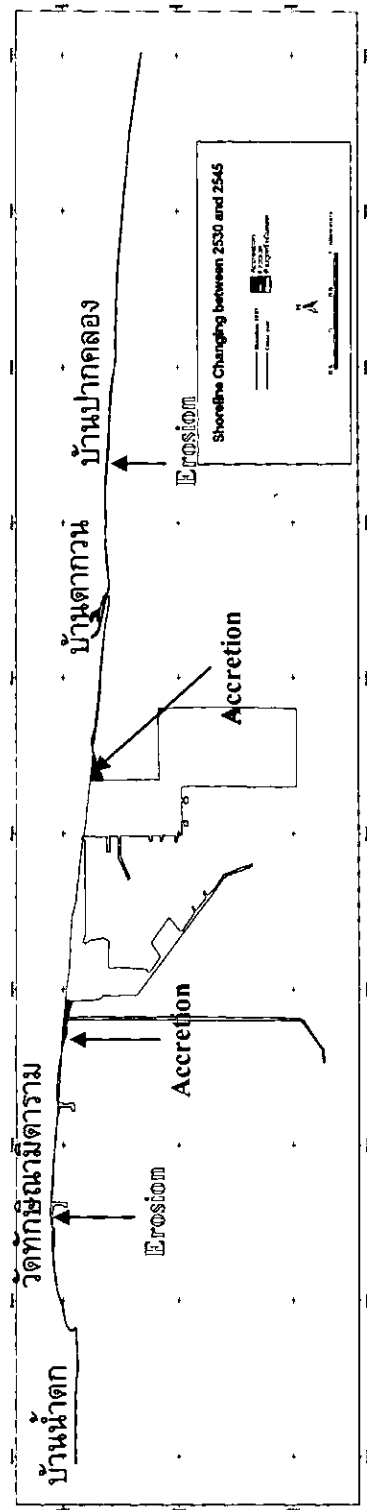


ภาพประกอบ 29 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530-2533 และ พ.ศ. 2530-2537



ภาพประกอบ 30 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ พ.ศ. 2530- 2540

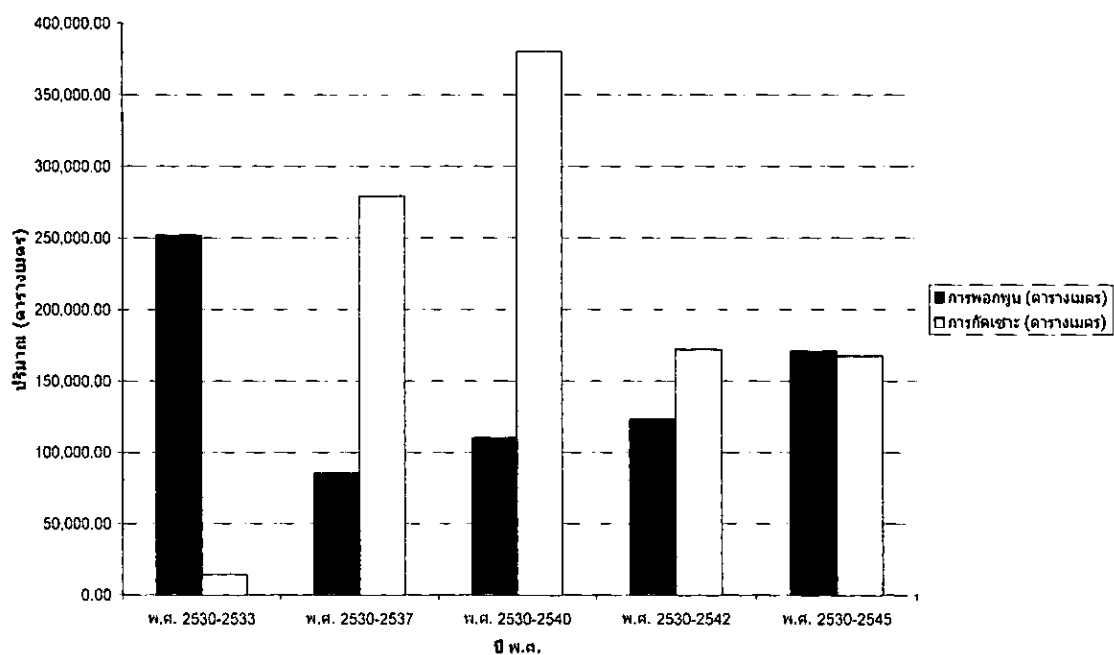
และ พ.ศ. 2530-2542



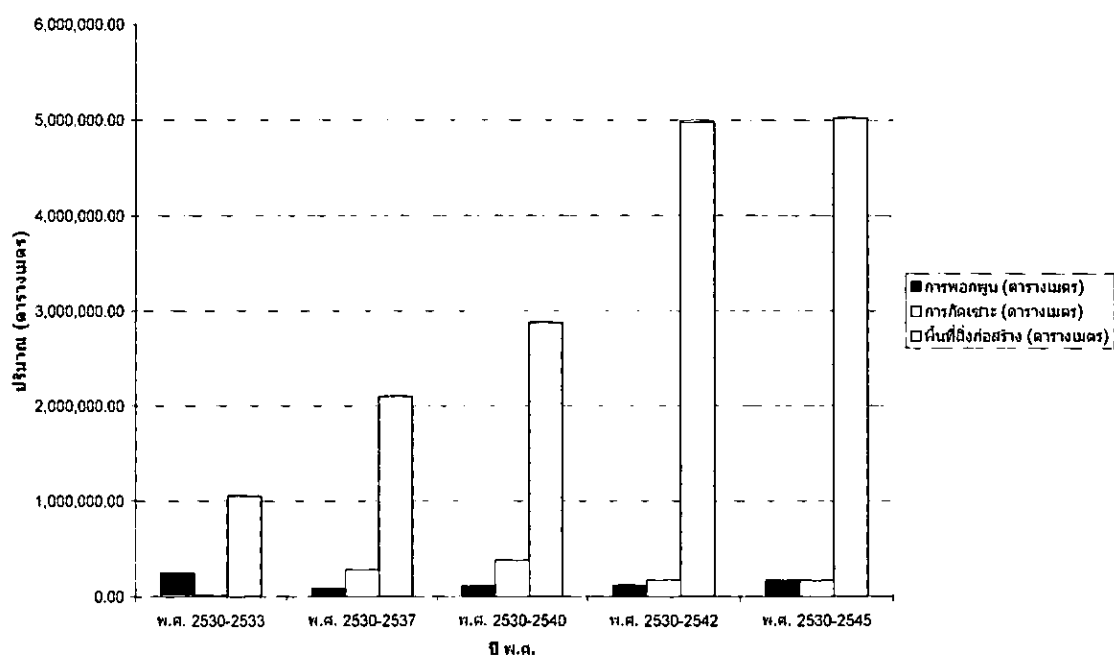
การเปรียบเทียบข้อมูลชายฝั่ง ปี 2530 กับ 2545

ภาพประกอบ 31 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ
พ.ศ. 2530-2545

การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ.2530 - 2545



การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ระหว่าง พ.ศ.2530 - 2545



ภาพประกอบ 32 อัตราการการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด
จังหวัดระยองในช่วงเวลาต่าง ๆ

รูปแบบที่ 2 มีการกีดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการพอกพูนจะมีเฉพาะบริเวณแคบ ๆ ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกที่อยู่ติดกับท่าเรือมาบตาพุดเท่านั้น เช่น การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2533 – 2537, ปี พ.ศ. 2530-2537 ปี พ.ศ. 2530-2540 และปี พ.ศ. 2530-2545 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในลักษณะดังกล่าวนี้ เกิดจากการเปลี่ยนฤดูมรสุมระหว่างฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (Southwest Monsoon) กับฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast Monsoon)) โดยในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คลื่นที่เคลื่อนเข้าสู่ชายฝั่ง ก่อให้เกิดกระแสน้ำเลียบฝั่ง (longshore current) ซึ่งจะพาตะกอนให้เคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) โดยมีทิศทางจากตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก เมื่อมาปะทะกับด้านตะวันตกของท่าเรือมาบตาพุด จึงทำให้มีตะกอนมาตกทับถมบริเวณดังกล่าว ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ คลื่นที่เคลื่อนเข้าสู่ชายฝั่ง ก่อให้เกิดกระแสน้ำเลียบฝั่ง (longshore current) ซึ่งจะพาตะกอนให้เคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่ง (longshore transport) โดยมีทิศทางตรงกันข้ามกับฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ คือ จากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก เมื่อมาปะทะกับด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด จึงทำให้มีตะกอนมาตกทับถมบริเวณดังกล่าว จึงทำให้เกิดเป็นรูปแบบการเปลี่ยนแปลงประเภทนี้ขึ้น

รูปแบบที่ 3 มีการพอกพูนเกิดขึ้นทางด้านตะวันออกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด ส่วนการกีดเซาะเกิดขึ้นทางด้านตะวันตกของบริเวณท่าเรือมาบตาพุด เช่น การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งระหว่าง ปี พ.ศ. 2540 – 2542 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในลักษณะดังกล่าวนี้ เกิดจากอิทธิพลของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีมากกว่าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง ((longshore transport) ส่วนใหญ่จะมีทิศทางจากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก เมื่อมาปะทะกับด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด จึงทำให้มีตะกอนมาตกทับถมบริเวณด้านตะวันออกของท่าเรือมาบตาพุด และเกิดการกีดเซาะบริเวณด้านตะวันตกของท่าเรือมาบตาพุด

2. การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.1 การนำเข้าข้อมูล โดยการ scan แผนที่สำรวจทางทกศาสตร์ (surveyed map)

2.1.1 แผนที่สำรวจทางทกศาสตร์ หมายเลข 159 บริเวณเกาะจวงถึงเขาสาบ ทำการสำรวจระหว่าง 17 ม.ค. – 16 เม.ย. พ.ศ. 2526 โดยใช้มาตราส่วน 1 : 40,000 ครอบคลุมพิกัด N 724000 ถึง 740000 และ E 1397000 ถึง 1405000 มีค่าความลึกของน้ำ ตั้งแต่ 0 – 18.6 เมตร ทำการ scan แผนที่ด้วยความละเอียด 400 DPI ดังแสดงตามภาพประกอบ 33 จากนั้นจึงทำการดิจิไตซ์แต่ละจุดความลึกในแผนที่ (depth point) โดยใช้โปรแกรม Imagewrap ซึ่งเป็นโปรแกรมเพิ่มเติม (Add-on) ของ ArcviewGIS ป้อนค่าความลึก (depth value) ของแต่ละจุดความลึก (เป็น attribute data) ซึ่งค่าความลึกดังกล่าวจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากอยู่ต่ำกว่าผิวหน้าของทะเล ค่าความลึกและจุดความลึกในแผนที่ จะเก็บรวบรวมไว้ใน point theme มีจำนวนทั้งสิ้น 2,028 จุด (ชื่อไฟล์ point26.shp) โดยใช้ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง (before coastal change) (ภาพประกอบ 34)

2.1.2 สำหรับแผนที่สำรวจทางทกศาสตร์ หมายเลข 191 บริเวณท่าเรือมาบตาพุด ทำการสำรวจระหว่าง 28 ม.ค. - 28 มี.ค. พ.ศ. 2536 ประกอบด้วยแผนที่ จำนวน 4 ระวัง โดยใช้มาตราส่วน 1 : 5,000 ประกอบด้วย

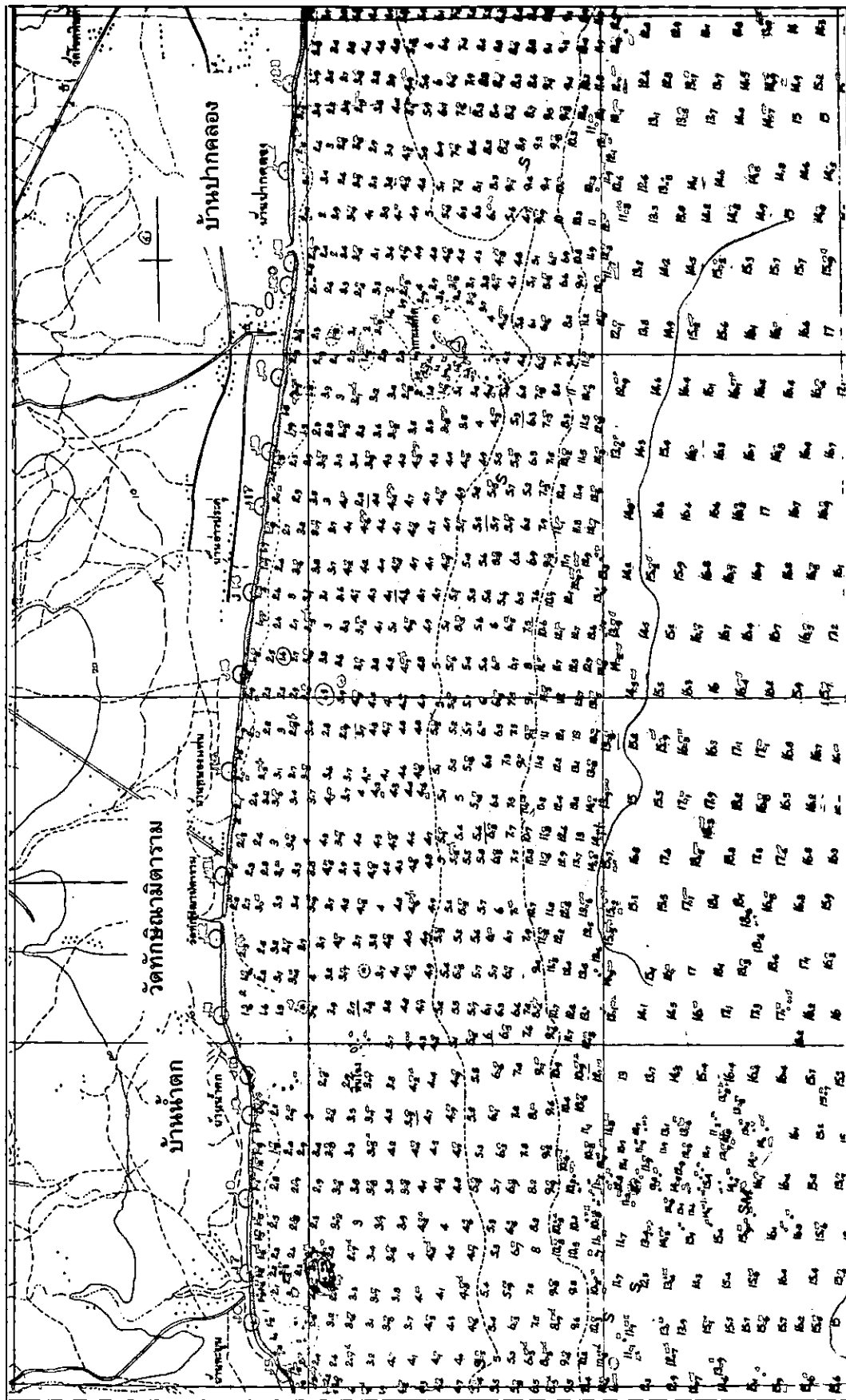
- หมายเลข 191/1 ครอบคลุมพิกัด N 728000 ถึง 733000 และ E 1397500 ถึง 1403000

- หมายเลข 191/2 ครอบคลุมพิกัด N 733000 ถึง 738000 และ E 1397500 ถึง 1403000

- หมายเลข 191/3 ครอบคลุมพิกัด N 728000 ถึง 733000 และ E 1392000 ถึง 1397500

- หมายเลข 191/4 ครอบคลุมพิกัด N 733000 ถึง 738000 และ E 1392000 ถึง 1397500

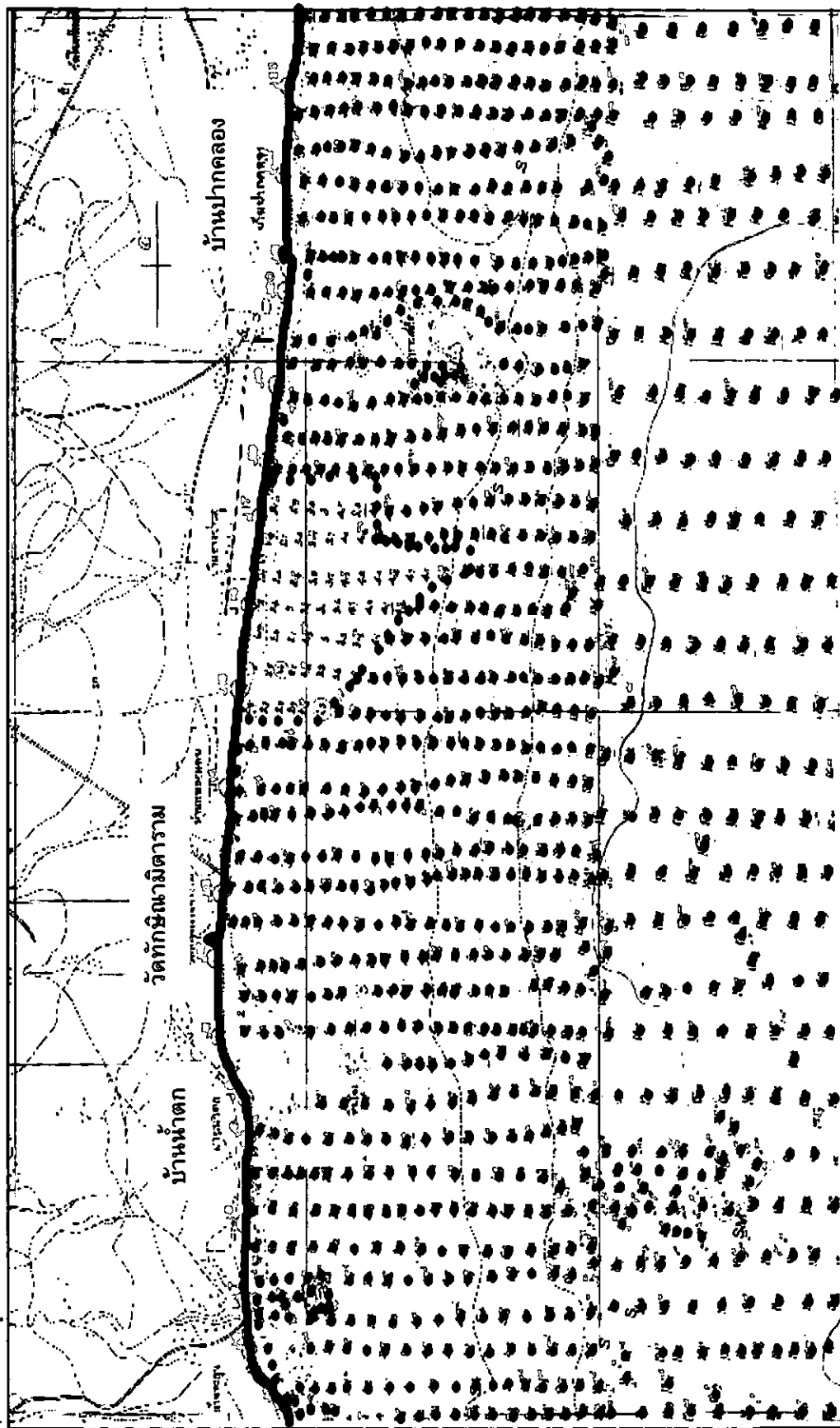
ซึ่งมีค่าความลึกของน้ำ ตั้งแต่ 0 – 17.7 เมตร ทำการ scan แผนที่ด้วยความละเอียด 400 DPI ดังแสดงตามภาพประกอบ 35 จากนั้นจึงทำการดิจิไตซ์แต่ละจุดความลึกในแผนที่ (depth point) โดยใช้โปรแกรม Imagewrap ซึ่งเป็นโปรแกรมเพิ่มเติม (Add-on) ของ ArcviewGIS ป้อนค่าความลึก (depth value) ของแต่ละจุดความลึก (เป็น attribute data) ซึ่งค่าความลึกดังกล่าวจะมีค่าเป็นลบ เนื่องจากอยู่ต่ำกว่าผิวหน้าของทะเล ค่าความลึกและจุดความลึกในแผนที่ จะเก็บรวบรวมไว้ใน point theme มีจำนวนทั้งสิ้น 5,248 จุด (ชื่อไฟล์ point36.shp) โดยจะใช้ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลหลังเกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง (after coastal change) รายละเอียดตามภาพประกอบ 36



ภาพประกอบ 33 แผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526

724000,1405000

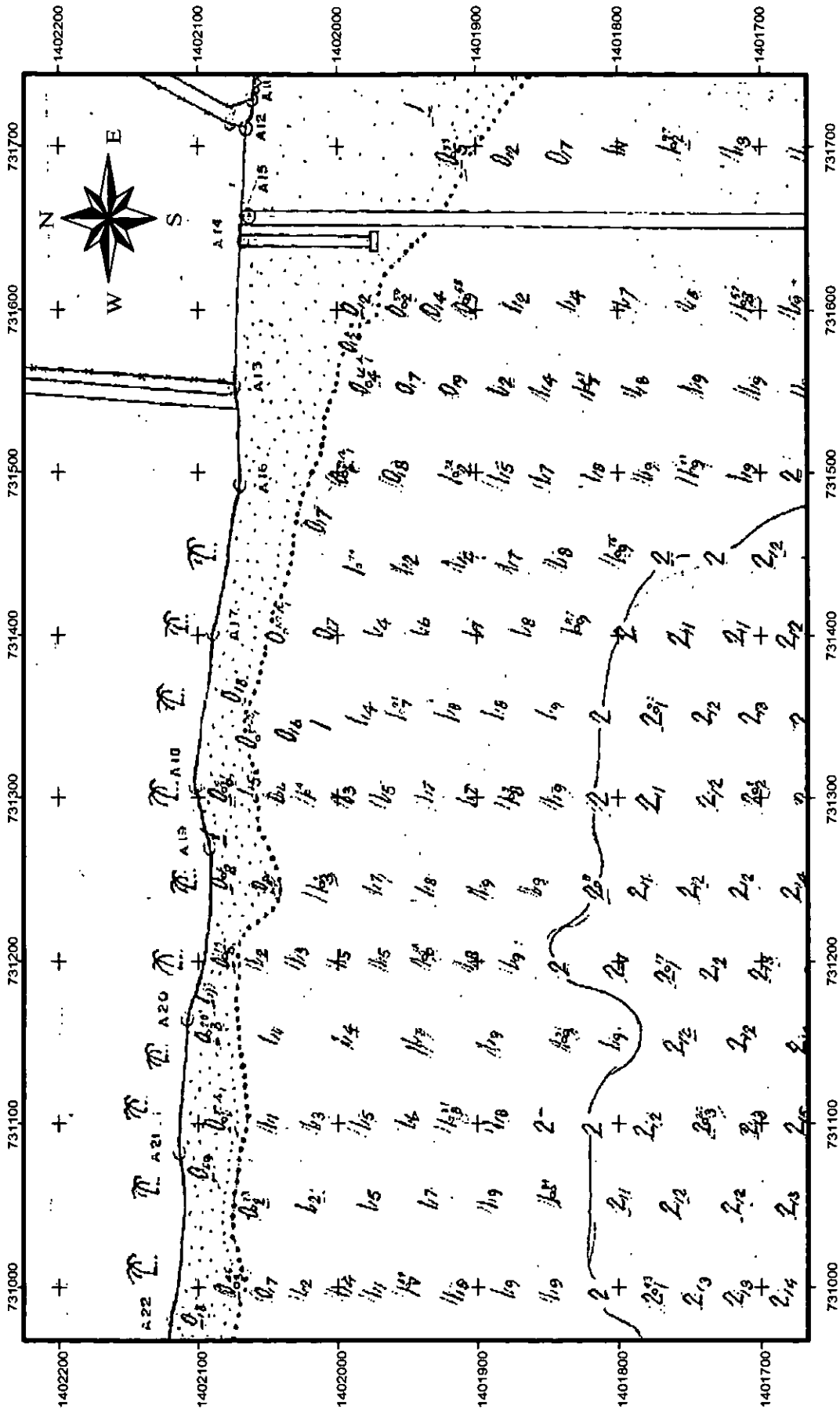
740000,1405000



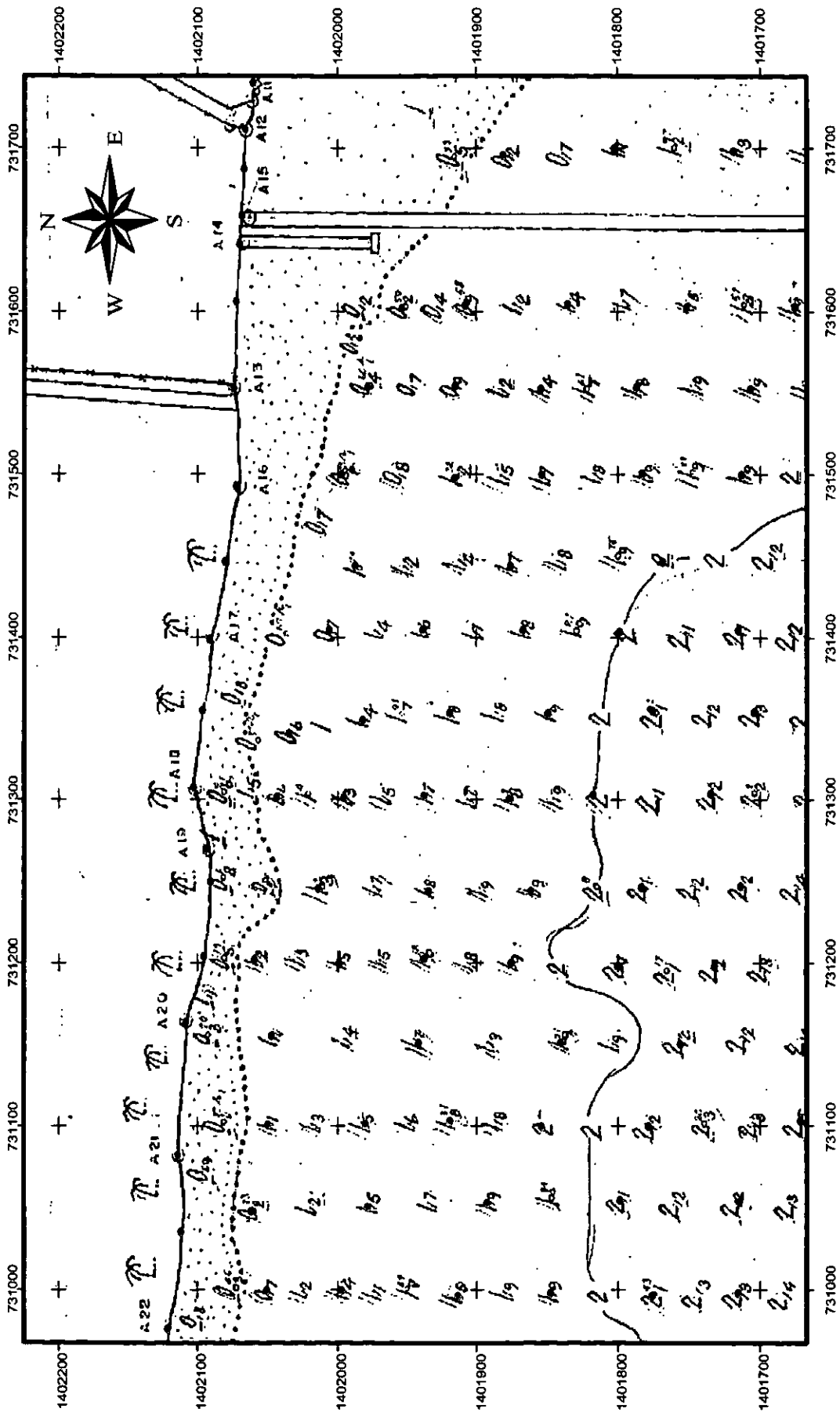
724000,1397000

740000,1397000

ภาพประกอบ 34 แสดงการดัดแปลงที่ดินปี พ.ศ. 2526



ภาพประกอบ 35 แสดงแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ปี พ.ศ. 2536



ภาพประกอบ 36 แสดงการดิจิทัลค่าความลึก ปี พ.ศ. 2536

2.2 การสร้างเส้นความลึกเท่า (Contour line)

2.2.1 เส้นความลึกเท่าของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 ทำการสร้างเส้นความลึกเท่า โดยใช้คำสั่ง Create Contour ในโปรแกรม ArcviewGIS กำหนดให้สร้างเส้นความลึกเท่า ที่ความลึกทุก ๆ 1 เมตร เริ่มตั้งแต่ความลึก 0 – 18 เมตร (ภาพประกอบ 37) โดยเส้นความลึกเท่าความลึกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

- ระดับความลึกน้ำ 5 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งน้อยที่สุดประมาณ 900 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านปากคลอง และห่างจากชายฝั่งมากที่สุดประมาณ 2,000 เมตร ที่บริเวณทางด้านใต้ของเกาะเสกียด

- ระดับความลึกน้ำ 10 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 2,200 เมตร โดยมีลักษณะที่ค่อนข้างขนานกับชายฝั่ง

- ระดับความลึกน้ำ 15 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งน้อยที่สุดประมาณ 2,400 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านหนองแฟบ และห่างจากชายฝั่งมากที่สุดประมาณ 3,000 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านปากคลอง โดยส่วนกลางของเส้นความลึกเท่าจะมีลักษณะที่ค่อนข้างขนานกับชายฝั่ง ส่วนบริเวณส่วนต้นและส่วนปลายของเส้นความลึกเท่า จะโค้งออกไปจากชายฝั่ง

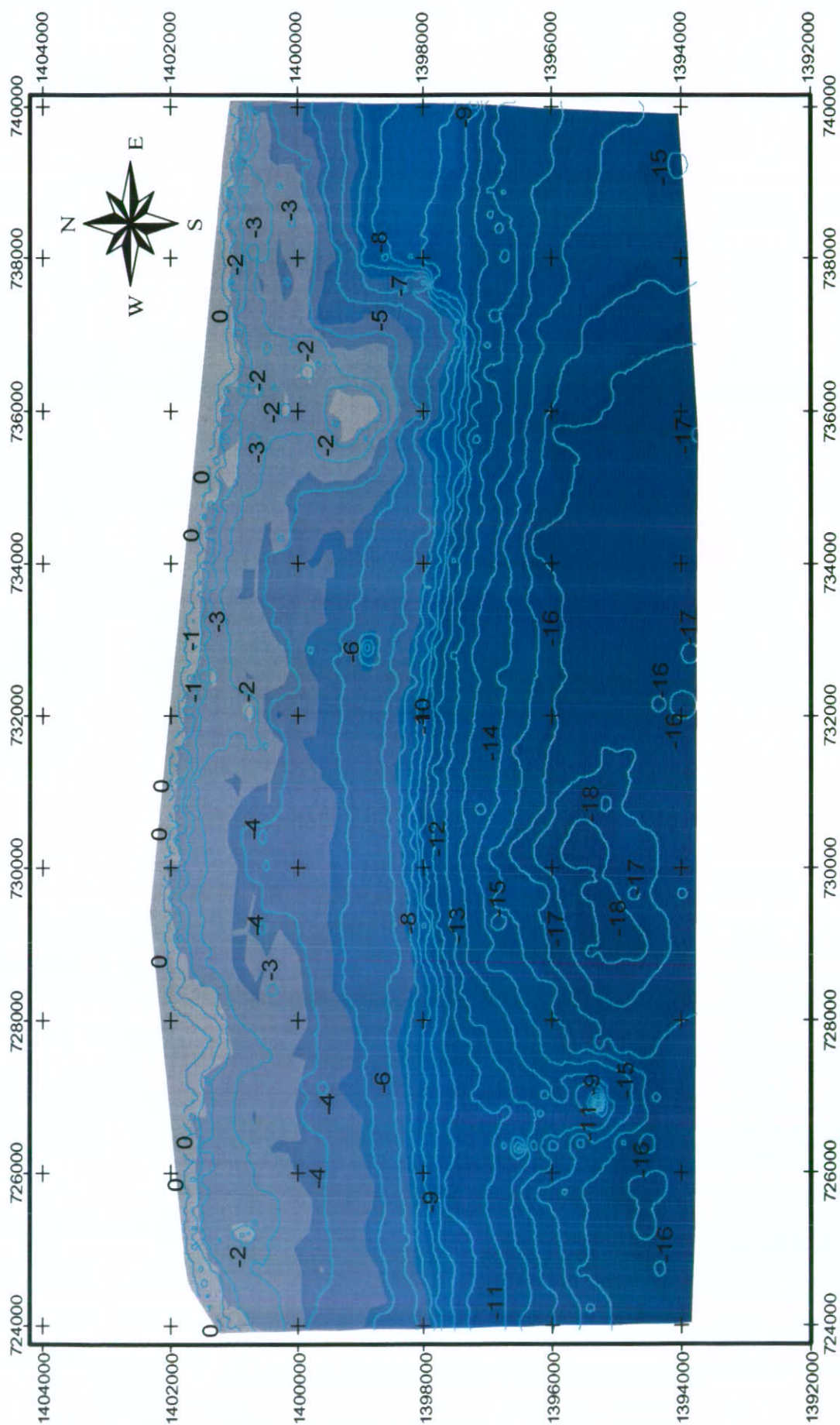
- ระดับความลึกน้ำ 18 เมตร เป็นความลึกน้ำที่ลึกที่สุดในแผนที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จะอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 5,500 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านพะยูง

เมื่อพิจารณาจากเส้นความลึกเท่าของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 ชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองนั้น ลักษณะชั้นความลึกมีการเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง ดังนั้นสามารถจัดชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง เป็นชายฝั่งประเภทชายฝั่งตรง ที่มีลักษณะชั้นความลึกเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง (รายละเอียดตามบทที่ 2 หน้า 9 และภาพประกอบ 4)

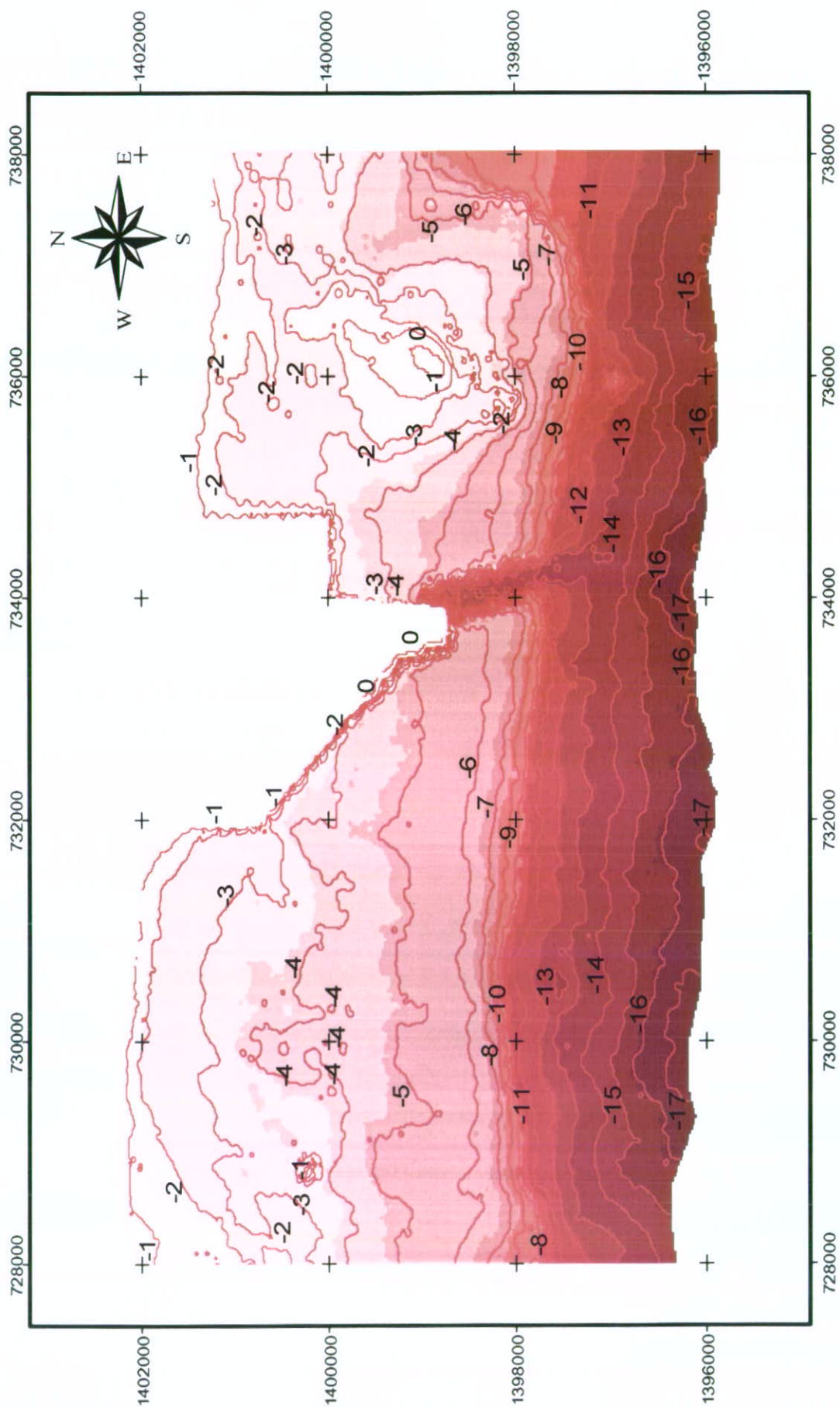
2.2.2 เส้นความลึกเท่าของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ.2536 ทำการสร้างเส้นความลึกเท่า โดยใช้คำสั่ง Create Contour ในโปรแกรม ArcviewGIS กำหนดให้สร้างเส้นความลึกเท่า ที่ความลึกทุก ๆ 1 เมตร เริ่มตั้งแต่ความลึก 0 – 17 เมตร (ภาพประกอบ 38) โดยเส้นความลึกเท่าความลึกจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

- ระดับความลึกน้ำ 5 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งน้อยที่สุดประมาณ 1,800 เมตร ที่บริเวณร่องน้ำทางเข้า - ออกท่าเรือมาบตาพุด และห่างจากชายฝั่งมากที่สุดประมาณ 4,000 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านตากวน

- ระดับความลึกน้ำ 10 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 1,800 เมตร ที่บริเวณร่องน้ำทางเข้า - ออกท่าเรือมาบตาพุด และห่างจากชายฝั่งมากที่สุดประมาณ 4,000 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านตากวน



ภาพประกอบ 37 เส้นความลึกเท่าของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526



ภาพประกอบ 38 เส้นความลึกเท่า (Contour line) แผนที่สำรวจทางทศตรี ปี พ.ศ. 2536

- ระดับความลึกน้ำ 15 เมตร จะอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 4,250 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านน้ำตก และห่างจากชายฝั่งมากที่สุดประมาณ 5,750 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านหนองแดงเม

- ระดับความลึกน้ำ 17 เมตร เป็นความลึกน้ำที่ลึกที่สุดในแผนที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จะอยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 6500 เมตร ที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลบ้านน้ำตก

เมื่อพิจารณาจากเส้นความลึกเท่าของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2536 ชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยองนั้น ลักษณะชั้นความลึกมีการเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง ดังนั้นสามารถจัดชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง เป็นชายฝั่งประเภทชายฝั่งตรง ที่มีลักษณะชั้นความลึกเปลี่ยนไปมาไม่ขนานกับชายฝั่ง (รายละเอียดตามบทที่ 2 หน้า 9 และภาพประกอบ 4)

การเปรียบเทียบลักษณะเส้นชั้นความลึกของแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ระหว่างปี พ.ศ. 2526 (ก่อนการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด) และปี พ.ศ. 2536 (หลังการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด) นั้น พบว่า ลักษณะเส้นชั้นความลึกดังกล่าว มีความแตกต่างที่สำคัญดังนี้

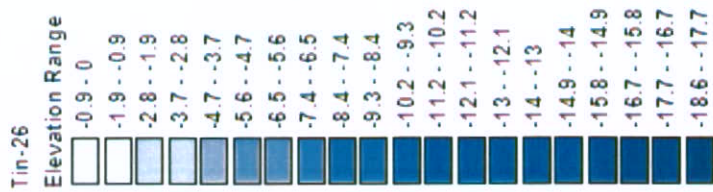
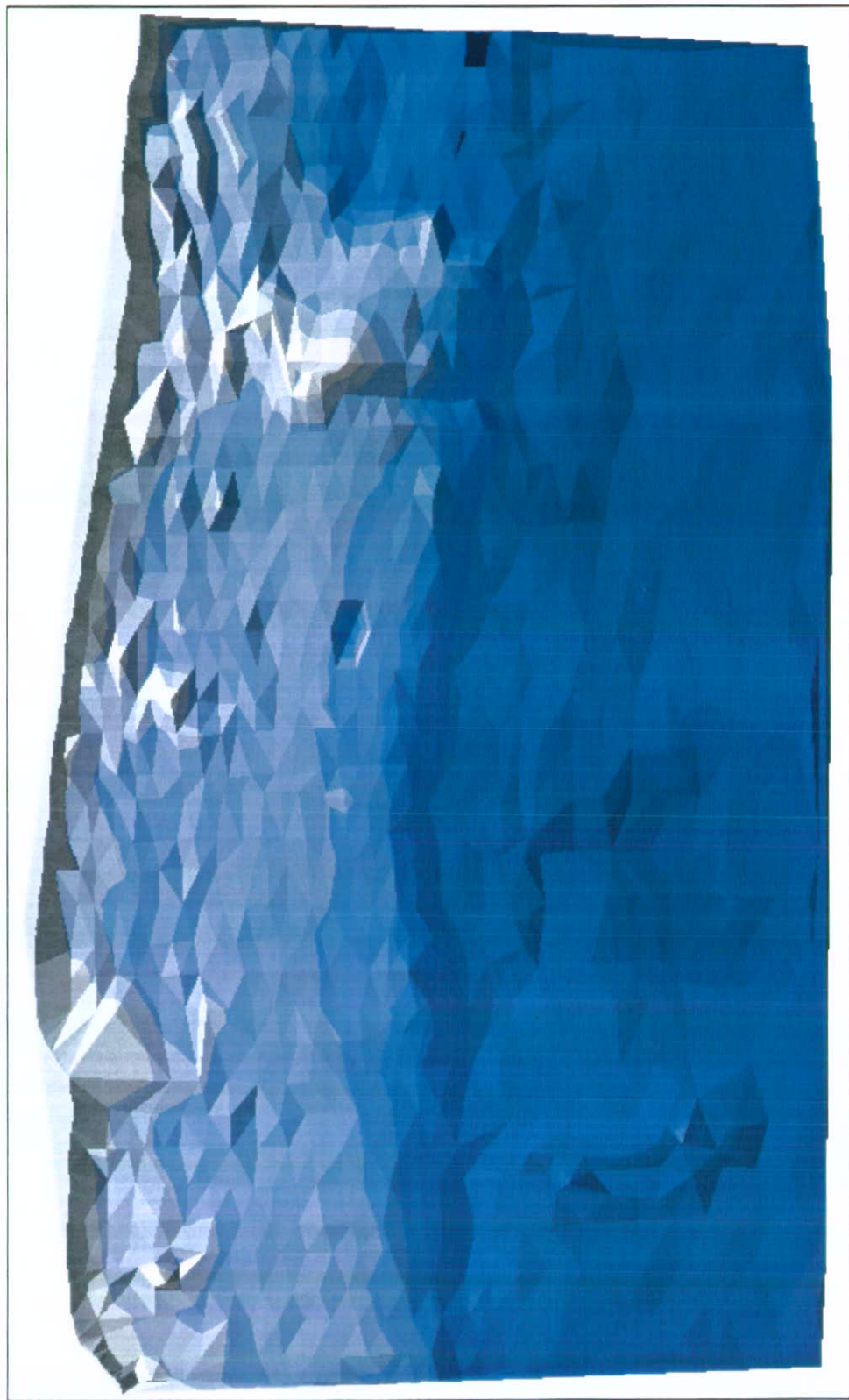
- ข้อมูลเส้นชั้นความลึก ปี พ.ศ. 2526 จะมีบริเวณที่ดินหรือโขดหินที่อยู่ทางตอนใต้ของชายฝั่งบ้านน้ำตก ซึ่งไม่ปรากฏในข้อมูลเส้นชั้นความลึก ปี พ.ศ. 2536

- หลังจากการถมทะเลในระยะที่ 1 ประมาณ ปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา มีการก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุดและการขุดร่องน้ำซึ่งมีความลึกประมาณ 10 เมตร สำหรับเรือขนาดใหญ่ที่จะเข้าสู่ท่าเรือมาบตาพุด เป็นลักษณะที่เพิ่มเติมมาจากข้อมูลเส้นชั้นความลึก ปี พ.ศ. 2526

2.2.3 การนำเสนอแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 และ พ.ศ. 2536 ในลักษณะภาพ 3 มิติ โดยใช้โปรแกรม 3 - D Analyst ซึ่งเป็น Extension ของโปรแกรม ArcviewGIS โดยใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2526 มีจำนวนจุดข้อมูล 2048 จุด ส่วนปี พ.ศ. 2536 มีจำนวนจุดข้อมูล 5248 จุด โปรแกรมจะทำการสร้างข้อมูลสามเหลี่ยม (TIN data) ขึ้นมาเท่ากับจำนวน 4074 และ 11500 ค่า เพื่อใช้ในการแสดงผลในลักษณะภาพ 3 มิติ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ให้โปรแกรมหดค่าความชันค่า Vertical Exaggeration ที่เหมาะสมในการแสดงผลข้อมูล ซึ่งในที่นี้มีค่าเท่ากับ 104 และ 68 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำผลที่ได้รับจากโปรแกรมหดค่า มาแสดงในลักษณะ 2 มุมมอง ประกอบด้วยมุมมองด้านบน (Top View 3-D) และมุมมองด้านข้าง (Side View 3-D) สำหรับมุมมองด้านข้าง ผู้วิจัยได้เพิ่มเติมข้อมูลระดับน้ำ (ชื่อไฟล์ tide26.shp และ tide36.shp) เพื่อให้การแสดงผลมีความชัดเจนยิ่งขึ้น สำหรับ ปี พ.ศ. 2526 สิ่งปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน คือ เกาะสะแก และบริเวณที่ดินหรือโขดหินที่อยู่ทางตอนใต้ของชายฝั่งบ้านน้ำตก (ภาพประกอบ 39 และ 40) ส่วน ปี พ.ศ. 2536 สิ่งปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน คือ บริเวณท่าเรือมาบตาพุด และร่องน้ำซึ่งมีความลึกประมาณ 10 เมตร สำหรับเรือขนาดใหญ่ที่จะเข้าสู่ท่าเรือมาบตาพุด (ภาพประกอบ 41 และ 42)

724000, 14050000

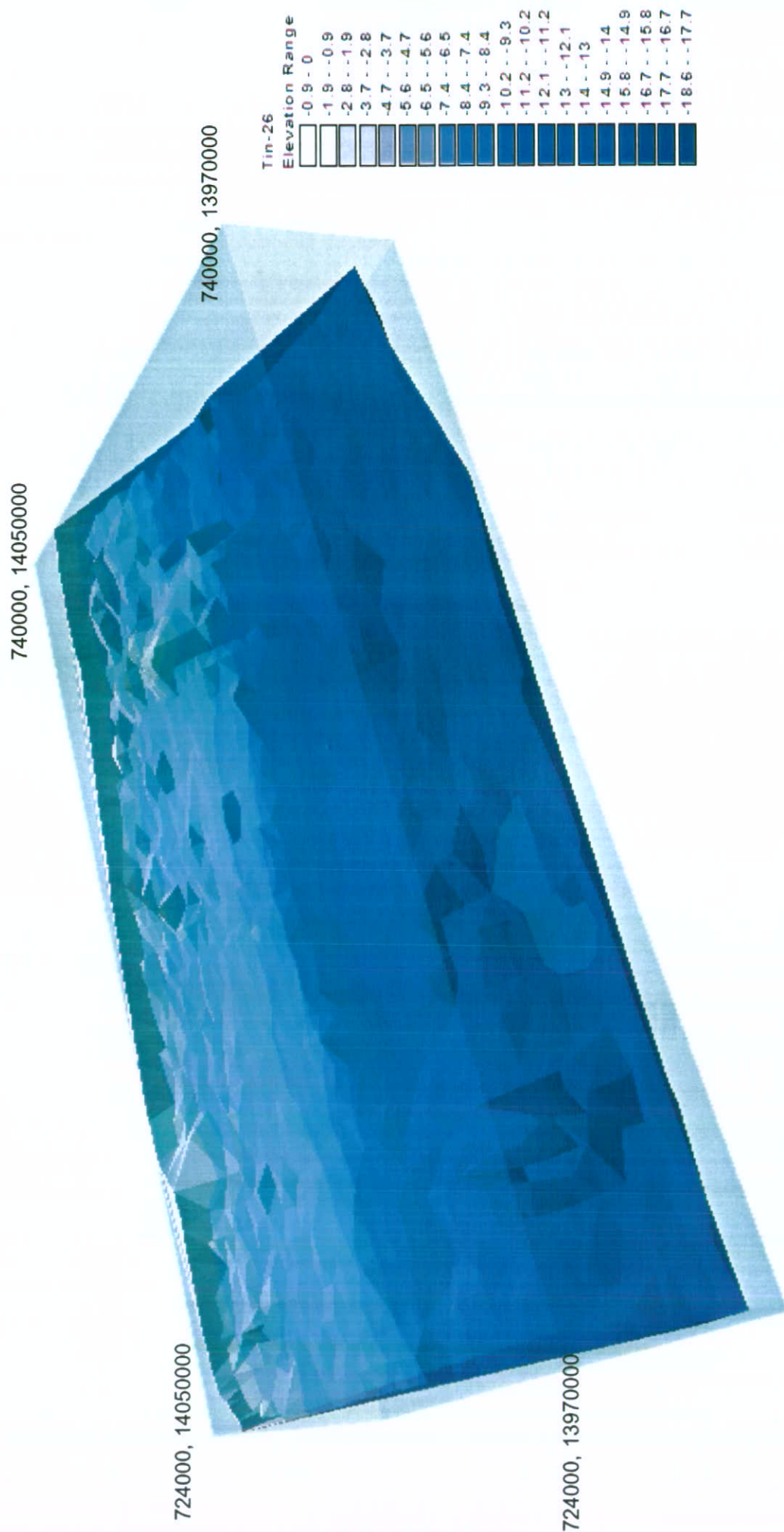
740000, 14050000



724000, 13970000

740000, 13970000

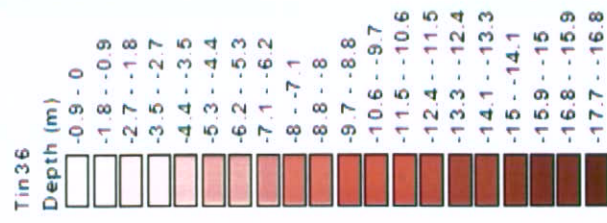
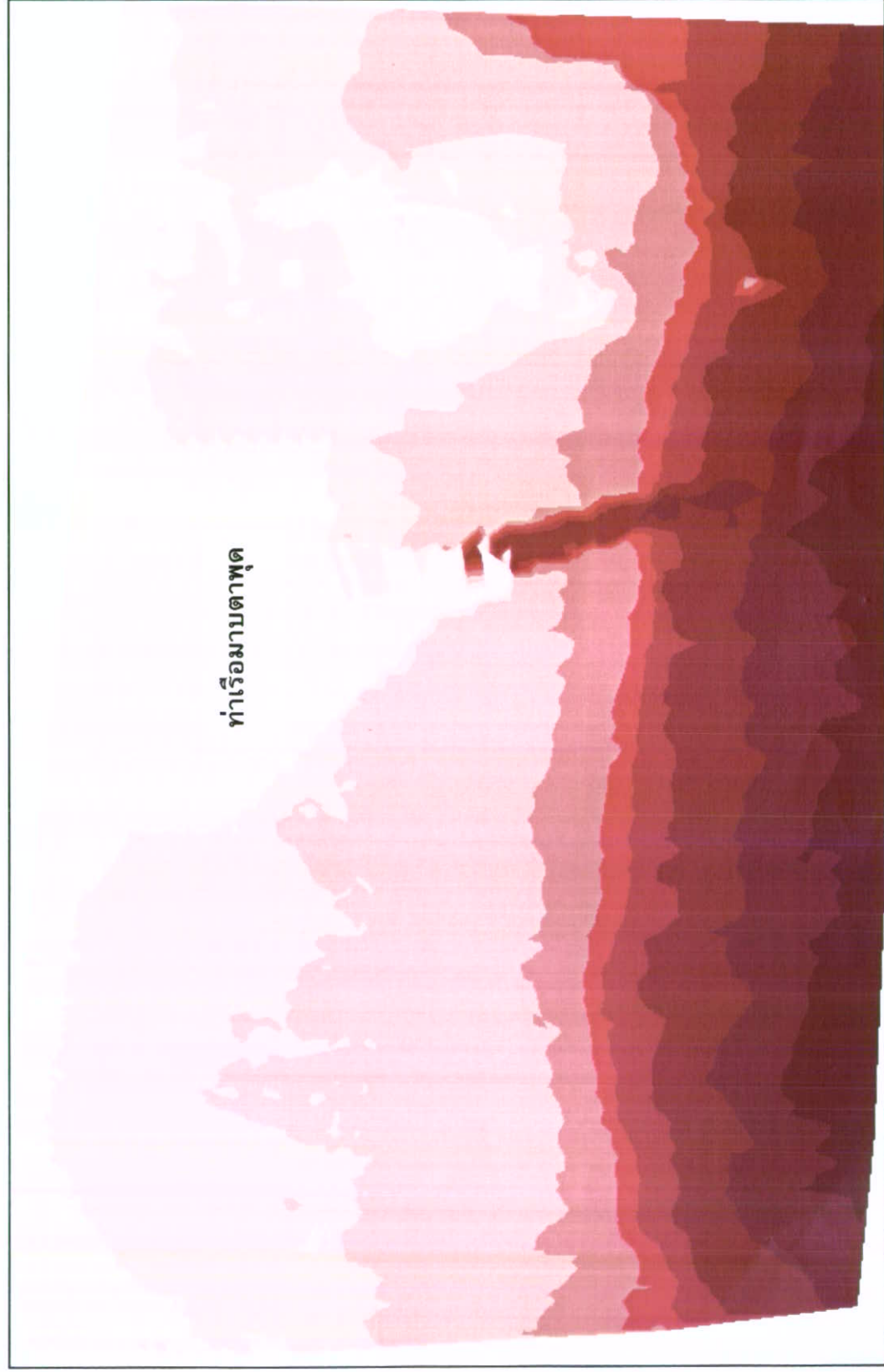
ภาพประกอบ 39 แสดงภาพ 3 มิติ ด้านบน(top view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2526 (ค่า vertical exaggeration เท่ากับ 104)



ภาพประกอบ 40 แสดงภาพ 3 มิติด้านข้าง (side view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2526 (vertical exaggeration เท่ากับ 104)

728000,1403000

738000,1403000



728000,1395000

738000,1395000

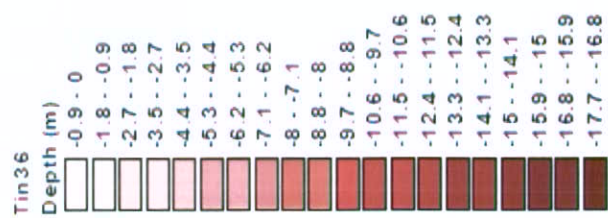
ภาพประกอบ 41 แสดงภาพ 3 มิติด้านบน (top view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2536 (ค่า vertical exaggeration เท่ากับ 68)

738000,1403000

ท่าเรือมาบตาพุด

728000,1403000

738000,1395000



728000, 1395000

ภาพประกอบ 42 แสดงภาพ 3 มิติด้านข้าง (side view) ของบริเวณที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2536 (ค่า vertical exaggeration เท่ากับ 68)

2.3 การวัดพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 (before coastal change) และ ปี พ.ศ. 2536 (After coastal change) มาทำการ Arithmetic Overlay เพื่อวัดพื้นที่ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง พบว่าส่วนใหญ่มีการกัดเซาะ (Erosion) เกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ ประกอบด้วยบริเวณชายฝั่งทะเลและบริเวณนอกชายฝั่ง ที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร (พื้นที่สีแดงในภาพประกอบ 43 และ 44) ซึ่งน่าจะเกิดจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

1. ปัจจัยทางธรรมชาติ ประกอบด้วย

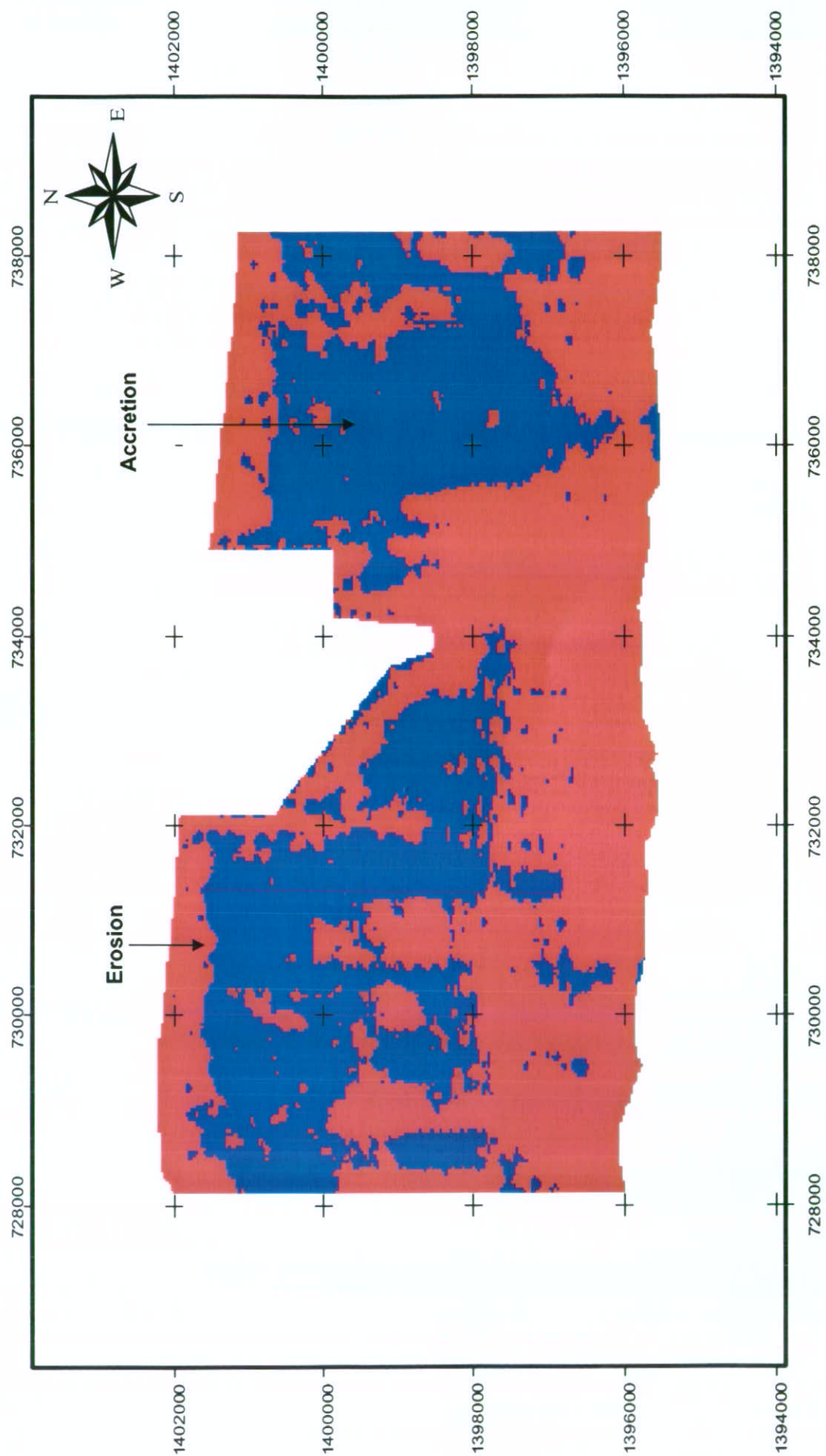
1.1 คลื่นลม (Windwave) จะขนส่งตะกอนชายฝั่งจากบริเวณน้ำตื้นออกไปยังบริเวณน้ำลึก (Onshore – Offshore Transport) โดยตะกอนที่มีขนาดใหญ่มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่ง ส่วนตะกอนขนาดเล็ก จะถูกพัดพาออกไปยังบริเวณน้ำลึก

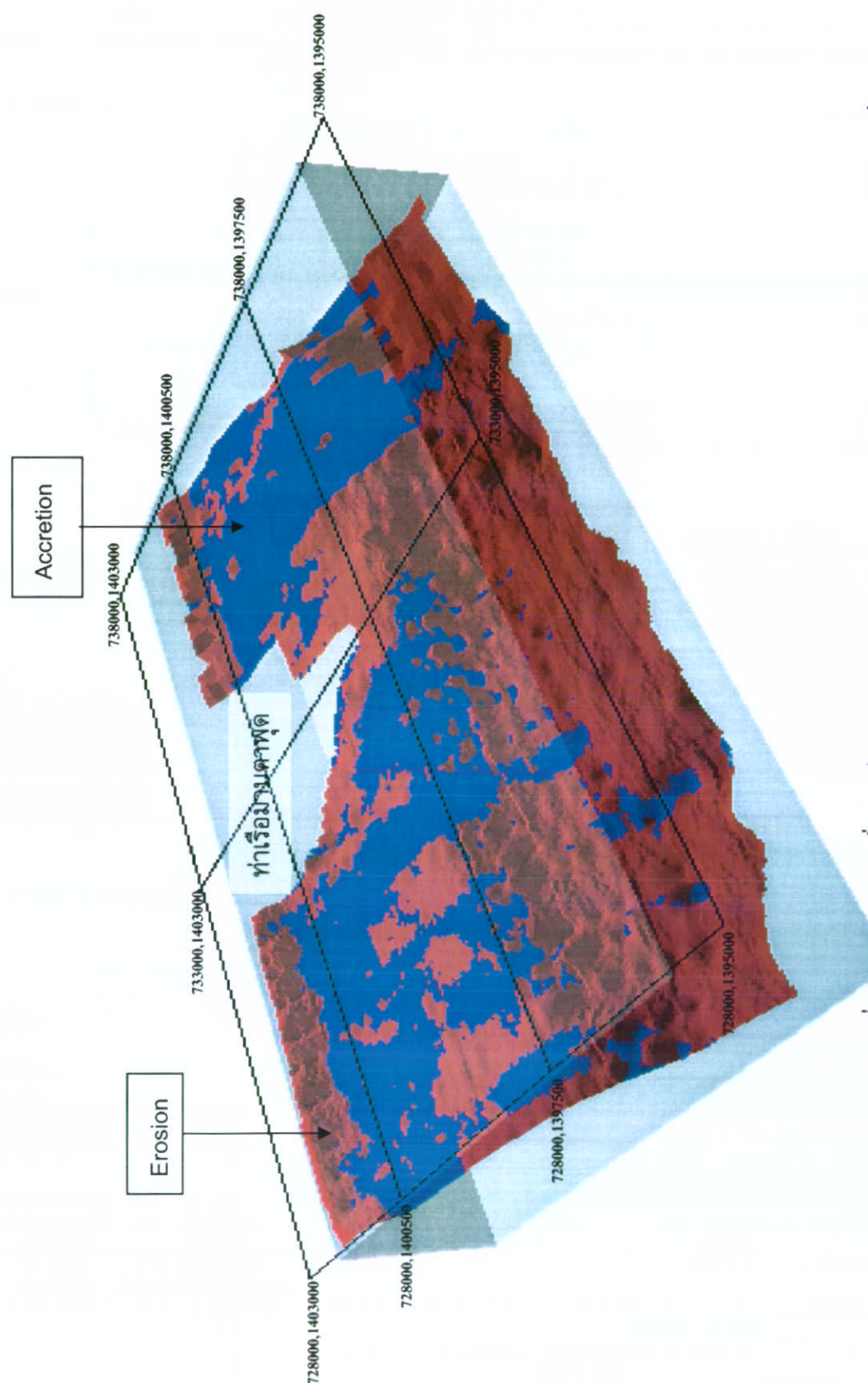
1.2 กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Longshore Current) พาดตะกอนชายฝั่งจากด้านทิศตะวันตกไปยังด้านทิศตะวันออก ทำให้เกิดการขนส่งตะกอนโดยกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Longshore Transport) เมื่อกระแสน้ำดังกล่าวไหลไปปะทะกับเขื่อนกันคลื่นของท่าเรือมาบตาพุด กระแสน้ำจะไหลเลียบเขื่อนกันคลื่นพาดตะกอนที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาออกไปสู่บริเวณนอกชายฝั่งที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร

1.3 พายุไต้ฝุ่นที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยและทะเลจีนใต้ เช่น พายุไต้ฝุ่นเกย์ (Gay) พายุไต้ฝุ่นลินดา (Linda) ก็มีส่วนทำความเสียหายให้กับบริเวณชายฝั่งอย่างรวดเร็ว เป็นปัจจัยเพิ่มเติมจากปัจจัยทางธรรมชาติ

2. ปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ การก่อสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เช่น ท่าเรือมาบตาพุด ก่อให้เกิดการขัดขวางการขนส่งตะกอนโดยกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่มีทิศทางจากตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก เมื่อไม่มีการเคลื่อนตัวของตะกอนมาตามธรรมชาติ จึงทำให้เกิดการกัดเซาะจากคลื่นลมในฤดูมรสุมตะวันตกเพิ่มความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยการกัดเซาะของคลื่นไปถึงด้านบนของหาดทรายรวมถึงถนนเลียบชายหาดด้วย ดังนั้นเมื่อไม่มีการเคลื่อนตัวของตะกอนมาตามธรรมชาติ จึงทำให้หาดดังกล่าว เป็นหาดที่พังอย่างสมบูรณ์

สำหรับการพอกพูน (Accretion) นั้นจะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร (พื้นที่สีน้ำเงินในภาพประกอบ 43 และ 44) ซึ่งน่าจะเกิดจากคลื่นลมจะขนส่งตะกอนชายฝั่งจากบริเวณน้ำตื้นออกไปยังบริเวณน้ำลึก (Onshore – Offshore Transport) โดยตะกอนที่มีขนาดใหญ่มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร ส่วนตะกอนขนาดเล็กจะถูกพัดพาออกไปยังบริเวณน้ำลึกที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร





ภาพประกอบ 44 แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงปี พ.ศ. 2526 – 2536 (side view 3-D) (vertical exaggeration เท่ากับ 104)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งทะเล
มาบตาพุด โดยการประยุกต์เทคนิคทางการสำรวจข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด
จังหวัดระยอง

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง
ระหว่างปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545 โดยใช้ภาพจากดาวเทียม
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง
ระหว่างปี พ.ศ. 2526 และ พ.ศ. 2536 โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
3. เพื่อศึกษารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด
จังหวัดระยอง ในแต่ละช่วงเวลา
4. เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
ในบริเวณที่ศึกษา

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียม สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
ในลักษณะภาพรวม (synoptic view)
2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนว
ชายฝั่งในส่วนรายละเอียด (detailed study)
3. ข้อมูลภาพจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถนำมาใช้ร่วมกัน
ในการวางแผนการจัดการด้านวิศวกรรมชายฝั่ง (coastal engineering)

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลภาพจากดาวเทียม ระหว่างปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2545
และข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ของกรมอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 และ พ.ศ. 2536 โดย
การประยุกต์เทคนิคทางการสำรวจข้อมูลระยะไกล ด้วยโปรแกรม EASI/PACE และระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcviewGIS version 3.2a and Extension เพื่อวิเคราะห์
หารูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากดาวเทียมและข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ สามารถ
อภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้ภาพจากดาวเทียม
2. การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1. การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยใช้ภาพจากดาวเทียม

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงก่อนการถมทะเล (18 ธันวาคม 2530) และช่วง
หลังการถมทะเลในระยะที่ 1 (3 มกราคม 2537) จะเห็นว่าหลังจากมีการถมทะเลเพื่อเป็นเขื่อน
กันคลื่นและพื้นที่อุตสาหกรรมแล้ว ทำให้เกิดการงอกของชายฝั่งทั้งสองด้านของนิคม
อุตสาหกรรมฯ โดยด้านตะวันตกคือด้านเขื่อนกันคลื่น เกิดการงอกของชายฝั่งเป็นพื้นที่มากกว่า
ด้านตะวันออก ซึ่งสังเกตจากพื้นที่สีน้ำเงินที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นยังพบว่ามีชายฝั่งทางด้าน
ตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ ที่เกิดการงอกอีก แต่อยู่ถัดออกไปจากพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการ
งอกด้านเขื่อนกันคลื่นของนิคมอุตสาหกรรม ฯ ส่วนพื้นที่สีแดงที่เกิดบริเวณชายฝั่งนั้นแสดงถึง
พื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะ สำหรับพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะจะเกิดขึ้นในด้านทั้งสองของ
นิคมอุตสาหกรรม ฯ เช่นกัน โดยด้านตะวันออกจะอยู่ถัดจากพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการงอก และจาก
การสังเกตพื้นที่สีแดงที่แสดงถึงการกัดเซาะชายฝั่ง พบว่าชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรม ฯ เกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งด้านตะวันตก (ภาพประกอบ 18 - 20 และ 45 -
50)

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงหลังการถมทะเลในระยะที่ 1 (3 มกราคม 2537)
และช่วงหลังการถมทะเลในระยะที่ 2 (29 ธันวาคม 2540) ซึ่งการถมทะเลในระยะที่ 2 นั้นเป็น
การถมทะเลต่อเนื่องจากการถมทะเลในระยะที่ 1 จะเห็นว่า การงอกของชายฝั่งนั้นยังคงเกิดขึ้น
ในทั้งสองด้านของนิคมอุตสาหกรรม ฯ เหมือนกับภาพประกอบ 26 และ 27 แต่การงอกของ
ชายฝั่งในชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ มากกว่าด้านตะวันตก และทางด้าน
ตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ ถัดไปจากเขื่อนกันคลื่น มีการก่อสร้างรอดักตะกอน (Groins)
ขึ้น ทำให้เกิดการงอกของชายฝั่งด้านตะวันตกของรอดักตะกอน ส่วนพื้นที่สีน้ำเงินที่เกิดขึ้น
ระหว่างเขื่อนกันคลื่นและพื้นที่ถมทะเลเพื่อเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมนั้น เกิดจากการถมทะเลเพื่อ
สร้างท่าเทียบเรือ สำหรับการกัดเซาะยังคงมีทั้งสองด้านของนิคมอุตสาหกรรม ฯ แต่เกิดน้อยลง
ซึ่งแสดงให้เห็นจากพื้นที่สีแดงในบริเวณชายฝั่งที่น้อยลงโดยพบว่า ชายฝั่งด้านตะวันออกของ



ภาพประกอบ 45 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านตากวนทางด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 46 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณบ้านตากวนทางด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 47 กำแพงกันคลื่นบริเวณบ้านตากวนทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 48 บริเวณที่เกิดการรอกของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 49 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 50 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2537



ภาพประกอบ 51 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2542



ภาพประกอบ 52 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2542



ภาพประกอบ 53 การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดแสงจันทร์ด้านตะวันออกของนิคม
อุตสาหกรรมมาบตาพุด ปี 2542



ภาพประกอบ 54 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2542



ภาพประกอบ 55 บริเวณที่เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม
มาบตาพุด ปี 2542



ภาพประกอบ 56 คลื่นชายฝั่งบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
ปี 2542

นิคมอุตสาหกรรม ฯ ยังคงเกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งทางด้านตะวันตก นอกจากนั้นพบว่า ชายฝั่งทางด้านตะวันตกของรอตต์กตะกอนก่อนถึงพื้นที่ที่เกิดการงอกของชายฝั่งเกิดการกัดเซาะขึ้นอีกด้วย ส่วนพื้นที่สีแดงที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ที่เกิดจากการถมทะเลนั้น เกิดจากความแตกต่างกันของค่าการสะท้อนแสงพื้นดินที่ใช้ในการที่ถมทะเลกับพืชพรรณ และสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นหลังการถมทะเลในระยะที่ 1 (ภาพประกอบ 51 ถึง 56)

การเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งช่วงก่อนการถมทะเล (18 ธันวาคม 2530) และ ช่วงที่ดำเนินการถมทะเลเสร็จเรียบร้อยแล้ว (3 พฤศจิกายน 2545) เป็นภาพรวมการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทั้งหมดที่เกิดขึ้นตั้งแต่ก่อนการถมทะเลถึงปัจจุบัน เป็นเวลา 15 ปี จะเห็นว่า หลังจากมีการถมทะเลเพื่อเป็นเขื่อนกันคลื่นและพื้นที่อุตสาหกรรมแล้ว ทำให้เกิดการงอกชายฝั่งทั้งสองด้านของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยด้านตะวันตกคือเขื่อนกันคลื่นเกิดการงอกของชายฝั่งเป็นพื้นที่มากกว่าด้านตะวันออก สำหรับพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการกัดเซาะจะเกิดขึ้น ในด้านทั้งสองของนิคมอุตสาหกรรม ฯ เช่นกัน โดยด้านตะวันออกจะอยู่ถัดจากพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการงอก ส่วนด้านตะวันตกจะอยู่ก่อนพื้นที่ชายฝั่งที่เกิดการงอก และพบว่าชายฝั่งทางด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ เกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งทางด้านตะวันตก

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530 ถึง 2545 นั้น จะมีการพอกพูนและการกัดเซาะในปริมาณและในอัตราที่ใกล้เคียงกัน (170,971.61 กับ 167,792.15 ตารางเมตร และ 11,398.11 กับ 11,186.14 ตารางเมตรต่อปี) ซึ่งอาจจะเกิดจากการปรับตัวของแนวชายฝั่งเองเพื่อเข้าสู่สภาวะสมดุลตามธรรมชาติ (dynamic equilibrium)

2. การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ ของกรมอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 และ พ.ศ. 2536 พบว่า ส่วนใหญ่มีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ ประกอบด้วยบริเวณชายฝั่งทะเลและบริเวณนอกชายฝั่ง ที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร (พื้นที่สีแดงในภาพประกอบ 43 และ 44) ซึ่งน่าจะเกิดจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ประกอบด้วย

1. ปัจจัยทางธรรมชาติเช่น คลื่นลมและกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current) พาดตะกอนชายฝั่งจากด้านทิศตะวันตกไปยังด้านทิศตะวันออก เมื่อกระแสน้ำดังกล่าวไหลไปปะทะกับเขื่อนกันคลื่นของท่าเรือมาบตาพุด กระแสน้ำจะไหลเลียบเขื่อนกันคลื่นพาดตะกอนที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบาออกไปสู่บริเวณนอกชายฝั่งที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร

2. ปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ การก่อสร้างท่าเรือมาบตาพุด ได้ขัดขวางการขนส่งตะกอนโดยกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่มีทิศทางจากตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก เมื่อไม่มีการเคลื่อนตัวของตะกอนมาตามธรรมชาติ จึงทำให้เกิดการกัดเซาะจากคลื่นลมในฤดูมรสุม

ตะวันตกเพิ่มความรุนแรงยิ่งขึ้น โดยการกัดเซาะของคลื่นไปถึงด้านบนของหาดทรายรวมถึงถนนเลียบชายหาดด้วย ดังนั้นเมื่อไม่มีการเคลื่อนตัวของตะกอนมาตามธรรมชาติ จึงทำให้หาดดังกล่าว เป็นหาดที่พังอย่างสมบูรณ์ (ภาพประกอบ 45 ถึง 50)

สำหรับการพอกพูน (Accretion) นั้นจะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยเฉพาะบริเวณใกล้ฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร (พื้นที่สีน้ำเงินในภาพประกอบ 43 และ 44) ซึ่งน่าจะเกิดจากคลื่นลมจะขนส่งตะกอนชายฝั่งจากบริเวณน้ำตื้นออกไปยังบริเวณน้ำลึก (Onshore – Offshore Transport) โดยตะกอนที่มีขนาดใหญ่มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร ส่วนตะกอนขนาดเล็กจะถูกพัดพาออกไปยังบริเวณน้ำลึกที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร

สรุปผลการศึกษา

ผลการอภิปรายดังกล่าวแล้วพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ข้อมูลภาพจากดาวเทียมสามารถใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง ในลักษณะภาพรวม (synoptic view) พบว่า มีการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยชายฝั่งด้านตะวันออกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ จะเกิดการกัดเซาะมากกว่าชายฝั่งด้านตะวันตก

2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในส่วนรายละเอียด (detailed study) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งเกิดขึ้นทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกของนิคมอุตสาหกรรม ฯ โดยมีการกัดเซาะเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลและบริเวณนอกชายฝั่ง ที่ระดับความลึกมากกว่า 10 เมตร ส่วนการพอกพูนจะเกิดขึ้นบริเวณใกล้ฝั่งที่ระดับความลึกน้อยกว่า 10 เมตร

3. อัตราการเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มทิศทางการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง จากการศึกษาครั้งนี้ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

3.1 แบบที่ 1 อัตราการพอกพูนต่อปีมีค่ามากกว่าอัตราการกัดเซาะต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ. 2530 – 2533 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 84,025.16 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 4,730.66 ตารางเมตรต่อปี และข้อมูลปี พ.ศ.2540 – 2542 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 147,565.64 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 19,804.74 ตารางเมตรต่อปี

3.2 แบบที่ 2 อัตราการกัดเซาะต่อปีมีค่ามากกว่าอัตราการพอกพูนต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ.2533 – 2537 โดยอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 115,557.79 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 7,307.34 ตารางเมตรต่อปี

3.3 แบบที่ 3 อัตราการพอกพูนต่อปีมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับอัตราการกัดเซาะต่อปี เช่น ข้อมูลปี พ.ศ.2542 – 2545 โดยอัตราการพอกพูนมีค่าเท่ากับ 34,686.29 ตารางเมตรต่อปี ส่วนอัตราการกัดเซาะมีค่าเท่ากับ 21,794.30 ตารางเมตรต่อปี

ข้อบกพร่องในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าพบข้อบกพร่องดังนี้คือ

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาดังแต่ปี พ.ศ. 2530 – 2545 นั้นอยู่ระหว่าง พฤศจิกายนถึงมกราคม ประกอบด้วยภาพถ่ายดาวเทียม จำนวน 1 ภาพ (3 พ.ย.2545) ธันวาคม จำนวน 3 ภาพ (18 ธ.ค.2530, 26 ธ.ค.2533 และ 29 ธ.ค.2540) และมกราคม จำนวน 2 ภาพ (3 ม.ค. 2537 และ 17 ม.ค.2542) เนื่องจากความแตกต่างกันในเรื่องช่วงเวลาอาจจะมีผลต่อการศึกษเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
2. ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ของกรมอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2526 ใช้มาตราส่วน 1 : 40,000 ส่วนข้อมูลสำรวจ ๔ ปี พ.ศ. 2536 ใช้มาตราส่วน 1 : 5,000 เนื่องจากความแตกต่างกันในเรื่องมาตราส่วนอาจจะมีผลต่อการศึกษเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง
3. ข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ของกรมอุทกศาสตร์ ปี พ.ศ. 2542 ครอบคลุมเฉพาะบริเวณท่าเรือมาบตาพุด มีบริเวณของชายฝั่งน้อยมาก จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งได้

ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. การใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งในช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่า สามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้ เฉพาะในบริเวณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT มีรายละเอียดจุดภาพต่ำ ดังนั้นถ้าเราใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดจุดภาพสูง เช่น SPOT, IKONOS หรือ QUICK BIRD เราสามารถพบการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งได้แม้จะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่ทั้งนี้ต้องระวังผลกระทบที่เกิดจากระดับน้ำทะเลที่ต่างกันด้วย เพราะยิ่งดาวเทียมที่มีความละเอียดสูงเท่าใด ระดับน้ำทะเลจะมีผลมากขึ้นเท่านั้น
2. ในการคำนวณพื้นที่ชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้นำการคำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์ อย่างไรก็ตามควรออกภาคสนามเพื่อทำการศึกษabeach profile เพื่อที่จะได้ข้อมูลพื้นที่จากภาคสนามมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่คำนวณจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและข้อมูลแผนที่สำรวจอุทกศาสตร์

3. ในการอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งนั้น จะต้องอาศัยข้อมูลคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งเป็นส่วนประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนั้นจึงควรเก็บรวบรวมข้อมูลคลื่นและกระแสน้ำชายฝั่งที่ได้ทำการตรวจวัดในพื้นที่จริงประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองคลื่น (Wave Model, WAM) และแบบจำลองกระแสน้ำชายฝั่ง (Current Model) จะทำให้เราสามารถอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้ดีขึ้น

4. ในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนป้องกัน และลดความรุนแรงของการกัดเซาะที่จะเกิดขึ้นกับแนวชายฝั่งไว้ด้วย เช่น การสร้างรอดักตะกอน (Groins) เพื่อดักตะกอนไว้เป็นระยะ ๆ หรือสร้างเขื่อนกันคลื่นเพื่อลดความรุนแรงของคลื่นที่เข้ามากระทบกับชายฝั่ง เป็นต้น

5. การสำรวจข้อมูลอุทกศาสตร์ ควรจะทำการสำรวจข้อมูลอุทกศาสตร์อย่างน้อย 1 ครั้งในแต่ละฤดู หรืออย่างน้อยปีละ 3 ครั้ง เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์สามารถนำไปวิเคราะห์ถึงการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนตัวของตะกอนต่าง ๆ (sediment movement) ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- [illegible]

- Komar, P.D. (1998). ***Beach Processes and Sedimentation***. Prentice-Hall. New Jersey.
- Lillesand, T.M.; & Kiefer, R.W. (1999). ***Remote sensing and image interpretation***. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Ly, L. (1993). Monitoring coastline changes using remote sensing techniques on the Rayong coastline. Master's Thesis, Asian Institute of Technology.
- McCoy, J.; & Johnston, K. (2002). ***Using ArcGIS spatial analyst***. Redlands. CA: ESRI Press.
- Model builder. (2000). Redlands. CA: ESRI Press.
- PCI. (1993). ***EASI/PACE User Guide***. Version 5.1. Richmond Hill. Ontario.
- PCI. (1997). ***Using PCI software version 6.1*** : Volume 1. Canada.
- PCI. (1997). ***Using PCI software version 6.1*** : Volume 2. Canada.
- U.S. Army Corps of Engineers. (1984). ***Shore Protection Manual Vol III***, Coastal Engineering Research Center, Washington D.C.
- Vongvisessomjai, S.; Shahadat H. Chowdhury; & Anisut Huq. (1993). ***Monitoring of shoreline and Seabed of Map Ta Phut***. Division of Water Resource Engineering. Asian Institute of Technology. Research Report No.262.

ภาคผนวก
การแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง

การแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง

การแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตามแนวชายฝั่ง สามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ

- Soft Solution คือการนำทรายที่มีขนาดและปริมาณที่เหมาะสมกับพื้นที่นั้น ๆ มาเติมหาด (Beach Nourishment) หรือจะเป็นการปลูกพืชคลุมดินเพื่อให้ยึดทรายหน้าหาดไว้เมื่อมีแรงมากระทำ เช่น คลื่น ระดับน้ำ ที่จะมากัดเซาะทรายบริเวณนี้ไป โดยมีการศึกษาและพยากรณ์ถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

- Hard Solution คือการสร้างสิ่งก่อสร้างขึ้นในพื้นที่ซึ่งจะเกิดปัญหาเป็นกรณีไป ซึ่งกระทำได้โดยการสร้างเขื่อนกันดิน (Seawalls, Bulkheads หรือ Revetments) สร้างรอก (Groins) เขื่อนกันคลื่น (Breakwater) และเขื่อนปากร่องน้ำ (Jetty)

1.1. เขื่อนกันดิน เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขนานหรือเกือบขนานกับขอบฝั่ง เพื่อกั้นระหว่างดินกับแนวน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันดินหรือพื้นที่บนบกถูกคลื่นซัดพังทลายลง อย่างไรก็ตาม มีข้อสังเกตในการสร้างเขื่อนกันดิน คือ

1.1.1 ข้อจำกัดของเขื่อนกันดิน จะป้องกันดินเฉพาะส่วนที่อยู่หลังสิ่งก่อสร้างเท่านั้น ไม่สามารถป้องกันสิ่งก่อสร้างที่อยู่ใกล้เคียงได้ และอาจทำให้พื้นที่ใกล้เคียงพังทลายมากกว่าปกติได้

1.1.2 การใช้และรูปลักษณะของตัวเขื่อน โดยทั่วไปจะมีรูปร่างลักษณะของตัวเขื่อนขึ้นอยู่กับการใช้งาน ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น แบบตั้งตรง แบบเกือบตั้งตรง แบบลาดเอียง แบบโค้งเข้า (เว้า) แบบโค้งออก (นูน) แบบขั้นบันได หรือแบบหักมุม แต่ละแบบจะมีข้อดีข้อเสียในตัวเขื่อนขึ้นกับพื้นที่ที่มีปัญหา บางครั้งอาจต้องใช้หลาย ๆ แบบเข้าด้วยกัน

เขื่อนแบบตั้งตรง หรือเกือบตั้งตรง สามารถใช้ประโยชน์เป็นที่เทียบเรือ อยู่เรือ ได้ เขื่อนแบบนี้เหมาะกับพื้นที่ที่ไม่ประสบปัญหารุนแรงมากนัก สามารถสร้างได้รวดเร็ว และเสียค่าใช้จ่ายน้อย เช่น แบบ Sheet Piling เขื่อนแบบนี้อาจมีปัญหากัดเซาะบริเวณฐานเขื่อน และยังสะท้อนพลังงานจากคลื่นที่มากกระทบเกิดเป็น Standing Wave ได้

เขื่อนแบบลาดเอียงสร้างด้วยการถมหินหรือวัสดุที่ออกแบบในการดูดกลืนและแพร่กระจายพลังงานจากคลื่นได้ดี ซึ่งจะช่วยลดการเซาะทำลายฐานเขื่อน และถ้ามีการสร้างให้ผิวหน้าโค้งออก (Convex Curved) ก็จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการกัดเซาะได้ดียิ่งขึ้น

เขื่อนแบบเว้าเข้า (Concave Curved) และแบบหักมุม เป็นแบบที่ป้องกันการซัดกระจายของคลื่นไปถึงหลังเขื่อนได้ดีที่สุด โดยเฉพาะบริเวณที่ลมพัดเข้าหาฝั่งไม่รุนแรงมากนัก ซึ่งสันเขื่อนสามารถใช้เป็นถนนได้ด้วย

เขื่อนแบบขั้นบันได (Stepped-face Wall) เหมาะสำหรับเป็นทางเดินลงสู่หาด และช่วยลดการทำลายจากน้ำที่ไหลย้อนกลับ (Back wash)

1.3 ตำบลที่สร้างเขื่อนโดยทั่วไปสร้างตามแนวชายฝั่งที่ต้องการหยุดการพังทลาย หรือ บริเวณที่ต้องการถมที่ยื่นออกไปในทะเล

1.4 ความยาวของเขื่อน โดยทั่วไป เขื่อนกันดินจะป้องกันได้เฉพาะบริเวณที่สร้างเขื่อนเท่านั้น ไม่สามารถป้องกันบริเวณข้างเคียงได้ ดังนั้น จะเกิดการกัดเซาะบริเวณปลายเขื่อนทั้งสองด้านได้ การออกแบบความยาวของเขื่อน ต้องพิจารณาข้อมูลจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และการเปลี่ยนแปลงในรอบปีด้วย

1.5 ความสูงของพื้นที่หน้าเขื่อน Seawall และ Revetment ต้องพิจารณาผลการประเมินการกัดเซาะภายหลังสร้างเขื่อนให้ได้ถูกต้องนั้นคงทำได้ยาก แต่สามารถพิจารณาได้จากข้อมูลประกอบ เช่น ลักษณะตะกอน ขนาดของคลื่น โดยพิจารณาจากกฎทั่วไป คือ “ความลึกสูงสุดในการกัดเซาะจากพื้นที่ท้องทะเลปกติ มีค่าประมาณเท่ากับ ความสูงของยอดคลื่นสูงสุด ก่อนที่จะแปรสภาพเป็นคลื่นหัวแตก ที่ความลึกเดิมบริเวณฐานเขื่อน

2. รอ (Groins) (ภาพประกอบ 57 ถึง 59)

รอ คือ สิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันขอบฝั่ง โดยออกแบบให้ดักตะกอนที่ถูกพัดพาตามแนวชายฝั่งให้ทับถมกับบริเวณหาด เพื่อลดการพังทลายของหาด หรือป้องกันตะกอนเลียบชายฝั่งจากบริเวณต้นน้ำ (Updrift) ไม่ให้ผ่านไปทางปลายน้ำ (Downdrift) การสร้างรอมักจะสร้างให้ตั้งฉากกับแนวขอบฝั่ง มีสิ่งที่ต้องพิจารณาในการสร้างรอ คือ

2.1 การทำงานของรอ การเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่งอันเนื่องมาจากระบบของรอ (Groins System) เป็นเรื่องที่ยากยิ่ง แต่ก็มีความรู้ทั่วไปที่ใช้ในการออกแบบ รอ คือ

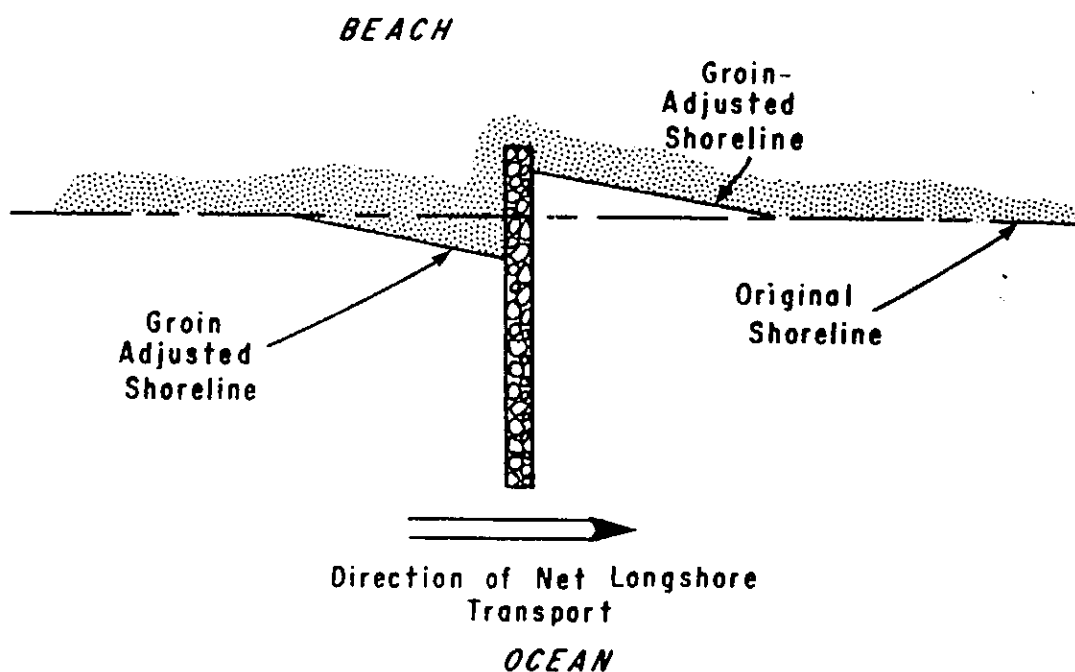
กฎข้อที่ 1 รอดักได้เฉพาะตะกอนที่ไหลเลียบชายฝั่งเท่านั้น ไม่สามารถดักตะกอนที่ไหล เข้า-ออก จากฝั่งได้

กฎข้อที่ 2 การปรับตัวของชายหาดบริเวณที่สร้างรอขึ้นกับปริมาณ และทิศทาง การเคลื่อนตัวของตะกอนเลียบชายฝั่ง (Longshore Transport)

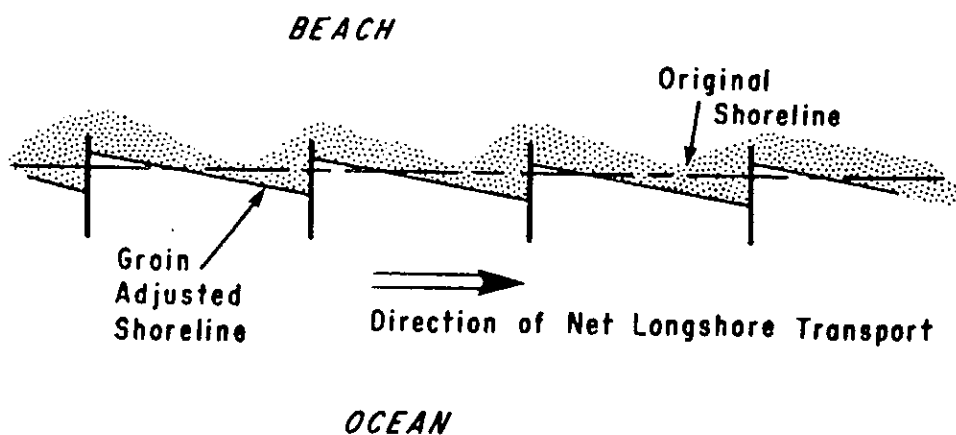
กฎข้อที่ 3 รอทำให้เกิดการทับถมของตะกอนบริเวณหน้าหาด และปรับแต่งรูปหน้าตัดของหาดใหม่ ให้เป็นไปตามธรรมชาติ โดยมีองค์ประกอบคือ คลื่น กระแสน้ำ ขนาดของตะกอน ความลาดเอียงของหาด

กฎข้อที่ 4 มวลน้ำที่คลื่นซัดเข้าหาแนวรอ บางครั้งจะไหลย้อนกลับออกไปนอกฝั่ง ในรูปของกระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) บริเวณข้างแนวรอ

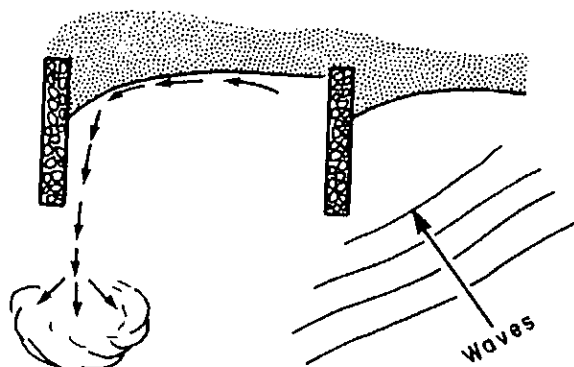
กระแสน้ำพุ่งชนชายฝั่ง (Rip Current) ตามแนวรอเกิดจากกระแสน้ำเลียบฝั่ง (Longshore Current) ไหลไปปะทะแนวรอแล้วพุ่งออกจากฝั่งสู่ทะเล



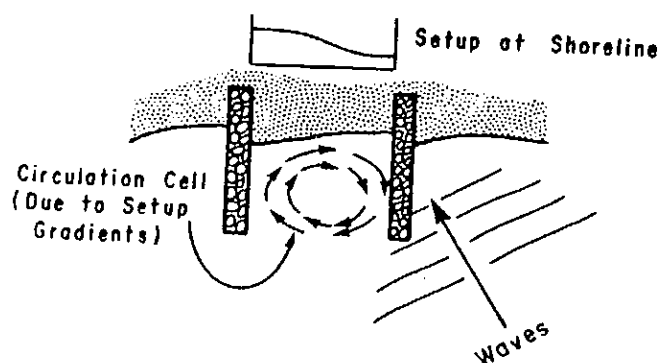
ภาพประกอบ 57 การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่มีรอก 1 รอก
ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984)



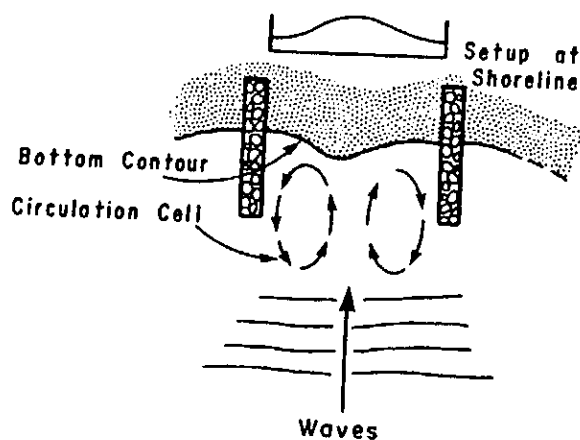
ภาพประกอบ 58 การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งที่มีรอก 2 รอกหรือมากกว่า
ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984



a. Rip current formation due to channeling of longshore current.



b. Circulation within a groin compartment due to variation in longshore setup.



c. Circulation cell within a groin compartment due to energy dissipation at the groins and variable setup.

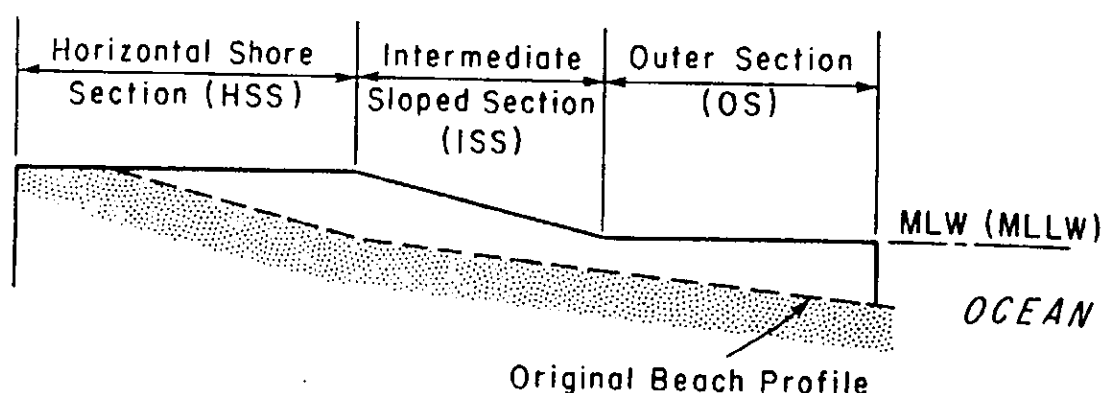
ภาพประกอบ 59 กระบวนการเกิดกระแสน้ำพุ่งชนฝั่งระหว่างร่อง 2 ร่อง

ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

กฎข้อที่ 5 ปริมาณของตะกอนเลียบฝั่งที่จะผ่านรอกไปได้ ขึ้นกับขนาดของรอก (ความยาวและความสูง) ขนาดของกลุ่มตะกอนที่ทับถมอยู่หน้ารอก ลักษณะของระดับน้ำ และลักษณะของคลื่น ตะกอนจะผ่านแนวรอกได้ 2 ลักษณะ คือ ผ่านสันรอก และปลายของรอก

กฎข้อที่ 6 ตะกอนเลียบฝั่งจะตกทับถมบริเวณต้นน้ำ (Updrift) ของรอก และรอกจะกันมิให้ตะกอนผ่านไปทางปลายน้ำ (Downdrift)

2.2 ความสูงของรอก รอกแบ่งตามลักษณะการทำงานได้เป็น 3 ส่วน (ภาพประกอบ 60) คือ ส่วนฐาน ส่วนลาดเอียง และส่วนปลายของรอก



ภาพประกอบ 60 ส่วนต่าง ๆ ของรอก

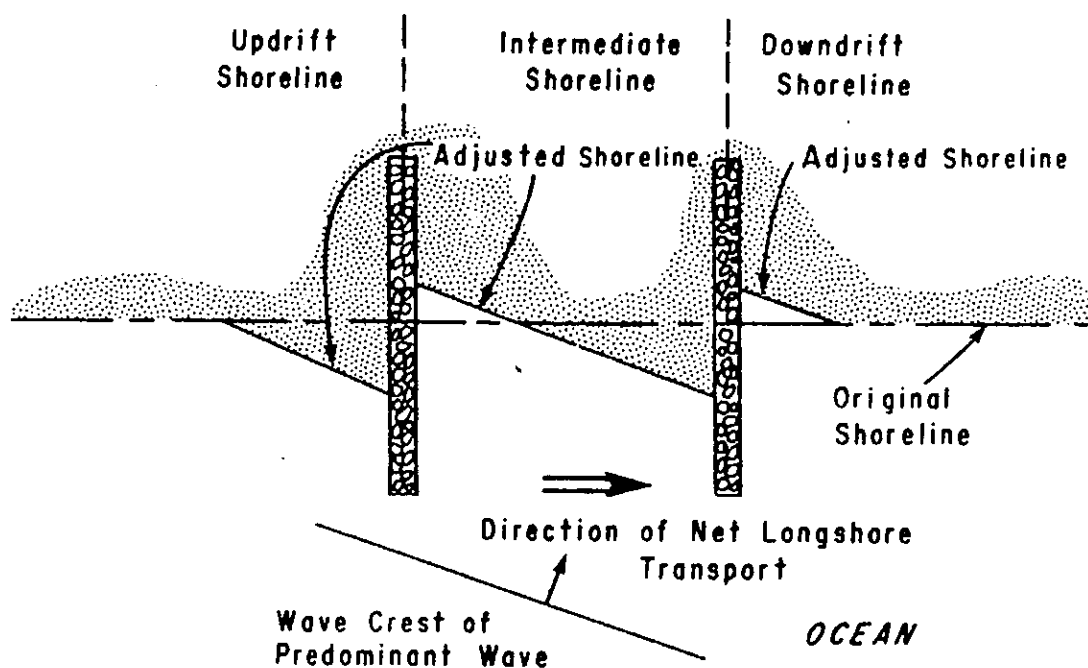
ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

2.2.1 ส่วนฐาน (Horizontal Shore Section) เป็นส่วนหนึ่งที่ยื่นจากขอบฝั่งให้ยาวพอที่จะยึดตรึงให้ลึ้ม ความสูงของส่วนฐานมักสร้างให้เท่ากับความสูงของสันหาด ซึ่งจะเท่ากับน้ำขึ้นสูงสุดบวกกับความสูงของน้ำเมื่อถูกแรงคลื่นผลักดันขึ้นไป

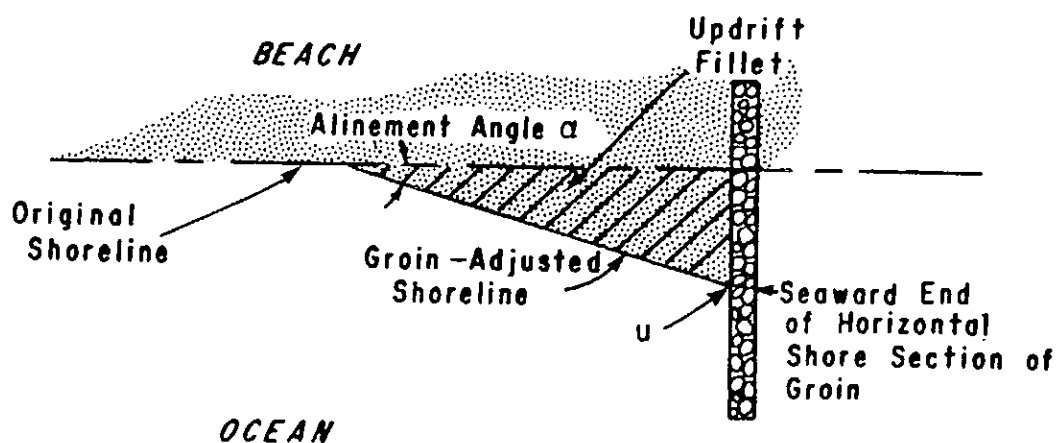
2.2.2 ส่วนลาด (Intermediate Sloped Section) เป็นส่วนที่อยู่ระหว่างส่วนฐานและส่วนปลายความลาด ควรสร้างให้ขนานกับความลาดของหน้าหาดเดิม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของการดักตะกอน

2.3 ส่วนปลาย (Outer Section) คือ ส่วนที่ยื่นไปในทะเลต่อจากส่วนลาด ส่วนปลายของรอก ส่วนใหญ่จะสร้างให้อยู่ในแนวระดับ และให้ต่ำพอเพียงที่จะกันตะกอนได้

2.3 แนวขอบฝั่งบริเวณรอก การประมาณการแนวขอบฝั่งบริเวณรอก วิธีที่ดีที่สุด คือ ประเมินจากรอกที่อยู่บริเวณข้างเคียง ซึ่งมีลักษณะของขอบฝั่ง ตะกอน และคลื่นลมในลักษณะเดียวกัน ในกรณีไม่มีรอกบริเวณข้างเคียง พิจารณาจากทิศทางหลักของคลื่นที่เคลื่อนเข้าหาฝั่ง โดยประมาณเอาว่าแนวของขอบฝั่งจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศทางของคลื่นนั้น (ภาพประกอบ 61) ซึ่งพิจารณาได้ดังนี้



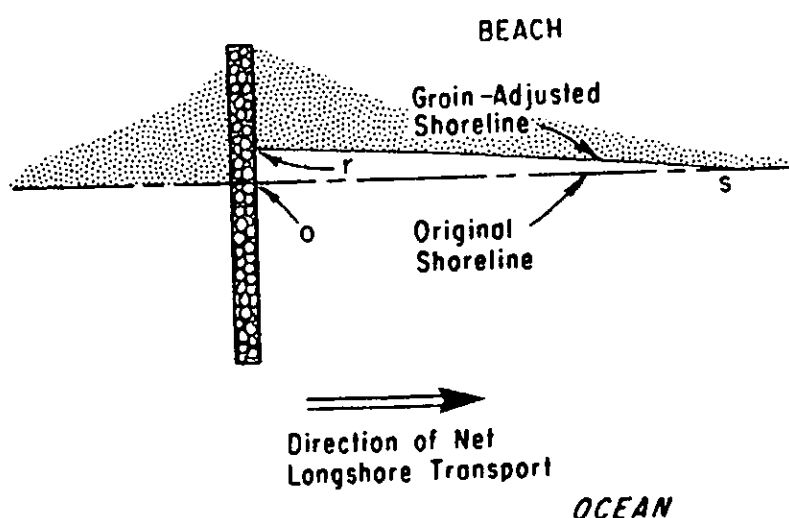
ภาพประกอบ 61 ลักษณะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นการใช้อาคารในการปรับปรุงชายฝั่ง
ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984



ภาพประกอบ 62 ขอบฝั่งด้านต้นน้ำ (Updrift Shoreline)
ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

2.3.1 ขอบฝั่งด้านต้นน้ำ (Updrift Shoreline) เป็นขอบฝั่งสมดุลด้านต้นน้ำของรอก (ภาพประกอบ 62) ขอบฝั่งส่วนที่ยื่นที่สุดจะอยู่ติดกับแนวรอก โดยจะยื่นประมาณเท่ากับความยาวของส่วนฐานของรอกที่จุด U และขยายไปทางด้านแนวน้ำ ตั้งฉากกับทิศของคลื่นจนพบกับขอบฝั่งเดิม

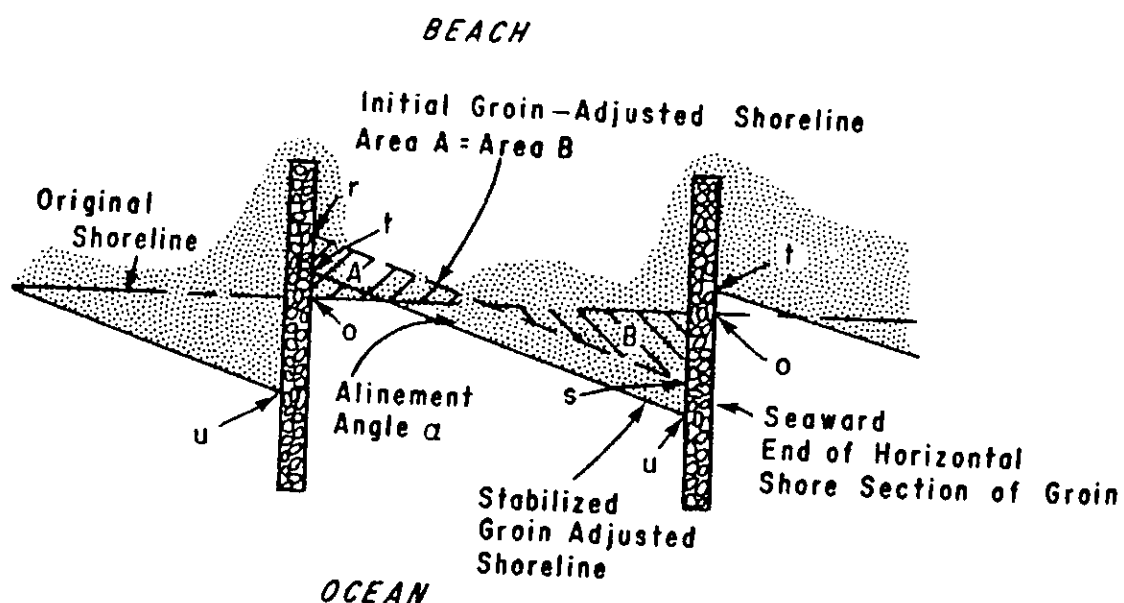
2.3.2 แนวขอบฝั่งระหว่างรอก (Intermediate Shoreline) ประมาณได้โดยสร้างแนวขอบฝั่ง เสมอแนวปลายส่วนของฐานรอกที่จุด U (ภาพประกอบ 63) แนวขอบฝั่งจะขนานไปกับแนวยอดคลื่นที่ทำมุมกับฝั่ง (α) จนไปสุดที่จุด t ซึ่งการปรับแนวสมดุลนี้จะต้องมีปริมาณตะกอนอย่างเพียงพอ การปรับตัวของขอบฝั่งในส่วนนี้ ในระยะเริ่มแรกซึ่งยังไม่มีตะกอนผ่านแนวรอกแนวแรกมาได้ หรือในกรณีที่ไม่มีตะกอนผ่านเข้ามาเสริมแนวขอบฝั่งจะอยู่ที่แนว r s โดยพื้นที่ A จะเท่ากับพื้นที่ B ดังนั้น ในการสร้างรอกเป็นชุดจึงควรสร้างจากด้านปลายน้ำ (Downdrift) ก่อน



ภาพประกอบ 63 แนวขอบฝั่งระหว่างรอก

ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

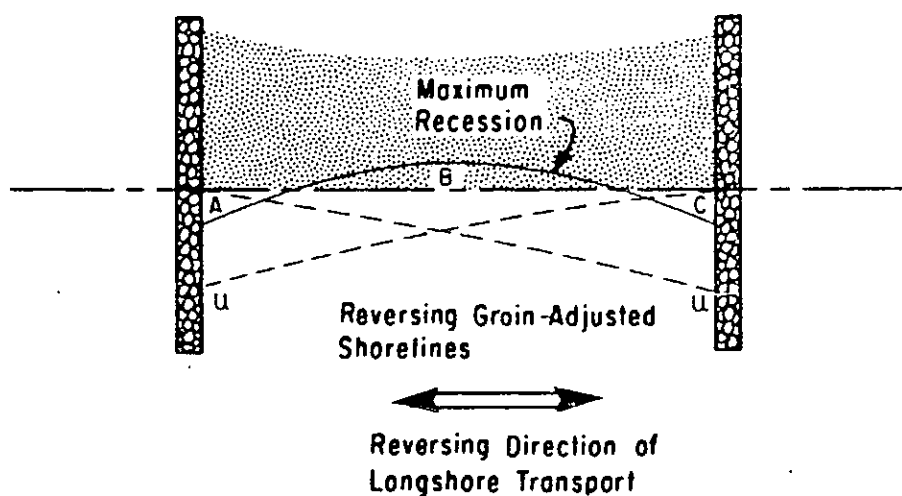
2.3.3 แนวขอบฝั่งด้านปลายน้ำ (Downdrift Shoreline) พิจารณาโดย ประมาณเวลาที่ตะกอนจะตกทับถมจนเต็มบริเวณต้นน้ำของรอกแล้ว ลากแนวขอบฝั่ง r s (ภาพประกอบ 64) ฉะนั้น พื้นที่ r s แทนปริมาณตะกอนที่หายไปในช่วงเวลาที่ต้องคอยจนกว่าบริเวณต้นน้ำของรอก จะถูกทับถมจนเต็ม โดยทั่วไปแล้วควรใช้วิธีถมทราย ตามแนวขอบฝั่งด้านปลายน้ำ เพื่อลดอัตราการเซาะทำลายของขอบฝั่งบริเวณนี้



ภาพประกอบ 64 แนวขอบฝั่งด้านปลายน้ำ (Downdrift Shoreline)

ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

2.4 แนวขอบฝั่งบริเวณรอกที่มีตะกอนเลียบชายฝั่งสองทิศทาง (ภาพประกอบ 65)



ภาพประกอบ 65 แนวขอบฝั่งบริเวณรอกที่มีตะกอนเลียบชายฝั่งสองทิศทาง

ที่มา : U.S.Army Corps of Engineers, 1984

2.5 ระยะห่างระหว่างรอกในการสร้างรอกเป็นชุด ควรให้มีระยะห่างเป็น 2 - 3 เท่าของความยาวของรอก

3. เขื่อนกันคลื่น (Breakwater)

เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างมาเพื่อป้องกันพื้นที่ชายฝั่ง ทำเทียบเรือ ที่จอดเรือหรืออ่าว จากอิทธิพลของคลื่น เขื่อนกับคลื่นที่มีจุดประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกแก่การเดินเรือ ในเขต ทำเรือ เพื่อความปลอดภัยในการเดินเรือและการขนถ่ายสินค้า เขื่อนกับคลื่นมีหลายแบบ ซึ่ง อาจสร้างด้วยหิน เหล็ก คอนกรีต หรือวัสดุอื่น ๆ แต่ส่วนใหญ่จะสร้างด้วยหินเรียบหรืออาจใช้ คอนกรีตหล่อเป็นรูป 3 ขา หรือ 4 ขา วางเรียงกันซึ่งมีทั้งแบบติดกับขอบฝั่งและชนิดอยู่ห่างฝั่ง

เขื่อนกันคลื่นที่สร้างติดกับหาด (Shore Connected Breakwater) มักมี วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันคลื่นให้กับเรือต่าง ๆ ในการจอดอยู่ในท่าเทียบเรือ ในการสร้างจึงต้อง คำนึงถึงทิศทาง ขนาดของคลื่นลม กระแสน้ำ และปริมาณตะกอน

เขื่อนกันคลื่นที่สร้างห่างจากฝั่ง (Offshore Breakwater) ส่วนมากสร้างขึ้นขนานกับ ขอบฝั่ง เพื่อป้องกันคลื่นที่ก่อให้เกิดการกัดเซาะทำลายขอบฝั่ง และป้องกันท่าเทียบเรือ แต่ เขื่อนแบบนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งได้ เนื่องจากเมื่อคลื่นกระทบเขื่อนก็จะเกิด พลังงานทางข้างของคลื่น (Diffraction) ซึ่งขึ้นกับองค์ประกอบ

3.1 ความยาวคลื่น (Wavelength) พลังงานของคลื่นที่ส่งผ่านไปทางด้านอับคลื่น ของเขื่อนจะมีมาก เมื่อความยาวคลื่นมาก

3.2 ระยะห่างระหว่างเขื่อนกับคลื่น เมื่อระยะห่างระหว่างเขื่อนกับคลื่น ต่อความ ยาวของคลื่นเพิ่มขึ้น ปริมาณพลังงานจากคลื่นกระจายไปสู่เขตอับคลื่นจะมีมาก

3.3 ทิศทางของคลื่น (Wave Direction) ถ้าคลื่นทำมุมกับเขื่อนกับคลื่นมาก ก็จะมี การพัดพาตะกอนเลียบฝั่งได้มาก

3.4 ความสูงคลื่น (Wave Height) มีผลต่อการกระจายของพลังงาน

3.5 ระดับน้ำ ความแตกต่างของระดับน้ำ (Tidal Range) มีผลต่อการสร้างเขื่อน และการฟอร์มตัวของขอบฝั่งหลังเขื่อน

3.6 ความลาดเอียงของหาด (Beach Slope)

3.7 ปริมาณของตะกอน (Sediment Supply)

3.8 ขนาดของตะกอน (Sediment Size)

4. เขื่อนปากร่องน้ำ (Jetty)

เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างยื่นลงไปใต้น้ำบริเวณปากแม่น้ำ หรือช่องทางน้ำ (Inlet) ต่าง ๆ เพื่อบังคับทิศทางและความแรงของกระแสน้ำ และป้องกันหรือลดการทับถมของตะกอนที่จะ ทำให้เกิดการตื้นเขินในร่องน้ำจากตะกอนเลียบฝั่ง

เขื่อนปากร่องน้ำที่สร้างบริเวณปากอ่าวหรือปากแม่น้ำ ช่วยรักษาความสมดุลของ ร่องน้ำจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำขวางร่องน้ำ (Cross Current) ด้วย ส่วนที่สร้าง บริเวณช่องทางน้ำผ่านสันดอนชายหาด ก็จะช่วยให้เกิดความสมดุลมั่นคงของช่องทางน้ำนั้น

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นาวาโทสมมาตร เนียมนิล
วันเดือนปีเกิด	5 มกราคม 2504
สถานที่เกิด	เขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	78/2 ถนนอำนวยการสงคราม แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	หัวหน้าแผนกวิทยาการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2525	วท.บ. (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2545	น.บ. (นิติศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2547	วท.ม. (ภูมิศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ