

การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง
ในภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)

Application of Remote Sensing Data for Coastline Change Monitoring in Lower
Southern Thailand (Pattani and Narathiwat)

จักรกริต กสิสุวรรณ

Chakkrit Kasisuwan

Order Key	27468
ISBN Key	174317

๗

เลขที่	๐๕๖๖.๒๐๕๕๖๒
เลขทะเบียน	๒๕๔๓ ค.๒
.....

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management


Prince of Songkla University


2543

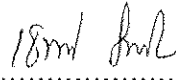
ชื่อวิทยานิพนธ์ การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลง
ของแนวชายฝั่งในภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)
ผู้เขียน นายจักรกริส กสิสุวรรณ
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

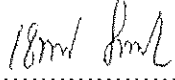
คณะกรรมการที่ปรึกษา

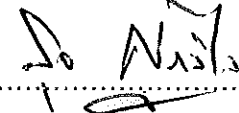
คณะกรรมการสอบ

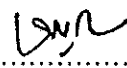
.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.دنุพล ตันนโยภาส)

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.دنุพล ตันนโยภาส)

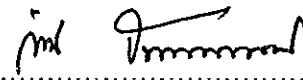
.....กรรมการ
(ดร.เชาวน์ ยงเฉลิมชัย)

.....กรรมการ
(ดร.เชาวน์ ยงเฉลิมชัย)

.....กรรมการ
(ดร.รุจ สุภาวิไล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ฅนาวุฒิ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)
ผู้เขียน	นายจักรกริต กสิสุวรรณ
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2542

บทคัดย่อ

การประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากน้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส รวมเป็นระยะทาง 154 กิโลเมตร ด้วยวัสดุอุปกรณ์ที่สำคัญคือ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM 2 ช่วงเวลา (ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541) และแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ปี พ.ศ. 2530

ด้วยการประมวลผลภาพจากภาพสีผสมช่วงคลื่น 1, 5 และ 4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ที่ผ่านเทคนิคการยัดภาพโดยวิธีการยัดภาพแบบสี่กำลัง พบว่าขอบเขตแนวชายฝั่งมีความชัดเจนกว่าภาพสีผสมอื่น ๆ และนำภาพมาจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering และ K-mean Clustering ในการเพิ่มความถูกต้องของขอบแนวชายฝั่งด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ซึ่งวิธี Maximum Likelihood Classification เป็นวิธีที่ได้ผลดีที่สุด สำหรับการคำนวณพื้นที่ ได้แปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง

โดยการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530 กับภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 พบพื้นที่แนวชายฝั่งเปลี่ยนแปลงประมาณ 7.89 ตารางกิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่กัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ทับถม 5.02 ตารางกิโลเมตร และโดยวิธีการภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 กับ ปี 2540-2541 คิดเป็นพื้นที่เปลี่ยนแปลงประมาณ 4.64 ตารางกิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่กัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ทับถม 2.82 ตารางกิโลเมตร

จากหลักฐานในการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ที่ทำการศึกษา สามารถสังเกตได้เด่นชัดใน 5 บริเวณ ประกอบด้วย บริเวณแหลมโพ บริเวณหาดบางมะรวด บริเวณปากน้ำสายบุรี บริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว และ บริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ โดยเฉพาะสันดอนจะงอยทรายของแหลมโพที่ยื่นออกมาในอัตราประมาณ 50 เมตรต่อปี และบริเวณพื้นที่แนวชายฝั่งอื่น ๆ ที่ได้รับการรบกวนจากปากแม่น้ำสายหลัก ๆ และตลอดแนวหาดทราย

สาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งสามารถแยกออกได้เป็น 2 ประการ ประการแรกคือ จากสิ่งก่อสร้างของมนุษย์ที่ป้องกันเขตแนวชายฝั่ง ประการต่อมาคือ สภาพแวดล้อมธรรมชาติ ไม่มีเพียงแค่กระแสน้ำเลียบชายฝั่งอย่างเดียวแต่ยังรวมไปถึงลักษณะของคลื่นและลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

Thesis Title Application of Remote Sensing Data for Coastline Change
Monitoring in Lower Southern Thailand (Pattani and Narathiwat)
Author Mr. Chakkrit Kasisuwan
Major Program Environmental Management
Academic Year 1999

Abstract

Application of integrated remote sensing and geographic information system (GIS) techniques was approached to monitoring of coastline changing. It was composed about 154 kilometers in length from Leam Pho, Pattani province to Tak Bai estuary, Narathiwat province. Essential materials were consisted of satellite digital imagery data of LANDSAT-5 TM in two periods (1988 and 1997-1998) and topographic map at scale 1: 50,000 in 1987.

Image processing performed from composite image, which consisted of the 1st, 5th and 4th bands (blue-green-red) via image enhancement techniques by using exponential stretching. It was obtained that the boundary of coastline was more clearly defined than other composite image. In this point of view, unsupervised classifications were carried out of Isodata clustering and K-mean clustering methods. In addition, the best corrected zone of coastline was obtained by further refinement with the Maximum likelihood classification method. The data must be converted from raster to vector data to provide the calculation of spatial areas.

By comparing between topographic map in 1987 and imagery data in 1997-1998, it was found that coastline areas had been changed approximately 7.89 km² which also included the eroded area 2.87 km² and deposited area 5.02 km². On the other hand, resulting from image to image comparison in the mentioned period, the changed area was about 4.64 km² which included the eroded area 1.82 km² and deposited area 2.82 km².

From evidences obtained in field investigation within the vicinity of study areas, 5 obvious sites could be isolated for study purposes. They were comprised of Leam Pho,

Hat Bang Maruat, Sai Buri estuary, Bang Nara estuary to Ao Manao and Tak Bai peninsula to Tak Bai estuary. Particularly, sand spit of Leam Pho was extended in the average rate of 50 meters per year. The other sites were provoked coastline areas especially at estuary of main rivers and along the coastal beach sand.

A cause of major coastline changing area could be classified into two main sources. First one was derived from man-made structures for protection of the coastal zone. The other one was natural environment. There were not only longshore current but also characteristic of wave and wind from the northeast monsoon season.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีจากความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนกำลั้งใจจากอาจารย์ที่ปรึกษา 2 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ตฤพล ตันนโยภาส และ ดร.เชาวน์ ยงเฉลิมชัย ที่ได้มาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง และใคร่ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.รุจ ศุภวิไล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ธนาวุฒิ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาในการสอบ และเสนอแนะตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากที่สุด

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณศูนย์รีโมทเซนซิงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคใต้ สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและที่สถานที่ทำการวิจัย

ขอขอบคุณกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณฝ่ายอากาศประจำถิ่น กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณกองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณคุณอนันต์ คำภีระ และ คุณสุชาดา ยงสถิตศักดิ์ เจ้าหน้าที่ศูนย์รีโมทเซนซิงและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภาคใต้ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมรุ่น 8 และสาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อมรุ่น 1 ทุกคน ตลอดจนเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่ให้คำปรึกษาและคอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา

จักรกริส กสิสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(11)
รายการภาคผนวก	(15)
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
2 วรรณกรรมปริทัศน์	5
2.1 สภาพธรณีสัณฐานชายฝั่งของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	5
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง	6
2.3 การรับรู้จากระยะไกล	9
2.4 ลักษณะข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM	19
2.5 ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์	21
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3 วิธีการวิจัย	25
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	25
3.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม INTERGRAPH	27
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	30
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	30
3.5 ขั้นตอนการวิจัย	31

4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์	37
4.1 สัณฐานวิทยาของแนวชายฝั่ง	37
4.2 ลักษณะภูมิอากาศ	41
4.3 ลักษณะคลื่นและกระแสน้ำ	42
4.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา	47
4.5 ลักษณะดิน	48
4.6 การประเมินผลภาพเชิงตัวเลข	53
4.7 ปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง	68
4.8 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส	70
5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผล	90
5.2 ข้อเสนอแนะ	92
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	103
ประวัติผู้เขียน	136

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ระดับความคงทนต่อการกัดเซาะของวัสดุธรณีวิทยาบริเวณแนวชายฝั่ง	8
2.2	แสดงการปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบการชอยความหนาแน่น	12
2.3	ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด	18
2.4	สมบัติดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM	19
2.5	สมบัติของช่วงคลื่นต่าง ๆ ในภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM	19
2.6	การผสมสีของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM	20
3.1	คุณลักษณะของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่ได้นำมาศึกษา	25
4.1	ตารางแสดงความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำบริเวณจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส	42
4.2	ตารางแสดงสถิติภูมิอากาศของจังหวัดปัตตานีในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	43
4.3	ตารางแสดงสถิติภูมิอากาศของจังหวัดนราธิวาสในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	44
4.4	แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของ ภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา	54
4.5	แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance และจำนวนกลุ่มข้อมูลของการจำแนก ประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531	63
4.6	แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance และจำนวนกลุ่มข้อมูลของการจำแนก ประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541	63
4.7	ตารางแสดงจำนวนร้อยละของความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูล แบบกำกับใน ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541	65
4.8	บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน (จากการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530 กับภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541)	70
4.9	บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน (จากการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 กับ ปี พ.ศ. 2540-2541)	71

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 พื้นที่ทำการวิจัย	4
2.1 ผังลำดับข้อมูลในงานรีโมทเซนซิง	10
2.2 ก) การยืดภาพเชิงเส้น ข) การยืดภาพให้เสมอภาคกราฟแท่ง ค) การยืดภาพบางตอนหรือการยืดภาพเฉพาะที่ ง) การยืดภาพแบบชี้กำลัง และ จ) การยืดภาพแบบเลขจำนวนจริง	13
2.3 ตัวอย่างหน้าต่างกรองข้อมูล LPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3X3, ข) 5X5, และ ค) 7X7	14
2.4 ตัวอย่างหน้าต่างกรองข้อมูล HPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3X3, ข) 5X5, และ ค) 7X7	14
2.5 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ก) แบบระยะทางสั้นที่สุด ข) แบบกล่องคู่ ขนาน และ ค) แบบคล้ายคลึงที่สุด	16
2.6 ภาพแสดงการคำนวณระยะทางของ Euclidean Distance	17
3.1 แสดงเครือข่ายการทำงานของระบบวิเคราะห์	27
3.2 ภาพแสดงลักษณะการใช้งานของโปรแกรม INTERGRAPH	29
3.3 ภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย	32
3.4 ผังแสดงการซ้อนทับของแนวชายฝั่ง	36
4.1 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศและข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดปัตตานี	39
4.2 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศและข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดนราธิวาส	40
4.3 ภาพแสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของจังหวัดปัตตานี ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	45
4.4 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดปัตตานี ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	45
4.5 ภาพแสดงความถี่ประจำปีเฉลี่ยของลมของจังหวัดปัตตานี ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	45
4.6 ภาพแสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของจังหวัดนราธิวาส ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	46
4.7 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดนราธิวาส ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	46

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.8 ภาพแสดงความถี่ประจำปีเฉลี่ยของลมของจังหวัดนราธิวาส ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)	46
4.9 แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส	51
4.10 แผนที่ดินของจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส	52
4.11 ตัวอย่างภาพแสดงการกระจายของข้อมูลในลักษณะกราฟแท่งในช่วง คลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง)บริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55) ปี พ.ศ. 2541	55
4.12 ตัวอย่างภาพแสดงการกระจายของข้อมูลในลักษณะกราฟแท่งในช่วง คลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ที่ผ่านเทคนิคการยืดภาพแบบซีกกำลัง บริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55) ปี พ.ศ. 2541	55
4.13 ภาพสีผสมเท็จช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ของบริเวณแนวชายฝั่ง จังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2531	56
4.14 ภาพสีผสมเท็จช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ของบริเวณแนวชายฝั่ง จังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2540-2541	57
4.15 ภาพสีผสมเท็จช่วงคลื่น 1-5-4 ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึง นราธิวาส ในปี พ.ศ. 2531 ที่ผ่านการยืดภาพแบบซีกกำลัง	58
4.16 ภาพสีผสมเท็จช่วงคลื่น 1-5-4 ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึง นราธิวาส ในปี พ.ศ. 2540-2541 ที่ผ่านการยืดภาพแบบซีกกำลัง	59
4.17 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	60
4.18 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	61
4.19 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	62
4.20 ภาพขยายที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata clustering บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531	66

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.21 ภาพขยายที่ผ่านการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531	66
4.22 ภาพขยายที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum likelihood classification บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541	67
4.23 ภาพขยายที่ผ่านการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541	67
4.24 ภาพแสดงปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง	68
4.25 ภาพแสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน	72
4.26 กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากทั้ง 2 วิธี	73
4.27 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ	81
4.28 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำปัตตานี	81
4.29 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณหาดบางมะรวด	82
4.30 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำสายบุรี	82
4.31 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว	83
4.32 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ	83
4.33 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ	84
4.34 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำปัตตานี	84
4.35 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณหาดบางมะรวด	85
4.36 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำสายบุรี	85
4.37 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว	86
4.38 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ	86
4.39 ลักษณะการยึดตัวของปลายแหลมโพเข้าหาปากอ่าวปัตตานี	87
4.40 พื้นที่ถมดินเพื่อก่อสร้างท่าเทียบเรือจังหวัดปัตตานี	87
4.41 ท่าเทียบเรือประมงบริเวณปากน้ำปัตตานี	87
4.42 ลักษณะของถนนเลียบริมชายฝั่งบริเวณแหลมโพที่ถูกกัดเซาะโดยคลื่น	87
4.43 ภาพรอบบริเวณปลายแหลมโพที่ใช้ตัดตะกอนทราย	87

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.44 ลักษณะของต้นไม้ล้มเนื่องจากการกัดเซาะแนวชายฝั่ง บริเวณปลายแหลมโพ	87
4.45 ภาพรอบบริเวณหาดบางมะรวดที่ใช้ตัดตะกอนทราย	88
4.46 แนวชายฝั่งที่ยื่นลงสู่ทะเลเนื่องจากการทับถมของตะกอนทราย บริเวณหาดชลาสัย	88
4.47 ลักษณะการทับถมของตะกอนทราย บริเวณด้านขวาของปากน้ำสายบุรี	88
4.48 ลักษณะการพังทลายของกำแพงกันคลื่น (Seawall) บริเวณด้านซ้ายของสายบุรี	88
4.49 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจากการกัดเซาะ บริเวณหาดนราทัศน์	88
4.50 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจากการกัดเซาะ บริเวณอ่าวมะนาว	88
4.51 ลักษณะการทับถมของตะกอนทราย บริเวณด้านซ้ายของเขาดันหยง	89
4.52 ภาพรอบป้องกันการกัดเซาะบริเวณบ้านคลองตัน คาบสมุทรตากใบ	89
4.53 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจากการกัดเซาะ บริเวณปากน้ำตากใบ	89

รายการภาคผนวก

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก ก	104
ก-1 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	105
ก-2 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	106
ก-3 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	107
ก-4 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	108
ก-5 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	109
ก-6 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	110
ภาคผนวก ข	111
ข-1 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	112
ข-2 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	113

รายการภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ข-3 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	114
ข-4 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	115
ข-5 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	116
ข-6 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	117
ภาคผนวก ค	118
ค-1 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	119
ค-2 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	120
ค-3 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)	121
ค-4 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	122

รายการภาคผนวก (ต่อ)

ภาคผนวก	หน้า
ค-5 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของ จังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	123
ค-6 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของ จังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)	124
ค-7 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของ จังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	125
ค-8 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของ จังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	126
ค-9 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของ จังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)	127
ภาคผนวก ง	128
ง-1 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณแหลมโพ	129
ง-2 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำปัตตานี	130
ง-3 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดบางมะรวด	131
ง-4 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำสายบุรี	132
ง-5 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำบางนรา	133
ง-6 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดอ่าวมะนาว	134
ง-7 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำตากใบ	135

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

แนวชายฝั่ง (Coastline) เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างทะเลกับแผ่นดินที่มีรูปแบบของลักษณะ ธรณีสัณฐานแบบเฉพาะ ธรณีสัณฐานของแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงเสมอเพื่อให้สอดคล้องกับ สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ดังนั้นโครงสร้างทางธรณีสัณฐานและอาณาเขตของแนวชายฝั่งจึงไม่ แน่นนอน เป็นเหตุให้สิ่งแวดล้อมบริเวณดังกล่าวมีความอ่อนไหวและบอบบางจึงจำเป็นต้องมี มาตรการ ติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง โดยลักษณะของการเปลี่ยนแปลงที่ สังเกตได้ชัดเจนคือ การกัดเซาะ (Erosion) และการทับถม (Deposition) อันมีสาเหตุสำคัญมา จากปัจจัยหลัก 2 ประการคือ การกระทำของธรรมชาติและมนุษย์

การกระทำของธรรมชาติ อันได้แก่ คลื่น ลม กระแสน้ำ น้ำขึ้นลง เป็นต้น ทำให้เกิดการ เคลื่อนย้ายของตะกอนจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง เช่น การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณตะวันตกของแม่น้ำ เจ้าพระยา 500 เมตร ชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีบริเวณบ้านบางแก้วและบ้านโตนดน้อย 240 เมตร และชายฝั่งหัวหิน 200 เมตร (สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ, 2533) และการงอกของแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเนื่องมาจากกระแสน้ำพัดพาตะกอนทรายมาทับถมบริเวณปากอ่าว ในอนาคตอาจทำให้ปากอ่าวปิดและกลายเป็นทะเลสาบน้ำเค็มพร้อมกับพัฒนาเป็นน้ำจืดเรื่อย ๆ (อภิสิทธิ์ เขียมหน่อ, 2533)

กิจกรรมของมนุษย์ ดังกรณีชายหาดอ่าวบางเทา จังหวัดภูเก็ต (อัปสรสุดา ศิริพงศ์ และ คณะ, 2535) การเคลื่อนย้ายพีชที่ปกคลุมออกทำให้ทรายถูกพัดพาออกโดยลมและคลื่นได้ง่ายขึ้น การสร้างสิ่งก่อสร้างยื่นลงทะเล เช่น เขื่อนกันทรายและคลื่น (Jetty) มีผลให้ทิศทางของกระแสน้ำ เปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น เขื่อนกันทรายและคลื่นของจังหวัดเพชรบุรี บริเวณทางใต้และทางเหนือ ของเขื่อนถูกกัดเซาะไป 420 และ 88 เมตร ตามลำดับในระยะเวลา 24 ปี (สุทัศน์ วิสกุล และ ปรัชญา ปักษ์, 2539) จากการศึกษาของสุวิมล แซ่โง้ว (2538) ถึงการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนย้าย ปริมาณตะกอนทรายบริเวณปลายแหลมโพหลังการก่อสร้างรอก พบว่ามีปริมาณตะกอนทรายเพิ่ม ขึ้นในรอบปีเพิ่มขึ้น 48.45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ด้วยความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกแนวชายฝั่งของ จังหวัดปัตตานีและนราธิวาสเป็นพื้นที่ทำการวิจัย เนื่องจากแนวชายฝั่งดังกล่าวอยู่ในพื้นที่ของ

โครงการสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ (Indonesia-Malaysia-Thailand Growth Triangle: IMT-GT) ที่ส่งเสริมความสัมพันธ์ทางเศรษฐกิจระหว่างประเทศและใช้ทรัพยากรในพื้นที่โครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการลงทุนการผลิตและลดการแข่งขันระหว่างกัน มีผลทำให้สินค้าที่ผลิตในพื้นที่โครงการได้เปรียบในการแข่งขันด้านราคาในตลาดโลก (สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, 2539) สำหรับในส่วนของประเทศไทยมุ่งเน้นพัฒนาพื้นที่ดังกล่าวเป็นศูนย์รวมเศรษฐกิจและการขนส่ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ภาคใต้ของประเทศไทยเป็นเส้นทางขนถ่ายสินค้าที่ดีที่สุดของโลกในเขตเอเชีย เพราะเป็นเส้นทางใกล้ที่สุดที่สามารถเชื่อมโยงไปยังประเทศต่าง ๆ ในเอเชียได้ทุกทิศทาง ฉะนั้นการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มีศักยภาพในการรองรับการขนส่งสินค้าได้ (ปรียาลักษณ์ โทณะวณิก, 2537) โดยเฉพาะการพัฒนาท่าเรือต่าง ๆ ให้เป็นท่าเรือที่ทันสมัยรองจากท่าเรือน้ำลึกจังหวัดสงขลา เหตุนี้แนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาสจึงมีศักยภาพที่สามารถรองรับได้เพราะมีแม่น้ำหลายสายด้วยกัน แต่ร่องน้ำและปากแม่น้ำบริเวณนี้มักเกิดปัญหาการปิดกั้นและตื้นเขินของสันดอนทราย เช่น ปากแม่น้ำสายบุรีและปากแม่น้ำโก-ลก ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมักเกิดปัญหาการสัญจรทางน้ำ เรือประมงไม่สามารถเข้าออกได้ และปัญหาอื่น ๆ ที่ตามมา เช่น การใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตาม แนวชายฝั่งและการเคลื่อนย้ายตามฤดูกาลของสัตว์น้ำชายฝั่ง (ครองชัย หัตถา, 2531) ตลอดจนการกัดเซาะและการทับถมของแนวชายฝั่งซึ่งมีผลต่อปัญหาของแนวชายแดน ดังกรณีการกัดเซาะของแม่น้ำโก-ลกทำให้ไทยสูญเสียแผ่นดินไปกว่า 300 ไร่ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของแม่น้ำยังทำให้ไทยเสียกรรมสิทธิ์บริเวณคาบสมุทรตากใบ (ไม่น้อยกว่า 70,000 ไร่) รวมทั้งสิทธิ์ทางทะเล 12 ไมล์ทะเล ให้แก่ประเทศมาเลเซียตามสนธิสัญญากำหนดพรมแดนระหว่างไทย-อังกฤษเมื่อปี พ.ศ. 2452 ตามหลักเกณฑ์ใช้แนวร่องน้ำลึกของแม่น้ำโก-ลกเป็นจุดแบ่งพรมแดน (กุลรัตน์ สังข์ยัน, 2538) เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ด้วยวิธีการใช้เทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing technology) ที่ได้มาซึ่งข้อมูลที่ทันสมัยที่สุด ประหยัดค่าใช้จ่ายในการออกภาคสนามและรวดเร็ว รวมทั้งมีความเที่ยงตรงถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลสามารถประยุกต์ใช้ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้ ตลอดจนเป็นแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับทางด้านสิ่งแวดล้อมทางสมุทรศาสตร์ อันได้แก่ อุณหภูมิน้ำทะเล ลักษณะการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอย ความหนาแน่น/การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนและพีชน้ำ สภาพของทะเล (ทิศทาง/ความสูงของคลื่น) ธารน้ำแข็ง การตรวจหาแหล่งมลภาวะ ตลอดจนการกัดเซาะและการทับถมของแนวชายฝั่ง เป็นต้น (Cordell and Nolte, 1988)

วัตถุประสงค์

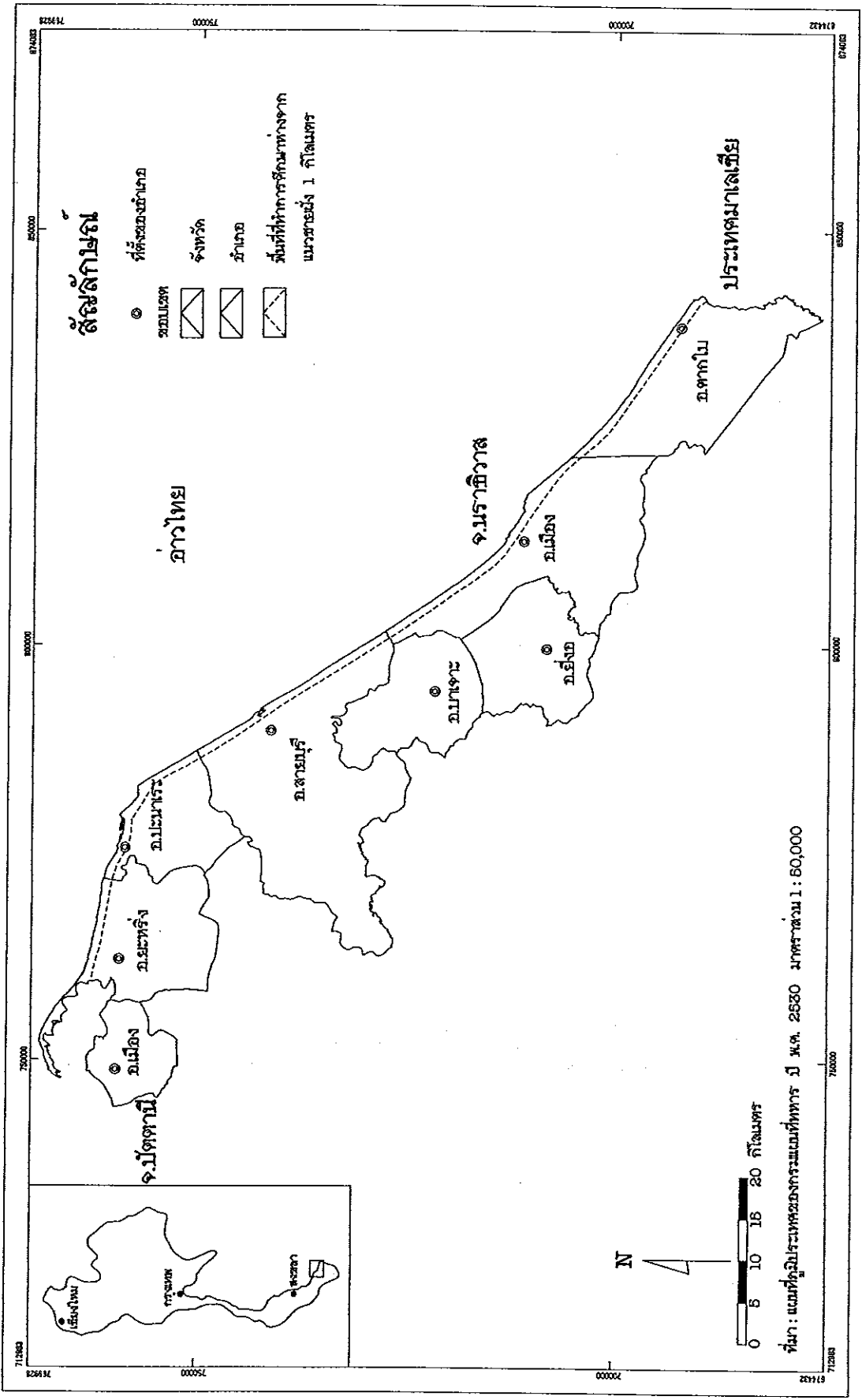
1. เพื่อศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐานแนวชายฝั่ง ด้านอ่าวไทยในปัจจุบัน ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส อันมีผลมาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์
2. เพื่อศึกษาเทคนิคของการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบเบ็ดเสร็จที่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งพื้นที่ดังกล่าว
3. เพื่อเสนอแนวทางการติดตามผลของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ให้ทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงธรณีสัณฐานของแนวชายฝั่ง ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส
2. สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการทำแผนที่ภูมิประเทศในปัจจุบันให้มีความถูกต้องแม่นยำและทันสมัย จากผลของการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในปัจจุบัน
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานและรายละเอียด สำหรับประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ดังกล่าวในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531-2541 โดยพื้นที่ศึกษามีอาณาเขตจากแนวชายฝั่งเข้ามา 1 กิโลเมตร (ภาพประกอบ 1.1) ในการวิจัยได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ของ 2 ช่วงเวลา แผนที่ภูมิประเทศและการตรวจสอบภาคสนามนำมาจัดทำฐานข้อมูล โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป INTERGRAPH มาใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข และนำเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบเบ็ดเสร็จ (Integrated remote sensing & geographic information system) ประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งดังกล่าว



ภาพประกอบ 1.1 พื้นที่ทำการวิจัย

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1 สภาพธรณีสัณฐานชายฝั่งของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ธรณีสัณฐานชายฝั่งภาคใต้ของประเทศไทยมีลักษณะเป็นคาบสมุทร โดยทั่วไปมักเรียกกันว่า แหลมไทยตอนใต้ เป็นบริเวณที่มีโครงสร้างต่อเนื่องมาจากเทือกเขาภาคตะวันตก (เทือกเขาตะนาวศรี) มีลักษณะยาวแคบนับตั้งแต่ประมาณละติจูด 11° องศา $15'$ ลิปดาเหนือ ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ลงไปทางใต้จนสุดแดนประเทศไทย แหลมไทยตอนใต้มีความยาวประมาณ 750 กิโลเมตร และกว้างระหว่าง 150-250 กิโลเมตร (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538) ส่วนที่แคบเรียกว่า คอคอดกระ มีความกว้าง 32 กิโลเมตร อยู่ในเขตจังหวัดระนอง แต่บริเวณที่แคบที่สุดของประเทศไทยกว้างเพียง 10.6 กิโลเมตร อยู่ที่เส้นละติจูด 11° องศา $42.4'$ ลิปดาเหนือ ที่ตำบลคลองวาฬ อำเภอเมือง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2534) แหลมไทยตอนใต้ถูกห้อมล้อมด้วยทะเลทั้งสองด้าน ด้านทิศตะวันตกติดกับทะเลอันดามันส่วนด้านทิศตะวันออกติดกับทะเลอ่าวไทย โดยชายฝั่งด้านทิศตะวันออกมีลักษณะยกตัวขึ้น (Emergence shoreline) อันเกิดมาจากการบิดตัวขึ้นของโครงสร้างธรณีวิทยา เมื่อขอบของทวีปมีระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้ส่วนที่เคยอยู่ใต้ระดับน้ำไหลขึ้นมา ไหลทวีปส่วนหนึ่งกลายเป็นที่ราบชายฝั่ง เกิดแนวชายฝั่งใหม่ขึ้นและค่อนข้างเรียบ (ราชันกร บุญ-หลง, 2536) ชายฝั่งบางแห่งแบนราบและเป็นที่ยึดเหนี่ยวน้ำซึ่งเรียกว่า พู และปรากฏแนวสันดอน (Barrier) และสันดอนจะงอยทราย (Sand spit) เช่น แหลมตะลุมพุกที่วางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ และแหลมโพธิ์วางตัวในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งลักษณะการวางตัวขนานกับแนวชายฝั่งขึ้นกับทิศทางของกระแสน้ำที่พัดพาตะกอนมาสะสม นอกจากนี้ยังมีทะเลสาบ คือ ทะเลสาบสงขลา และอ่าวที่สำคัญ ได้แก่ อ่าวสวี จังหวัดชุมพร อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอ่าวนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538) สำหรับธรณีสัณฐานของพื้นที่ที่ทำการวิจัยมีลักษณะดังนี้

✕ 2.1.1 จังหวัดปัตตานี

แนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีมีความยาวประมาณ 116 กิโลเมตร ประกอบด้วยลักษณะโค้งเว้าของอ่าวปัตตานี (ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 53 ตารางกิโลเมตร) หาดทราย สันทราย ที่ลุ่มที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ที่ราบและบริเวณที่ปกคลุมด้วยป่าชายเลน ดังเช่นในอำเภอยะหริ่ง อำเภอหนองจิก อำเภอปानาเรและอำเภอเมืองปัตตานี ลักษณะพื้นผิวแนวชายฝั่งส่วนใหญ่ปกคลุม

ด้วยโคลน ททรายโคลนและทราย ส่วนพื้นผิวทะเลที่ห่างออกจากฝั่งจะปกคลุมด้วยทรายและทรายเปลือกหอย (คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม, 2540)

* 2.1.2 จังหวัดนราธิวาส

แนวชายฝั่งจังหวัดนราธิวาสมีความยาวประมาณ 80 กิโลเมตร มีลักษณะเหยียดตรงต่อเนื่องมาจากอำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี และทอดยาวไปจนถึงอำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส โดยมีลักษณะว่าแห่่งเป็นคั้งน้ำบริเวณปากน้ำบางนรา อำเภอเมืองนราธิวาส และปากน้ำโก-ลก อำเภอตากใบ ตลอดแนวชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยหาดทรายที่มีลักษณะหน้าหาดค่อนข้างกว้าง โดยมีแนวสันทรายเก่า (Older sand dune) และสันทรายใหม่ (Younger sand dune) ทอดตัวขนานไปกับหาดทรายปัจจุบัน ทำให้เกิดเป็นที่ลุ่มน้ำขังระหว่างสันทรายที่เรียกว่า พู พื้นผิวทะเลส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยโคลน ททรายโคลนและทราย ส่วนพื้นผิวทะเลที่ห่างออกจากฝั่งจะปกคลุมด้วยทรายและทรายเปลือกหอย (คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม, 2540 และ อภิสิตธิ์ เขียมหน่อ, 2533)

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งมี 2 ปัจจัยหลักคือ

2.2.1 การกระทำของธรรมชาติ

การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทั้งในลักษณะของการกัดเซาะและการทับถมล้วนแล้วมีผลสืบเนื่องมาจากการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินและทรายจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่ง เพื่อให้เกิดความสมดุลของสภาพแวดล้อมในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง โดยการเคลื่อนย้ายของตะกอนดินและทรายมีสาเหตุมาจากความถี่และความรุนแรงของปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ก. ลม (Wind)

ลมเป็นตัวการที่ทำให้เกิดคลื่น กล่าวคือ การถ่ายเทพลังงานของอากาศไปยังผิวน้ำทะเลในขณะที่มวลอากาศเกิดการเคลื่อนที่ ทำให้ผิวน้ำทะเลเปลี่ยนสภาพและมีการเคลื่อนไหวด้วย (Summerfield, 1991) ซึ่งทิศทางและขนาดความเร็วของลมจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูมรสุม คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเริ่มพัดผ่านจังหวัดนราธิวาสในเดือนตุลาคม และจังหวัดปัตตานีในเดือนพฤศจิกายน ลมมรสุมตะวันตกพัดผ่านจังหวัดนราธิวาสเฉพาะเดือนกันยายน สำหรับจังหวัดปัตตานีในเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2529)

ข. กระแสน้ำ (Current)

กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (Longshore current) มีอิทธิพลต่อการนำพาตะกอนทรายสุทธิจากทิศใต้ไปทิศเหนือหรือทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสันดอน

จะทยอยทรายและแนวสันดอน และมีทิศทางการวางตัวขนานกับแนวชายฝั่งและทิศทางการพัดพาตะกอนทราย (สิน สินสกุล, 2533 และ Rahn, 1986)

จากการศึกษาของ Sujeet *et al.*, ในปี ค.ศ 1996 ถึงปริมาณการเคลื่อนย้ายของตะกอนเนื่องจากกระแสน้ำเลียบชายฝั่งด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Bijker ในบริเวณแหลมโพธิ์ถึงเขาบางมะรวด บริเวณเขาบางมะรวดถึงปากน้ำสายบุรี และบริเวณปากน้ำสายบุรีถึงปากน้ำตากใบ พบว่ามีการเคลื่อนย้ายตะกอนเป็นปริมาณ 1,005,000 890,000 และ 775,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ตามลำดับ

ค. น้ำขึ้นลง (Tidal)

น้ำขึ้นลงเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลกระทบต่อลักษณะธรณีสัณฐานแนวชายฝั่ง น้ำขึ้นลงเกิดจากอิทธิพลแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ แต่ด้วยดวงจันทร์อยู่ใกล้โลกมากกว่า จึงทำให้อิทธิพลของดวงจันทร์มีมากกว่า (Thompson and Turk, 1993) คืออิทธิพลแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์เป็นเพียง 0.46 เท่าของดวงจันทร์ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530) โดยทั่วไปน้ำขึ้นลงจะเกิดขึ้นสองครั้งในระยะเวลา 24 ชั่วโมง 52 นาที สำหรับน้ำขึ้นลงในบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นน้ำผสมชนิดคู่ โดยจังหวัดปัตตานีและนราธิวาสมีระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยต่อปีและรวมพิสัยน้ำขึ้นลงมีค่าเท่ากับ 2.545 ± 0.457 และ 2.585 ± 0.388 เมตร ตามลำดับ (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2529)

ง. คลื่น (Wave)

คลื่นเป็นตัวการหลักของการกัดเซาะแนวชายฝั่ง ส่วนทิศทาง ความสูงและความรุนแรงของคลื่นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลม การเกิดแผ่นดินไหวและภูเขาไฟระเบิดทั้งบนทวีปและใต้ท้องมหาสมุทร อาทิ คลื่นยักษ์ซึนามิ (Tsunami) เช่น การเกิดแผ่นดินไหวในรัฐอะลาสกา ในปี พ.ศ. 2501 ทำให้เกิดคลื่นยักษ์ซึนามิสูงกว่า 500 เมตร (Miller, 1960) สำหรับฝั่งทะเลด้านตะวันออกทางภาคใต้ของไทยรับคลื่นแรงจากทะเลจีนใต้ โดยเฉพาะในฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ดังเห็นได้ที่หาดปะนาะมีคลื่นลมแรงมากจนสามารถพัดพาหินขนาดใหญ่ที่ชาวบ้านนำมาถมเพื่อใช้เป็นที่พักเรือออกไปได้ ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดผ่านในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคมไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อการกัดเซาะของแนวชายฝั่งมากนัก (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2529)

จ. ความลาดชัน (Slope)

ความลาดชันของพื้นที่ถูกกำหนดโดยลักษณะทางธรณีสัณฐานของพื้นที่แต่ละสถานที่ หากพื้นที่ชายฝั่งมีความลาดชันมากการกัดเซาะจะเกิดขึ้นได้ง่าย (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

จ. น้ำใต้ดิน (Ground water)

ชายฝั่งที่มีระดับน้ำใต้ดินที่ใกล้ผิวดินจะทำให้พื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะได้ง่าย เนื่องมาจากโครงสร้างพื้นที่ตั้งกล่าวสูญเสียการเกาะยึด

ข. ธรณีวิทยา (Geology)

จากการศึกษาของ Rahn (1986) ถึงผลกระทบจากการสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นบริเวณอ่าว Palm Beach ในรัฐฟลอริดา ในปี พ.ศ. 2461 หลังจากก่อสร้างเสร็จก็เกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงบริเวณด้านใต้ของเขื่อน ต่อมาได้ทำการแก้ไขโดยการสร้างรอกเพื่อป้องกัน แต่ก็ไม่สามารถป้องกันได้มากนัก โดยลักษณะโครงสร้างของวัสดุธรณีวิทยาสามารถจำแนกความคงทนต่อการกัดเซาะของวัสดุธรณีต่าง ๆ ดังตาราง 2.1 ซึ่งเป็นตัวกำหนดชนิด/ขนาด/รูปร่างของตะกอนหิน ดินและทราย

ตาราง 2.1 ระดับความคงทนต่อการกัดเซาะของวัสดุทางธรณีวิทยาบริเวณแนวชายฝั่ง

วัสดุธรณีวิทยา	ระดับความคงทนต่อการกัดเซาะ	
	ต่ำ	สูง
ตะกอนบริเวณชายฝั่ง	=====	
หินตะกอน	=====	
หินแกรนิต		=====

ที่มา : Robinson and Spieker, 1978

ข. อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันหนึ่ง ๆ มีอิทธิพลต่อการผุพังทางกายภาพของทางด้านธรณีวิทยา เนื่องจากหินเป็นตัวนำความร้อนที่เลวเมื่อถูกแสงแดดบริเวณผิวดินจะขยายตัวทำให้เกิดการผุพังของธรณีวิทยาเร็วขึ้น (Summerfeild, 1991)

ณ. ปริมาณน้ำฝน (Rainfall)

ปริมาณน้ำฝนมีผลต่อการชะล้างตะกอนต่าง ๆ ให้ลงสู่ทะเล ตลอดจนน้ำฝนจะเร่งให้เกิดกระบวนการต้องการน้ำ (Hydrolysis) ทำให้หินและแร่ผุพังสลายตัวเร็วยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นที่อุณหภูมิใกล้ 30 องศาเซลเซียส กระบวนการต้องการน้ำจะเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่าของบริเวณที่มีอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส (อภิลิทธิ์ เขียมหน่อ, 2530)

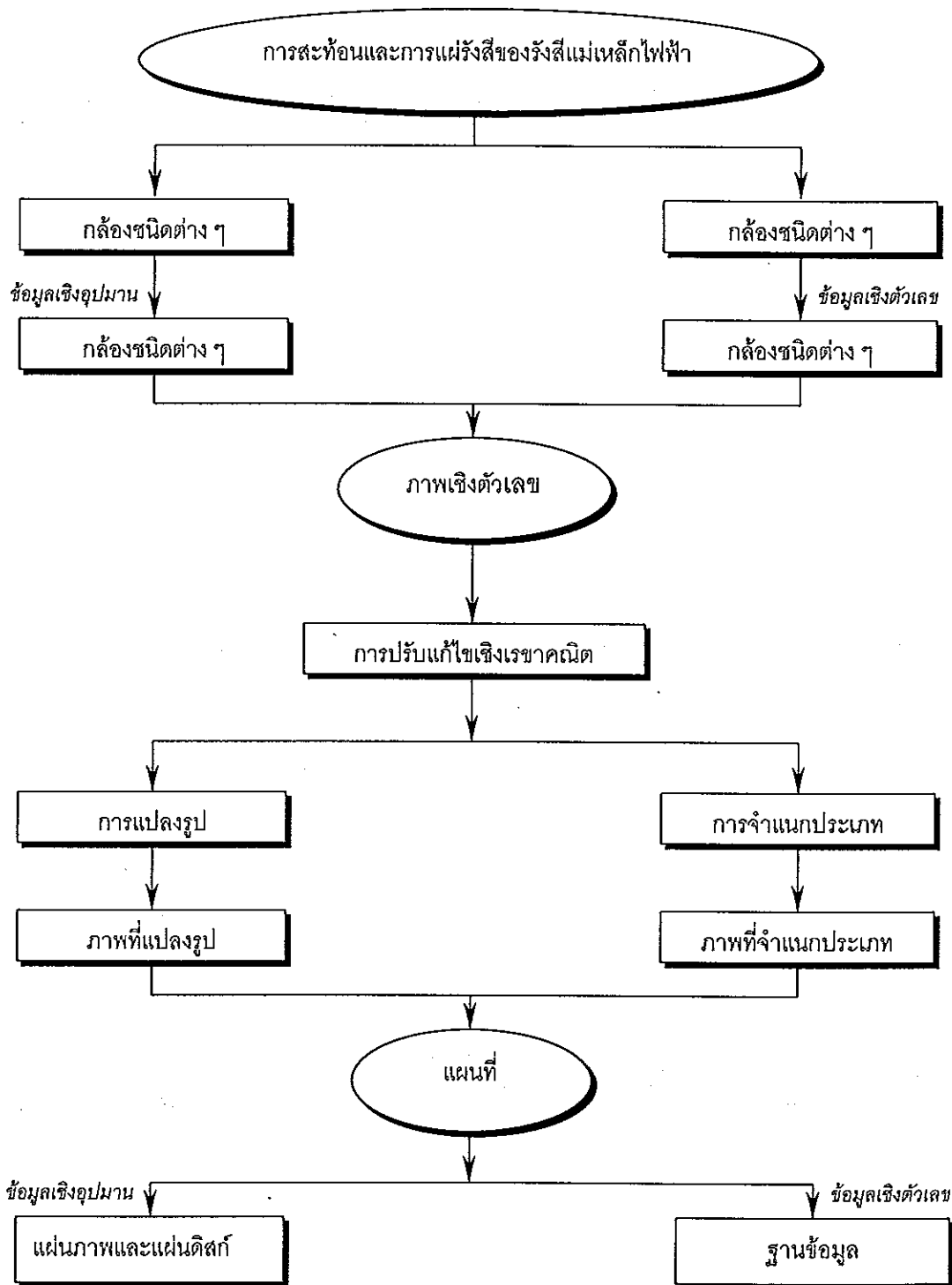
2.2.2 การกระทำของมนุษย์

การกระทำของมนุษย์ในรูปของกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสร้างที่อยู่อาศัย การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการสร้างสิ่งก่อสร้างยื่นลงทะเล เช่น เขื่อนกันทรายและคลื่น (Jetty) กำแพงกันคลื่น (Breakwater) รอ (Groin) และดินถม (Landfill) โดยมีวัตถุประสงค์ต่างกันออกไป เช่น การสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นบริเวณปากน้ำเพื่อป้องกันการตกตะกอนอย่างรวดเร็วของตะกอนที่พัดพามากับแม่น้ำในบริเวณปากน้ำ อันเป็นสาเหตุให้ร่องน้ำบริเวณปากน้ำตื้นเขิน เป็นอุปสรรคต่อการสัญจรทางน้ำ ตลอดจนปัญหาต่อระบบนิเวศวิทยาบริเวณปากน้ำ ซึ่งจากการก่อสร้างเขื่อนทรายและคลื่นก็จะมีผลทำให้คลื่น กระแสน้ำ และการเคลื่อนย้ายตะกอนในบริเวณนั้นมีการเปลี่ยนแปลง เช่น เขื่อนกันทรายและคลื่นที่จังหวัดนราธิวาสทำให้เกิดการกัดเซาะแนวชายฝั่งประมาณ 250 เมตร ในระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2533-2538 (Sujeet *et al*, 1996)

2.3 การรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing)

เป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะว่าด้วยการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ วัตถุ พื้นที่ หรือสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก มาทำการวิเคราะห์เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยปราศจากการเข้าสัมผัสแต่อาศัยสมบัติของแถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic spectral) ที่สะท้อนกลับจากวัตถุเป้าหมายมายังตัวรับสัญญาณ (Sensor) สัญญาณที่ได้จะแตกต่างกันตามลักษณะของวัตถุเป้าหมาย และมีความแตกต่างกัน 3 ลักษณะด้วยกัน (Barrett and Curtis, 1992; Gupta, 1991 and Lillesand and Kiefer, 1994) คือ คลื่นรังสี (Spectral), รูปทรงพื้นฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

โดยข้อมูลของการรับรู้จากระยะไกลส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปของข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (Digital image) ด้วยเหตุนี้การประมวลผลภาพจึงเป็นการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image processing) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกี่ยวกับการจัดการและการแปลความหมายของข้อมูลภาพเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง โดยการนำข้อมูลภาพเชิงตัวเลขเริ่มแรกผ่านเข้าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เทคนิคในรูปสมการหรือชุดสมการของการประมวลผลภาพ (Image processing) ต่าง ๆ ดังผังภูมิลำดับข้อมูลในงานรีโมทเซนซิง ดังภาพประกอบ 2.1 ผลที่ได้คือข้อมูลภาพเชิงตัวเลขที่มีความถูกต้อง อาจแสดงในรูปของภาพถ่ายดาวเทียมหรือในรูปข้อมูลภาพเชิงตัวเลขในลักษณะ กระบวนการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขมีกระบวนการที่สำคัญดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2.1 ลำดับข้อมูลในงานรีโมทเซนซิง

2.3.1 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

สัญญาณภาพที่ดาวเทียมได้รับมักมีการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต มีความคาดเคลื่อนด้านรูปทรง/ขนาดหรือมาตราส่วน ทำให้ข้อมูลที่ได้ไม่สามารถใช้ประโยชน์หรืออ้างอิงได้ เพราะพิกัดบนพื้นที่จริงกับภาพถ่ายดาวเทียมไม่ตรงกันจึงจำเป็นต้องปรับแก้เชิงเรขาคณิต การบิดเบี้ยวของภาพสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท (Lillesand and Kiefer, 1994)

ก. การบิดเบี้ยวเชิงระบบ (Systematic distortion)

เป็นการบิดเบี้ยวที่คงที่อันมีสาเหตุมาจากการบิดเบี้ยวจากการกวาดภาพ การเอียงในการกวาดภาพและความเร็วการแกว่งของกระจก ตลอดจนการเคลื่อนที่ของโลกและดาวเทียมที่ไม่สอดคล้องกันในขณะถ่ายภาพ การปรับแก้สามารถทำได้โดยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ช่วยแก้ไข การปรับแก้ของระบบต่าง ๆ นี้โดยทั่วไปจะทำการปรับแก้โดยสถานีรับสัญญาณภาคพื้นดินก่อนที่จะนำส่งมายังผู้ใช้บริการข้อมูล ซึ่งมีความถูกต้องในระดับที่สามารถยอมรับได้

ข. การบิดเบี้ยวเชิงสุ่ม (Random distortion)

เป็นการบิดเบี้ยวที่ไม่คงที่ สาเหตุการบิดเบี้ยวส่วนใหญ่เกิดจากตัวของดาวเทียม ได้แก่ การทรงตัว ความสูงของเพดานโคจรและอัตราการเคลื่อนที่ของดาวเทียม รวมถึงการบิดเบี้ยวที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก การปรับแก้สามารถทำได้โดยการหาจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground control point: GCP) อย่างน้อย 4 จุด ที่สามารถใช้อ้างอิงทั้งในภาพถ่ายดาวเทียมและพื้นที่จริง

2.3.2 การเน้นภาพ (Image enhancement)

เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพ เพื่อให้สามารถแสดงรายละเอียดภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยอาศัยการปรับค่าระดับความเข้มสีเทา (Gray level) ของจุดภาพแต่ละจุดภาพ เพื่อเน้นความแตกต่างของภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยการเน้นภาพสามารถเลือกเน้นข้อมูลส่วนใหญ่ที่บรรจุอยู่ในภาพหรือเลือกเน้นเฉพาะข้อมูลบางส่วนให้เห็นชัดยิ่งขึ้นก็ได้ตามความต้องการของผู้ประมวลผลภาพ ประโยชน์ที่ได้รับ คือได้ภาพที่มีคุณภาพที่ง่ายและสะดวกต่อการแปลผลด้วยสายตาหรือคอมพิวเตอร์ การเน้นภาพสามารถทำได้หลายวิธีคือ (PCI, 1997; Intergraph, 1994)

ก. การซอยความหนาแน่น (Density slicing)

เป็นการปรับค่าระดับความเข้มสีเทาที่มีลักษณะอย่างต่อเนื่องกันของภาพออกเป็นช่วง ๆ ซึ่งแต่ละช่วงอาจจะเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ จากนั้นในแต่ละช่วงให้แทนด้วยค่าระดับความเข้มสีเทาในระดับใดระดับหนึ่งดังตาราง 2.2 ข้อมูลที่ได้จากการผ่านเทคนิคนี้จะมีจำนวนกลุ่มข้อมูลลดลง แต่สะดวกและง่ายต่อการวิเคราะห์

ตาราง 2.2 แสดงการปรับปรุงคุณภาพของภาพแบบการชอยความหนาแน่น

พิสัยค่าระดับความเข้มสีเทาของภาพ	ค่าระดับความเข้มสีเทาชอยความหนาแน่น
0-4	0
5-9	50
10-14	100
14-17	150
18-255	255

ที่มา : PCI, 1997

ข. เทคนิคเน้นภาพเด่นชัด (Contrast enhancement technique)

เป็นการปรับค่าระดับความเข้มสีเทาเพื่อให้เห็นความแตกต่างและรายละเอียดของภาพมากขึ้น โดยการยืดข้อมูลภาพเชิงตัวเลขเดิมที่เกาะกลุ่มกันในช่วงค่าระดับความเข้มสีเทาแคบ ๆ ให้กระจายตัวออกครอบคลุมค่าระดับความเข้มสีเทาทั้ง 256 ระดับ (จากระดับ 0 ของสีดำ ไปจนถึงระดับ 255 ของสีขาว) โดยการยืดค่าระดับความเข้มสีเทาของภาพจะยืดในรูปเชิงสมการทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1) การยืดภาพเชิงเส้น (Linear stretch)

เป็นการขยายพิสัยของค่าระดับความเข้มสีเทาเดิมให้มีค่ามากยิ่งขึ้นจนเต็มค่าระดับความเข้มสีเทาทั้ง 256 ระดับ เช่น การขยายค่าระดับความเข้มสีเทาจากเดิม 51-153 เป็น 0-255 การยืดภาพลักษณะแบบนี้จะให้รายละเอียดของข้อมูลส่วนใหญ่ของภาพค่อนข้างดี แต่ข้อมูลในส่วนที่ต่ำกว่า 51 และมากกว่า 153 จะสูญเสียไปเพราะว่าถูกปรับให้เป็น 0 และ 255 ตามลำดับ (ภาพประกอบ 2.2 ก)

2) การยืดภาพให้เสมอภาคกราฟแท่ง (Histogram equalization stretch)

เป็นการยืดภาพข้อมูลที่มีการกระจายของข้อมูลแบบไม่ปกติ โดยข้อมูลบริเวณตอนกลางที่มีความสำคัญจะได้รับการขยายกว้างมากขึ้น ในขณะที่ปลายทั้งสองด้านถูกบีบให้แคบลง เพื่อเพิ่มความแตกต่างของค่าระดับความเข้มสีเทาให้มากขึ้น ภาพที่ได้ก็จะมีชัดเจนนยิ่งขึ้น (ภาพประกอบ 2.2 ข)

3) การยืดภาพบางตอนหรือการยืดภาพเฉพาะที่ (Piecewise or special stretch)

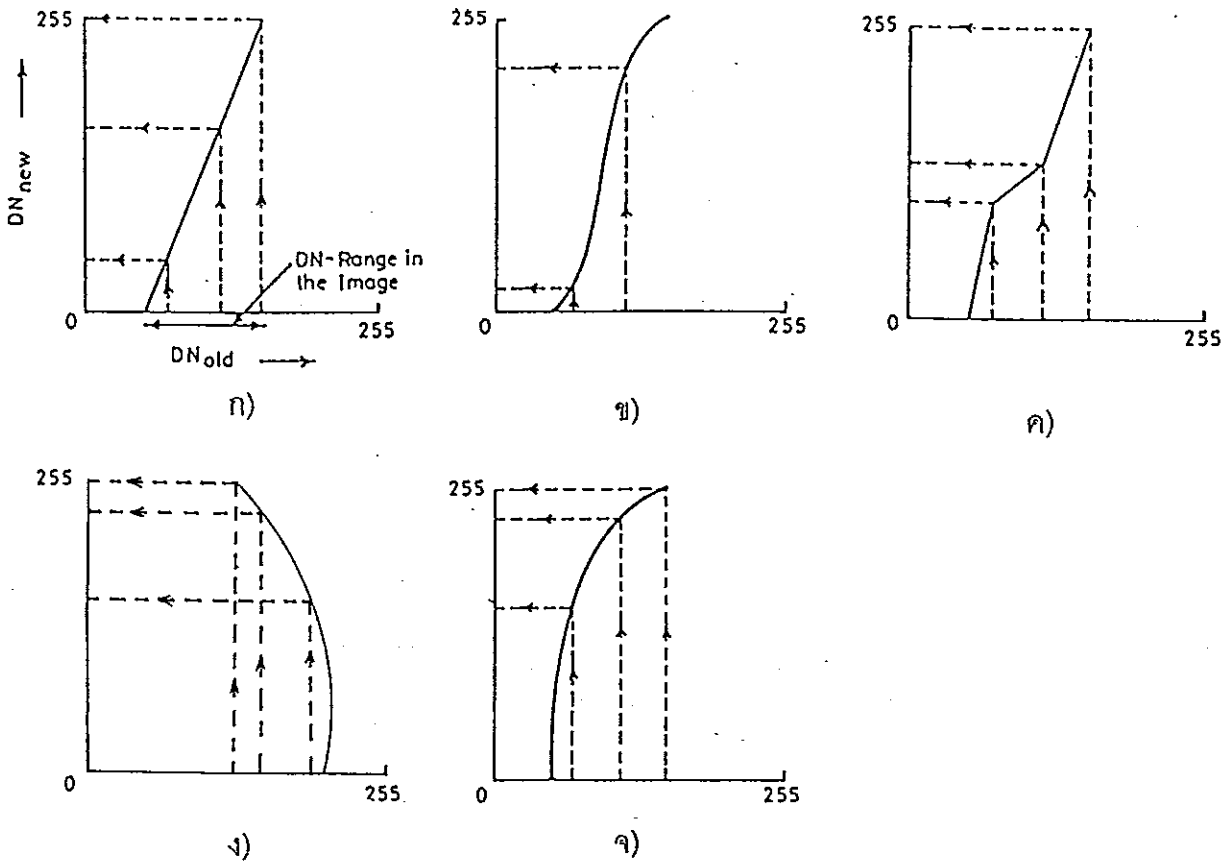
โดยจะเลือกเน้นภาพเป็นส่วน ๆ (Segment) ในลักษณะของเส้นตรง และในแต่ละส่วนจะถูกขยายให้ได้ค่าระดับความเข้มสีเท่าที่ต้องการ (ภาพประกอบ 2.2 ค)

4) การยืดภาพแบบชี้กำลัง (Exponential stretch)

เป็นการเน้นข้อมูลในส่วนของข้อมูลที่มีระดับค่าการสะท้อนสูง (บริเวณพื้นที่ที่มีความสว่าง) แต่อาจจะต้องสูญเสียข้อมูลในส่วนที่มีระดับค่าการสะท้อนแสงต่ำ (บริเวณพื้นที่ที่มีความมืด) (ภาพประกอบ 2.2 ง)

5) การยืดภาพแบบเลขจำนวนจริง (Logarithmic stretch)

เป็นการเน้นข้อมูลในส่วนของข้อมูลที่มีระดับค่าการสะท้อนต่ำ (บริเวณพื้นที่ที่มีความมืด) แต่อาจจะต้องสูญเสียข้อมูลในส่วนที่มีระดับค่าการสะท้อนแสงสูง (บริเวณพื้นที่ที่มีความสว่าง) (ภาพประกอบ 2.2 จ)



ภาพประกอบ 2.2 ก) การยืดภาพเชิงเส้น, ข) การยืดภาพให้เสมอภาคกราฟแท่ง, ค) การยืดภาพบางตอนหรือการยืดภาพเฉพาะที่, ง) การยืดภาพแบบชี้กำลัง และ จ) การยืดภาพแบบเลขจำนวนจริง

2.3.3 การกรองภาพ (Image filtering)

เป็นเทคนิคในการปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีค่าระดับความเข้มสีเทาที่สม่ำเสมอ
กัน เทคนิคการกรองภาพมีความแตกต่างจากเทคนิคการเน้นภาพ คือ การกรองภาพเป็นการได้
มาซึ่งค่าระดับความเข้มสีเทาของแต่ละจุดภาพที่อยู่ล้อมรอบ ขณะที่การเน้นภาพค่าระดับค่าเข้มสี
เทาของแต่ละจุดภาพจะเป็นอิสระต่อกัน การกรองภาพสามารถทำได้โดยผ่านหน้าต่างกรองภาพ
ซึ่งอาศัยหลักทางคณิตศาสตร์ สามารถทำได้ 2 วิธี คือ (PCI, 1997)

ก. การกรองเปลี่ยนน้อย (Low pass filtering : LPF)

เป็นการสร้างภาพใหม่โดยที่ค่าระดับความเข้มสีเทาในแต่ละจุดภาพของข้อมูล
ใหม่ ได้มาจากค่าเฉลี่ยของค่าระดับความเข้มสีเทาเดิมที่อยู่รอบจุดภาพนั้น หน้าต่างกรองภาพมี
ขนาดเท่ากับ $n \times m$ จุดภาพ (n แทนจำนวนจุดภาพในแนวนอน, m แทนจำนวนจุดภาพในแนวตั้ง)
โดยที่ค่า n และ m จะต้องเป็นเลขคี่เสมอ เช่น 3×3 , 5×5 และ 7×7 (ภาพประกอบ 2.3)

$$\frac{1}{9} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ก)

$$\frac{1}{25} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ข)

$$\frac{1}{49} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

ค)

ภาพประกอบ 2.3 ตัวอย่างหน้าต่างกรองภาพ LPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3×3 , ข) 5×5 และ ค) 7×7 ที่มา PCI,1997

ข. การกรองเปลี่ยนมาก (High pass filtering : HPF)

เป็นเทคนิคการสร้างภาพใหม่จากการนำค่าระดับความเข้มสีเทาที่ได้ในแต่ละจุด
ของ LPF ไปลบออกจากค่าความเข้มเดิม กล่าวคือใช้หน้าต่างที่มีการถ่วงน้ำหนักโดยให้น้ำหนัก
ของค่าตัวเลขสัมประสิทธิ์ของจุดภาพที่มีค่าเป็นบวกอยู่ตรงกลางและตัวเลขสัมประสิทธิ์ของจุด
ภาพที่มีค่าเป็นลบอยู่รอบ ๆ (ภาพประกอบ 2.4)

$$\frac{1}{9} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

ก)

$$\frac{1}{25} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 24 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

ข)

$$\frac{1}{49} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 48 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

ค)

ภาพประกอบ 2.4 ตัวอย่างหน้าต่างกรองภาพ HPF ขนาดเมทริกซ์ ก) 3×3 , ข) 5×5 , และ ค) 7×7 ที่มา PCI,1997

2.3.4 การเน้นขอบ (Edge enhancement)

เป็นเทคนิคการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อเน้นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น เส้นขอบรอบอ่าง เส้นขอบทางน้ำ หรือโครงสร้างที่เป็นเส้นแบ่งเขตพื้นที่ที่ต่างกัน โดยอาศัยวิธีการกรองภาพที่ใช้หน้าตากรองภาพเปลี่ยนมาก (HPF) (PCI, 1997)

2.3.5 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

ก. การจำแนกประเภทแบบไม่กำกับ (Unsupervised classification)

การจำแนกโดยวิธีนี้มักจะใช้กับพื้นที่ที่ยังไม่รู้จัก ผู้วิจัยไม่ต้องกำหนดพื้นที่ตัวอย่างแต่ให้คอมพิวเตอร์จำแนกประเภทข้อมูลให้ โดยอาศัยการสะท้อนของความเข้มสีเทาที่ได้รับเป็นหลัก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกันแต่ที่นิยมคือวิธีดังต่อไปนี้ (PCI, 1997)

1) การจัดกลุ่มแบบค่าเฉลี่ย K (k-mean clustering)

เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับที่ง่ายที่สุด โดยผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดจำนวนกลุ่มข้อมูลแล้วให้คอมพิวเตอร์จัดกลุ่มข้อมูลตามลักษณะการสะท้อนของช่วงคลื่นแล้วคำนวณหาจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มข้อมูลซ้ำกันหลายครั้ง จนกว่าจะได้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ ให้ได้กลุ่มข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด พร้อมกับคำนวณค่าระยะทาง Euclidean Distance และค่าระยะทาง J-M Distance เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาความสมบูรณ์ของการจำแนกกลุ่มข้อมูลนั้น

2) การจัดกลุ่มแบบไอโซดาตา (Isodata clustering)

เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลที่เหมือนกับการจัดกลุ่มแบบค่าเฉลี่ย K แต่ได้กลุ่มข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากกว่า เนื่องจากการพิจารณาเชิงสถิติมากกว่าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ 3 ประการคือ

ก) กลุ่มข้อมูลที่มีช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) กว้างมากจะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มที่เล็กลง

ข) กลุ่มข้อมูลที่มีค่าสถิตินอกเหนือออกไปจากกลุ่มอื่น ๆ จะถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อเป็นกลุ่มเดียวกัน

ค) กลุ่มข้อมูลที่มีจำนวนเล็กน้อยจะถูกตัดทิ้งไป

ข. การจำแนกประเภทแบบกำกับ (Supervised classification)

การจำแนกโดยวิธีนี้จำเป็นต้องทราบถึงลักษณะ รูปลักษณะ และสัญญาณคลื่นของกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) นำไปจำแนกประเภทข้อมูลองค์รวมที่ปรากฏในภาพถ่ายดาวเทียม โดยสามารถแยกได้ 3 วิธี คือ (PCI, 1997)

1) การจำแนกแบบระยะทางสั้นที่สุด (Minimum distance classification)

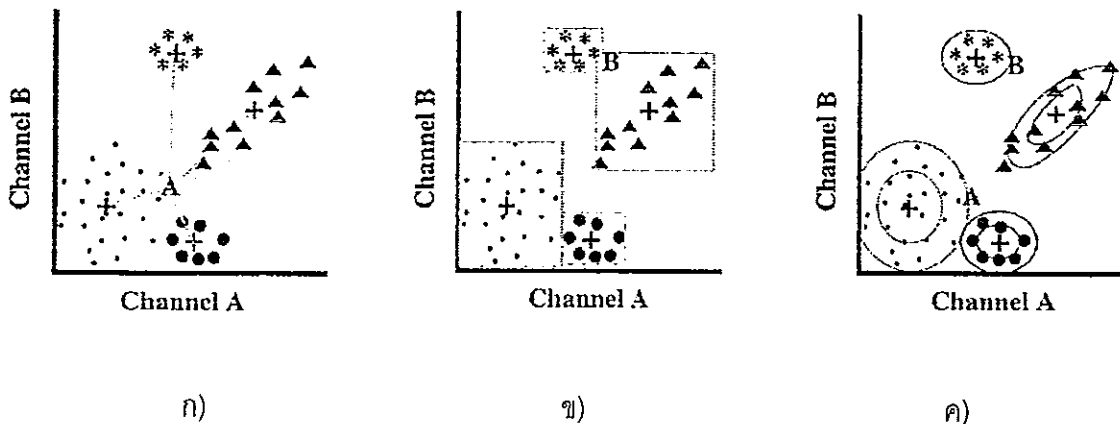
เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ระยะทางเป็นตัวกำหนดประเภทของกลุ่มข้อมูล กล่าวคือ ระยะทางเฉลี่ยที่สั้นที่สุดของข้อมูลอยู่ใกล้กับกลุ่มข้อมูลใดก็ถือว่าข้อมูลนั้นจัดอยู่ในประเภทกลุ่มข้อมูลนั้นด้วย ดังภาพประกอบ 2.5 ก)

2) การจำแนกแบบกล่องคู่ขนาน (Parallelepiped classification)

เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้ค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของในแต่ละประเภทกลุ่มข้อมูล เป็นตัวกำหนดขอบเขตของแต่ละประเภทกลุ่มข้อมูล ดังภาพประกอบ 2.5 ข)

3) การจำแนกแบบคล้ายคลึงที่สุด (Maximum likelihood classification)

เป็นการจำแนกประเภทข้อมูล โดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็นว่าข้อมูลควรอยู่ในประเภทใด โดยถือหลักการที่ว่ากระจายของข้อมูลกระจายตัวแบบปกติ ดังภาพประกอบ 2.5 ค)



ภาพประกอบ 2.5 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ก) แบบระยะทางสั้นที่สุด, ข) แบบกล่องคู่ขนาน และ ค) แบบคล้ายคลึงที่สุด

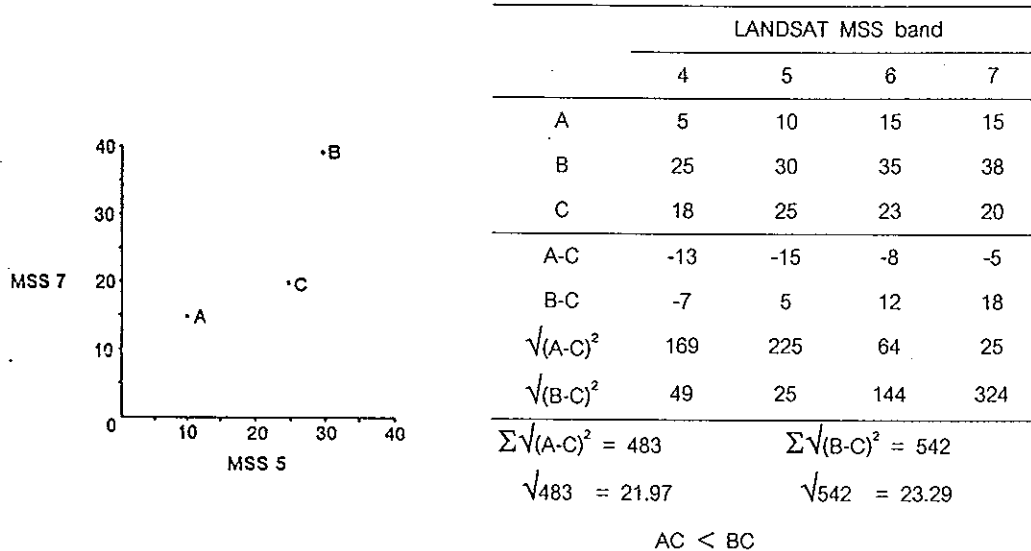
ที่มา PCI, 1997

2.3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การจำแนกประเภทข้อมูล

ก. การวัดระยะทาง (Distance measures)

เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงตัวเลข ดังนั้นการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับจึงจำเป็นต้องอาศัยหลักการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ว่าด้วยทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉาก (Pythagorus theory) กล่าวคือ การพิจารณาจากระยะทางรูปสามเหลี่ยมมุมฉากของกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้ในการจำแนกประเภทข้อมูล ว่าข้อมูลควรอยู่ในกลุ่มข้อมูลใดดังตัวอย่างข้างล่าง

สมมุติ ให้คำนวณว่าจุดภาพ C ควรอยู่ในกลุ่มข้อมูลจุดภาพ A หรือจุดภาพ B เมื่อข้อมูลเชิงตัวเลขของจุดภาพ A, B และ C ในแต่ละช่วงคลื่นเป็นดังตารางข้างล่าง



ภาพประกอบ 2.6 ภาพแสดงการคำนวณระยะทางของ Euclidean Distance

ที่มา : Campbell, 1987

จากการคำนวณระยะทางพบว่าจุดภาพ C ควรอยู่ในกลุ่มข้อมูลจุดภาพ A เพราะระยะทางจากจุดภาพ C ไป A มีระยะทางสั้นกว่าระยะทางจากจุดภาพ C ไป B

จากตัวอย่างข้างต้นเป็นการคำนวณระยะเพียง 3 จุดภาพเท่านั้นแต่ในความเป็นจริงแล้วข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมีจำนวนจุดภาพมากมายยากแต่การคำนวณ ดังนั้นจึงได้สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ เรียกว่า Euclidean Distance (Campbell, 1987)

$$D_{ab} = \left[\sum_{i=1}^n (a_i - b_i)^2 \right]$$

เมื่อ i แทน จำนวนช่วงคลื่น

a และ b แทน จุดภาพ

D_{ab} แทน ระยะทางระหว่างจุดภาพ a และ b

สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับในโปรแกรม INTERGRAPH จะใช้ค่าระยะทาง J-M Distance ในการพิจารณาความสมบูรณ์ของการจำแนกกลุ่มข้อมูลแทนค่าระยะทาง Euclidean Distance แต่มีหลักการคำนวณเช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากค่าระยะทาง Euclidean Distance ไม่สื่อความหมายระหว่างการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering และ Isodata Clustering ได้และระดับความถูกต้องและแม่นยำก็มีระดับต่ำกว่า ดังนั้นจึงใช้ค่าระยะทาง J-M Distance ที่สามารถสื่อความหมายอย่างมีนัยสำคัญระหว่างวิธีการ

จำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับทั้ง 2 วิธีในการพิจารณาความสมบูรณ์ของการจำแนกประเภทข้อมูล โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกประเภทข้อมูลดังนี้ (Intergraph, 1995)

ค่า J-M Distance มีค่าในช่วง 0.0-2.0

ค่า J-M Distance มีค่าในช่วง = 2.0 หมายถึง กลุ่มข้อมูลแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์

ค่า J-M Distance มีค่าในช่วง ≤ 1.4 หมายถึง กลุ่มข้อมูลยังมีการซ้อนทับหรือปะปนกัน

ข. เมทริกซ์ความผิดพลาด (Error matrix)

สิ่งสำคัญของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับคือ ความถูกต้องของภาพกลุ่มข้อมูลที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูล โดยรูปแบบมาตรฐานของความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับแสดงในรูปของตาราง "เมทริกซ์ความผิดพลาด"

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดมีลักษณะเป็นตารางขนาด $n \times n$ (เมื่อ n แทนกลุ่มข้อมูลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในกลุ่มข้อมูลทั้งหมดของภาพถ่ายดาวเทียม) ประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลในแนวตั้งและแนวนอนที่เป็นกลุ่มข้อมูลเดียวกัน กลุ่มข้อมูลในแนวตั้งคือ กลุ่มข้อมูลที่ใช้ในการอ้างอิงการจำแนกประเภทข้อมูล เรียกว่า ภาพอ้างอิง (Reference image) ส่วนกลุ่มข้อมูลในแนวนอนคือ กลุ่มข้อมูลที่ถูกประเมินความถูกต้อง เรียกว่า ภาพที่ถูกประเมิน (Image to be evaluated) สำหรับวิธีการประเมินความถูกต้องในการจำแนกประเภทข้อมูลหาได้จากร้อยละของผลรวมจุดภาพที่อยู่ในแนวทแยงจากซ้ายบนไปขวาล่างต่อค่าสังเกตการณ์ทั้งหมด (จุดภาพของข้อมูลทั้งหมด) ดังตัวอย่างตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด

		ภาพที่ถูกประเมินความถูกต้อง						รวม
		ชุมชน	พืชผล	ทุ่งหญ้า	น้ำ	ป่าไม้	พื้นที่โล่ง	
ภาพที่ใช้ในการอ้างอิง	ชุมชน	150	21	0	7	17	30	225
	พืชผล	0	730	93	14	115	21	973
	ทุ่งหญ้า	33	121	320	23	54	43	594
	น้ำ	3	18	11	83	8	3	126
	ป่าไม้	23	81	12	4	350	13	483
	พื้นที่โล่ง	39	8	15	3	11	115	191
	รวม	248	979	451	134	555	225	1748

หมายเหตุ ร้อยละของความถูกต้อง = ผลรวมของแนวทแยง / ค่าสังเกตการณ์ทั้งหมด = $1748 / 2592 = 67.4\%$

ที่มา : Campbell, 1987

2.4 ลักษณะข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM

โครงการดาวเทียม LANDSAT เดิมเป็นโครงการขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) ต่อมาได้โอนกิจการดาวเทียม LANDSAT ให้ EOSAT ซึ่งเป็นบริษัทเอกชนที่ดำเนินการในเชิงพาณิชย์ในการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ โดยสมบัติดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM และสมบัติของช่วงคลื่นต่าง ๆ มีดังตาราง 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ

ตาราง 2.4 สมบัติดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM

ระบบการบันทึกข้อมูล	Thematic Mapper : TM
จำนวนช่วงคลื่น	7 ช่วงคลื่น
รายละเอียดของข้อมูล	ช่วงคลื่น 1-5 และ 7 ขนาด 30×30 ตารางเมตร ช่วงคลื่น 6 ขนาด 120×120 ตารางเมตร
ความถี่ของการบันทึกข้อมูล	16 วัน
บันทึกครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างที่สุด	185×185 ตารางกิโลเมตร
ความสูงของวงโคจร	705 กิโลเมตร

ที่มา : Meaden and Kapetsky, 1991

ตาราง 2.5 สมบัติของช่วงคลื่นต่าง ๆ ในภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM

ช่วงคลื่น	ความยาวคลื่น (μm)	ตำแหน่งแถบสี	การประยุกต์ใช้
1	0.45-0.52	สีน้ำเงิน	แสดงอาณาเขตน้ำ ทำแผนที่แนวชายฝั่ง ความแตกต่างของดินและพืช
2	0.52-0.60	สีเขียว	แสดงการสะท้อนสีเขียวเพื่อประเมินการเจริญงอกงามของพืช
3	0.63-0.69	สีแดง	แยกชนิดของพืชพรรณจากความแตกต่างในการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในพืช
4	0.76-0.90	อินฟราเรดช่วงใกล้	แยกชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของพืช ตรวจสอบปริมาณมวลสารชีวภาพ แสดงขอบเขตแหล่งน้ำ
5	1.55-1.75	อินฟราเรดช่วงกลาง	เป็นดัชนีชี้วัดระดับความชื้นของดินและพืช แยกความแตกต่างระหว่างเมฆและหิมะ
6*	10.4-12.5	อินฟราเรดความร้อน	วิเคราะห์ความหนาแน่นของพืช ระดับความชื้นของดิน ใช้ทำแผนที่แหล่งความร้อน
7*	2.08-2.35	อินฟราเรดช่วงกลาง	แยกชนิดของหินและแร่ ไวต่อความชื้นในพืช

หมายเหตุ * ช่วงคลื่น 6 และ 7 ไม่เรียงตามลำดับเพราะช่วงคลื่นที่ 7 เป็นส่วนที่เพิ่มเข้ามาสู่ระบบ TM

ที่มา : Lillesand and Kiefer, 1994 and Hord, 1986

Lillesand and Kiefer (1994) ได้นำค่าระดับความเข้มสีเทาแต่ละช่วงคลื่นมาผ่านตัวกรองแม่สีอันได้แก่ สีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดง ตามลำดับ จากนั้นนำมาแสดงเป็นภาพบนจอคอมพิวเตอร์ด้วยการซ้อนทับกันเพื่อให้เกิดเป็นภาพสีผสม ทำให้สามารถแยกแยะรายละเอียดส่วนประกอบของวัตถุบนพื้นผิวโลก ดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 การผสมสีของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM

ช่วงคลื่น (น้ำเงิน-เขียว-แดง)	สมบัติ
1-2-3 *	ให้สีธรรมชาติ คือ พืชพรรณเป็นสีเขียว ใช้ศึกษาความชุ่มชื้นของตะกอน น้ำตื้น และพื้นที่ชายฝั่ง
2-3-4	พืชพรรณเป็นสีแดง ให้รายละเอียดของการเจริญเติบโตของพืช
2-5-4	พืชพรรณสีส้ม แยกพื้นที่ป่าชายเลน (สีแดง) ได้ชัดเจน
3-4-5	พืชพรรณเป็นสีเขียว ให้รายละเอียดความแตกต่างของความชื้นดิน มีประโยชน์ในการวิเคราะห์ดินและพืชพรรณ
3-5-4	พืชพรรณเป็นสีแดงและส้มแดง ขอบเขตพื้นดินและน้ำ แยกป่าชายเลน (สีแดง) ออกจากป่าบก (สีส้ม) ให้ลักษณะคลองระบายน้ำ
4-5-7	พืชพรรณเป็นสีฟ้า ให้รายละเอียดความชื้นที่แตกต่างตามลักษณะของพื้นที่

หมายเหตุ: *ภาพสีผสมจริง กำหนดช่วงคลื่น 1-2-3 เป็นสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดง ตามลำดับ

2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ (Collection) การเก็บรวบรวม (Storing) การสืบค้น (Retrieving) การแปลงข้อมูล (Transforming) และการแสดงผล (Display) ของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติ

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย

2.5.1 การนำเข้าข้อมูล (Data input)

เป็นการป้อนข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ ป้อนข้อมูลจากบนโต๊ะเชื่อมโยงเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เรียกว่ากระดานอิเล็กทรอนิกส์ (Digitizing) และป้อนโดยเครื่องกวาดข้อมูล (Scanner) ข้อมูลที่นำเข้ามี 2 ประเภท

ก. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data)

หมายถึงข้อมูลที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของพื้นที่จริง การเก็บข้อมูลชนิดนี้แบ่งได้ 2 รูปแบบ

1) ข้อมูลเชิงทิศทาง (Vector data) เป็นการเก็บบันทึกข้อมูลในรูปของจุด (Points), เส้น (Lines) และรูปทรง (Polygon) ที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ได้

2) ข้อมูลเชิงภาพ (Raster data) เป็นการเก็บข้อมูลในรูปของช่องตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Grid cell) ขนาดของช่องจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับการแบ่งแถว (Row) และแนว (Column) ในการเก็บข้อมูล ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่อยู่ในช่องตารางนั้น ๆ และแต่ละช่องจะมีตำแหน่งพิกัดกำกับซึ่งสามารถอ้างอิงกับพิกัดภูมิศาสตร์ได้

ข. ข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่หรือข้อมูลเชิงอรรถ (Non spatial data or attributes)

หมายถึงข้อมูลประกอบคำอธิบายข้อมูลเชิงพื้นที่ ตัวอย่างเช่น ชื่อถนน ความยาว/ชนิดของถนน ชื่อพันธุ์พืช จำนวนผลผลิต/ความสูงเฉลี่ยของพันธุ์พืช เป็นต้น

ข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่รวมทั้งข้อมูลอื่น ๆ ที่ใช้อธิบายหรือเสริมสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น บางครั้งมักเรียกรวมกันว่า "ข้อมูลเชิงอรรถ" และส่วนใหญ่มักนิยมแสดงในรูปของตาราง

2.5.2 การจัดการข้อมูล (Data management)

เป็นการนำข้อมูลเข้ามาดำเนินการวิธีเพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งกรรมวิธีในการจัดการข้อมูลสามารถจำแนกได้ดังนี้ เช่น

ก) การกำหนดรหัสเครือข่ายความสัมพันธ์ของพื้นที่

ในแผนที่ที่จัดทำตามระบบ GIS จะต้องมีการกำหนดรหัสทุกจุด ทุกเส้นและทุกรูปทรง รหัสดังกล่าวต้องสามารถอ้างอิงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และสอดคล้องสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงอรรถ

ข) การจัดหมวดหมู่และสร้างเพิ่มข้อมูล

ฐานข้อมูลในระบบ GIS จะมี 2 ลักษณะคือ ข้อมูลกราฟิก (Graphic) และข้อมูลเชิงอรรถ

ค) การบันทึกแก้ไขข้อมูลและเรียกใช้ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วข้อมูลจะผ่านการบันทึก แก้ไขและเรียกใช้ต่อไป โดยผ่านโปรแกรมคำสั่งเฉพาะเรื่อง

ง) การเรียงลำดับข้อมูล

วัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกของผู้ใช้ ซึ่งเรียงลำดับข้อมูลได้ 2 วิธีคือ เรียงจากความสำคัญน้อยไปหามาก (Ascending order) และเรียงจากความสำคัญมากไปหาน้อย (Descending order)

2.5.3 การประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล (Data manipulation and analysis)

การประมวลและวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ GIS มีหลักสำคัญคือ การนำแผนที่มาทำภาพเชิงซ้อน (Overlay) ซึ่งแผนที่แต่ละแผนที่นำมาซ้อนทับกันเรียกว่า หัวเรื่อง (Themes) หรือชั้นข้อมูล (Data layer) ข้อมูลที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่หรือข้อมูลเชิงอรรถจะอยู่ในรูปของเพิ่มข้อมูล

2.5.4 ผลลัพธ์หรือแสดงผลข้อมูล (Data output or display)

เป็นการแสดงผลของระบบ GIS ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือข้อมูลภาพ (Digital or graphic) โดยสามารถแสดงผลทางเครื่องพิมพ์หรือเครื่องลากเส้น (Plotter)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2529) ได้ศึกษาลักษณะของแหลมโพ พบว่าเป็นลักษณะของสันดอน จะงอยรูปโค้ง (recurved spit) เกิดจากตะกอนที่กระแสน้ำเลียบชายฝั่งพัดมา แนวการวางตัวของตัวแหลมบ่งถึงทิศทางของกระแสน้ำว่าไหลจากทิศตะวันออกมาตะวันตก ด้านนอกมีลักษณะโค้งมนกว่าด้านในเพราะอิทธิพลของคลื่น ส่วนด้านในของตัวแหลมมีลักษณะตื้นเขินเนื่องจากการพัดพาตะกอนของแม่น้ำยะหริ่งลงสู่อ่าวปัตตานี

Kapetsky (2530) ได้ใช้ภาพถ่ายผสมเท็จช่วงคลื่น 1-3-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบจำนวนแหล่งน้ำขนาดเล็ก ในระหว่างฤดูฝน (เมษายน ปี พ.ศ. 2528) กับ ฤดูแล้ง (สิงหาคม ปี พ.ศ. 2527) ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในประเทศซิมบอบเว พบว่าถ้าในฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 600 มิลลิเมตร จะพบแหล่งน้ำจำนวน 43 แหล่ง รวมเป็นพื้นที่ 475 เฮกตาร์ โดยร้อยละ 42 ของแหล่งน้ำทั้งหมด (43 แหล่ง) มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า 4 เฮกตาร์ และร้อยละ 23 มีพื้นที่ผิวน้อยกว่า 4-9 เฮกตาร์

ชาติ มงคลมาลย์ และรัศมี สุวรรณวีระกำจร (2531) ศึกษาสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำบางปะกงด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม SPOT ซึ่งบันทึกเมื่อวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2529 พบว่า สามารถแสดงระดับตะกอนแขวนลอยได้ 3 ระดับ คือ ระดับที่มีความเข้มข้นสูงปานกลางและต่ำ ลักษณะการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยมี 2 ทิศทาง คือ ส่วนหนึ่งแพร่ไปทางชายฝั่งตะวันตกและอีกส่วนหนึ่งแพร่กระจายเลียบชายฝั่งไปทางทิศใต้บริเวณปากแม่น้ำ นอกจากนี้ตะกอนที่มีความเข้มข้นต่ำที่อยู่บริเวณส่วนกลางของปากแม่น้ำมีทิศทางการแพร่กระจายไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และคณะ (2532) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ในการศึกษาถึงความถูกต้องของการใช้ที่ดินในบริเวณจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56) โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับและการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ พบว่า บริเวณพรุโต๊ะแดง บริเวณบ้านเกาะสะท้อน บริเวณพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์และปริมณฑล และบริเวณระแงะ มีความถูกต้องร้อยละ 89, 88, 85 และ 80 ตามลำดับ

Srisaengthong and Disbunchong (2532) ได้ศึกษาภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ MSS ที่ถ่ายในปี พ.ศ. 2516, 2522 และ 2530 เปรียบเทียบกับแนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิศาสตร์ที่จัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2512 พบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจนคือ การงอกออกของบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แต่ส่วนใหญ่มีการกัดเซาะของชายฝั่งเนื่องจากแรงคลื่น

และลม ทำให้มีการร่นของแนวชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำฝั่งตะวันตกที่บ้านแหลมสิงห์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการเป็นระยะทางถึง 500 เมตร จากการคำนวณคาดการณ์ว่าในระยะเวลาอีก 18 ปีข้างหน้าพื้นที่แถบชายฝั่งจะสูญเสียบไปประมาณ 1 ตารางกิโลเมตร

Nuriddinov (2532) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งของทะเลสาบ Sarykamysk ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2528 ด้วยการเปรียบเทียบแนวชายฝั่งของปี พ.ศ. 2508, 2518, 2528 และ ทำนายแนวชายฝั่งในปี พ.ศ. 2531 ปรากฏว่าพื้นที่ของทะเลสาบเพิ่มจาก 159, 1,762, 3,233 และ 3,264 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ และมีปริมาตรของน้ำเป็น 0.5, 13.4, 28.3 และ 30.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ (2533) พบว่าปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งได้เกิดขึ้นหลายบริเวณ เช่น ทางด้านตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา ชายฝั่งเพชรบุรีและหัวหิน โดยศึกษาหาอัตราการกัดเซาะ และสาเหตุเพื่อหามาตรการป้องกันการสูญเสียบนชายฝั่งเหล่านี้ ด้วยการใช้นาฬิกา รูปถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT โดยเลือกบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเพชรบุรี ตลอดแนวชายฝั่งสมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์เป็นพื้นที่ศึกษา พบว่าชายฝั่งส่วนใหญ่ถูกกัดเซาะในอัตราที่น่าเป็นห่วง เช่น ด้านตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาถูกกัดเซาะมากที่สุดถึง 500 เมตร ชายฝั่งเพชรบุรีที่บ้านบางแก้วและบ้านโตนดน้อย 240 เมตร และชายฝั่งหัวหิน 200 เมตร

อัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2535) ได้ศึกษาถึงสาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณหาดบางเทา โดยเฉพาะการพังทลายบริเวณหน้าโรงแรมดุสิตลากูน่าในช่วงมรสุมตะวันตก พบว่าสาเหตุเนื่องมาจากรูปร่างของฝั่งทะเล และความลาดชันของพื้นที่ทะเลที่ช่วยหักเหคลื่นลมให้รวมตัวกันกระแทกตรงจุดนี้พอดี ในขณะที่บริเวณอื่น ๆ ไม่มีการพังทลายแม้ในช่วงมรสุมตะวันตก ความรุนแรงของการกัดเซาะได้เพิ่มมากขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ในการถากถางทำลายป่า/พืชพันธุ์ เพื่อสร้างบ้านเรือน โรงแรม สนามกอล์ฟ ฯลฯ

จักรกริส กสิสุวรรณ, ดนุพล ตันนโยภาส และเชาวน์ ยงเฉลิมชัย (2542) อาศัยการประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากน้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส รวมเป็นระยะทาง 154 กิโลเมตร โดยการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2530 มาตราส่วน 1 : 50,000 กับภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ปี พ.ศ. 2540-2541 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ที่เกิดจากการกัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร และการทับถม 5.02 ตารางกิโลเมตร

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 ภาคนาม

- 1) เครื่องวัดความลาดชันแบบแอนนีย์
- 2) เข็มทิศ
- 3) สายเทปวัดยาว 50 เมตร
- 4) ชุดเครื่องมือหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) ยี่ห้อ Trimble ขนาดของความคลาดเคลื่อนขึ้นกับจำนวนของดาวเทียมที่เครื่องสามารถรับสัญญาณได้ โดยจำนวนดาวเทียม 4 ดวง มีความคลาดเคลื่อน 100 เมตร ขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ

3.1.2 ห้องวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสารสนเทศภูมิศาสตร์และรีโมทเซนซิง

- 1) แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2530 มาตราส่วน 1 : 50,000 จำนวน 7 ระวัง ดังนี้ 5222 I, 5222 IV, 5321 I, 5322 III, 5322 IV, 5421 III และ 5421 IV
- 2) ข้อมูลภาพเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM บรรจุในคลิกเทป ขนาด 8 มิลลิเมตร เก็บในรูปแบบของ BIL (Band interleaved by line) ดังรายการในตาราง 3.1

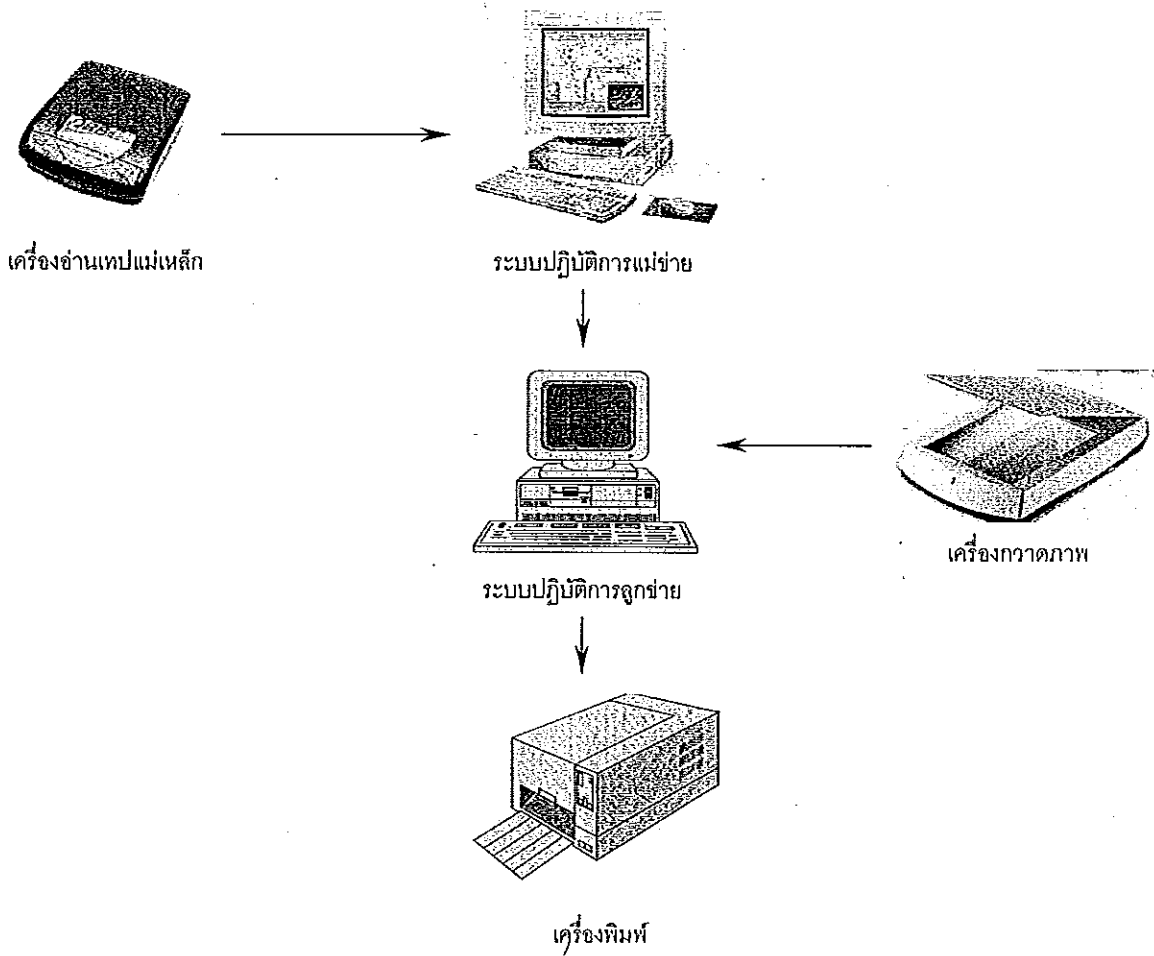
ตาราง 3.1 คุณลักษณะของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่ได้นำมาศึกษา

ชุดภาพ (Scene)	แนว / แถว	วันที่บันทึก	จำนวน ช่วงคลื่น	ปริมาณเมฆ				เวลาบันทึก ภาพ
				Q1	Q2	Q3	Q4	
ปัตตานี	128 / 55	20 เมษายน 2541	7	7	9	3	1*	15.08 น.
		29 กรกฎาคม 2531		5	9	8	2*	15.01 น.
ปัตตานี	127 / 55	28 พฤษภาคม 2540	7	6	9	0*	3	14.52 น.
		7 สิงหาคม 2531		4	3	0*	2	14.55 น.
นราธิวาส	127 / 56	28 พฤษภาคม 2540	7	0*	0	2	3	14.53 น.
		7 สิงหาคม 2531		0*	0	1	1	14.55 น.

หมายเหตุ * หมายถึงตำแหน่งของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ได้พยายามคัดเลือกข้อมูลดาวเทียมที่มีความทันสมัยและปลอดจากการรบกวนของกลุ่มเมฆ (ระดับปริมาณเมฆเริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 9 (100 เปอร์เซ็นต์)) พื้นที่ที่มีการรบกวนของกลุ่มเมฆคือ บริเวณหาดบางมะรวด ในปี พ.ศ. 2531 และบริเวณพรุโต๊ะแดง ในปี พ.ศ. 2540

- 3) แผนที่ดินจังหวัดปัตตานีของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี พ.ศ. 2518 มาตรฐาน 1 : 100,000
- 4) แผนที่ดินจังหวัดนราธิวาสของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี พ.ศ. 2518 มาตรฐาน 1 : 100,000
- 5) แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดปัตตานีของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2529 มาตรฐาน 1 : 100,000
- 6) แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดนราธิวาสของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2529 มาตรฐาน 1 : 100,000
- 7) แผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยของกรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ. 2528 ระวัง NB47-8,5 ชื่อระวัง จังหวัดนราธิวาสและอำเภอตากใบ มาตรฐาน 1 : 250,000
- 8) คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการแม่ข่าย Windows NT Server and Workstation
- 9) คอมพิวเตอร์ลูกข่าย PC Pentium 166 MMX
- 10) โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงตัวเลข ได้แก่
 - โปรแกรม INTERGRAPH ประกอบด้วยชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ (Module) ดังนี้
 - ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MGE Base Imager (MBI)
 - ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MGE Advance Imager (MAI)
- 11) โปรแกรมประมวลผลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
 - โปรแกรม INTERGRAPH ประกอบด้วยโปรแกรมด้วยชุดคำสั่งส่วนจำเพาะดังนี้
 - ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MicroStation
 - ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ Module Geographic Information System Environment (MGE)
 - ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะโอราเคิล (Oracle)
- 12) โปรแกรมเชื่อมโยงข้อมูลและเก็บบันทึกข้อมูลเนื้อเรื่อง
 - Window NT 4 และ Window 97
- 13) อุปกรณ์แสดงผลการพิมพ์ ได้แก่
 - เครื่องพิมพ์ภาพสี (Printer) Hewlett Packard Deskjet รุ่น 1600 และ 692C
- 14) อุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการวิจัย
 - เครื่องกวาดภาพสี Hewlett Packard ScanJet 4c ขนาด A4
 - เครื่องอ่านเทปแม่เหล็กขนาด 8 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Exabyte



ภาพประกอบ 3.1 แสดงเครือข่ายการทำงานของระบบวิเคราะห์

3.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม INTERGRAPH

ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 5 ชุดคำสั่ง คือ (ภาพประกอบ 3.2)

3.2.1 MicroStation

คือชุดคำสั่งคอมพิวเตอร์งานเขียนแบบ (Computer aided drafting: CAD) สำหรับการจัดการข้อมูลแผนที่และเก็บข้อมูลแผนที่เป็นแฟ้มข้อมูลในรูปของกราฟิก ซึ่งมีฟังก์ชันในการทำงานเกี่ยวกับการจัดเก็บ การเก็บรวบรวม การสืบค้น การแปลงข้อมูลและการแสดงผลของข้อมูลแผนที่ที่จัดทำขึ้น (Intergraph, 1994)

3.2.2 MGE Analyst หรือย่อว่า MGA

คือชุดคำสั่งเกี่ยวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลเชิงพื้นที่ ในแต่ละชั้นข้อมูล ตลอดจนการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างชั้นข้อมูล (Intergraph, 1994)

คือชุดคำสั่งเกี่ยวกับการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข ซึ่งมีฟังก์ชันในการทำงานเกี่ยวกับการแสดงภาพสีผสม การเน้นภาพ การเน้นขอบ การกรองภาพ การปรับแก้เชิงเรขาคณิต การตัด/ต่อภาพข้อมูลดาวเทียม เป็นต้น (Intergraph, 1994)

3.2.4 MGE Advance Imager หรือย่อว่า MAI

คือชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นมาจากชุดคำสั่งของ MBI โดยเพิ่มฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวกับการจำแนกประเภทข้อมูล และการแปลงข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง (Intergraph, 1995)

3.2.5 โอราเคิล

คือระบบการจัดการฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถให้โปรแกรมอื่น ๆ เข้ามาใช้ประโยชน์ได้ รวมทั้งโปรแกรม INTERGRAPH ตลอดจนระบบปฏิบัติการ (Operation system) เช่น DOS, UNIX, VMS, NETWATE และ Windows NT โดยลักษณะการทำงานของโอราเคิลคือ สามารถเก็บข้อมูล นำข้อมูลมาใช้ และแก้ไขข้อมูลได้ สำหรับงานที่ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) นั้นจะต้องกำหนดเลขประจำตัว (Identifying : ID) เพื่อเป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลในโอราเคิลกับข้อมูลกราฟิกใน GIS สำหรับลักษณะโครงสร้างของโอราเคิลประกอบด้วยดังนี้ (ล็อกเลย์ อินเทอร์เน็ตกราฟ (ประเทศ), 2537)

1) DATA DIRECTORY

คือ ลักษณะของตารางที่ประกอบด้วย แถวและคอลัมน์ โดยมีความแตกต่างจากระบบตารางอื่น ๆ คือ ตารางจะสามารถใช้ได้เพียงเจ้าของเท่านั้น

2) TABLESPACES

คือ ลักษณะของแฟ้มฐานสองที่ใช้ในการเก็บ Data directory โดยจะนำไปไว้ภายใต้ไดเรกทอรี c:\orant\rdbs71\ ซึ่งตารางต่าง ๆ ของผู้ใช้ก็จะเก็บอยู่ในไฟล์นี้ด้วย

3) การ COMMITS

คือ เป็นพื้นที่ในหน่วยความจำเรียกว่า System Global Area (SGA) ซึ่งใช้ในการถ่ายเทข้อมูล ซึ่ง SGA เป็นศูนย์กลางของการทำงาน

4) การ ROLLBACKS

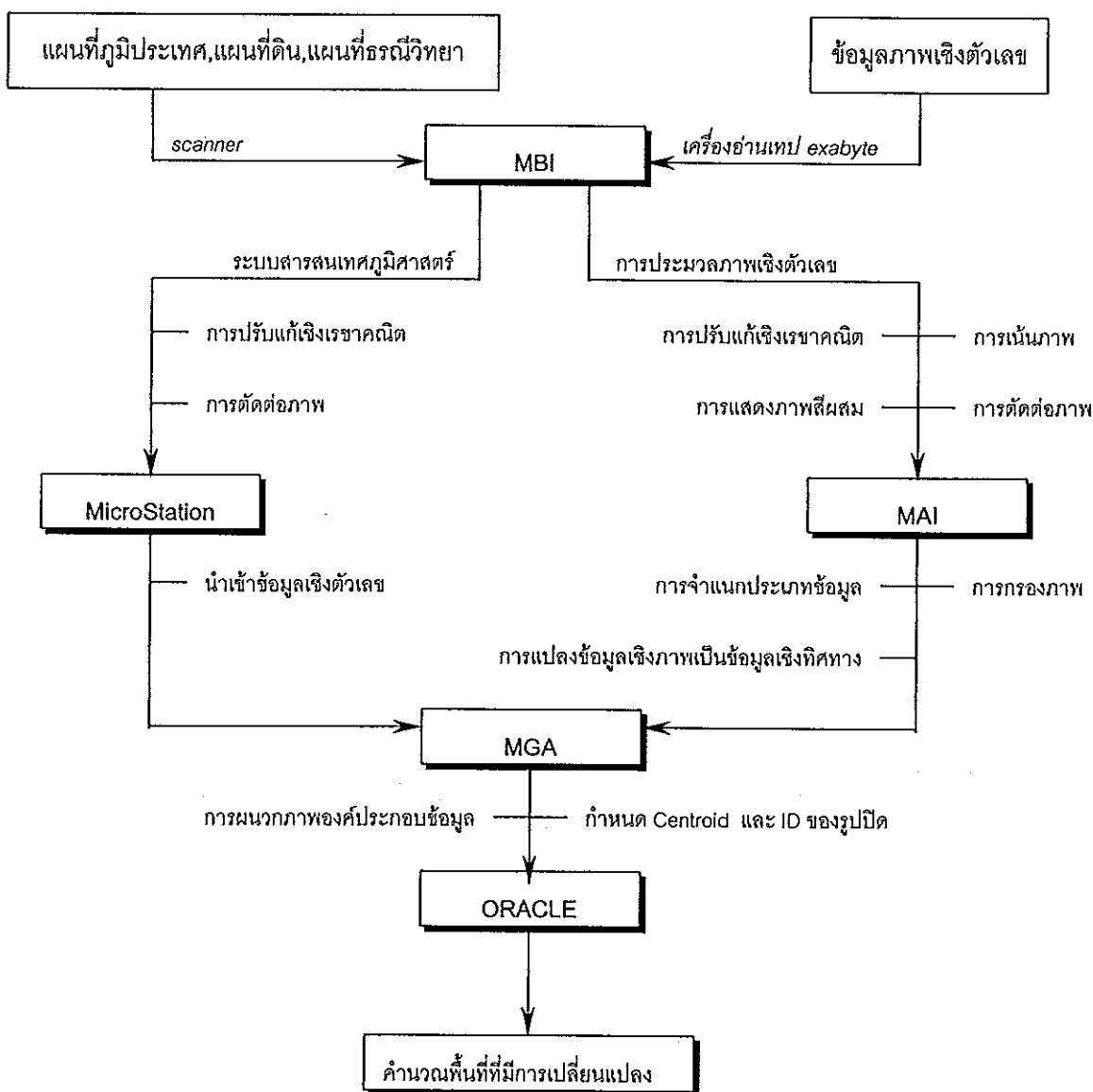
คือ เป็นพื้นที่ของไฟล์ฐานสองซึ่งทำหน้าที่เก็บข้อมูลเสมือนต่าง ๆ ก่อนที่จะมีการแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ

5) การ READ CONSISTENCY

คือ การแสดงข้อมูลที่ถูกต้องในขณะที่ใช้งาน เนื่องจากข้อมูลอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากการแก้ไขข้อมูลจากผู้อื่น ในกรณีที่มีผู้ใช้งานมากกว่า 2 คน

6) การ LOCK

คือ เป็นการกักข้อมูลในกรณีที่มีผู้ใช้ข้อมูลเดียวกัน ณ เวลาเดียวกัน โดยจะอนุญาตให้เมื่อผู้ใดผู้หนึ่งทำการ COMMIT หรือ ROLLBACK เสร็จ



ภาพประกอบ 3.2 ภาพแสดงลักษณะการใช้งานของโปรแกรม INTERGRAPH

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

1) ข้อมูลทางสถิติอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา จากฝ่ายอากาศประจำถิ่น กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา อันได้แก่ อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ปริมาณน้ำฝน, ความสูงของคลื่น และความเร็ว/ทิศทางลม ในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)

2) ข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาของพื้นที่ทำการวิจัย

3) ข้อมูลลักษณะดินของพื้นที่ทำการวิจัย

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม

1) หาตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ด้วย GPS เพื่อกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)

2) วัดความลาดชันของพื้นที่ทำการวิจัย

3) ลักษณะพืชพรรณในพื้นที่ทำการวิจัย

4) ลักษณะดินในพื้นที่ทำการวิจัย

5) กิจกรรมในพื้นที่ทำการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

1) ลักษณะของภูมิอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง โดยเฉพาะลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

2) ลักษณะของธรณีวิทยา และดินในพื้นที่ทำการวิจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

3.4.2 ข้อมูลดาวเทียม

1) การพิจารณาช่วงคลื่นที่เหมาะสมต่อการผสมแม่สี (น้ำเงิน-เขียว-แดง) เพื่อให้เห็นแนวชายฝั่งที่ชัดเจน สามารถใช้ในการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

2) เทคนิคการเน้นภาพที่เหมาะสมกับการสังเกตแนวชายฝั่งได้ชัดเจนที่สุด

3) การวิเคราะห์การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับและแบบกำกับในวิธีต่าง ๆ ว่าแต่ละวิธีมีความสามารถและเหมาะสมในการจำแนกประเภทกลุ่มข้อมูลและมีความถูกต้องเพียงใด โดยการพิจารณาจากค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance และตารางเมตริกซ์ความผิดพลาด ตามลำดับ

3.5 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลักคือ (ภาพประกอบ 3.3)

- ขั้นตอนที่ 1. การเตรียมข้อมูล
- ขั้นตอนที่ 2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- ขั้นตอนที่ 3. การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข
- ขั้นตอนที่ 4. การสำรวจภาคสนาม
- ขั้นตอนที่ 5. การซ้อนทับภาพ

ขั้นตอนที่ 1. การเตรียมข้อมูล

1.1 การเตรียมข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เตรียมแผนที่ที่ต้องใช้ในการศึกษา เช่น แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2530 มาตราส่วน 1 : 50,000 แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี ปี พ.ศ. 2528 มาตราส่วน 1 : 250,000 และแผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2518 มาตราส่วน 1 : 100,000

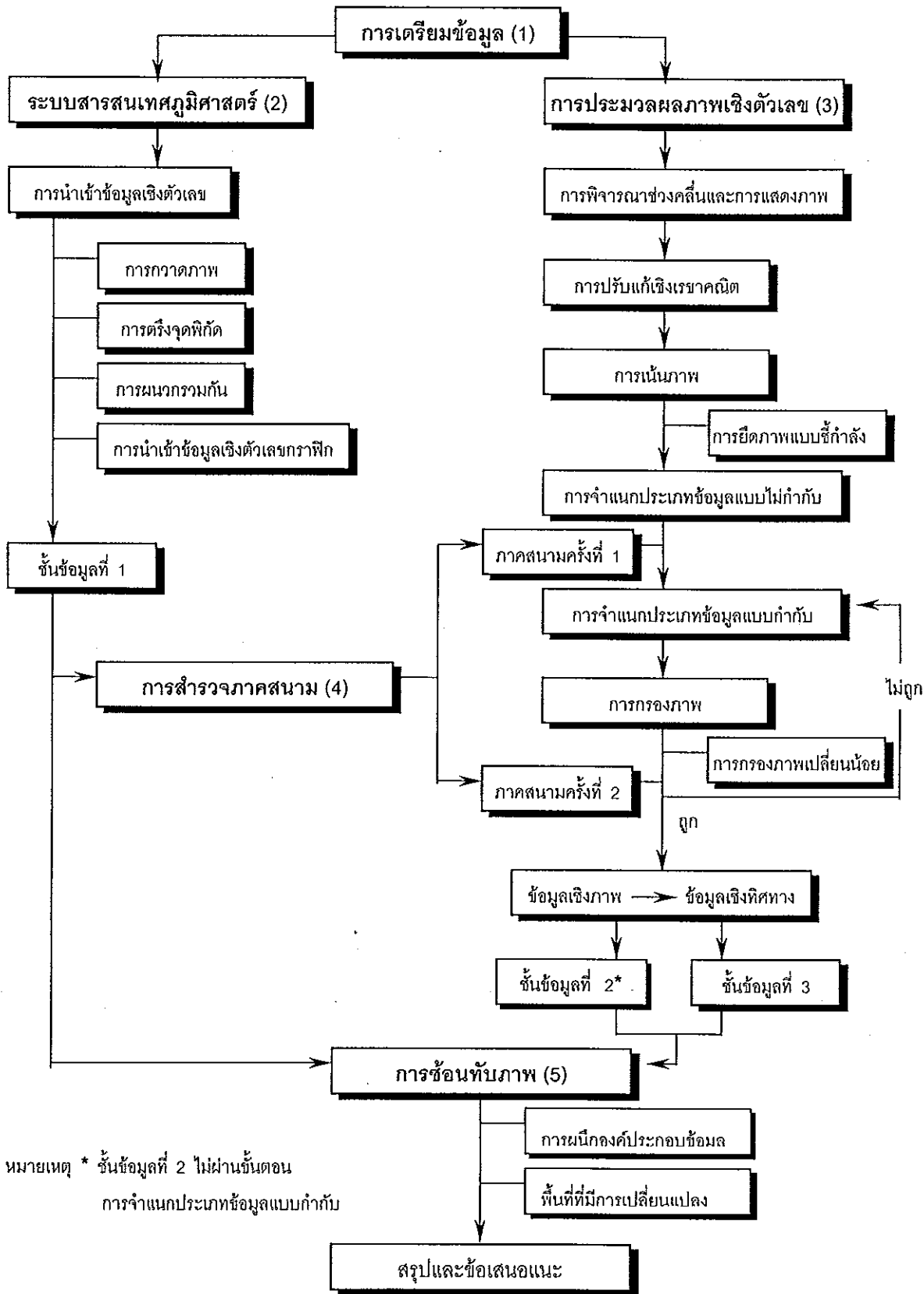
1.2 การเตรียมข้อมูลของการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

นำภาพข้อมูลเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ทั้ง 2 ช่วงเวลาที่เก็บในกิลด์เทป (Exabyte) ขนาด 8 มิลลิเมตร ในรูปของ BIL มาอ่านด้วยเครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก พร้อมกับแยกบันทึกข้อมูลดาวเทียมแต่ละช่วงคลื่นออกเป็นแฟ้มข้อมูลจำนวน 7 แฟ้มข้อมูลตามจำนวนช่วงคลื่นของสัญญาณดาวเทียม

ขั้นตอนที่ 2. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

2.1 การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data)

นำแผนที่ที่ใช้ในการศึกษา เช่น แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ดิน มาเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์โดยการกวาดภาพด้วยเครื่องกวาดภาพสี แต่เนื่องจากเครื่องกวาดภาพสามารถกวาดภาพได้เพียงขนาด A4 ต่อการกวาด 1 ครั้ง ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องกวาดภาพหลาย ๆ ครั้งด้วยกัน และแต่ละครั้งของการกวาดภาพจะต้องให้ภาพที่ถูกกวาดมีส่วนที่เหลื่อมล้ำเล็กน้อยกับภาพที่อยู่ข้างเคียง เพื่อที่สามารถกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ได้ทั้งในส่วนของภาพที่ถูกกวาดและภาพที่อยู่ข้างเคียง จากนั้นจึงนำภาพที่ผ่านการกวาดภาพแต่ละภาพ มาตรึงจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ด้วยคำสั่ง Image to Map ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI เมื่อตรึงจุดพิกัดเรียบร้อยแล้ว ภาพทั้งหมดก็จะต่อกันเป็นภาพพื้นที่ที่ทำการศึกษาโดยอัตโนมัติ



ภาพประกอบ 3.3 ภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย

จากนั้นก็ตัดส่วนที่เหลื่อมล้ำกันออกด้วยคำสั่ง Mosaic Images ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI ภาพที่ได้ก็พร้อมที่จะใช้ในการนำเข้าข้อมูลเชิงตัวเลข

2.2 การนำเข้าข้อมูลเชิงตัวเลข (Digitize)

นำภาพแผนที่ที่ผ่านการตรึงจุดพิกัดมานำเข้าข้อมูลเชิงตัวเลขด้วยโปรแกรม INTERGRAPH ในส่วนของชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MicroStation เพื่อให้ได้แผนที่แสดงพื้นที่ที่ทำการศึกษา (แนวชายฝั่ง) ซึ่งในแผนที่จะประกอบด้วยตำแหน่งที่ตั้งและขอบเขตจังหวัด อำเภอ เส้นทางคมนาคม แม่น้ำและข้อมูลอื่น ๆ ที่มีตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์กำกับอยู่ พร้อมกำหนดให้เป็นชั้นข้อมูลที่ 1 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยขอบเขตของพื้นที่ชนิดหินและดินในแผนที่ธรณีวิทยาและแผนที่ดินของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3. การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

3.1 การเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (Data preparation)

3.1.1 การพิจารณาช่วงคลื่นและการแสดงภาพ

ตามตารางแสดงสมบัติของช่วงคลื่นต่าง ๆ ในระบบ TM (ตาราง 2.4) ให้เลือกช่วงคลื่นที่สามารถใช้พิจารณาชั้นเบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัยแนวชายฝั่ง พร้อมกับแสดงภาพบนจอคอมพิวเตอร์ โดยนำค่าระดับความเข้มสีเทาของแต่ละช่วงคลื่นมาผ่านตัวกรองแม่สี อันได้แก่ สีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดง แล้วนำมาซ้อนทับกันเพื่อให้เกิดเป็นภาพสีผสม (Color composite)

3.1.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต

การปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตเพื่อให้ภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา (ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และปี พ.ศ. 2540-2541) มีตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ตรงกัน โดยอาศัยพิกัดบนแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ปี พ.ศ. 2530 มาตราส่วน 1 : 50,000 ประกอบกับการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ให้ครอบคลุมพื้นที่ของภาพถ่ายดาวเทียมมากที่สุดและจำนวนจุดก็ควรมากพอ โดยอาศัยคำสั่ง Image to Image ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI

3.2 การประมวลผลก่อน (Pre-processing)

การเน้นภาพ

ปรับค่าระดับความเข้มสีเทาของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อลดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากบรรยากาศและความแตกต่างของพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้แสดงรายละเอียดของภาพให้มากที่สุด ด้วยคำสั่ง Image Contrast ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI

3.3 การวิเคราะห์เชิงสถิติและการจำแนกประเภทข้อมูล (Statistical analysis and classification processing)

โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบ่งได้ 2 ขั้นตอน คือ

3.3.1 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ

นำภาพสีผสมเท็จของทั้ง 2 ช่วงเวลามาทำการจัดกลุ่มประเภทข้อมูล ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบ K-mean Clustering และ Isodata Clustering ซึ่งจะแสดงผลในรูปของค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของการจัดกลุ่มประเภทข้อมูลในแต่ละวิธี ด้วยคำสั่ง Classifying Images ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MAI

3.3.2 การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ

นำข้อมูลจากภาคสนามประกอบกับกลุ่มข้อมูลที่ได้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ มากำหนดพื้นที่ตัวอย่างของกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มข้อมูล เมื่อได้พื้นที่ตัวอย่างที่สมบูรณ์แล้วจึงจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541) ด้วยวิธีการจำแนกแบบ Minimum Distance Classification, Parallelepiped Classification และ Maximum Likelihood Classification โดยใช้ค่าตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดในการเปรียบเทียบความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลในแต่ละวิธี ด้วยคำสั่ง Classifying Images ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MAI (เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถกำหนดพื้นที่ตัวอย่างในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ได้ เพราะไม่สามารถทราบองค์ประกอบของข้อมูลย้อนหลังได้ ฉะนั้นผู้วิจัยจึงขอใช้ข้อมูลการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับเป็นเกณฑ์ในการทำวิจัย)

3.4 การตกแต่งข้อมูลหลังการจำแนกประเภทข้อมูล (Post processing)

3.4.1 การกรองภาพ

ลักษณะของข้อมูลที่ผ่านมาการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว ข้อมูลบางส่วนจะกระจัดกระจายเป็นพื้นที่เล็ก ๆ จึงจำเป็นต้องรวบรวมหรือแยกข้อมูลที่เหล่านี้ให้เป็นกลุ่มข้อมูลที่เหมาะสม โดยวิธีการกรองภาพด้วยหน้าต่างกรองภาพขนาด 11×11 เพราะหน้าต่างที่มีขนาดใหญ่ข้อมูลก็มีความสม่ำเสมอมากขึ้น (Jensen, 1998) ด้วยคำสั่ง Filtering Images ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MAI เพื่อให้ภาพที่ได้มีความถูกต้องมากขึ้น และมีความต่อเนื่องกันของจุดภาพ

3.4.2 การแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง

การแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทางด้วยฟังก์ชัน Convert Raster to Vector ในส่วนของชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MAI เมื่อได้ข้อมูลในรูปของข้อมูลเชิงทิศทาง พร้อมกำหนดให้ข้อมูลเชิงทิศทางของขอบแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 เป็นชั้นข้อมูลที่ 2 และ ชั้นข้อมูลที่ 3 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4. การสำรวจภาคสนาม

ข้อมูลที่เก็บได้จากพื้นที่ภาคสนาม ได้แก่

1. การหาตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)
2. ลักษณะเนื้อดิน
3. ความลาดชันของพื้นที่
4. ความกว้าง/ลึกของแนวการกัดเซาะและการทับถม
5. ประเภทของกิจกรรมในพื้นที่

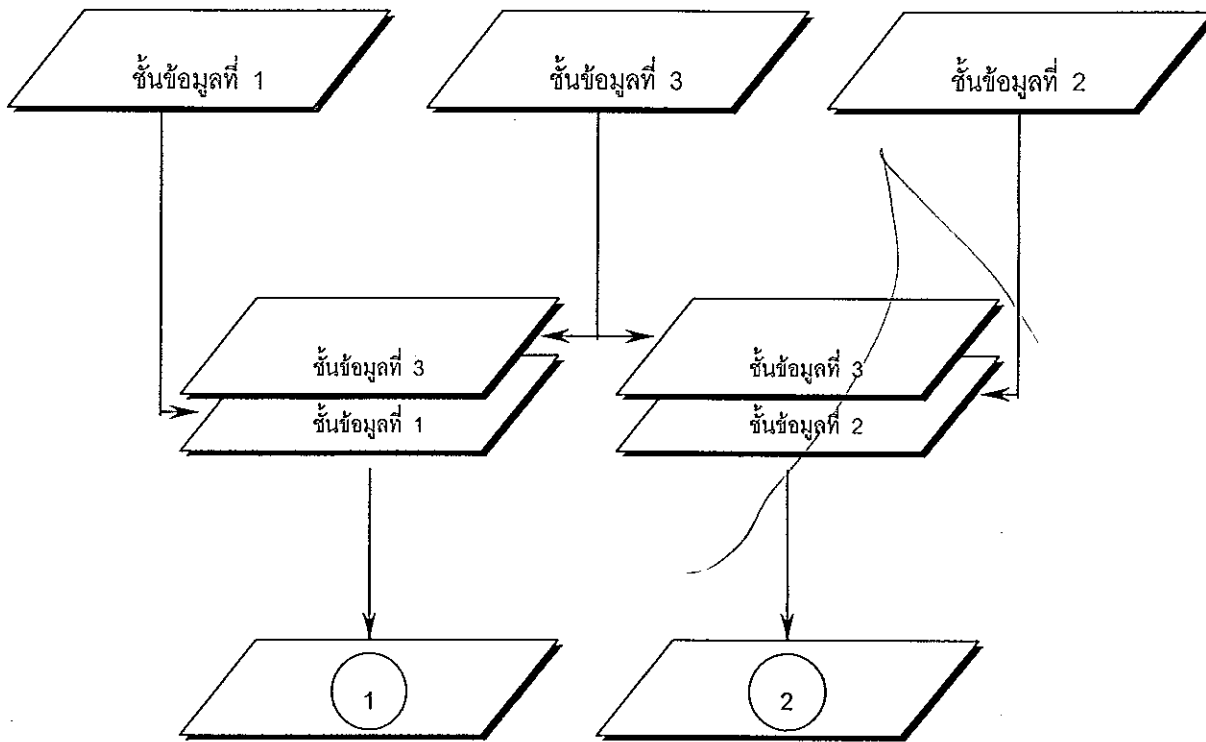
ขั้นตอนที่ 5. การซ้อนทับภาพ (Overlay)

นำแนวชายฝั่งจากขั้นตอนที่ 2 และ 3 ซึ่งข้อมูลอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงทิศทางของแนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิประเทศ (ชั้นข้อมูลที่ 1) และแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา (ชั้นข้อมูลที่ 2 และ 3) มาซ้อนทับกัน ดังผังภาพประกอบ 3.4 พร้อมกับผนวกข้อมูลเข้าด้วยกัน กล่าวคือ การปรับแก้เส้นที่ไม่สมบูรณ์ เช่น เส้นเหลื่อมล้ำกัน เส้นไม่บรรจบกัน เส้นที่ขาดหายไป เส้นที่เกินออกมา เป็นต้น เพื่อให้เส้นมีความถูกต้องและมีลักษณะเป็นรูปปิดพร้อมกับกำหนดจุดรวมมวล (Centroid) และเลขประจำตัว (Identifying : ID) ของแต่ละพื้นที่รูปปิดที่เกิดจากการเหลื่อมล้ำกันของเส้นแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลา เพื่อเป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลในโอราเคิลกับข้อมูลกราฟิกใน MicroStation โดยกำหนดให้

เลขประจำตัว "E" (Erosion) หมายถึงพื้นที่ที่เกิดจากการกัดเซาะ

เลขประจำตัว "D" (Deposition) หมายถึงพื้นที่ที่เกิดจากการทับถม

ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MGA เพื่อสามารถคำนวณหาพื้นที่ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะโอราเคิลต่อไป



กำหนดให้

ชั้นข้อมูลที่ 1 คือ แนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530

ชั้นข้อมูลที่ 2 คือ แนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531

ชั้นข้อมูลที่ 3 คือ แนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541

- ① คือ พื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม
- ② คือ พื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน

ภาพประกอบ 3.4 ฝั่งแสดงการซ้อนทับของแนวชายฝั่ง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

4.1 สัณฐานวิทยาของแนวชายฝั่ง

4.1.1 จังหวัดปัตตานี

แนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานี (พื้นที่ที่ทำการศึกษา) ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่แหลมโพจน ถึงบริเวณบ้านป่าใหม่ อำเภอสายบุรี (รอยต่อระหว่างจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส) รวมเป็นระยะทาง 75 กิโลเมตร แนวชายฝั่งบริเวณนี้ค่อนข้างราบเรียบ มีความกว้างหน้าหาดประมาณ 10 ถึง 50 เมตร ต้นไม้พบส่วนใหญ่เป็นต้นสนและต้นมะพร้าวเป็นหลัก แนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีสามารถแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ที่สำคัญได้ดังนี้ (ภาพประกอบ 4.1)

1) แหลมโพ เป็นแหลมที่เกิดจากตะกอนทรายที่ถูกกระแสน้ำเลียบชายฝั่งพัดพามาทับถม เป็นลักษณะสันดอนจะงอยทรายวางตัวในทิศตะวันออก-ตะวันตก (236 องศา) ซึ่งป่งชี้ถึงทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งบริเวณดังกล่าว ตัวแหลมโพมีความยาว 15,310 เมตร ส่วนที่กว้างที่สุดมีความกว้าง 1,757 เมตร แนวชายฝั่งด้านนอกของแหลมโพเป็นแนวหาดทรายที่แคบและมีความโค้งมนเพราะอิทธิพลของคลื่น ส่วนด้านในเป็นลักษณะเว้า ๆ แหว่ง ๆ โดยส่วนใหญ่เป็นหาดเลนที่เกิดจากการทับถมของตะกอนจากแม่น้ำยะหริ่งและปัตตานี พื้นที่ส่วนใหญ่ของแหลมโพค่อนข้างราบเรียบ ต้นไม้ส่วนใหญ่คือ ต้นสน เพราะมีการปลูกไว้เพื่อใช้เป็นแนวป้องกันลมจากลักษณะการวางตัวของแหลมโพทำให้พื้นที่ด้านในกลายเป็นอ่าว เรียกว่า อ่าวปัตตานี

อ่าวปัตตานี เป็นอ่าวที่อยู่ระหว่างแหลมโพและปากน้ำปัตตานี (ต้นน้ำไหลมาจากรอยต่อระหว่างเขาลาดตาปาปาร์ัง (สูง 1,265 เมตร) และเขาฮันกูส (สูง 1,144 เมตร) ของทิวเขาสันกาลาคีรีในเขตจังหวัดยะลา มีความยาว 190 กิโลเมตร) ขนาดของตัวอ่าวมีความกว้าง 6,281 เมตร และความยาว 12,504 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ 55.6 ตารางกิโลเมตร ปากอ่าวมีความกว้าง 2,311 เมตร อ่าวปัตตานีเป็นเส้นทางคมนาคมที่สำคัญเชื่อมระหว่างทะเลภายนอกกับอำเภอยะหริ่งโดยแม่น้ำยะหริ่ง (ต้นน้ำไหลมาจากบริเวณเขาแบ่งเขตอำเภอมายอกับอำเภอยะรังในจังหวัดปัตตานี มีความยาว 45 กิโลเมตร) น้ำในอ่าวปัตตานีตื้นมาก แนวชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานีส่วนใหญ่เป็นหาดเลนของตะกอนที่พัดพามาทับถมกับแม่น้ำ และมีต้นโกงกางขึ้นอยู่ทั่วไป

2) แหลมบางมะรวด เป็นลักษณะของเนินเขาหินแกรนิต (สูง 26 เมตร) ที่ยื่นลงสู่ทะเล แหลมบางมะรวดอยู่ห่างจากแหลมโพไปทางทิศตะวันตก (285 องศา) เป็นระยะทาง 35.5 กิโลเมตรทางด้านซ้ายของแหลมบางมะรวด คือ ปากน้ำคลองบางมะรวด หาดทรายบริเวณนี้จะปรากฏเป็น

สันทรายขนาดเล็ก ๆ กระจายอยู่ทั่วไป ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่เป็นต้นมะพร้าวแต่ไม่หนาแน่นนัก ห่างออกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ (148 องศา) ประมาณ 4.2 กิโลเมตร ของแหลมบางมะรวด คือ แหลมท่าพระ ซึ่งเป็นเนินเขาเตี้ย ๆ ทางทิศตะวันตกของแหลมท่าพระเป็นปากคลองเขมเขมและหาดเขมเขมซึ่งเป็นหาดกว้าง

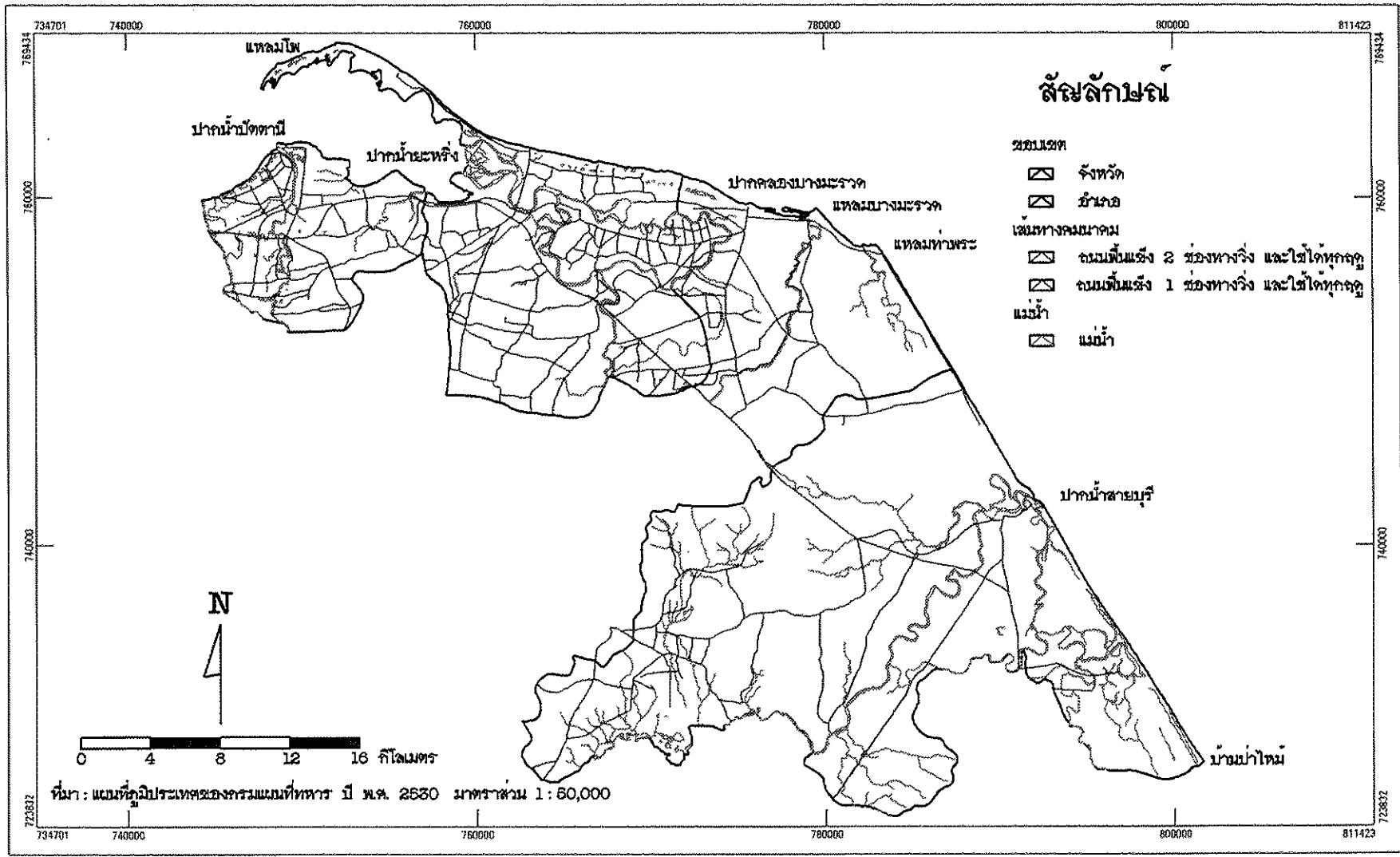
3) แหลมท่าพระถึงบ้านป่าใหม่ แนวชายฝั่งมีลักษณะที่ยาวและเหยียดตรงโดยตลอด วางตัวในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (122 องศา) มีความยาว 35 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างราบเรียบ หน้าหาดมีความกว้างประมาณ 10 ถึง 50 เมตร และมีแนวคันสนและต้นมะพร้าวตลอดแนว ห่างจากแหลมท่าพระลงมา 17 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของปากน้ำสายบุรี (ต้นน้ำไหลมาจากเขาอุลกาอากาศกับเขาตาโบ้ (สูง 269 เมตร) ในเขตจังหวัดนราธิวาส มีความยาว 170 กิโลเมตร) ปากน้ำสายบุรีมีความกว้าง 360 เมตร และมีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นทั้งด้านซ้ายและขวา มีความยาว 300 และ 600 เมตร ตามลำดับ (Sujeet, *et al*, 1996)

4.1.2 จังหวัดนราธิวาส

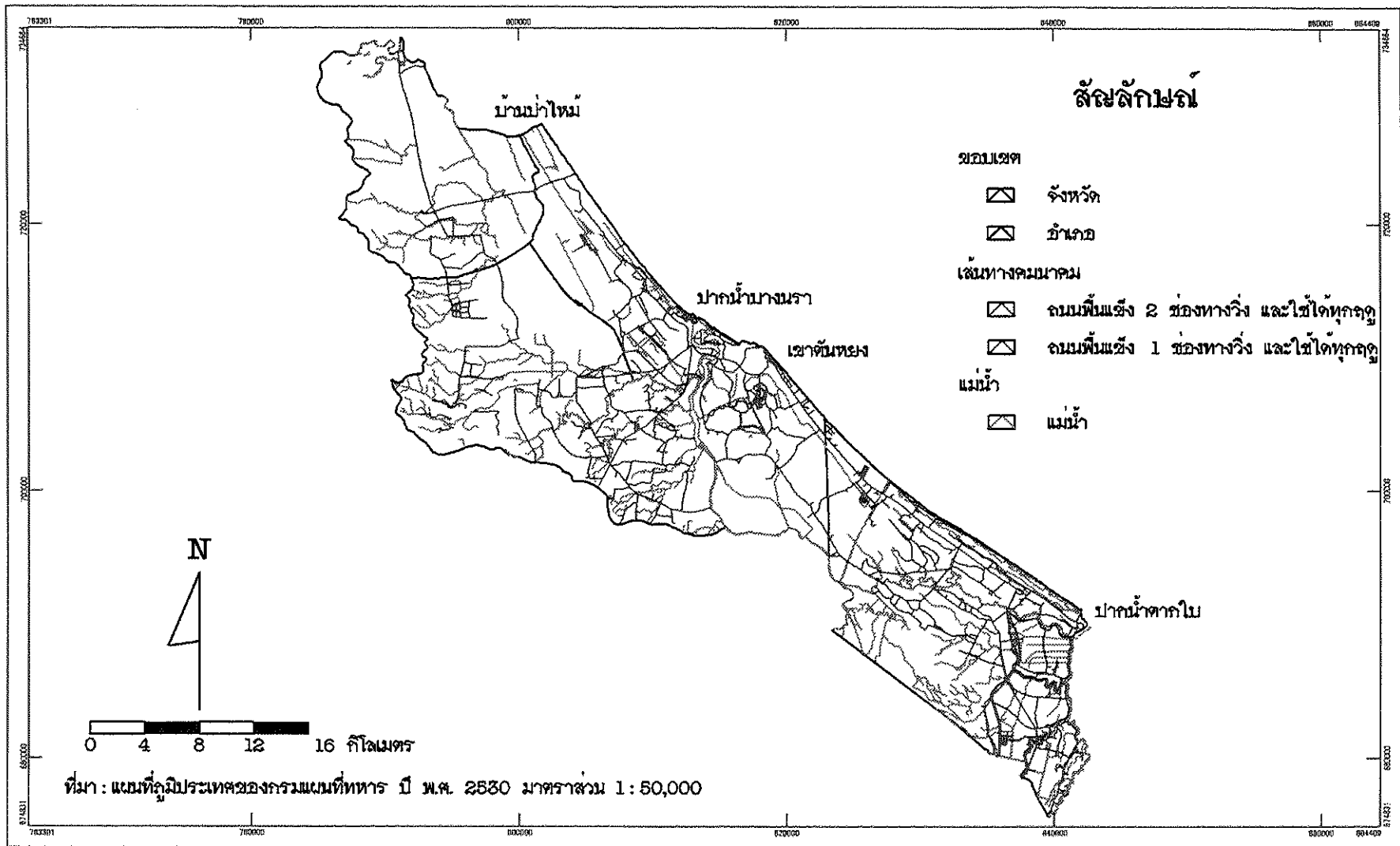
แนวชายฝั่งจังหวัดนราธิวาสครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่บ้านป่าใหม่จนถึงปากน้ำตากใบ รวมเป็นระยะทาง 56 กิโลเมตร แนวชายฝั่งบริเวณนี้ค่อนข้างราบเรียบและเป็นแนวเส้นโค้งเล็กน้อย หน้าหาดมีความกว้างมากกว่าหน้าหาดของบริเวณจังหวัดปัตตานี แนวชายฝั่งจังหวัดนราธิวาสสามารถแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ที่สำคัญได้ดังนี้ (ภาพประกอบ 4.2)

1) บ้านป่าใหม่ถึงเขาตันหยง (เขาหินแกรนิต สูง 293 เมตร) มีความยาว 24 กิโลเมตร แนวชายฝั่งประกอบด้วยคันสนและต้นมะพร้าวตลอดแนว ห่างจากเขาตันหยงขึ้นไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (234 องศา) ประมาณ 5 กิโลเมตร เป็นที่ตั้งของปากน้ำบางนรา (ต้นน้ำแยกมาจากแม่น้ำโก-ลก ในตำบลเกาะสะท้อน อำเภอตากใบ มีความยาว 55 กิโลเมตร) ปากน้ำบางนรามีความกว้าง 250 เมตร และมีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นทั้งซ้ายและขวา มีความยาว 500 และ 750 เมตร ตามลำดับ (Sujeet, *et al*, 1996)

2) เขาตันหยงถึงปากน้ำตากใบ มีความยาว 32 กิโลเมตร แนวชายฝั่งประกอบด้วยคันสนและต้นมะพร้าวเป็นหลัก โดยที่มีป่าเสม็ดและพื้นที่พรุแซมในบางพื้นที่ มีแนวสันดอนทรายขนาดใหญ่วางตัวขนานกับแผ่นดินเรียกว่า คาบสมุทรตากใบ (ส่วนกว้างที่สุดกว้าง 376 เมตร) ทำให้ที่ลุ่มระหว่างสันทรายกลายเป็นแม่น้ำตากใบ (มีความยาว 13 กิโลเมตร) โดยมีปากน้ำจรดกับแม่น้ำโก-ลก (ต้นน้ำมาจากเขาแบ่งเขตระหว่างประเทศไทยกับมาเลเซีย มีความยาว 80 กิโลเมตร) บริเวณบ้านตาบา อำเภอตากใบ ปากน้ำตากใบมีความกว้าง 205 เมตร และเป็นที่ตั้งของท่าเรือ



ภาพประกอบ 4.1 แผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดปัตตานี



ภาพประกอบ 4.2 แผนที่ภูมิประเทศและข้อมูลอื่น ๆ ของจังหวัดนครราชสีมา

4.2 ลักษณะภูมิอากาศ

4.2.1 จังหวัดปัตตานี

ก. ฤดูกาล แบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาลคือ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนมกราคม และฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

ข. อุณหภูมิ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดตลอดปี คือ 32.0 และ 22.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.0 องศาเซลเซียส (ตาราง 4.2) (ภาพประกอบ 4.3)

ค. ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ร้อยละ 81 ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน (ร้อยละ 96) และต่ำสุดในเดือนมีนาคมและเมษายน (ร้อยละ 55) (ตาราง 4.2) (ภาพประกอบ 4.3)

ง. ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,758.6 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีเฉลี่ย 142 วัน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดและน้อยที่สุด คือเดือนพฤศจิกายน (414.4 มิลลิเมตร) และเดือนกุมภาพันธ์ (22.3 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 4.2) (ภาพประกอบ 4.4)

จ. ลม ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด 5.1 นอต ในเดือนกุมภาพันธ์ (ทิศตะวันออก) และความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด 3.0 นอต ในเดือนตุลาคม (ทิศตะวันตก) (ตาราง 4.2) (ภาพประกอบ 4.5)

4.2.2 จังหวัดนราธิวาส

ก. ฤดูกาล แบ่งออกได้เป็น 2 ฤดูกาลคือ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม และฤดูแล้ง เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

ข. อุณหภูมิ อุณหภูมิเฉลี่ยสูงและต่ำสุดตลอดปี คือ 31.8 และ 23.4 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.2 องศาเซลเซียส (ตาราง 4.3) (ภาพประกอบ 4.6)

ค. ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี ร้อยละ 82 ความชื้นเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน (ร้อยละ 97) และต่ำสุดในเดือนเมษายน ร้อยละ 63 (ตาราง 4.3) (ภาพประกอบ 4.6)

ง. ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,400.1 มิลลิเมตรต่อปี จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปีเฉลี่ย 170.2 วัน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดและน้อยที่สุด คือเดือนพฤศจิกายน (605.3 มิลลิเมตร) และเดือนกุมภาพันธ์ (36.8 มิลลิเมตร) ตามลำดับ (ตาราง 4.3) (ภาพประกอบ 4.7)

จ. ลม ความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด 4.0 นอต ในเดือนธันวาคม (ทิศตะวันออก) และความเร็วลมเฉลี่ยต่ำสุด 2.3 นอต ในเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม (ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ) (ตาราง 4.3) (ภาพประกอบ 4.8)

4.3 ลักษณะคลื่นและกระแสน้ำ

4.3.1 จังหวัดปัตตานี

ก. คลื่น ความสูงของคลื่นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด มีความสูงเฉลี่ย 3.6 เมตร (ธันวาคม) และ 1.0 เมตร (สิงหาคม) ตามลำดับ และมีความสูงของคลื่นโดยเฉลี่ย มีความสูง 3.4 เมตร ในเดือนธันวาคม ดังตาราง 4.2

ข. กระแสน้ำ กระแสน้ำบริเวณจังหวัดปัตตานี (หาดบางมะรวด) ทำการตรวจวัดที่ระดับความลึกของน้ำทะเล 3 ระดับ คือ 6, 20 และ 30 เมตร มีความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ แสดงดังตาราง 4.1

4.3.2 จังหวัดนราธิวาส

ก. คลื่น ความสูงของคลื่นเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด มีความสูงเฉลี่ย 3.0 เมตร (ธันวาคม) และ 0.6 เมตร (พฤษภาคมถึงกรกฎาคม) ตามลำดับ และมีความสูงของคลื่นโดยเฉลี่ย มีความสูง 3.0 เมตร ในเดือนธันวาคม ดังตาราง 4.3

ข. กระแสน้ำ กระแสน้ำบริเวณจังหวัดนราธิวาส (คาบสมุทรตากใบ) ทำการตรวจวัดที่ระดับความลึกของน้ำทะเล 2 ระดับ คือ 6 และ 9 เมตร มีความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ แสดงดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ตารางแสดงความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำบริเวณจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส

ระดับความลึก (เมตร)	ความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำ (นอต / องศา)					
	แหลมโพ *		หาดบางมะรวด **		คาบสมุทรตากใบ **	
	น้ำขึ้น	น้ำลง	น้ำขึ้น	น้ำลง	น้ำขึ้น	น้ำลง
6	0.65 / 230 ⁰	0.50 / 50 ⁰	1.04 / 310 ⁰	0.42 / 290 ⁰	0.60 / 170 ⁰	0.64 / 340 ⁰
9	-	-	-	-	0.70 / 125 ⁰	0.48 / 285 ⁰
20	-	-	1.10 / 320 ⁰	0.36 / 290 ⁰	-	-
30	-	-	0.58 / 300 ⁰	0.36 / 150 ⁰	-	-

หมายเหตุ สถานีตรวจวัด

บริเวณหาดบางมะรวด ที่ ละติจูด 07° 16'.06 เหนือ ลองจิจูด 100° 37'.99 ตะวันออก

บริเวณคาบสมุทรตากใบ ที่ ละติจูด 06° 18'.21 เหนือ ลองจิจูด 102° 04'.14 ตะวันออก

ที่มา : *อัปสรสุดา ศิริพงษ์, 2529

**กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2541

ตาราง 4.2 ตารางแสดงสถิติภูมิอากาศของจังหวัดปัตตานีในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)

อุณหภูมิ (C)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ประจำปี
เฉลี่ย	25.8	26.3	27.2	28.1	28.1	27.7	27.4	27.4	27	26.7	26.1	25.7	27
เฉลี่ยสูงสุด	30.4	31.7	33	34.1	33.7	33	32.7	32.7	32.2	31.3	29.9	29.3	32
สูงสุด	34.03	35.1	37.9	37.9	37.5	36	36.3	35.8	35.5	35.6	33.8	33	37.9
เฉลี่ยต่ำสุด	21.7	21.6	22	23.1	23.8	23.6	23.3	23.2	23.2	23.2	23.1	22.6	22.9
ต่ำสุด	17.8	16.7	17.5	17.4	19.6	20.6	20.1	20.8	20.8	20.6	20	19.4	16.7
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	80	78	77	77	80	80	80	80	81	84	86	84	81
เฉลี่ยสูงสุด	95	95	95	94	95	94	94	94	94	95	96	95	95
เฉลี่ยต่ำสุด	60	57	55	55	59	60	60	59	62	67	71	69	61
ต่ำสุด	37	30	28	33	34	28	38	38	40	46	49	48	28
ลม	5	5.1	4.7	4	3.2	3.4	3.7	4	3.9	3	3.2	4.3	
ทิศทาง	E	E	E	E	W	W	W	W	W	W	E	E	
ปริมาณน้ำฝน	47.6	22.3	35.8	65.4	138.8	114.4	120.3	129.5	148.6	193.5	414.4	328	1758.6
เฉลี่ย (มิลลิเมตร)	6.2	3.1	3.7	6.3	13.6	12.1	12.8	13	15.2	18.4	20.6	16.7	142
จำนวนวัน (วัน)	191	61.6	106.4	73.8	98.3	68.1	82.1	98	84.6	133.5	266.2	233.4	266.2
สูงสุด (มิลลิเมตร)													
ความสูงของคลื่น (เมตร)	2.9	2.7	2.6	2.1	1.9	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	3.4	3.4	
เฉลี่ย	3	2.9	2.7	2.4	2	2	1.8	1.9	2	2	3.4	3.6	
เฉลี่ยสูงสุด	2.9	2.3	2.1	2	1.6	1.3	1.2	1	1.2	1.2	2.9	3.3	
เฉลี่ยต่ำสุด													

หมายเหตุ ข้อมูลปี พ.ศ. 2541 รวบรวมถึงเดือนเมษายน

ข้อมูลความสูงของคลื่นเป็นข้อมูลในคาบ 8 ปี (พ.ศ. 2534-2541) และได้จากการตรวจวัดจากสถานีจังหวัดสงขลา

ที่มา : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541

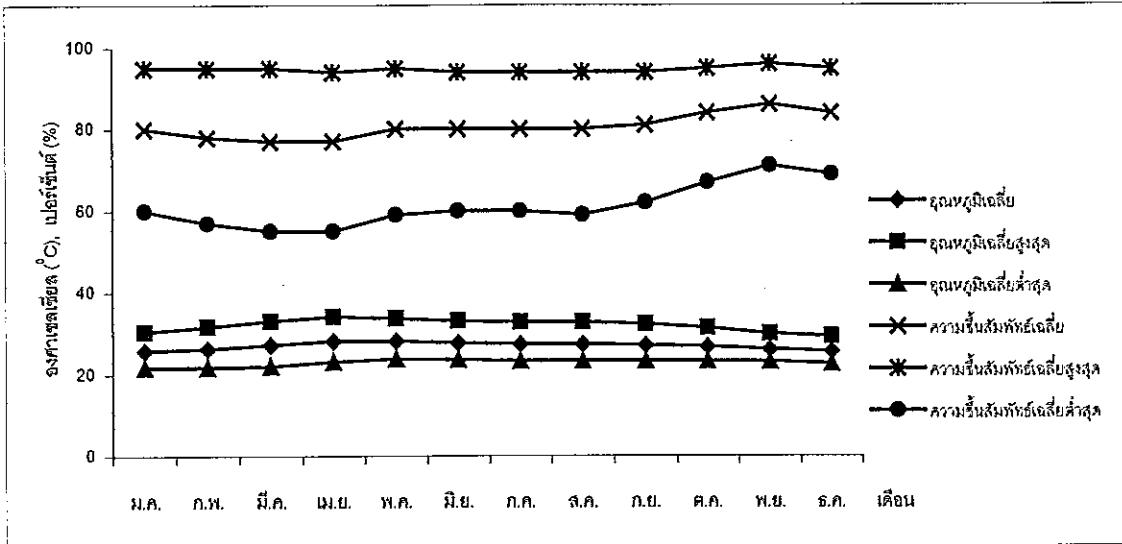
ตาราง 4.3 ตารางแสดงสถิติภูมิอากาศของจังหวัดน่านภายในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)

อุณหภูมิ (C)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ปี
เฉลี่ย	26.2	26.7	27.5	28.4	28.4	28	27.6	27.5	27.3	27	26.3	27	27.2
เฉลี่ยสูงสุด	30.2	31.2	32.2	33.4	33.4	33.1	32.7	32.7	32.4	31.5	29.9	31.5	31.8
สูงสุด	33.6	35.1	36.6	37.6	39	37	36.3	38.3	36.4	37.8	35.3	37.8	39
เฉลี่ยต่ำสุด	22.6	22.7	23.1	23.9	24.1	23.8	23.5	23.4	23.4	23.5	23.3	23.5	23.4
ต่ำสุด	17.9	17.5	18.8	20.2	20.5	21.4	20.5	21	21.1	20.3	20.7	20.3	17.5
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	81	80	79	79	80	80	81	81	82	84	87	84	82
เฉลี่ยสูงสุด	94	93	93	93	94	94	94	94	95	95	97	95	94
เฉลี่ยต่ำสุด	68	66	65	63	64	64	64	64	65	69	75	69	67
ต่ำสุด	49	47	40	45	38	40	39	40	36	45	48	45	36
ลม	3.8	3.9	3.5	3	2.6	2.3	2.3	2.3	2.4	2.3	2.6	2.3	4
ทิศทาง	E	E	E	E	N	E,NE	NE	NE,SW	NE	NE	NE	NE	E
ปริมาณน้ำฝน	108.8	36.8	77.8	66.6	146.1	121.3	136.3	149.8	185.3	262.3	605.3	262.3	2400.1
เฉลี่ย (มิลลิเมตร)	12.4	7.3	6.7	7.4	13.1	12.7	13.2	15.1	17.2	20	22.9	20	170.2
สูงสุด (มิลลิเมตร)	424.6	41.5	154.2	109.9	126.3	87.6	98.5	87.8	124.3	237.2	442.7	237.2	442.7
ความสูงของคลื่น (เมตร)	2.5	2	1.6	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	2.6	1.3	3
เฉลี่ยสูงสุด	2.6	2.7	2.2	2	1.9	1.7	1.7	1.7	1.7	2	2.9	2	3
เฉลี่ยต่ำสุด	1.9	1.6	1.1	1	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	2.4	0.9	2.5

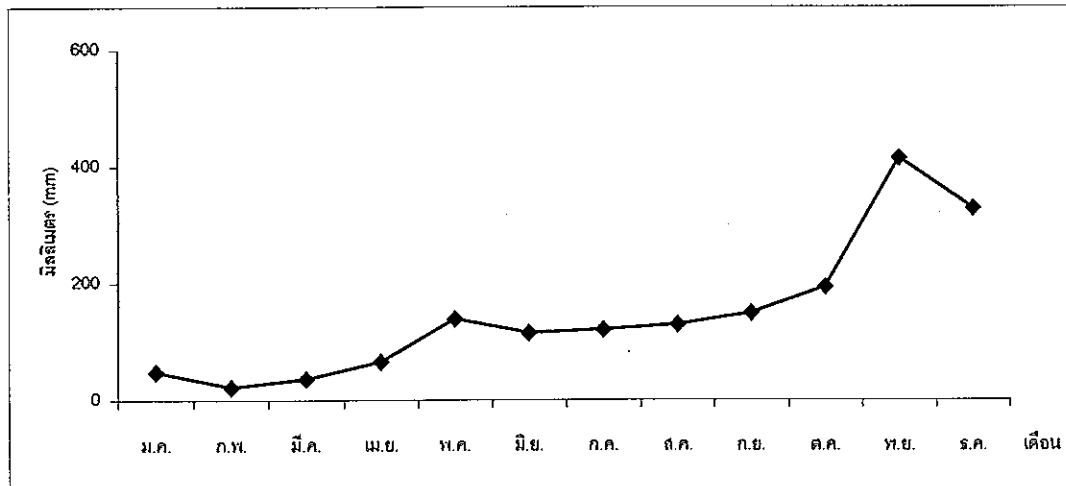
หมายเหตุ ข้อมูลปี พ.ศ. 2541 รวบรวมถึงเดือนเมษายน

ข้อมูลความสูงของคลื่นเป็นข้อมูลในคาบ 8 ปี (พ.ศ. 2534-2541)

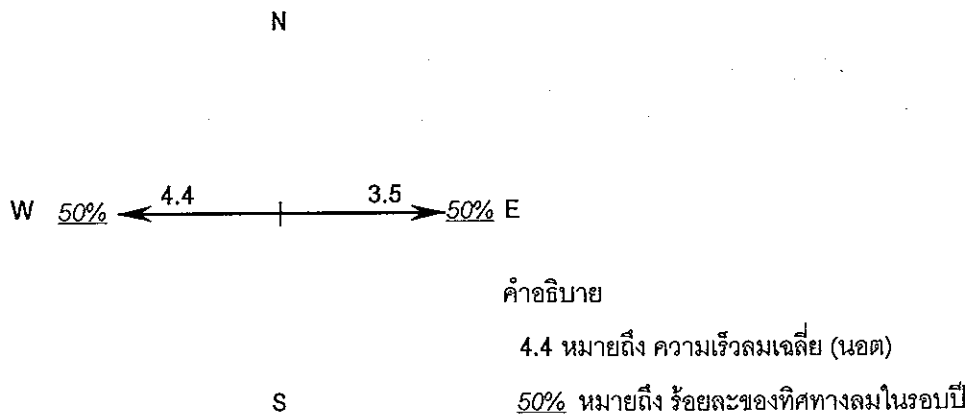
ที่มา : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541



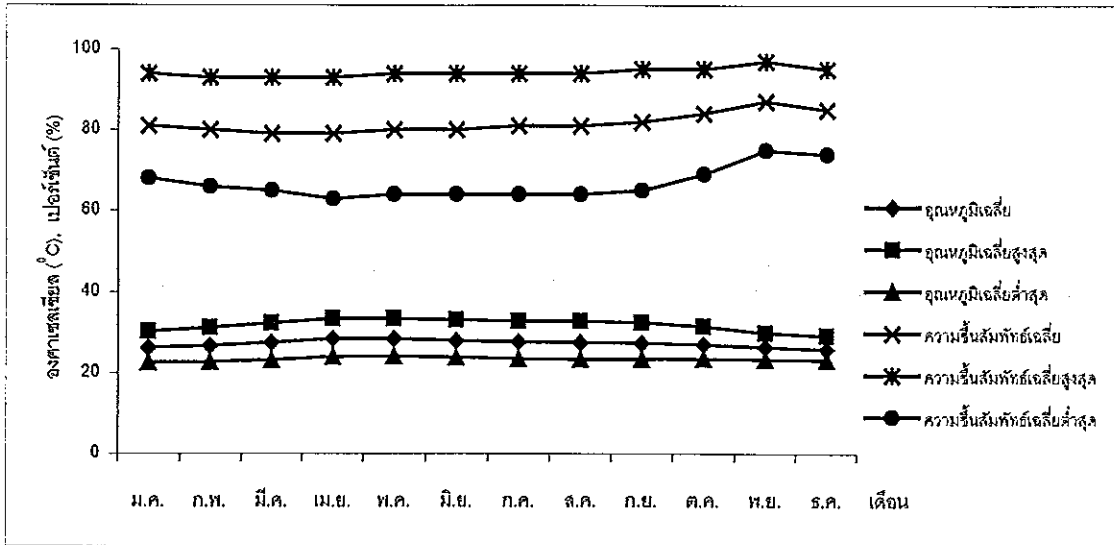
ภาพประกอบ 4.3 ภาพแสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของจังหวัดปัตตานีในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)



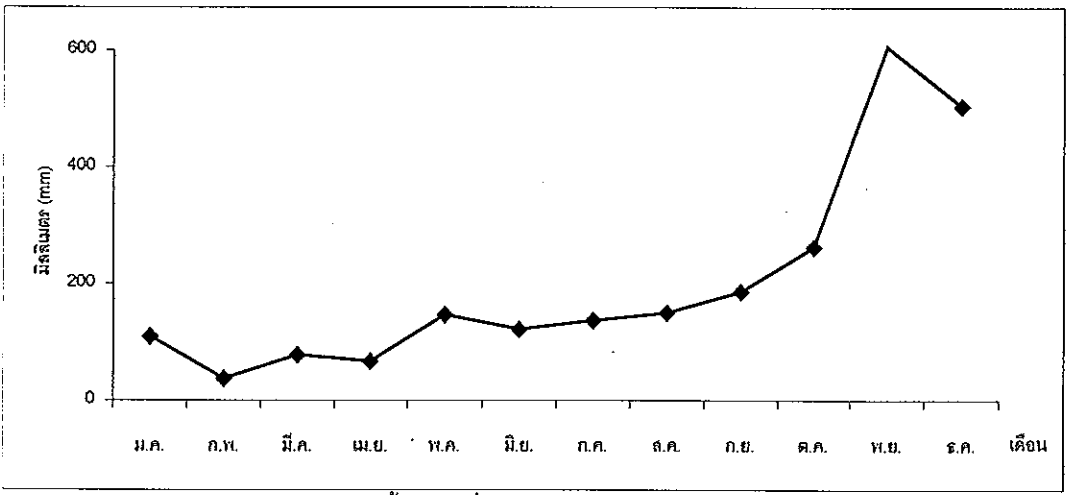
ภาพประกอบ 4.4 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดปัตตานีในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)



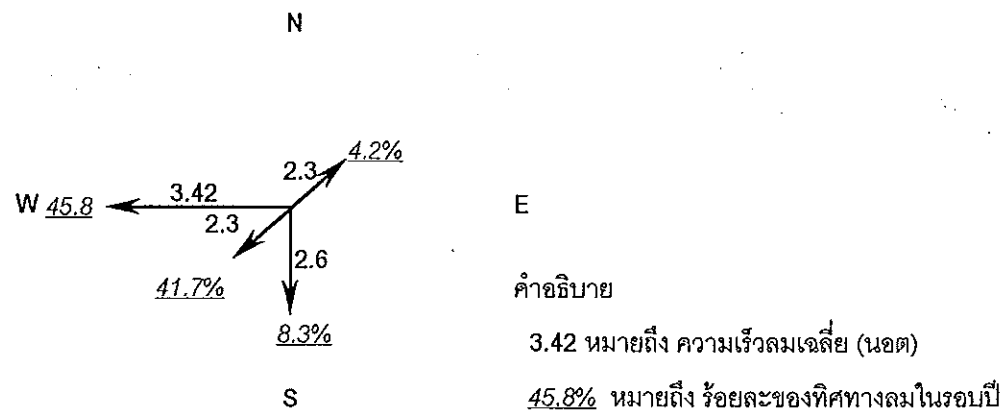
ภาพประกอบ 4.5 ภาพแสดงความถี่ประจำปีเฉลี่ยของลมของจังหวัดปัตตานีในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)



ภาพประกอบ 4.6 ภาพแสดงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของจังหวัดนราธิวาสในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)



ภาพประกอบ 4.7 ภาพแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของจังหวัดนราธิวาสในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)



ภาพประกอบ 4.8 ภาพแสดงความถี่ประจำปีเฉลี่ยของลมของจังหวัดนราธิวาสในคาบ 32 ปี (พ.ศ. 2510-2541)

4.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

สภาพทางธรณีวิทยาบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส อาจแบ่งได้ดังนี้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2528) ดังภาพประกอบ 4.9

4.4.1 หินชั้นและหินแปร (Sedimentary and Metamorphic Rocks)

ก. ตะกอนน้ำพา (Qa)

ซึ่งเป็นหินยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และทรายชายหาดใหม่และเก่า พบการกระจายตัวอยู่ทั่วไปตลอดแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพล่งไปถึงปากน้ำตากใบ

ข. ตะกอนตะพักลุ่มน้ำ (Qt)

ซึ่งเป็นหินยุคควอเทอร์นารี ประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง ดิน และดินเลน พบการกระจายในบริเวณกิ่งอำเภอไม้แก่น จังหวัดปัตตานี

ค. หินตะกอนเนื้อผสม (T)

ซึ่งเป็นหินยุคเทอร์เชียรี (Tertiary) ประกอบด้วย หินกรวดมน หินทราย ทราย และกรวด ซึ่งมีเนื้อกึ่งประสานตัวถึงประสานตัวดี มีทรายเป็นเลนส์ และซากพืช พบการกระจายตัวในบริเวณอำเภอยี่งอ

ง. หินตะกอน (C*)

ซึ่งเป็นหินยุคคาร์บอนิเฟอรัส (Carboniferous) ประกอบด้วย หินทราย สีนํ้าตาลแกมแดงถึงสีน้ำตาล หินดินดานกึ่งหินชนวน หินดินดานเนื้อปนฝุ่นภูเขาไฟ สีนํ้าตาลถึงสีแดง และหินทรายกรวดมน มีชั้นเฉียงระดับ พบการกระจายในบริเวณกิ่งอำเภอทุ่งยางแดง จังหวัดยะลา แต่ไม่พบในพื้นที่แนวชายฝั่งที่ทำการศึกษา

จ. หินตะกอน (SD_{0r})

ซึ่งเป็นหินยุคไซลูเรียนถึงดีโวเนียน (Silurian to Devonian) ประกอบด้วย หินปูนตกผลึกใหม่ถึงหินอ่อน หินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์ หินซิสต์กึ่งฟิลไลต์ และหินไมกาซิสต์ พบการกระจายในบริเวณต้นน้ำสายบุรี และบางส่วนของอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส

4.4.2 หินอัคนี (Igneous Rocks)

ก. หินอัคนี (K_{Gr})

ซึ่งเป็นหินยุคครีเทเชียส (Cretaceous) ประกอบด้วย หินแกรนิต หินควอร์ตมอนไซไนต์ หินเพกมาไทต์ หินแอไฟลด์และหินทัวร์มาลีนแกรนิต พบการกระจายบริเวณเขามะรวดและเขาพ้อมิ่ง ในอำเภอปานาเระ

ข. หินอัคนี (TR_{gr})

ซึ่งเป็นหินยุคไทรแอสซิก (Triassic) ประกอบด้วย หินแกรนิตและหินแกรโนไดออไรต์ เนื้อปานกลางถึงเนื้อหยาบ เนื้อดอก มีเศษหินอื่นปน พบบริเวณเขาต้นหยงในอำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส

4.5 ลักษณะดิน

ทรัพยากรดินบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส อาจแบ่งได้ดังนี้ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2518) ดังภาพประกอบ 4.10

4.5.1 Clayey Paleaquults

พบบริเวณที่ราบลุ่มมีความชื้นน้อย เป็นดินลึก มีการระบายน้ำเร็ว การซาบซึมน้ำช้า ดินชั้นบนเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียวปนดินร่วน มีสีเทาหรือสีเทาอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.0) ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียว มีสีเทาอ่อนหรือสีเทาอ่อนปนน้ำตาล มีจุดประสีเหลืองหรือน้ำตาล ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ (pH 5.1-5.5) ดินชั้นล่างลึก 100-150 เซนติเมตร มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียว พบบริเวณอำเภอเมืองจนถึงอำเภอปานาเระ จังหวัดปัตตานี

4.5.2 Clayey Paleudults

พบในบริเวณพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงพื้นที่ที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดต่ำ มีความลาดชัน 2-6 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการทับถมของวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซาบซึมน้ำได้ดี ปานกลาง ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนเหนียวหรือดินเหนียว มีสีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลเข้มปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ (pH 5.0-5.5) ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลแก่ ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ (pH 5.0-5.5) พบในบริเวณด้านหลังของเขาดันหยง

4.5.3 Loamy Paleudults

พบในบริเวณที่เป็นสันดินริมน้ำ เกิดจากตะกอนน้ำพัดพามาทับถมกัน เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ดี พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ ดินชั้นบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว มีสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งหรือดินร่วนปนเหนียว มีสีน้ำตาลปนเหลืองหรือน้ำตาลเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) พบในบริเวณต้นน้ำสายบุรี

4.5.4 Loamy Fluvaquents

เป็นดินใหม่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำ พบตามที่ราบต่ำริมลำน้ำ มีการระบายน้ำเร็ว น้ำซึมผ่านได้ช้า ดินชั้นบนเนื้อดินเป็นดินร่วนหรือดินเหนียวปนดินร่วน มีสีน้ำตาลปนเทาหรือสีเทาเข้ม ปฏิกริยาเป็นกรดจัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวปนดินร่วนสลับกับชั้นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย มีสีเทาอ่อนหรือสีน้ำตาลปนเทา ดินชั้นล่างจะพบจุดประสีน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดปานกลาง (pH 5.1-6.0) พบในบริเวณด้านขวาของปากน้ำสายบุรี ถัดจากชุดดิน Sandy Tropohumods เข้ามา

4.5.5 Loamy Tropaquepts

พบในพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ เกิดจากตะกอนน้ำทับถมกัน น้ำทะเลเคยท่วมถึง ในฤดูฝนน้ำมักท่วมขังดินให้น้ำซึมผ่านได้ช้า มีการระบายน้ำเร็ว ดินชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) ดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง สีเทาอ่อน มีจุดประสีน้ำตาลหรือน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (pH 4.5-5.5) พบในแนวชายฝั่งบริเวณตั้งแต่ปลายแหลมโพจนถึงบริเวณแหลมบางมะรวด

4.5.6 Sandy Tropohumods

พบในบริเวณหาดทรายเก่าที่ขนานไปกับชายฝั่งทะเล ดินชั้นบนเป็นทรายปนดินร่วนหรือดินทราย สีค่อนข้างดำหรือสีเทาเข้ม ดินล่างตอนบนลึก 40-80 เซนติเมตร พบดินทรายมีสีดำคล้ำหรือสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งเป็นชั้นที่มีการสะสมอินทรีย์วัตถุ ธาตุเหล็กและ/หรือดินเหนียว ฯลฯ ที่ถูกชะล้างมาจากชั้นดินตอนบน ชั้นดินล่างเป็นทรายสีเทาหรือสีขาว พบในแนวชายฝั่งบริเวณด้านขวาของปากน้ำสายบุรีจนถึงบริเวณหาดอ่าวมะนาว และบริเวณคาบสมุทรตากใบจนถึงปากน้ำตากใบ

4.5.7 Skeletal Tropudults

เกิดจากการสลายตัวของหินตะกอนเนื้อหยาบ แล้วเคลื่อนลงมาทับถมกันตามพื้นที่ราบลาดเนินตะกอนเชิงเขาหรือตามพื้นที่ที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มีความลาดชัน 3-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินต้น มีการระบายน้ำดี การซึมน้ำได้ปานกลาง ดินชั้นบนเป็นดินร่วนถึงดินร่วนปนทรายหรือดินร่วนปนทรายละเอียด มีสีน้ำตาล น้ำตาลเข้ม สีเข้มของน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดแก่มาก (pH 5.0-5.5) ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนหรือร่วนปนทราย มีสีน้ำตาลปนเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้มปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงกรดแก่มาก (pH 5.0-5.5) พบในแนวชายฝั่งบริเวณระหว่างแหลมท่าพระกับแหลมบางมะรวด

4.5.8 Skeletal Trophoblasts

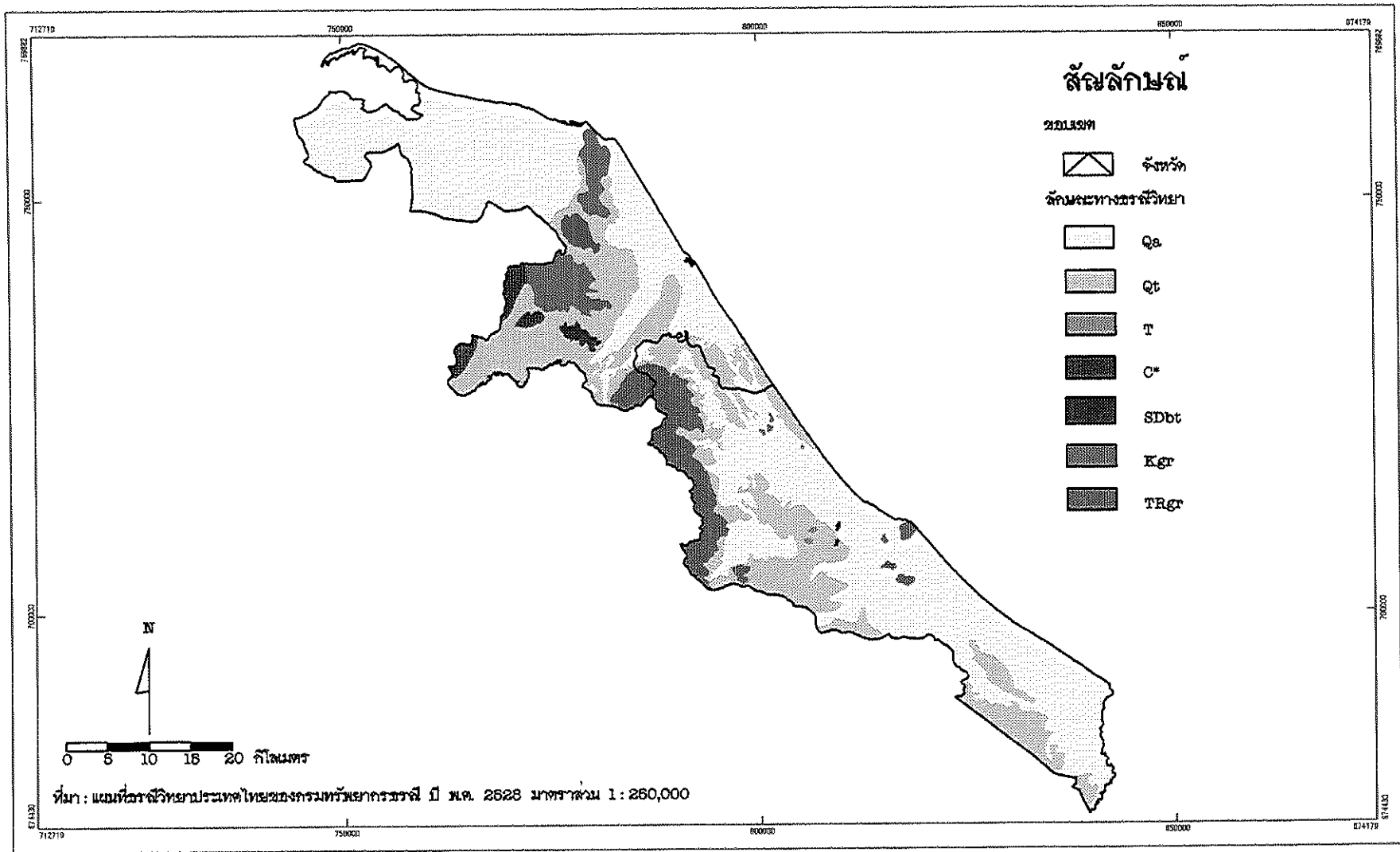
เกิดจากการสลายตัวของหินตะกอนเนื้อหยาบ เช่น หินควอร์ตไซต์และหินทราย แล้วเคลื่อนย้ายมาทับถมกันตามพื้นที่ราบลาดเนินตะกอนเชิงเขาหรือพื้นที่ที่เหลื่อมค้ำจากการกัดกร่อน สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน มีความลาดชัน 5-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินต้น การระบายน้ำดี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทราย มีสีน้ำตาลถึงสีเข้มของน้ำตาลปนเหลือง ปฏิกริยาดินเป็นกรดแก่ถึงด่างอ่อน (pH 5.5-7.5) ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ลึกลงไปมีส่วนประกอบของกรวดของหินควอร์ตไซต์และหินทรายซึ่งมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมีมุมค่อนข้างแหลมคม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-7.0 เซนติเมตร หรืออาจมีกรวดศิลาแลงปะปนอยู่บ้าง พบในแนวชายฝั่งบริเวณด้านซ้ายของปากน้ำสายบุรีจนถึงบริเวณแหลมท่าพระ

4.5.9 Tropofibrists

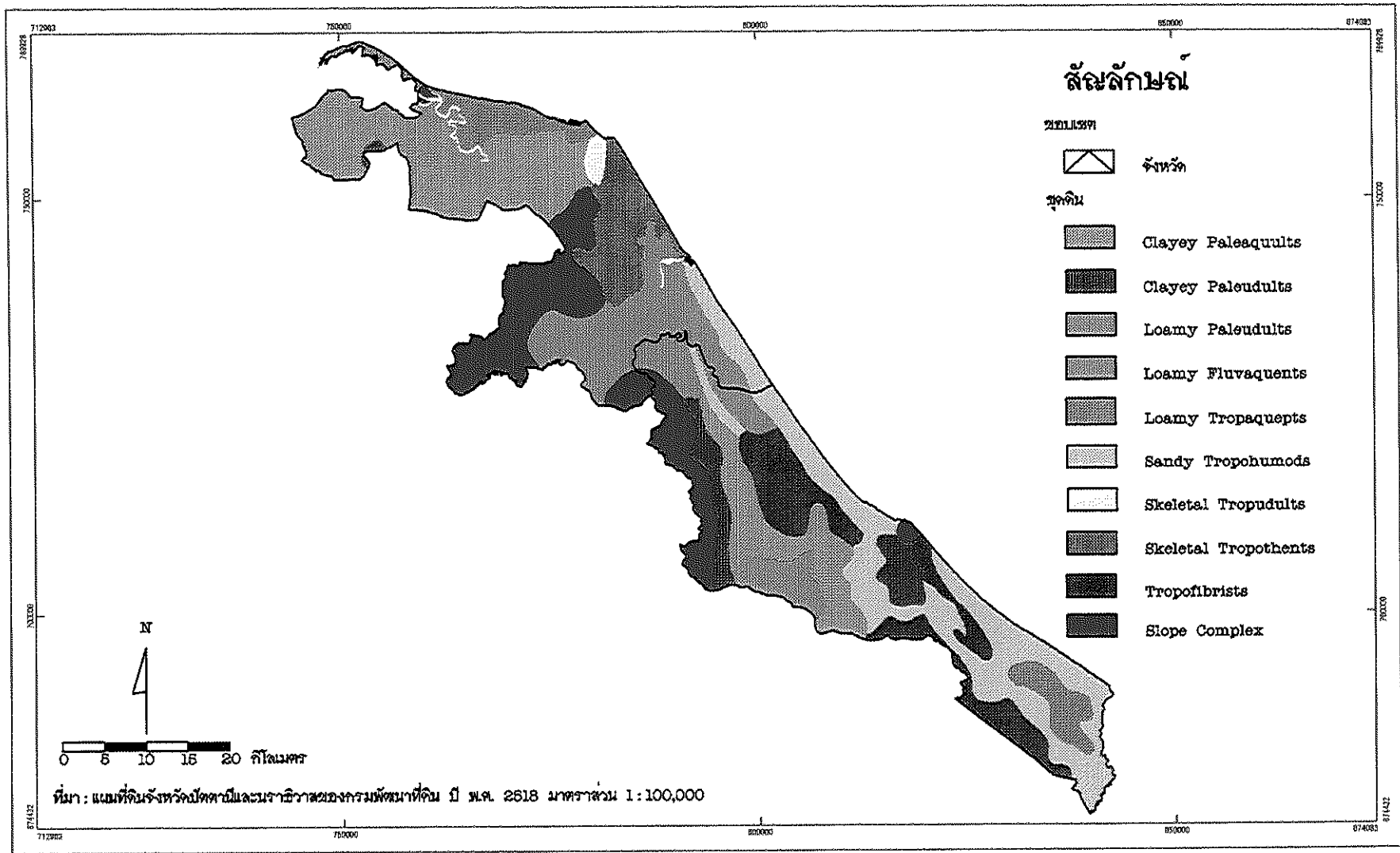
เกิดจากการทับถมของเศษซากพืชในบริเวณที่ราบลุ่มต่ำเป็นเวลานานและมีน้ำขังเกือบตลอดปี เศษซากพืชจะเน่าเปื่อยยุพังทับถมกัน มีทั้งส่วนที่สลายตัวมาเป็นเวลานานและส่วนที่กำลังสลายตัว การสลายตัวของเศษซากพืชนี้ทำให้เกิดชั้นอินทรีย์ที่มีความหนามากกว่า 40 เซนติเมตร ซึ่งมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้มหรือสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลแดง ปฏิกริยาเป็นกรดจัด (pH 4.5-5.0) ดินชั้นล่างอาจพบชั้นดินที่เป็นดินเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวสีเทาอ่อนหรือสีขาวปนด้วยอินทรีย์วัตถุ สีน้ำตาลเข้มหรือน้ำตาลปนเหลือง เมื่อมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่จะทำให้ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและเกิดการยุบตัวของพื้นที่ พบในแนวชายฝั่งบริเวณด้านขวาของเขาดันหยง

4.5.10 Slope Complex

เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินต้นและมีพวกหินทราย หินดินดานและหินแปรอื่น ๆ ปนอยู่ ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมควรคงไว้เป็นป่าต้นน้ำลำธาร พบในแนวชายฝั่งบริเวณเขาดันหยง



ภาพประกอบ 4.9 แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดบุรีรัมย์และนครราชสีมา



ภาพประกอบ 4.10 แผนที่ดินของจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส

4.6 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

4.6.1 การพิจารณาช่วงคลื่นและการแสดงภาพ

การพิจารณาข้อมูลดาวเทียมสมควรพิจารณาช่วงคลื่นที่เหมาะสมต่อการตรวจจับและติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้ โดยนำสีผสมในช่วงคลื่นต่าง ๆ 3 ช่วงคลื่นมาผสมกันตามสมบัติของช่วงคลื่นต่าง ๆ ในระบบ TM (ตาราง 2.4) และตรวจสอบข้อมูลกราฟแท่ง (Histogram) ว่าช่วงคลื่นใดให้การสะท้อนจากพื้นดินได้หลากหลาย ตลอดจนการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม ผลปรากฏว่าช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) สามารถแยกแยะและให้รายละเอียดความแตกต่างระหว่างส่วนที่เป็นหาดทรายและส่วนที่เป็นพื้นน้ำ โดยมีรายละเอียดดังนี้ (Lillsand and Kiefer, 1994 and Hord, 1986)

ช่วงคลื่นที่ 1 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับหาดทราย จะปรากฏเป็นสีขาวเพราะพื้นที่ทรายสะท้อนรังสีช่วงคลื่นนี้ได้ดี

ช่วงคลื่นที่ 5 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นของพื้นดิน จะปรากฏเป็นสีเขียว

ช่วงคลื่นที่ 4 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับพืช จะปรากฏเป็นสีแดง และให้ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำ จะปรากฏเป็นดำเพราะน้ำดูดซับรังสีช่วงคลื่นนี้ทั้งหมด

โดยภาพการกระจายของข้อมูลกราฟแท่งในภาพถ่ายดาวเทียมของช่วงคลื่น 1-5-4 (ภาพประกอบ 4.11) ทั้งในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ 2540-2541 ดังภาพประกอบ 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ

4.6.2 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต

การปรับแก้เชิงเรขาคณิตสามารถทำได้ด้วยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ที่สามารถอ้างอิงได้ทั้งในแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียม เช่น จุดตัดของถนน สะพาน เป็นต้น ตลอดจนการใช้ GPS เพื่อหาตำแหน่งพิกัดในพื้นที่จริง ในภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ คือ ปี 128/55, ปี 127/55 และ นราธิวาส (127/56) ดังภาพประกอบ 4.17, 4.18 และ 4.19 ตามลำดับ เมื่อได้จุดพิกัดที่ถูกต้องและมีจำนวนจุดมากพอประกอบกับครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด จากนั้นจึงนำภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 มาทำการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตด้วยคำสั่ง Image to Map ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI โดยอ้างอิงกับจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ที่หาไว้ในข้างต้น ก็เป็นอันเสร็จเรียบร้อยในส่วนของ การปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 จากนั้นจึงนำภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 มาทำการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตด้วยคำสั่ง Image to Image ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI โดยให้ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 ที่ผ่านการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตเป็นภาพควบคุม (Control image) ในการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 โดยตลอดการปรับแก้ไขเชิงเรขาคณิต ในครั้งนี้ใช้

ฟังก์ชันบรรทัดภาพแบบการเปลี่ยนเชิงลูกบาศก์ (Cubic convolution) ในการหาหมายเลขบรรทัดภาพ กล่าวคือ ข้อมูลจะถูกประมาณค่าจาก 16 จุดที่อยู่ล้อมรอบเพื่อให้ได้หมายเลขบรรทัดภาพที่มีความถูกต้องมากที่สุด โดยสามารถคำนวณหาความคลาดเคลื่อน อันเนื่องจากการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา ในรูปของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error) (Intergraph, 1994) ดังตาราง 4.4

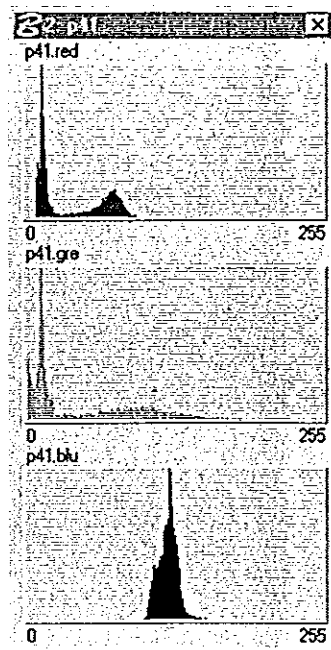
ตาราง 4.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา

ชุดภาพ	จำนวนจุด GCP	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (จุดภาพ)	ความคลาดเคลื่อน (เมตร)
ปัตตานี (128/55)	18	0.529	15.87
ปัตตานี (127/55)	22	0.413	12.39
นราธิวาส (127/56)	26	0.516	15.48

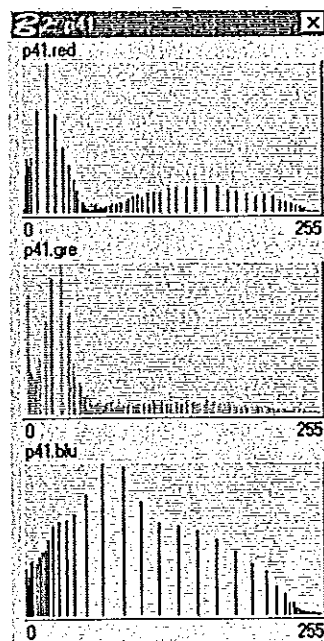
หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน = 1 หมายถึง ความคลาดเคลื่อนขนาด 1 จุดภาพ (30×30 ตารางเมตร)

4.6.3 เทคนิคการเน้นภาพ

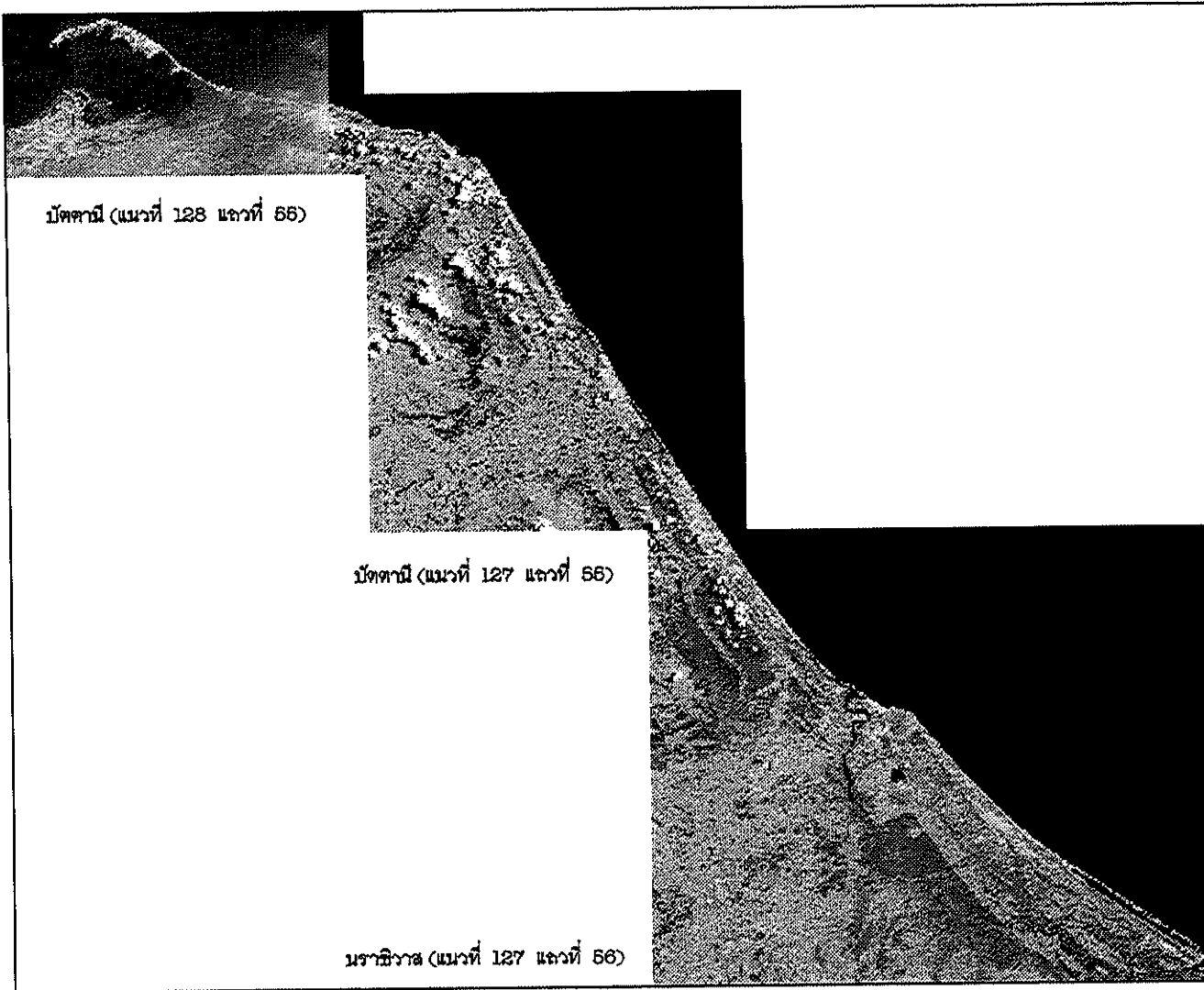
เพื่อต้องการแสดงความแตกต่างระหว่างหาดทรายและน้ำทะเลมากที่สุด ซึ่งจากการทดลองเทคนิคการเน้นภาพในหลาย ๆ วิธี พบว่าเทคนิคการเน้นภาพด้วยวิธีการยืดภาพแบบชี้กำลัง (Exponential stretching) สามารถแสดงพื้นที่ของแนวชายฝั่ง (สว่าง) ได้ดีที่สุด ตลอดจนองค์ประกอบโดยรวมต่าง ๆ ของภาพถ่ายดาวเทียม เพราะเทคนิคการยืดภาพแบบชี้กำลังจะเน้นข้อมูลในส่วนที่มีค่าระดับความเข้มสีเทาสูง ๆ (สว่าง) ให้มีค่าสูงยิ่งขึ้น (Intergraph, 1994) โดยทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมมีความสว่างโดยเฉลี่ยทุกช่วงคลื่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.5 ดังเห็นได้จากลักษณะการกระจายข้อมูลกราฟแท่ง ดังภาพประกอบ 4.12 ที่ทำให้พื้นที่หาดทรายหลังจากการยืดภาพแล้วสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนขึ้น ทั้งในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 ดังภาพประกอบ 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ



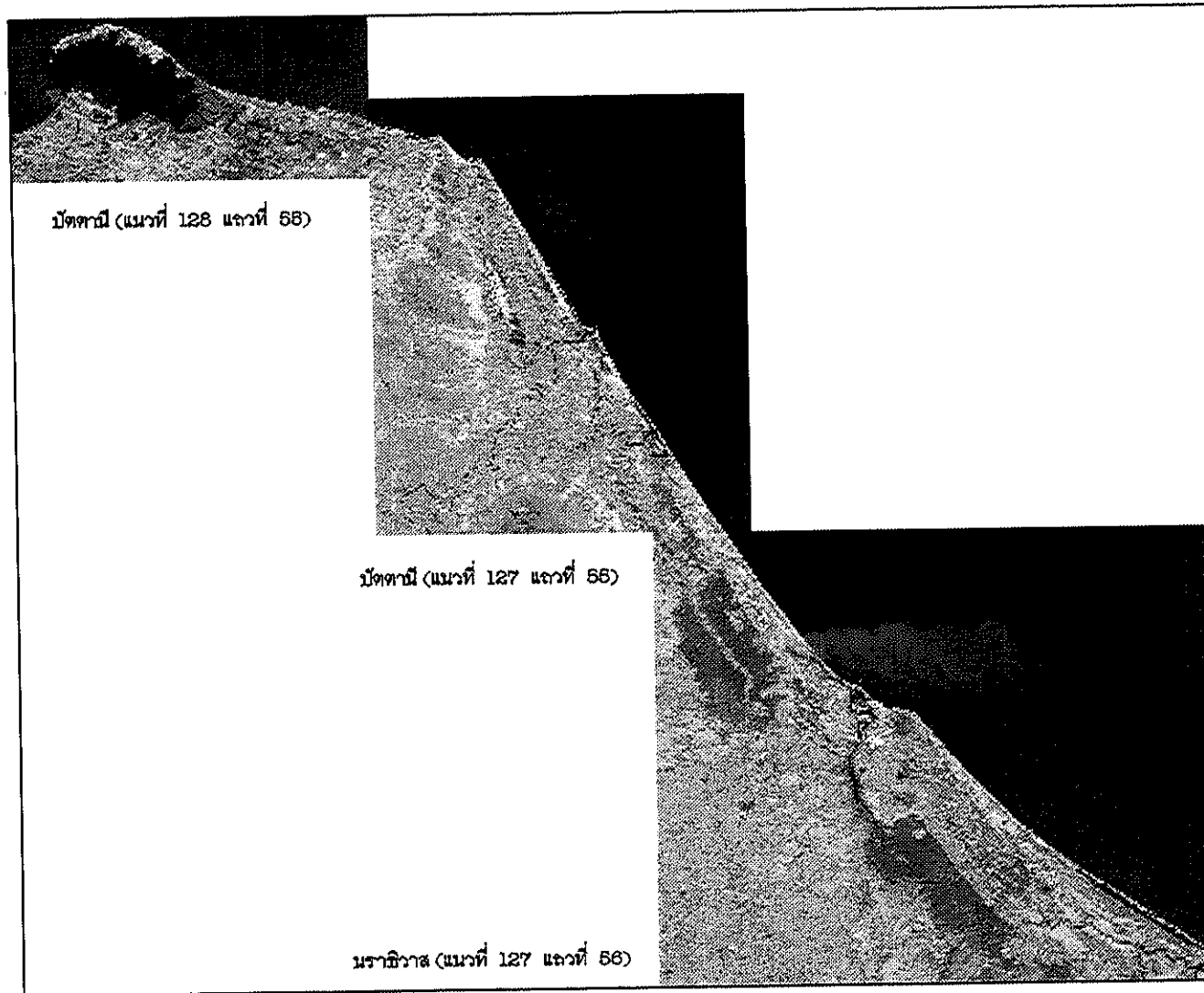
ภาพประกอบ 4.11 ตัวอย่างภาพแสดงการกระจายของข้อมูลในลักษณะกราฟแท่งในช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) บริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55) ปี พ.ศ. 2541



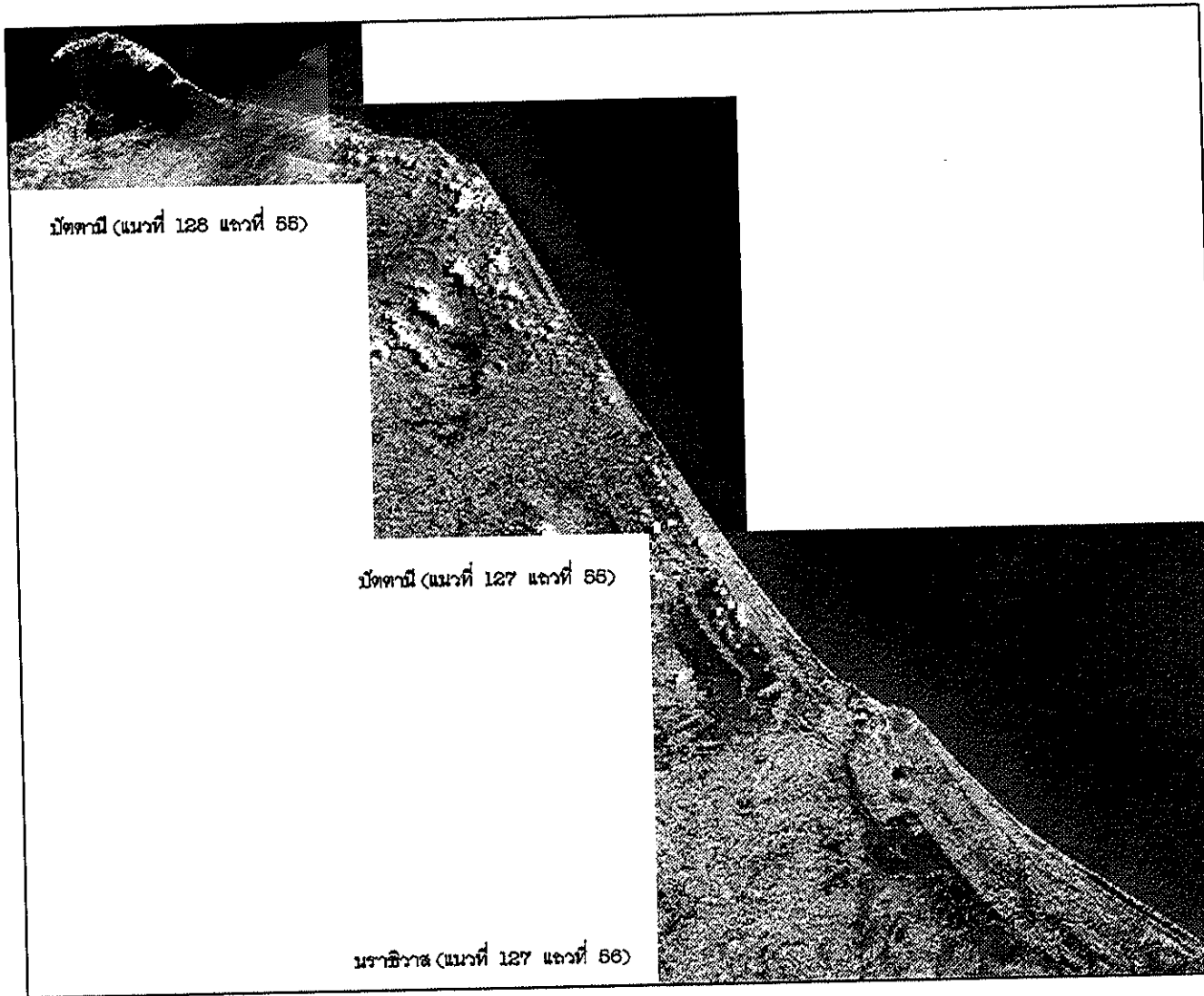
ภาพประกอบ 4.12 ตัวอย่างภาพแสดงการกระจายของข้อมูลในลักษณะกราฟแท่งในช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) บริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55) ปี พ.ศ. 2541 ที่ผ่านเทคนิคการยืดภาพแบบซีกำลัง



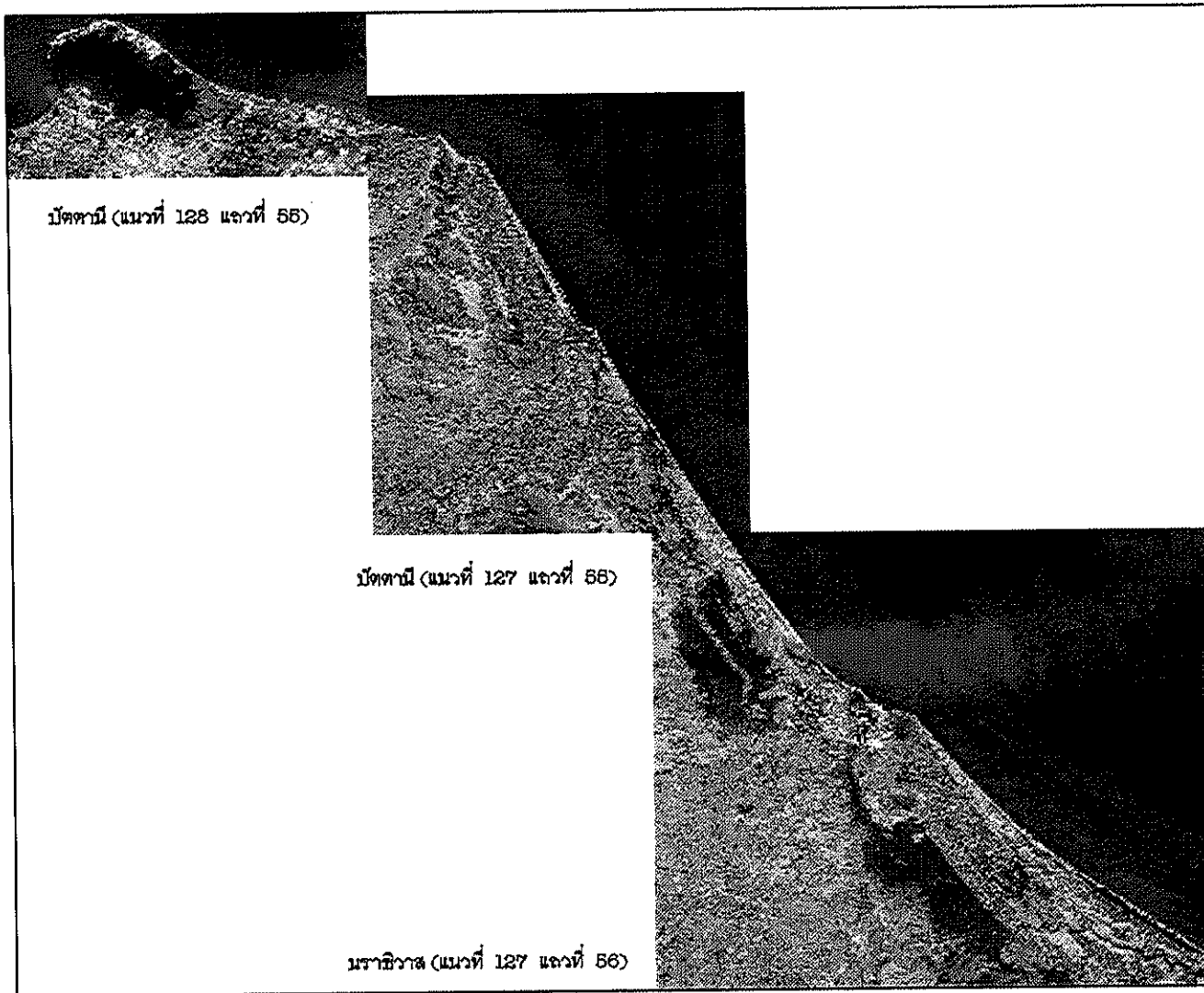
ภาพประกอบ 4.13 ภาพสีผสมเท็กซ์ช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2531



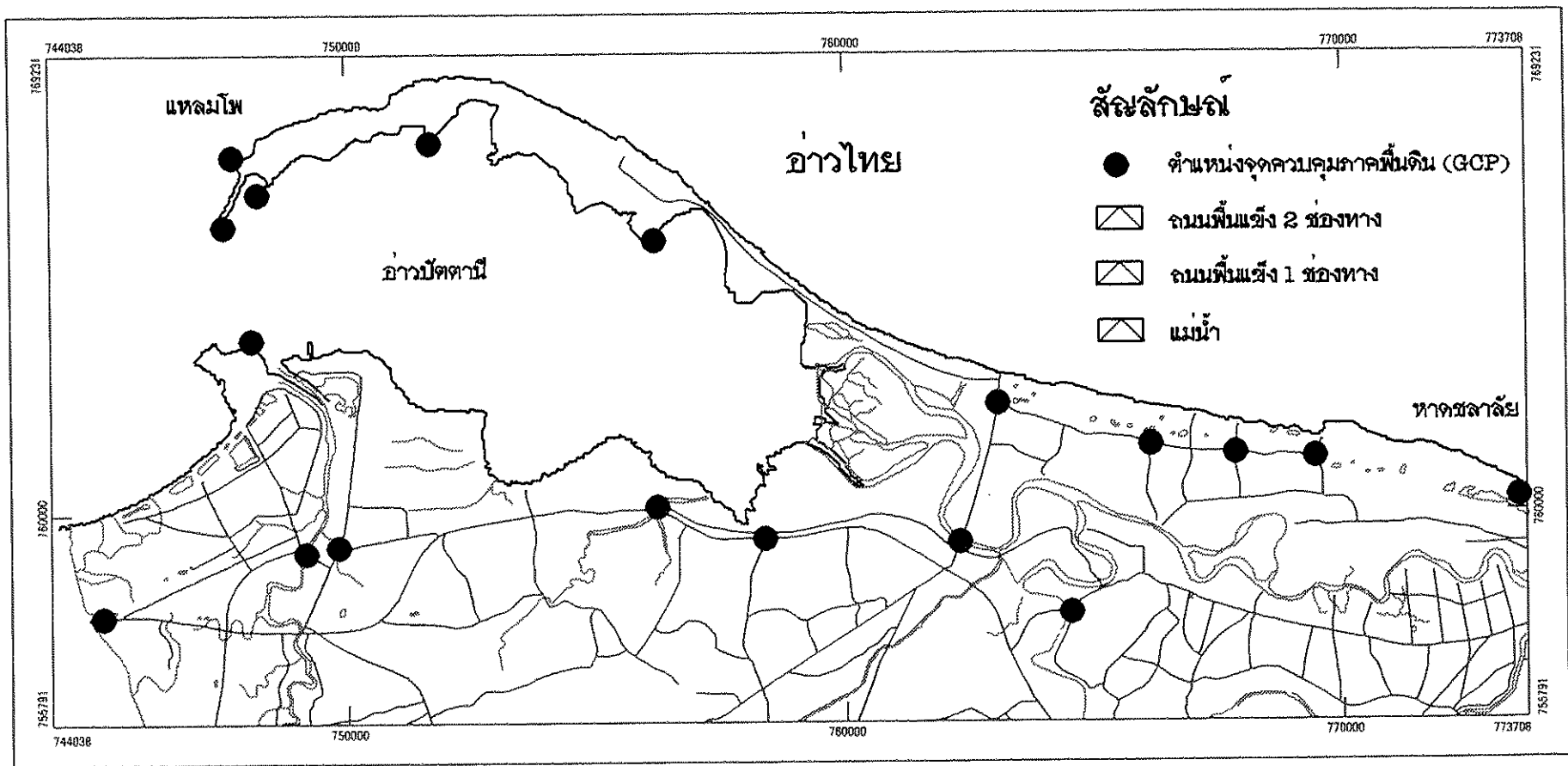
ภาพประกอบ 4.14 ภาพตีพิมพ์เท็จช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2540-2541



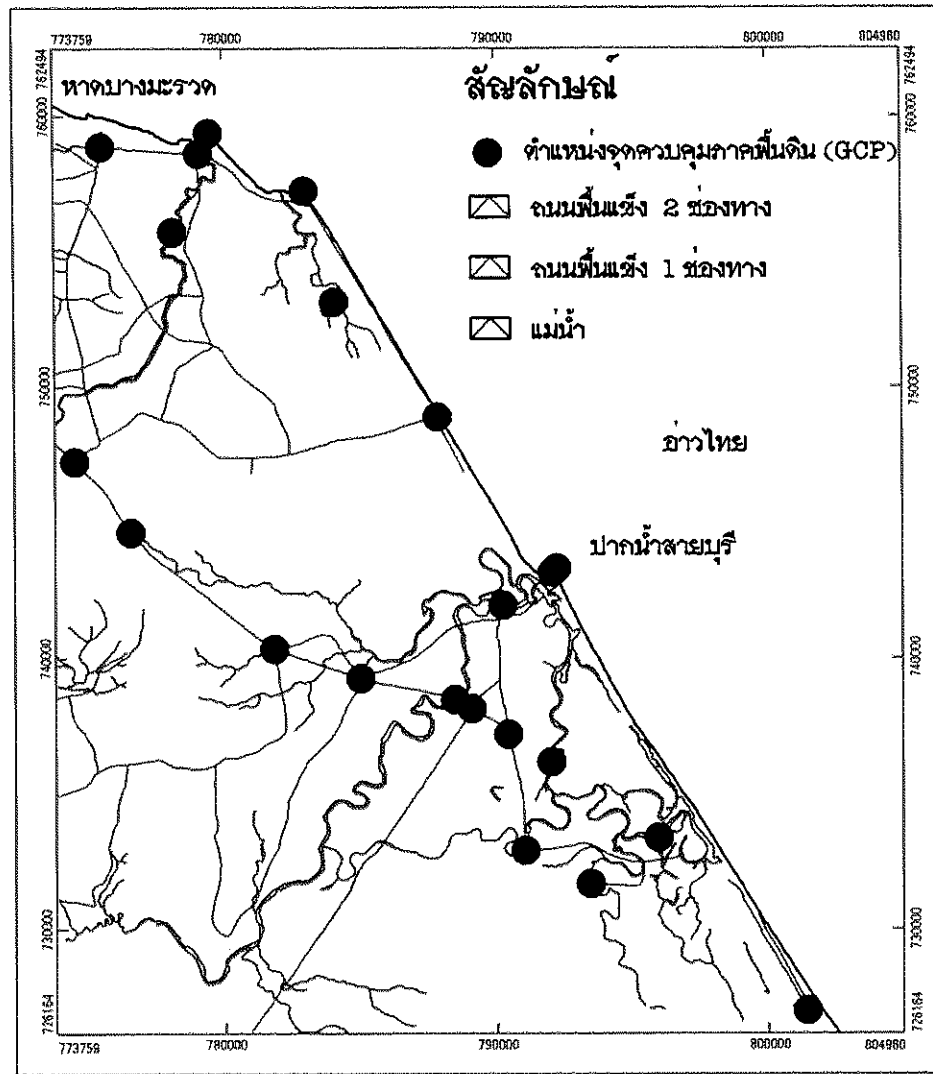
ภาพประกอบ 4.15 ภาพสีผสมเทีจช่วงคลื่น 1-5-4 ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2531 ที่ผ่านการยัดภาพแบบซีดำล้าง



ภาพประกอบ 4.16 ภาพสี่ผสมเท็จช่วงคลื่น 1-5-4 ของบริเวณแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2540-2541 ที่ผ่านการยัดภาพแบบซีทีกำลัง



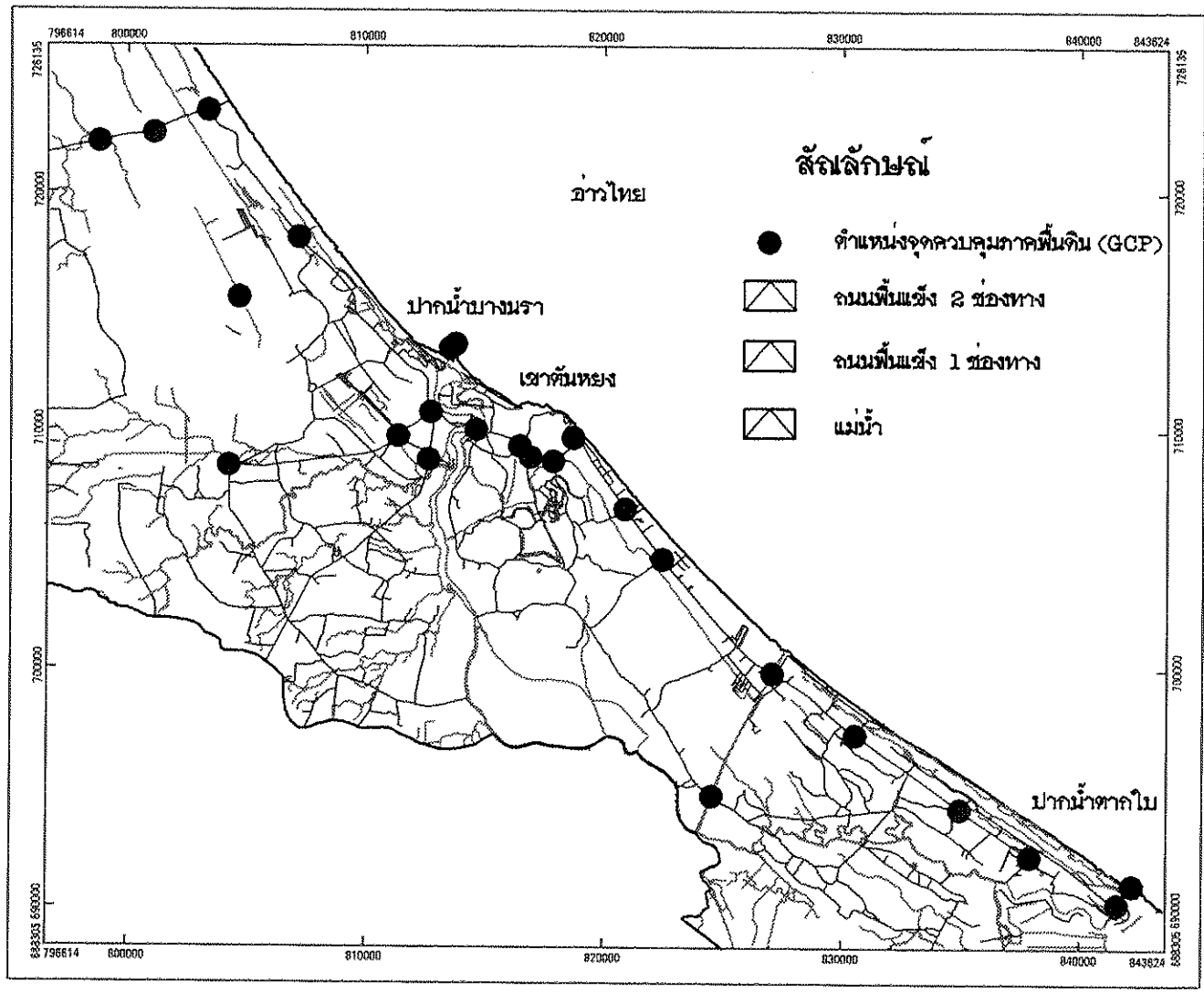
ภาพประกอบ 4.17 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดบัตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)



ภาพประกอบ 4.18 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

94 Disc 63

61



ภาพประกอบ 4.19 ภาพแสดงตำแหน่งจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของบริเวณจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

4.6.4 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ก. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ

โดยชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MAI ในโปรแกรม INTERGRAPH ทำการจำแนกประเภทข้อมูลดาวเทียมตามลักษณะการสะท้อนแสงที่ได้รับให้ออกเป็นกลุ่ม ๆ ข้อมูล ซึ่งสามารถพิจารณาความสมบูรณ์ของการจำแนกกลุ่มข้อมูลได้ด้วยการพิจารณาจากค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance เป็นเกณฑ์ในการจำแนกของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลาดังตาราง 4.5 และ 4.6

ตาราง 4.5 แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance และจำนวนกลุ่มข้อมูลของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2531

ชุดภาพ	แนว/ แถว	จำนวนจุด ภาพ	K-mean Clustering		Isodata Clustering	
			ค่าระยะทาง เฉลี่ย J-M Distance	จำนวนกลุ่ม ข้อมูล (class)	ค่าระยะทาง เฉลี่ย J-M Distance	จำนวนกลุ่ม ข้อมูล (class)
ปัตตานี	128/55	4430	1.885 (1*)	12	1.922 (2*)	12
ปัตตานี	127/55	11900	1.846 (3*)	12	1.904 (4*)	12
นราธิวาส	127/56	19759	1.841 (5*)	11	1.904 (6*)	11
ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ชุดภาพ			1.857		1.910	

หมายเหตุ (1*) ถึง (6*) ข้อมูลทางสถิติในภาคผนวก ก-1 ถึง ก-6 ตามลำดับ

ตาราง 4.6 แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance และจำนวนกลุ่มข้อมูลของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541

ชุดภาพ	แนว/ แถว	จำนวนจุด ภาพ	K-mean Clustering		Isodata Clustering	
			ค่าระยะทาง เฉลี่ย J-M Distance	จำนวนกลุ่ม ข้อมูล (class)	ค่าระยะทาง เฉลี่ย J-M Distance	จำนวนกลุ่ม ข้อมูล (class)
ปัตตานี	128/55	4430	1.877 (1*)	11	1.933 (2*)	11
ปัตตานี	127/55	11900	1.816 (3*)	8	1.908 (4*)	8
นราธิวาส	127/56	19759	1.851 (5*)	9	1.915 (6*)	9
ค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ชุดภาพ			1.848		1.919	

หมายเหตุ (1*) ถึง (6*) ข้อมูลทางสถิติในภาคผนวก ข-1 ถึง ข-6 ตามลำดับ

ค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance มีค่าระหว่าง 0.0-2.0 (Intergraph, 1995) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

ค่า J-M Distance = 2.0 หมายถึง กลุ่มของข้อมูลแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์

ค่า J-M Distance \leq 1.4 หมายถึง กลุ่มของข้อมูลยังมีการซ้อนทับหรือปะปนกัน

จากตาราง 4.5 และ 4.6 แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา และทั้ง 3 ชุดภาพ คือ บัตตานี (128/55), บัตตานี (127/55) และ นราธิวาส (127/56) โดยค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean clustering และ Isodata clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ทั้ง 3 ชุดภาพเฉลี่ยรวมกันคือ 1.857 และ 1.910 ตามลำดับ และในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 คือ 1.848 และ 1.919 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering มีค่าใกล้เคียง 2.0 มากกว่าวิธี K-mean Clustering โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนของวิธี K-mean Clustering จากวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 เป็นร้อยละ 2.65 และ 3.55 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering สามารถจำแนกและแยกแยะประเภทของกลุ่มข้อมูลออกจากกันได้สมบูรณ์กว่าวิธี K-mean Clustering โดยจำแนกกลุ่มข้อมูลที่เป็นหาดทรายให้เป็นพื้นที่สีแดง ดังภาพประกอบ 4.20

ข. การจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ

หลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering ทำให้สามารถทราบจำนวนกลุ่มข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ โดยคร่าว ๆ แต่เนื่องจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับเป็นการจำแนกประเภทโดยอาศัยหลักการของการสะท้อนแสงของวัตถุที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ฉะนั้นกลุ่มข้อมูลที่ได้ อาจจะมีการปะปนกันหรือแยกออกจากกันของข้อมูลได้ ทั้งนี้เพราะในความเป็นจริงแล้ววัตถุต่างชนิดกันก็อาจจะมีค่าการสะท้อนแสงที่เท่ากัน และในขณะเดียวกันวัตถุชนิดเดียวกันก็อาจจะมีค่าการสะท้อนแสงที่ไม่เท่ากันก็ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับอีกครั้ง เพื่อให้ได้กลุ่มข้อมูลที่มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับข้อมูลภาคพื้นดินมากที่สุด โดยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) ของกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มข้อมูลตามที่มีอยู่จริงในพื้นที่ที่ทำการศึกษาที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม จากนั้นนำพื้นที่ตัวอย่างมาทำการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification, Parallelepiped Classification และ Maximum Likelihood Classification พร้อมกับตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละวิธี โดยพิจารณาจากจำนวนร้อยละของค่าความถูกต้องเฉลี่ย (Average accuracy) และค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall accuracy) ในตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด (Campbell, 1987 and Intergraph, 1995) ดังตาราง 4.7 โดยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับนี้ทำการจำแนกเฉพาะภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 เท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถทราบองค์ประกอบของข้อมูลย้อนหลังได้ จึงไม่สามารถกำหนดพื้นที่ตัวอย่างใน

ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ได้ ฉะนั้นผู้วิจัยจึงขอใช้กลุ่มข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2531 เป็นเกณฑ์ในการวิจัยในครั้งนี้

ตาราง 4.7 ตารางแสดงจำนวนร้อยละของความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541

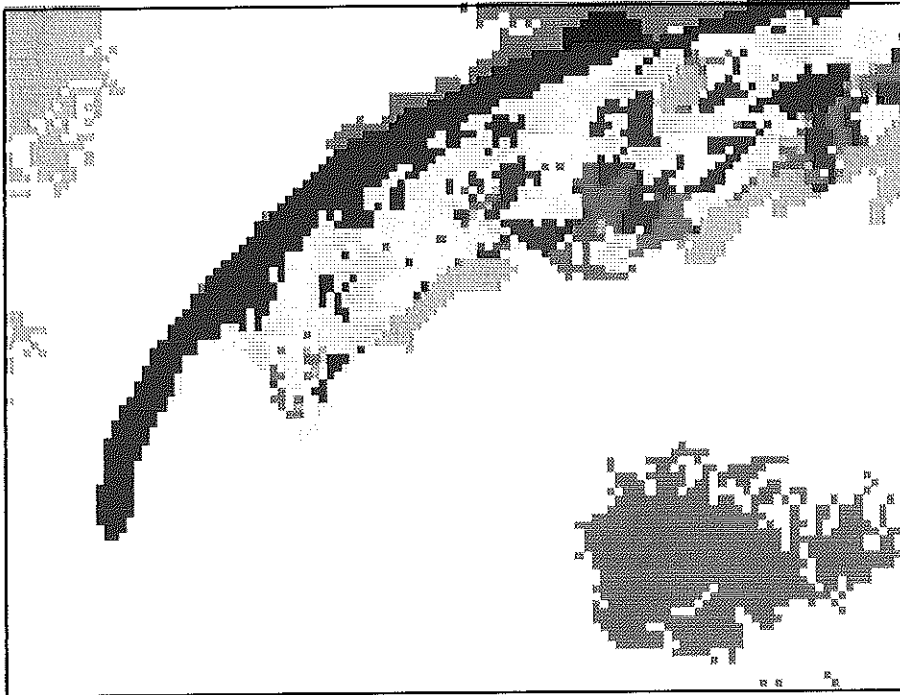
		วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ					
		Minimum Distance		Parallelepiped		Maximum Likelihood	
		AA (%)	OA (%)	AA (%)	OA (%)	AA (%)	OA (%)
คุณภาพ	ปัตตานี (128/55)	80.36% (1*)	87.06% (1*)	10.51% (2*)	7.91% (2*)	88.95% (3*)	91.81% (3*)
	ปัตตานี (127/55)	87.80% (4*)	88.55% (4*)	62.04% (5*)	46.48% (5*)	90.72% (6*)	90.49% (6*)
	นราธิวาส (127/56)	78.81% (7*)	74.66% (7*)	49.73% (8*)	53.32% (8*)	83.66% (9*)	82.72% (9*)
	ค่าเฉลี่ย	82.32%	83.42%	40.76%	35.90%	87.78%	88.34%

หมายเหตุ AA (%) = Average accuracy (%)

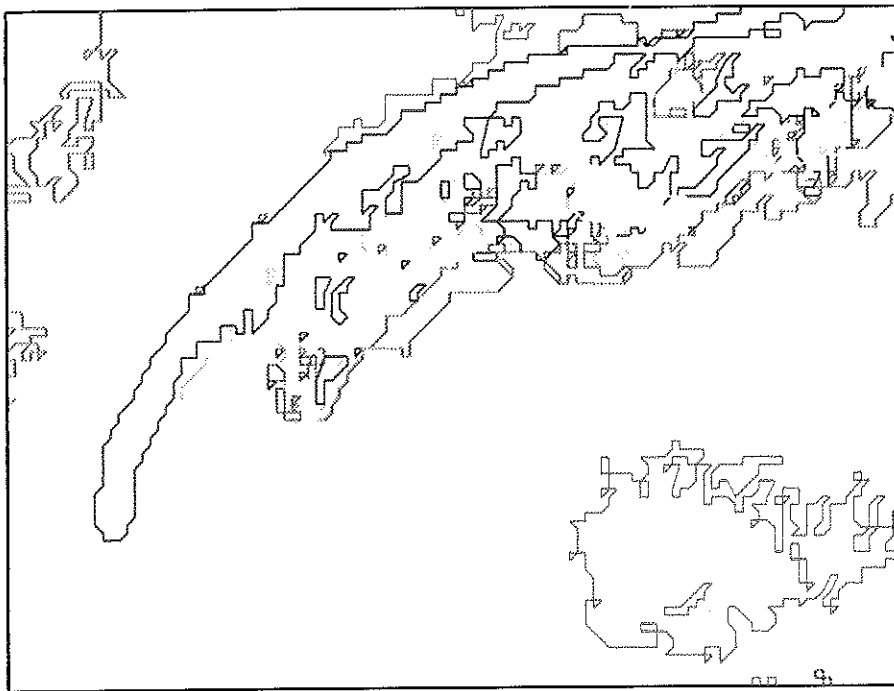
OA (%) = Overall accuracy

(1*) ถึง (9*) ข้อมูลทางสถิติในภาคผนวก ค-1 ถึง ค-9 ตามลำดับ

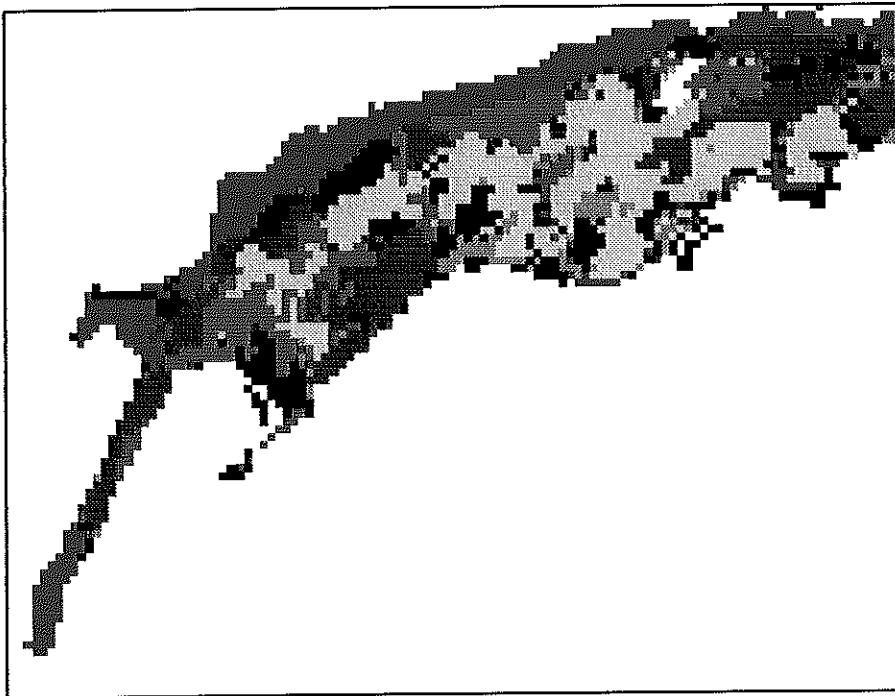
จากตาราง 4.7 แสดงจำนวนร้อยละของความถูกต้องเฉลี่ยและความถูกต้องทั้งหมดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 ทั้ง 3 ชุดภาพ คือ ปัตตานี (128/55), ปัตตานี (127/55) และ นราธิวาส (127/56) พบว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ให้ความถูกต้องมากที่สุด รองลงมา คือ วิธี Minimum Distance Classification และ Parallelepiped Classification ที่มีความถูกต้องน้อยที่สุด ด้วยการเปรียบเทียบจากจำนวนร้อยละของความถูกต้องเฉลี่ยและความถูกต้องทั้งหมด โดยที่วิธี Minimum Distance Classification และ Parallelepiped Classification มีความคลาดเคลื่อนร้อยละของความถูกต้องเฉลี่ยของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ จากวิธี Maximum Likelihood Classification เป็นร้อยละ 5.46 และ 47.02 ตามลำดับ และความถูกต้องทั้งหมดเป็นร้อยละ 4.92 และ 52.44 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum likelihood classification สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้ถูกต้องกว่าวิธีอื่น โดยจำแนกกลุ่มข้อมูลที่เป็นหาดทรายให้เป็นพื้นที่สีแดง ดังภาพประกอบ 4.22



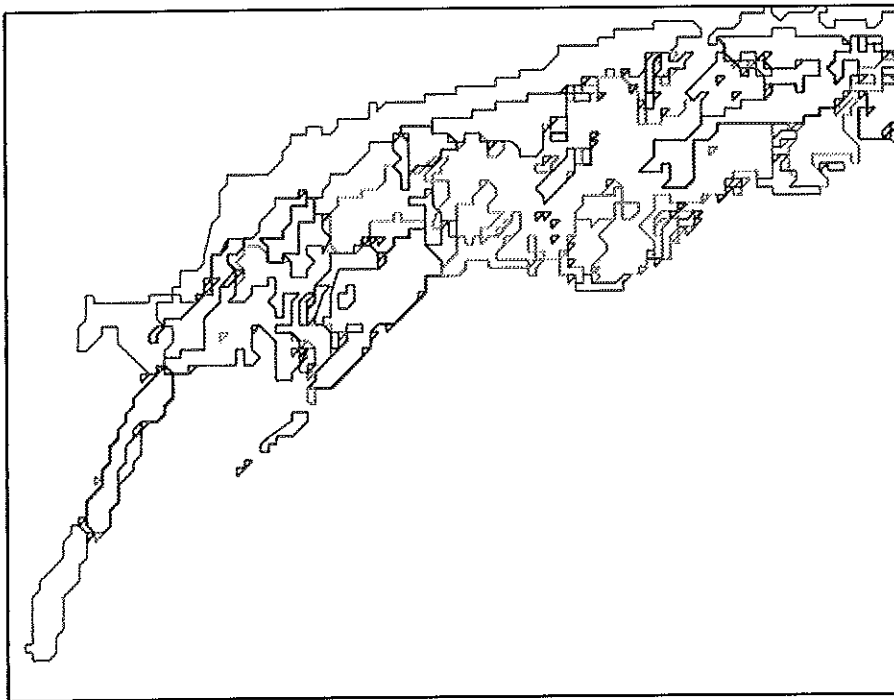
ภาพประกอบ 4.20 ภาพขยายที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata clustering บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531



ภาพประกอบ 4.21 ภาพขยายที่ผ่านการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531



ภาพประกอบ 4.22 ภาพขยายที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum likelihood classification บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541



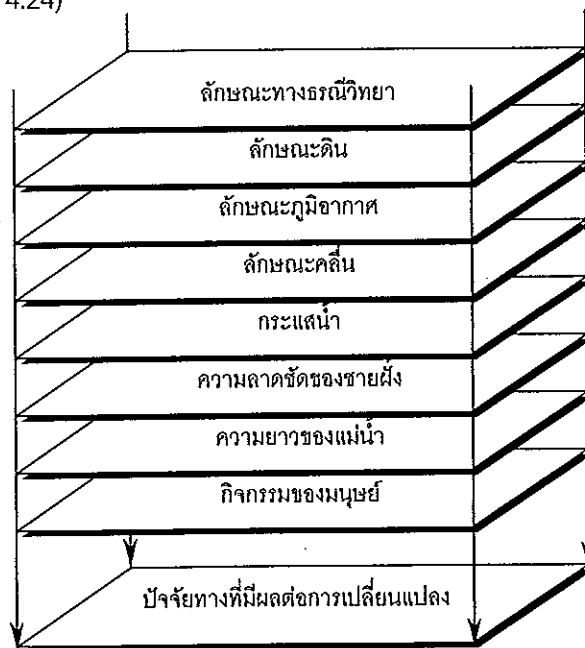
ภาพประกอบ 4.23 ภาพขยายที่ผ่านการแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง บริเวณปลายแหลมโพของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541

4.6.5 การแปลงข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลทิศทาง

หลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับแล้ว ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจะถูกแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ลักษณะเนื้อเอกพันธ์ (Homogeneous) ตามค่าการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นนำภาพที่ได้มาผ่านเทคนิคการกรองภาพแบบการกรองภาพเปลี่ยนน้อย (LPF) ขนาดหน้าต่างกรองภาพ 11X11 เพื่อให้ได้ภาพที่มีความต่อเนื่องของจุดภาพ แต่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมยังอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงภาพที่ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบที่ฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง เพื่อให้ได้ขอบแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และปี พ.ศ. 2540-2541 เป็นแนวเส้นสีแดงดังภาพประกอบ 4.21 และ 4.23 ตามลำดับ ที่อยู่ในรูปข้อมูลเชิงทิศทาง พร้อมกับกำหนดให้เป็นชั้นข้อมูลที่ 2 และ 3 ตามลำดับ หลังจากนั้นจึงนำเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลาที่อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเส้นมาซ้อนทับกัน และผนึกเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลาเข้าด้วยกัน พร้อมกับกำหนดจุดรวมมวลและเลขประจำตัว (ID) ของพื้นที่แต่ละรูปปิดที่เกิดจากการเหลื่อมล้ำกันของเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลา เพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเลขประจำตัว (ID) เป็นตัวเชื่อมโยงกับฐาน ข้อมูลในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะโอราเคิล

4.7 ปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

ปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ อาทิ เช่น (ภาพประกอบ 4.24)



ภาพประกอบ 4.24 ภาพแสดงปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

4.7.1 ลักษณะทางธรณีวิทยา

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบตะกอนน้ำพาและตะกอนตะพักลุ่มน้ำ ในหินยุคควอเทอร์นารี ที่ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังพบเขาโดด (Monadnock) ของหินแกรนิต ในหินยุคครีเทเชียส และยุคไทรแอสซิก ที่มีความคงทนและยากต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง (ภาพประกอบ 4.9)

4.7.2 ลักษณะดิน

ลักษณะของดินบริเวณแนวชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนเนื้อหยาบที่ถูกพัดพามากับลำน้ำ ระดับน้ำใต้ดินตื้น และมีการระบายน้ำเร็ว ทำให้โครงสร้างการเกาะยึดของอนุภาคดินง่ายต่อการแยกออกจากกัน (ภาพประกอบ 4.10)

4.7.3 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง คือ ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงที่มีคลื่นลมแรงและมีทิศทางพัดเข้าหาแนวชายฝั่งโดยตรง (ตาราง 4.2 และ 4.3)

4.7.4 ลักษณะคลื่น

ลักษณะความสูงของคลื่นขึ้นอยู่กับลักษณะความรุนแรงของลมในแต่ละช่วงมรสุม โดยมีความสูงของคลื่นแสดงไว้ ดังตาราง 4.2 และ 4.3

4.7.5 กระแสน้ำ

กระแสน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง คือ กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง เพราะฉะนั้นจึงใช้ข้อมูลความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำที่ระดับความลึก 6 เมตร (ตาราง 4.1) เป็นเกณฑ์พิจารณา

4.7.6 ความลาดชันของชายฝั่ง

ความลาดชันตลอดแนวชายฝั่งที่ทำการศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 ช่วงคือ ช่วง 0-2 องศา หมายถึง ที่ราบ ฐานรากนัยการ ที่มีการเคลื่อนย้ายของตะกอนเกิดขึ้นได้น้อย และช่วง 2-5 องศา หมายถึง ลาดเล็กน้อย มีการเคลื่อนย้ายของตะกอนได้ง่ายกว่า (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

4.7.7 ความยาวของแม่น้ำ

แม่น้ำที่มีปากน้ำออกสู่ทะเลในพื้นที่ที่ทำการศึกษาสายหลักมีดังต่อไปนี้ คือ แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำยะหริ่ง แม่น้ำสายบุรี แม่น้ำบางนรา แม่น้ำตากใบ และแม่น้ำโก-ลก มีความยาว 190, 45, 170, 55, 13 และ 80 กิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งความยาวของแม่น้ำแสดงถึงปริมาณของตะกอนและพลังงานของน้ำ มีผลต่อลักษณะของแนวชายฝั่งโดยรอบของปากแม่น้ำ

4.7.8 กิจกรรมของมนุษย์

กิจกรรมของส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสิ่งก่อสร้างที่ยื่นลงสู่ทะเลโดยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น เขื่อนกันทรายและคลื่น กำแพงกันคลื่น รอ เป็นต้น

4.8 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจังหวัดปัตตานีถึงนราธิวาส

การคำนวณหาพื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงในการวิจัยครั้งนี้ สามารถคำนวณหาได้ 2 วิธี คือ

4.8.1 การเปรียบเทียบแนวชายฝั่งระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม

จากการซ้อนทับของชั้นข้อมูลที่ 1 (แผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530) กับชั้นข้อมูลที่ 3 (ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งของทั้ง 2 ช่วงเวลา พบว่าตลอดแนวชายฝั่งที่ทำการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่รวมทั้งหมด 7.89 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นพื้นที่การกัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 36.37) และพื้นที่การทับถม 5.02 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 63.63) ซึ่งบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมากมี ทั้งหมด 5 บริเวณ ดังสรุปไว้ในตารางที่ 4.8

ตาราง 4.8 บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน (จากการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530 กับ ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541)

บริเวณ	ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง / พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตารางกิโลเมตร)		
	การกัดเซาะ	การทับถม	รวม
แหลมโพ	0.36	0.51	0.87
หาดบางมะรวด	0.12	1.36	1.48
ปากน้ำสายบุรี	0.05	0.35	0.40
ปากน้ำบางนราถึงอำมะนาว	0.02	0.34	0.36
คาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ	1.26	0.03	1.29
พื้นที่รวมทั้งหมด (5 บริเวณ)	1.81 (63.07%)	2.59 (51.59%)	4.4 (55.77%)
พื้นที่รวมทั้งหมดแนวชายฝั่ง	2.87 (100%)	5.02 (100%)	7.89 (100%)

4.8.2 การเปรียบเทียบแนวชายฝั่งระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมสองช่วงเวลา

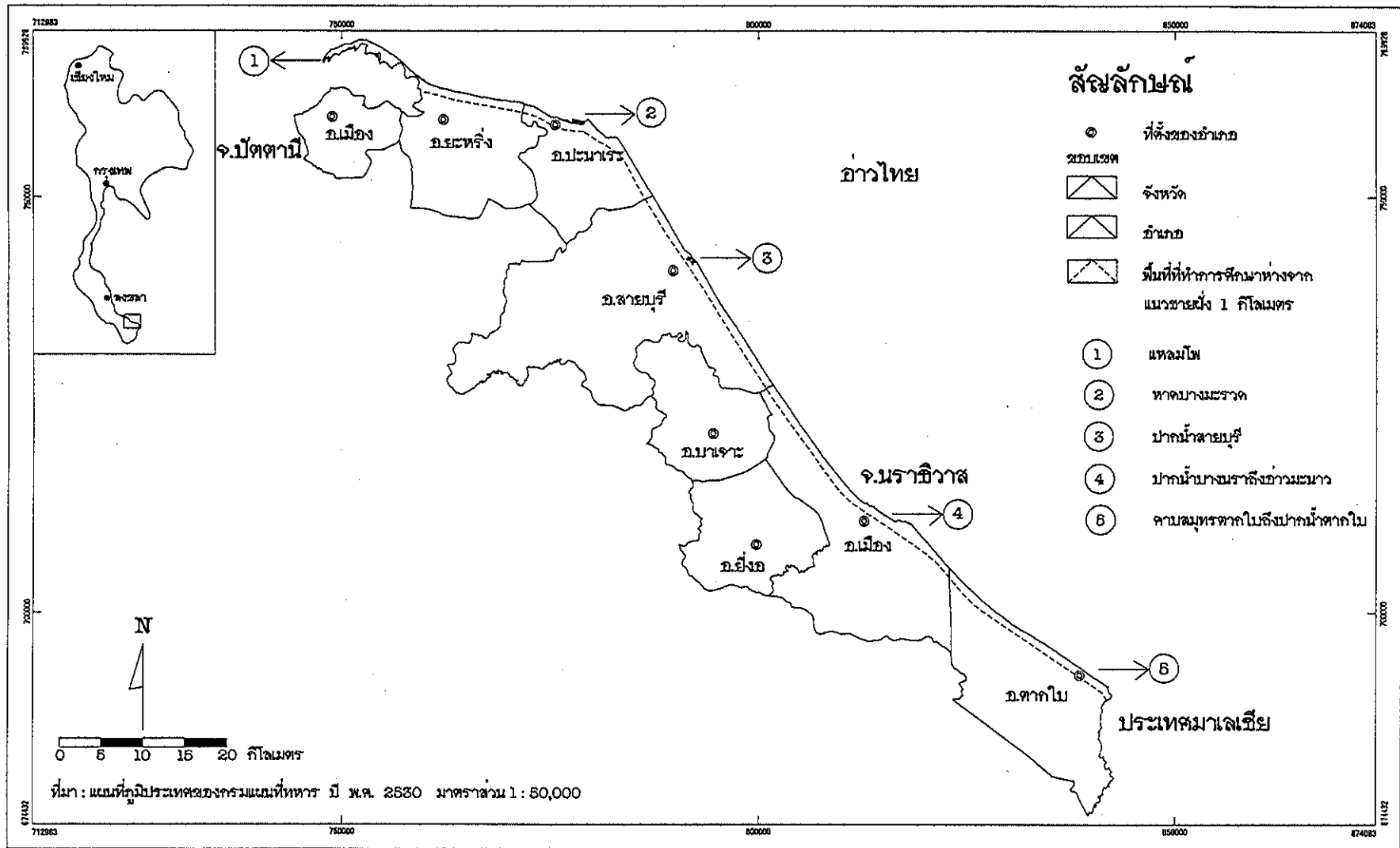
จากการซ้อนทับระหว่างชั้นข้อมูลที่ 2 (แนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531) กับชั้นข้อมูลที่ 3 (แนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งของทั้ง 2 ช่วงระยะเวลา พบว่าตลอดแนวชายฝั่งที่ทำการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่รวมทั้งหมด 4.64 ตารางกิโลเมตร โดยเป็นพื้นที่การกัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 39.22) และพื้นที่ที่การทับถม 2.82 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 60.78) ซึ่งตลอดแนวชายฝั่งที่ทำการวิจัยมีพื้นที่ 5 บริเวณที่น่าสนใจ (ภาพประกอบ 4.25) เพราะเป็นบริเวณ

ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจนและมีความสำคัญต่อสังคมและเศรษฐกิจ ตลอดจนสิ่งแวดล้อม บริเวณดังกล่าวดังสรุปไว้ในตาราง 4.9

ตาราง 4.9 บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน (จากการเปรียบเทียบ ระหว่างภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 กับ 2540-2541)

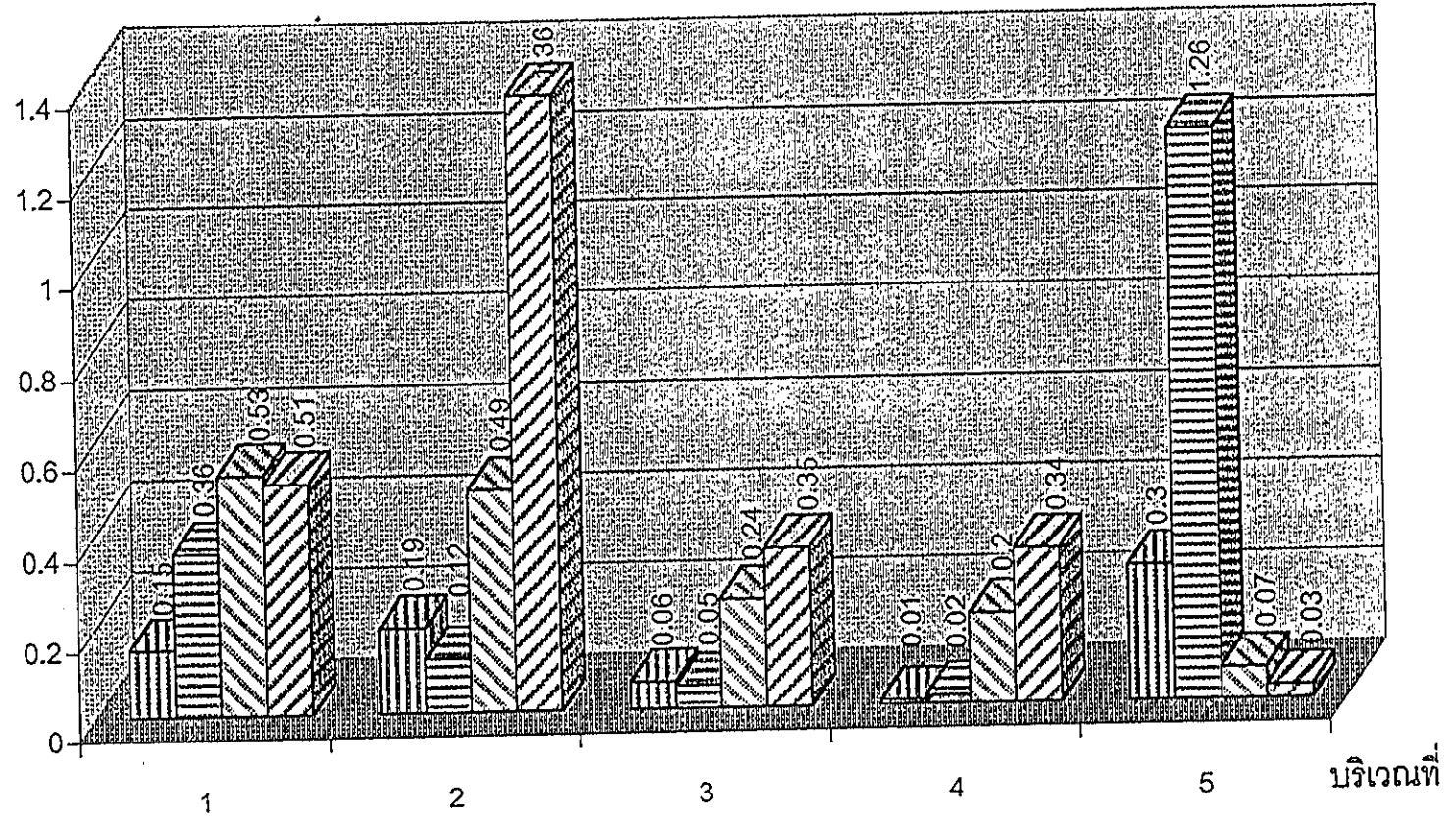
บริเวณ	ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง / พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตารางกิโลเมตร)		
	การกัดเซาะ	การทับถม	รวม
แหลมโพ	0.15	0.53	0.68
หาดบางมะรวด	0.19	0.49	0.68
ปากน้ำสาหรูรี	0.06	0.24	0.30
ปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว	0.04	0.17	0.21
คาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ	0.30	0.07	0.37
พื้นที่รวมทั้งหมด (5 บริเวณ)	0.74 (40.66%)	1.50 (53.19%)	2.24 (48.28%)
พื้นที่รวมตลอดแนวชายฝั่ง	1.82 (100%)	2.82 (100%)	4.64 (100%)

จากการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทั้ง 2 วิธีคือ การเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม และการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน ซึ่งแสดงผลไว้ในตาราง 4.8 และ 4.9 ตามลำดับ และเมื่อนำพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจากทั้ง 2 วิธี มาเปรียบเทียบกันในรูปของกราฟแท่ง (ภาพประกอบ 4.26) พบว่า พื้นที่ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม มีมากกว่าพื้นที่ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน โดยเฉพาะพื้นที่ที่เกิดจากการทับถมบริเวณหาดบางมะรวด และพื้นที่ที่เกิดจากการกัดเซาะบริเวณคาบสมุทรตากใบ ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศมีมาตราส่วนที่ค่อนข้างหยาบ ประกอบกับแหล่งที่มาและกระบวนการผลิตของข้อมูลระหว่างแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียมที่แตกต่างกัน โดยแผนที่ภูมิประเทศได้จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ ตลอดจนความคลาดเคลื่อนจากผู้นำเข้าสู่ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digitize) เอง จึงทำให้พื้นที่ที่ได้จากการคำนวณทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบแนวชายฝั่งระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน น่าจะมีความถูกต้องและใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ฉะนั้นในการวิเคราะห์พื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลง จึงพิจารณาจากพื้นที่ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกันเป็นหลัก



ภาพประกอบ 4.25 ภาพแสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน

พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตารางกิโลเมตร)



- ▨ พื้นที่ที่ทับถมระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน
- ▩ พื้นที่ที่ทับถมระหว่างแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียม
- ▧ พื้นที่ที่กัดเซาะระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน
- ▦ พื้นที่ที่กัดเซาะระหว่างแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียม

ภาพประกอบ 4.26 กราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบพื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากทั้ง 2 วิธี

โดยพื้นที่แนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดทั้ง 5 บริเวณ มีลักษณะดังนี้

ก. แหลมโพ

แนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพส่วนใหญ่มีลักษณะการยื่นตัวออก เนื่องจากการทับถมของตะกอนทราย ที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง มีความกว้างมากที่สุด 342 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.26 ตารางกิโลเมตร และถัดเข้ามาตอนกลางของตัวแหลมโพก็มีการทับถมเป็นบางส่วนคิดเป็นพื้นที่ 0.21 ตารางกิโลเมตร มีความกว้างมากที่สุด 214 เมตร สำหรับส่วนของปลายแหลมโพมีลักษณะการยื่นปลายออกและงอลงมาในทิศใต้ (230 องศา) เข้าหาอ่าวปากปัตตานีเป็นระยะทาง 499 เมตร คิดเป็นพื้นที่ที่ยื่นออก 0.06 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 4.27 และ 4.33) พื้นที่ที่มีความลาดชัน 2-4 องศา (ภาพประกอบ 4.39) (ภาคผนวก ง-1) แต่สำหรับบริเวณแนวชายฝั่งด้านในของแหลมโพ (ด้านปากอ่าวปัตตานี) ลักษณะแนวชายฝั่งมีการกัดเซาะคิดเป็นพื้นที่รวม 0.08 ตารางกิโลเมตร บริเวณอ่าวปัตตานีนั้นนอกจากส่วนของตัวแหลมโพที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งแล้ว ยังมีอีกบริเวณหนึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนและน่าสนใจ คือ บริเวณปากน้ำปัตตานี

บริเวณปากน้ำปัตตานี อยู่ตรงข้ามกับแหลมโพ ที่มีการทับถม 2 บริเวณด้วยกัน คือ บริเวณด้านซ้ายของปากน้ำปัตตานีมีการนำดินเลนจากการขุดลอกแม่น้ำปัตตานีมาทับถมยื่นลงไป ในทะเลเป็นพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 1,091 เมตร ยาว 1,470 เมตร และสูง 0.5-1 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 1.31 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 4.28 และ 4.34) มีความลาดชัน 0 องศา (ภาคผนวก ง-2) พื้นที่ดังกล่าวเตรียมไว้เพื่อที่จะก่อสร้างเป็นท่าเทียบเรือของจังหวัดปัตตานี (ภาพประกอบ 4.40) ส่วนบริเวณด้านขวาของปากน้ำปัตตานีมีการยื่นตัวออก ตั้งแต่บริเวณบ้านปากน้ำถึงบ้านยูโย เป็นแนวยาว 2,180 เมตร กว้างที่สุดประมาณ 420 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.24 ตารางกิโลเมตร โดยปัจจุบันเป็นพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ และท่าเทียบเรือประมง (ภาพประกอบ 4.41)

จากการศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ พบว่า มีความน่าเป็นห่วงเพราะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหลายบริเวณด้วยกัน เช่น บริเวณบ้านตะโละสะมิแล ที่มีความกว้างของตัวแหลมประมาณ 200 เมตร แต่ปัจจุบันบริเวณดังกล่าวเกิดปัญหาการกัดเซาะค่อนข้างรุนแรงดังเห็นได้จากการกัดเซาะของถนนที่เลียบชายหาด (ภาพประกอบ 4.42) จากคลื่น ซึ่งหากไม่มีการป้องกันก็อาจจะทำให้ตัวแหลมโพบริเวณนี้ขาดออกจากกันได้ในอนาคตได้ นอกจากนี้ บริเวณปลายแหลมโพในปัจจุบันมีการยื่นตัวออกอย่างรวดเร็ว คือในช่วงระยะเวลาเพียง 10 ปี (พ.ศ. 2531-2541) สันดอนจะยอยทรายยื่นตัวออกมา 499 เมตร ในขณะที่ปากอ่าวปัตตานีมีความกว้าง 2,311 เมตร เพราะฉะนั้นคาดว่าภายในระยะเวลา 46 ปีข้างหน้า ปลายแหลมโพอาจจะปิดปากอ่าวได้ หากปล่อยให้กระบวนการของธรรมชาติดำเนินไปเรื่อย ๆ แต่ปัจจุบันก็ได้มีการ

ดำเนินการป้องกันด้วยการสร้างรอ (ภาพประกอบ 4.43) บริเวณปลายแหลมเพื่อใช้ดักตะกอนทรายที่พัดพามากับกระแสน้ำเลียบชายฝั่งมาทับถมบริเวณปลายแหลม แต่การสร้างรอก็ก่อให้เกิดปัญหาตาม คือทำให้ทิศทางการไหลของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเปลี่ยนแปลงและเกิดการกัดเซาะของปลายแหลมบางส่วน ดังเห็นได้จากต้นสนบริเวณชายหาดบางต้นถูกคลื่นกัดเซาะจนล้ม (ภาพประกอบ 4.44) จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งแหลมใหม่มีความน่าเป็นห่วงมาก โดยเฉพาะการยื่นตัวออกเรื่อย ๆ ของปลายแหลมใหม่ที่คาดว่าจะปิดปากอ่าวภายในระยะเวลา 46 ปีข้างหน้า และจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณ ดังกล่าวค่อนข้างมาก โดยเฉพาะระบบนิเวศวิทยาในอ่าวปัตตานี เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของอ่าวปัตตานีเป็นป่าชายเลนซึ่งเป็นแหล่งวางไข่ และเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำที่ป้อนสู่ทะเลอ่าวไทยที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ฉะนั้นอ่าวปัตตานีจึงมีค่าแห่งหนึ่งที่ควรให้ความสนใจและดูแลเป็นพิเศษ

ลักษณะทางธรณีวิทยาของบริเวณแหลมใหม่เป็น ตะกอนน้ำพา (Qa) เกิดจากตะกอนทรายที่พัดพามากับลำน้ำและกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง และลักษณะดินเป็นชุดดิน Loamy Tropaquepts ที่มีการระบายน้ำเร็ว ทำให้เม็ดดินง่ายต่อการหลุดออกจากกัน เนื่องจากการขาดการเกาะยึดกันของเม็ดดิน ส่งผลให้แนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายและอย่างรวดเร็ว

ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,758.6 มิลลิเมตรต่อปี คลื่น มีความสูงเฉลี่ย 1.25 เมตร ซึ่งปรากฏร้อยละ 50 ในรอบปี โดยมีทิศทาง NEE ลม มีความเร็วเฉลี่ย 4.4 นอต ซึ่งปรากฏร้อยละ 50 ในรอบปี โดยมีทิศทางจากทิศตะวันออก (ภาพประกอบ 4.5) (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายเป็นปริมาณถึง 1,005,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (Sujeet *et al*, 1996)

ลักษณะกระแสน้ำบริเวณนี้ที่ระดับความลึก 6 เมตร มี 2 ทิศทาง คือ ขณะน้ำขึ้น มีความเร็วสูงสุด 0.65 นอต ไหลในทิศ 230 องศา และขณะน้ำลง มีความเร็วสูงสุด 0.5 นอต ไหลในทิศ 50 องศา (อัปสรสุดา ศิริพงศ์, 2529)

ลักษณะของแม่น้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณนี้ประกอบด้วย แม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำปัตตานี (ยาว 190 กิโลเมตร) และ แม่น้ำยะหริ่ง (ยาว 45 กิโลเมตร) ที่ไหลนำพาตะกอนภายในแผ่นดินลงสู่อ่าวปัตตานี โดยสายแม่น้ำที่ยาวมากปริมาณตะกอนก็ยิ่งมากเช่นกัน ดังเห็นได้ว่าน้ำบริเวณปลายแหลมใหม่แบ่งออกเป็น 2 สี คือ สีชั้นบนของน้ำภายในอ่าวปัตตานีและสีใสของน้ำทะเล ตลอดจนพลังงานของน้ำก็มีมากด้วย ดังเช่น ในฤดูฝนปริมาณน้ำในแม่น้ำมากพลังงานของน้ำที่ไหลออกสู่อ่าวก็มากเช่นกัน ซึ่งจะช่วยผลักดันไม่ให้ตะกอนทรายที่ถูกพัดพามา

โดยกระแสน้ำเลียบชายฝั่งมาทับถมบริเวณปลายแหลมโพ เป็นการช่วยชะลอการยื่นตัวของปลายแหลมโพ

ข. หาดบางมะรวด

แนวชายฝั่งบริเวณนี้เริ่มตั้งแต่แหลมบางมะรวดไปทางทิศตะวันตกจนถึงบริเวณ บ้านปานาละ อำเภอปานาละ เป็นระยะทาง 5,180 เมตร (ภาพประกอบ 4.29 และ 4.35) ลักษณะของแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน หลังจากการก่อสร้างรอบบริเวณปลายแหลมบางมะรวด (ภาพประกอบ 4.45) ขนาดกว้าง 5 เมตร และยาว 300 เมตร เพื่อป้องกันตะกอนทรายที่พัดพามากับกระแสน้ำเลียบชายฝั่งมาปิดคลองบางมะรวดที่เป็นเส้นทางสัญจรทางน้ำที่สำคัญของชาวบ้านในบริเวณนี้ แต่การก่อสร้างรอบทำให้ทิศทางการไหลของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไป คือกระแสน้ำเลียบชายฝั่งจะไหลออกกลับมากัดเซาะแนวชายฝั่งบริเวณบ้านบางมะรวด เป็นแนวยาว 1,051 เมตร และลึกเข้ามา 247 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.19 ตารางกิโลเมตร และไปทับถมลักษณะเบนตัวออกเรื่อย ๆ ตั้งแต่บริเวณบ้านนาพร้าวไปทางทิศตะวันตกจนถึงบริเวณหาดชลาสัย บ้านปานาละ (ภาพประกอบ 4.46) เป็นระยะทาง 2,535 เมตร กว้างประมาณ 200-500 เมตร คิดเป็นพื้นที่รวม 0.49 ตารางกิโลเมตร โดยลักษณะทั่วไปของพื้นที่เป็นที่โล่งมีแนวต้นสนและมะพร้าวอยู่ตลอดแนว และพื้นที่มีความลาดชัน 4 องศา

จากการศึกษาภาคสนาม (ภาคผนวก ง-3) ลักษณะของแหลมบางมะรวด (เขาหินแกรนิตที่มีความแข็งแรงมาก ยกแก่การกัดเซาะ) ขวางทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งจึงทำให้ทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเปลี่ยน โดยพัดพาเอาตะกอนทรายไปปิดปากคลองบางมะรวด ที่เป็นเส้นทางสัญจรทางน้ำของชาวบ้านในบริเวณนั้น จึงได้ทำการแก้ไขโดยการสร้างรอบเพื่อป้องกันปากคลองบางมะรวดนั้น แต่การสร้างรอบก็มีผลทำให้ทิศทางการไหลของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปอีก แทนที่จะเป็นการป้องกันแต่กลับทำให้อีกที่หนึ่งได้รับผลกระทบแทน ซึ่งลักษณะนี้เป็นลักษณะที่พิเศษอย่างหนึ่งของทะเล คือความไม่เสถียรภาพ มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เพราะฉะนั้นการสร้างสิ่งก่อสร้างวัตถุอย่างใดอย่างหนึ่งยื่นลงทะเลเพื่อต้องการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของทะเลนั้น จะต้องมีศึกษาถึงผลกระทบสิ่งแวดล้อม เพราะบางครั้งผลกระทบอาจจะรุนแรงมากกว่าประโยชน์ที่ได้รับ ดังกรณีตัวอย่างของรอบบริเวณแหลมบางมะรวด

ลักษณะทางธรณีวิทยาและดินของบริเวณหาดบางมะรวด มีลักษณะเป็นหาดกรวดและทรายที่มีเนื้อหยาบ และมีลักษณะของแอ่งน้ำเล็ก ๆ สลับกับสันทรายเล็ก ๆ โดยทางด้านขวาของหาดบางมะรวดมีแหลมบางมะรวดที่เป็นเขาหินอัคนี (K_{gr}) ซึ่งมีความคงทนต่อการกัดเซาะ

ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,758.6 มิลลิเมตรต่อปี คลื่น มีความสูงเฉลี่ย 1.25 เมตร ซึ่งปรากฏร้อยละ 50 ในรอบปี โดยมีทิศทาง NEE ลม มีความเร็วเฉลี่ย 4.4 นอต ซึ่งปรากฏร้อยละ 50 ในรอบปี โดยมีทิศทางจากทิศตะวันออก (ภาพประกอบ 4.5) (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายเป็นปริมาณถึง 1,005,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (Sujeet *et al*, 1996)

ลักษณะกระแสน้ำบริเวณนี้ที่ระดับความลึก 6 เมตร มี 2 ทิศทาง คือ ขณะน้ำขึ้น มีความเร็วสูงสุด 1.0 นอต ไหลในทิศ 310 องศา และขณะน้ำลงสูงสุด มีความเร็ว 0.4 นอต ไหลในทิศ 290 องศา (กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2541)

ลักษณะแม่น้ำในบริเวณนี้ คลองบางมะรวดซึ่งเป็นคลองสายสั้น ๆ ไม่ค่อยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ปัจจุบันจึงเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำของชาวประมงบริเวณนี้

ค. ปากน้ำสายบุรี

เนื่องจากการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นบริเวณปากน้ำสายบุรี (ภาพประกอบ 4.30 และ 4.36) ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนทรายบริเวณด้านขวาของเขื่อนกันทรายและคลื่น ตั้งแต่บริเวณหาดวาสกรี บ้านปากน้ำถึงบ้านบางตาหยาด เป็นแนวยาว 2,227 เมตร กว้าง 250 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.17 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 4.47) ส่วนแนวชายฝั่งบริเวณด้านซ้ายของเขื่อนกันทรายและคลื่น ตั้งแต่บริเวณบ้านบาไ้งถึงบ้านลุ่ม มีการกัดเซาะเป็นแนวยาว 1,528 เมตร ลึกเข้ามา 90 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.06 ตารางกิโลเมตร แม้จะมีการป้องกันโดยการสร้างกำแพงกันคลื่น (Seawall) แล้วแต่ก็ยังพบว่ากำแพงกันคลื่นได้ถูกพังทลายลง (ภาพประกอบ 4.48) นอกจากนี้บริเวณที่ติดกับเขื่อนกันทรายและคลื่นมีการทับถมเป็นพื้นที่ 0.07 ตารางกิโลเมตร พื้นที่โดยทั่วไปมีความลาดชัน 3-5 องศา

จากการตรวจสอบภาคสนาม (ภาคผนวก ง-4) พบการกัดเซาะของแนวชายฝั่งบริเวณด้านซ้ายของเขื่อนกันทรายและคลื่นทั้งที่มีการสร้างกำแพงกันคลื่น สาเหตุการกัดเซาะมาจากการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นทำให้ทิศทางการไหลของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไป โดยพัดพาเอาตะกอนทรายมาทับถมบริเวณด้านขวาของเขื่อนกันทรายและคลื่น จากนั้นจึงออกกลับมากัดเซาะทางด้านซ้ายของเขื่อนกันทรายและคลื่นแทน

ลักษณะทางธรณีวิทยาของบริเวณปากน้ำสายบุรีเป็น ตะกอนน้ำพา (Qa) เกิดจากตะกอนทรายที่พัดพามากับลำน้ำและกระแสน้ำเลียบชายฝั่งเลียบชายฝั่ง และลักษณะดินบริเวณนี้มี 2 ชนิดคือ ชนิด Skeletal Tropothents (ด้านซ้ายของปากน้ำ) โดยมีวัตถุต้นกำเนิดมาจากเขาหินแกรนิต และชนิด Sandy Tropohumods (ด้านขวาของปากน้ำ) ซึ่งชนิดดินทั้ง 2 มี

ลักษณะเนื้อดินเป็นกรวดและตะกอนทรายเนื้อหยาบ และระดับน้ำใต้ดินตื้น ทำให้เมื่อดินงายต่อการหลุดออกจากกันเนื่องจากการขาดการเกาะยึดกันของเม็ดดิน

ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,758.6 มิลลิเมตรต่อปี คลื่น มีความสูงเฉลี่ย 3 เมตร ซึ่งปรากฏร้อยละ 17 ในรอบปี โดยมีทิศทาง N60°E ลม มีความเร็วเฉลี่ย 4.4 นอต ซึ่งปรากฏร้อยละ 50 ในรอบปี โดยมีทิศทางจากทิศตะวันออก (ภาพประกอบ 4.5) (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายเป็นปริมาณถึง 890,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (Sujeet *et al*, 1996)

ลักษณะกระแสน้ำบริเวณนี้ที่ระดับความลึก 6 เมตร มี 2 ทิศทาง คือ ขณะน้ำขึ้น มีความเร็วสูงสุด 1.0 นอต ไหลในทิศ 310 องศา และขณะน้ำลง มีความเร็วสูงสุด 0.4 นอต ไหลในทิศ 290 องศา (กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2541)

ลักษณะของแม่น้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแปลงแนวชายฝั่งคือ แม่น้ำสายบุรี (ยาว 80 กิโลเมตร) ที่ไหลผ่านเขาน้ำค้างและเขาพ้อมิ่ง (เขาหินแกรนิต) ที่อยู่ไม่ไกลจากปากน้ำมากนัก จึงทำให้ตะกอนในแม่น้ำมีมากและมีขนาดของตะกอนที่ค่อนข้างใหญ่และหยาบ ดังพบได้จากตะกอนบริเวณปากน้ำสายบุรี

ง. ปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว

ลักษณะของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนรามีความใกล้เคียงกับปากน้ำสายบุรี คือ มีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น พบการทับถมของตะกอนทรายทั้ง 2 ด้านของเขื่อนกันทรายและคลื่น (ภาพประกอบ 4.31 และ 4.37) คือ ด้านขวาตั้งแต่บริเวณบ้านปูลามายาถึงบ้านปูลาวาจิมีการทับถมเป็นแนวยาว 834 เมตร กว้าง 210 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนด้านซ้ายมีการทับถมเป็นแนวยาว 934 เมตร กว้าง 84 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร นอกจากนี้บริเวณหาดนราทัศน์ (ส่วนที่ติดกับด้านซ้ายของเขื่อนกันทรายและคลื่น) หาดทรายถูกกัดเซาะจนเป็นรูปโค้ง (ภาพประกอบ 4.49) คิดเป็นพื้นที่ 0.03 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีความลาดชัน 4-5 องศา (ภาคผนวก ง-5)

สำหรับบริเวณแนวชายฝั่งอ่าวมะนาว (ภาคผนวก ง-6) ที่บ้านอ่าวมะนาว มีการกัดเซาะเป็นแนวยาว 538 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.01 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีความลาดชัน 4 องศา (ภาพประกอบ 4.50) แต่บริเวณที่ติดกับเขาดันหยงมีการทับถมเป็นพื้นที่ 0.01 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 4.51) ลักษณะของการกัดเซาะและการทับถมบริเวณนี้อาจเกิดจากลักษณะที่ตั้งของเขาดันหยง ที่ทำให้ทิศทางกระแสน้ำเลียบชายฝั่งบริเวณดังกล่าวเปลี่ยนแปลง แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่รุนแรงมากนักเป็นไปอย่างช้า ๆ

ลักษณะทางธรณีวิทยาของบริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว เป็นตะกอนน้ำพา (Qa) เกิดจากตะกอนทรายที่พัดพามากับลำน้ำและกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง โดยบริเวณด้านขวาของอ่าวมะนาวเป็นที่ตั้งของเขาดันหยงซึ่งเป็นเขาหินแกรนิต (TR_{gr}) ที่มีความแข็งแรงมาก ยากแก่การกัดเซาะและเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินในชุดดิน Slope Complex ดังจะเห็นได้ว่าทรายบริเวณหาดอ่าวมะนาวมีขนาดของเม็ดทรายใหญ่มาก และประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์และเฟลด์สปาร์ ส่วนลักษณะดินเป็นชุดดิน Sandy Tropohumods ที่มีด้านล่างเป็นชั้นสะสมของอินทรีย์วัตถุ

ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,400.1 มิลลิเมตรต่อปี คีลอน มีความสูงเฉลี่ย 3 เมตร ซึ่งปรากฏร้อยละ 17 ในรอบปี โดยมีทิศทาง $N60^{\circ}E$ ลม ที่พัดเข้าหาแนวชายฝั่งมี 3 ทิศทาง คือ จากทิศตะวันออกเฉียง 45.8 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 3.42 นอต ทิศตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 41.7 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 2.3 นอต และจากทิศเหนือร้อยละ 8.3 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 2.6 นอต (ภาพประกอบ 4.8) (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายเป็นปริมาณถึง 775,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (Sujeet *et al*, 1996)

ลักษณะกระแสน้ำบริเวณนี้ที่ระดับความลึก 6 เมตร มี 2 ทิศทาง คือ ชะนะน้ำขึ้น มีความเร็วสูงสุด 0.6 นอต ไหลในทิศ 120 องศา และชะนะน้ำลง มีความเร็วสูงสุด 0.6 นอต ไหลในทิศ 340 องศา (กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2541)

ลักษณะของแม่น้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณนี้ คือ แม่น้ำบางนรา (ยาว 55 กิโลเมตร) เป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ที่ไหลแยกตัวมาจากแม่น้ำโก-ลก บริเวณรอบริมฝั่งเป็นพื้นที่ราบ ดังนั้นพลังงานของน้ำและปริมาณของตะกอนในแม่น้ำบางนราจึงมีน้อย

ง. คาบสมุทรตากใบจนถึงปากน้ำตากใบ

แนวชายฝั่งบริเวณนี้ตั้งแต่บริเวณบ้านคลองตันถึงบริเวณปากน้ำตากใบมีความยาว 12,435 เมตร (ภาพประกอบ 4.32 และ 4.38) ตลอดแนวชายฝั่งมีการสร้างรอตตั้งฉากยื่นลงทะเลไปประมาณ 50-100 เมตร (ภาพประกอบ 4.52) โดยพบว่าแนวชายฝั่งบริเวณนี้มีทั้งบริเวณที่เกิดจากการทับถมและการกัดเซาะ โดยพื้นที่ที่เกิดจากการทับถมคิดเป็นพื้นที่รวม 0.07 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่เกิดการกัดเซาะคิดเป็นพื้นที่รวม 0.30 ตารางกิโลเมตร โดยบริเวณที่มีการกัดเซาะมากที่สุดคือ บริเวณบ้านคลองตัน กัดเซาะลึกเข้ามา 108 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนบริเวณปากน้ำตากใบ (ฝั่งประเทศไทย) ที่บริเวณบ้านตาบา พบการกัดเซาะ 719 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีความลาดชัน 2 องศา (ภาพประกอบ 4.53)

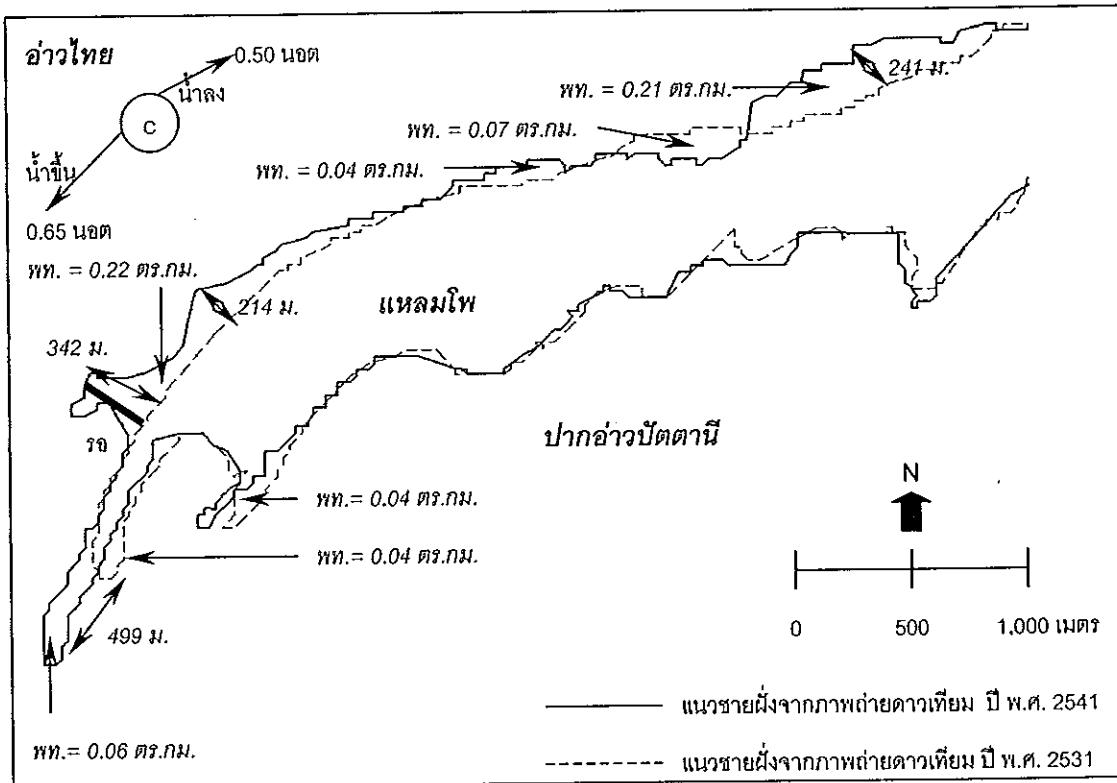
จากการสำรวจภาคสนาม (ภาคผนวก ง-7) ลักษณะของคาบสมุทรตากใบเกิดจากสันทรายใหม่วางตัวขนานกับสันทรายเก่า โดยมีแม่น้ำตากใบคั่นอยู่ตรงกลาง มีความยาว 12,435 เมตร ส่วนที่กว้างที่สุดมีความกว้าง 376 เมตร สูงจากระดับน้ำทะเลไม่มากนัก พื้นที่มีลักษณะเป็นรูปโค้งเล็กน้อย พื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่โล่งพืชที่ขึ้นส่วนใหญ่เป็นต้นมะพร้าวและต้นสนที่มีขนาดใหญ่ไม่ใหญ่มากนัก จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าพื้นที่ของคาบสมุทรตากใบเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว แนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายหากประสบกับคลื่นลมที่รุนแรง เพราะโครงสร้างด้านล่างของคาบสมุทรตากใบเป็นเพียงสันทรายเท่านั้น และไม่ค่อยมีแนวต้นไม้ที่ช่วยป้องกันคลื่นลม อาจจะไม่สามารถทนทานต่อคลื่นลมที่รุนแรงได้ เพราะฉะนั้นพื้นที่คาบสมุทรตากใบควรมีการเฝ้าติดตามและดูแลอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงลมมรสุมในเดือนธันวาคมที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงสุด (4.0 นอต) และทิศทางพัดเข้าหาแนวชายฝั่งคาบสมุทรตากใบ

ลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ มีลักษณะเป็นสันทรายใหม่วางตัวขนานกับสันทรายเก่า (พื้นแผ่นดินปัจจุบัน) ทำให้บริเวณระหว่างสันทรายกลายเป็นแม่น้ำตากใบ ที่มีปากน้ำจรดกับปากน้ำโก-ลก เป็นลักษณะคอขวด สำหรับลักษณะดินเป็นชุดดิน Sandy Tropohumods ที่ด้านล่างเป็นชั้นสะสมของอินทรีย์วัตถุ

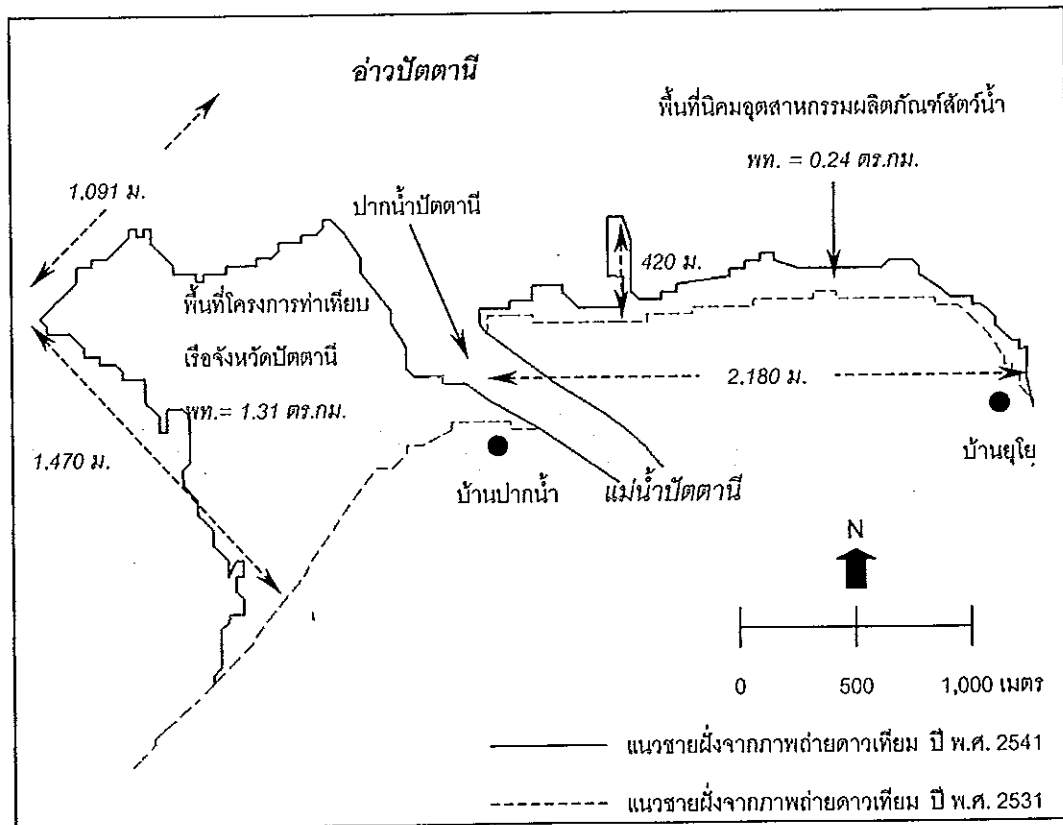
ลักษณะภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2,400.1 มิลลิเมตรต่อปี คลื่น มีความสูงเฉลี่ย 3 เมตร ซึ่งปรากฏร้อยละ 17 ในรอบปี โดยมีทิศทาง N60°E ลม ที่พัดเข้าหาแนวชายฝั่งมี 3 ทิศทาง คือ จากทิศตะวันออกเฉียงใต้ 45.8 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 3.42 นอต ทิศตะวันออกเฉียงเหนือร้อยละ 41.7 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 2.3 นอต และจากทิศเหนือร้อยละ 8.3 ในรอบปี ความเร็วเฉลี่ย 2.6 นอต (ภาพประกอบ 4.8) (กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา, 2541) ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการเคลื่อนย้ายของตะกอนทรายเป็นปริมาณถึง 775,000 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (Sujeet et al, 1996)

ลักษณะกระแสน้ำบริเวณนี้ที่ระดับความลึก 6 เมตร มี 2 ทิศทาง คือ ขณะน้ำขึ้น มีความเร็วสูงสุด 0.6 นอต ไหลในทิศ 120 องศา และขณะน้ำลง มีความเร็วสูงสุด 0.6 นอต ไหลในทิศ 340 องศา (กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์, 2541)

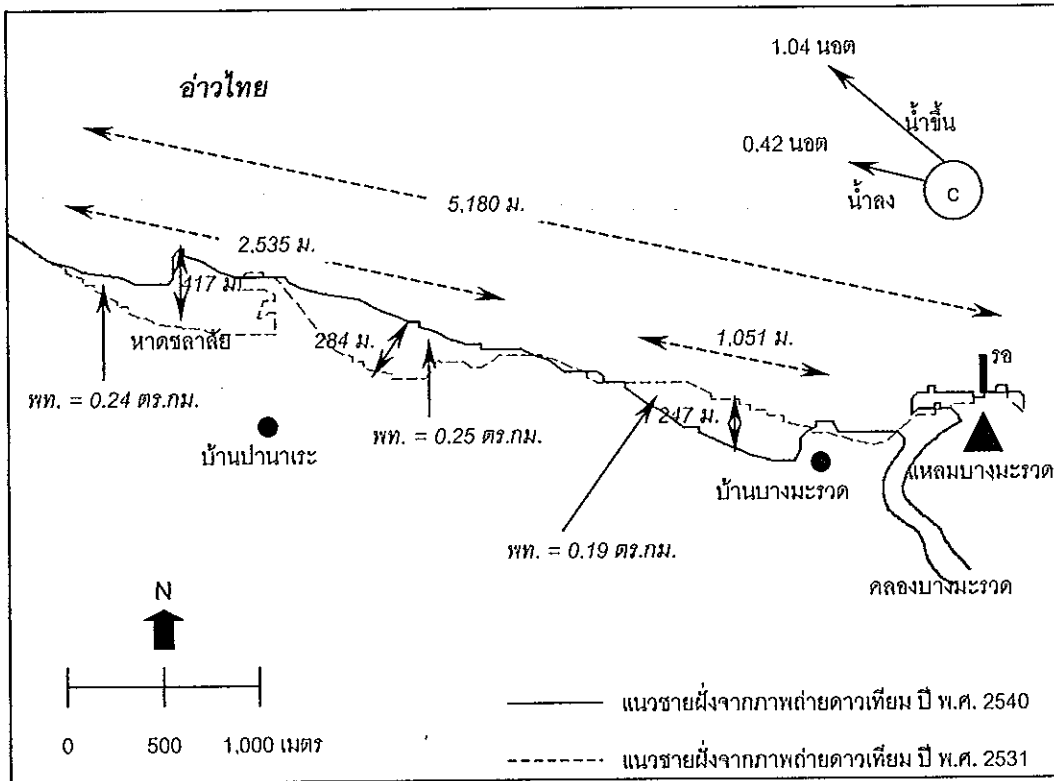
ลักษณะของแม่น้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งบริเวณนี้ประกอบด้วยแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำตากใบ (ยาว 13 กิโลเมตร) และแม่น้ำโก-ลก (ยาว 80 กิโลเมตร) ที่ไหลมาบรรจบกันที่ปากน้ำตากใบ บริเวณบ้านตาบา โดยแม่น้ำตากใบเป็นแม่น้ำสายสั้น ๆ ที่อยู่ระหว่างสันทรายใหม่กับสันทรายเก่าจึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งมากนัก ในขณะที่แม่น้ำโก-ลกเป็นแม่น้ำที่สำคัญที่ใช้กันพรมแดนระหว่างไทยกับมาเลเซีย และมีท่าเรือที่สำคัญของจังหวัดนราธิวาส



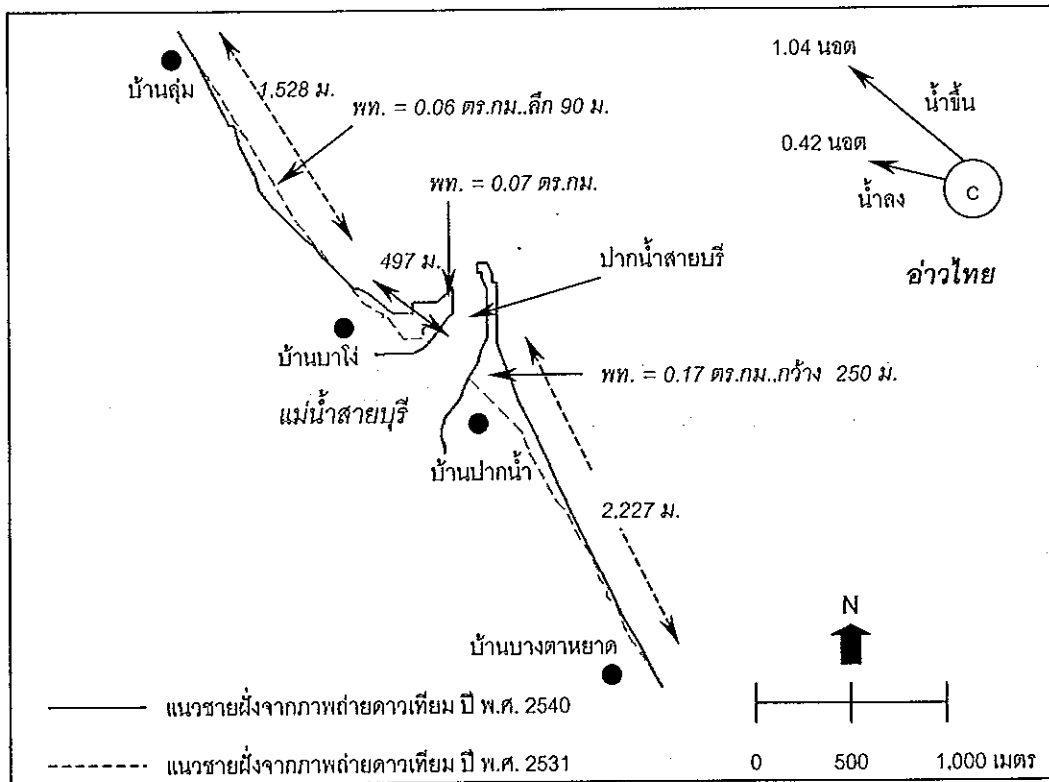
ภาพประกอบ 4.27 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ



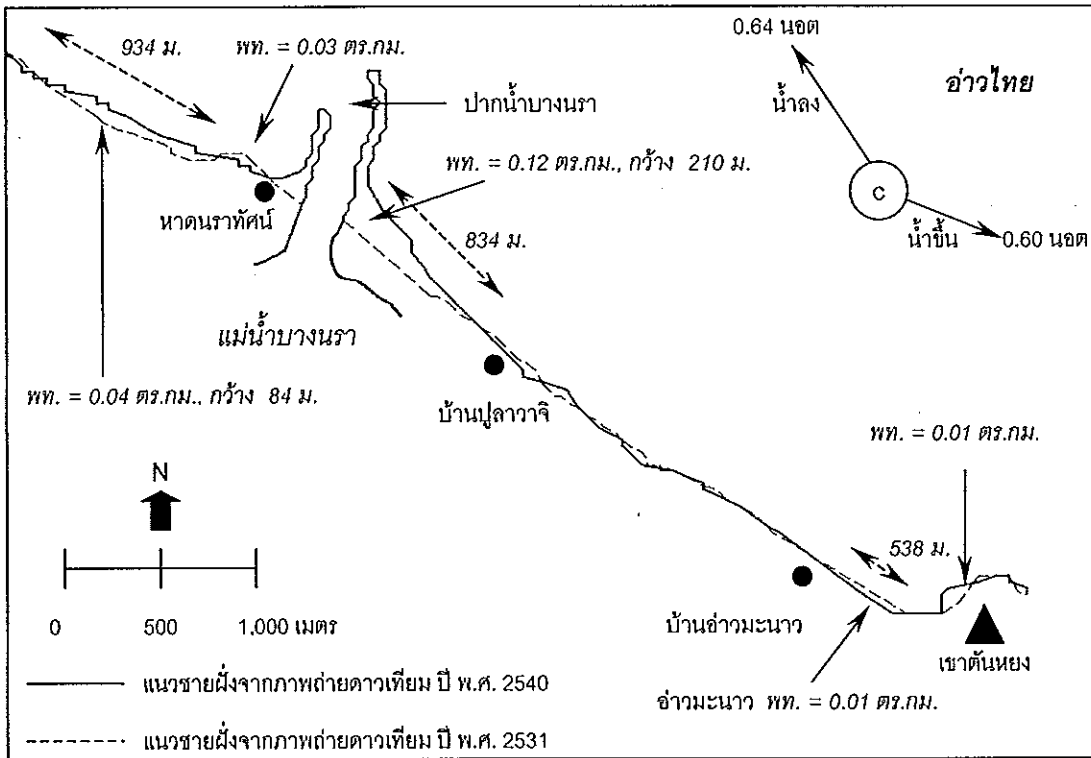
ภาพประกอบ 4.28 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำปัตตานี



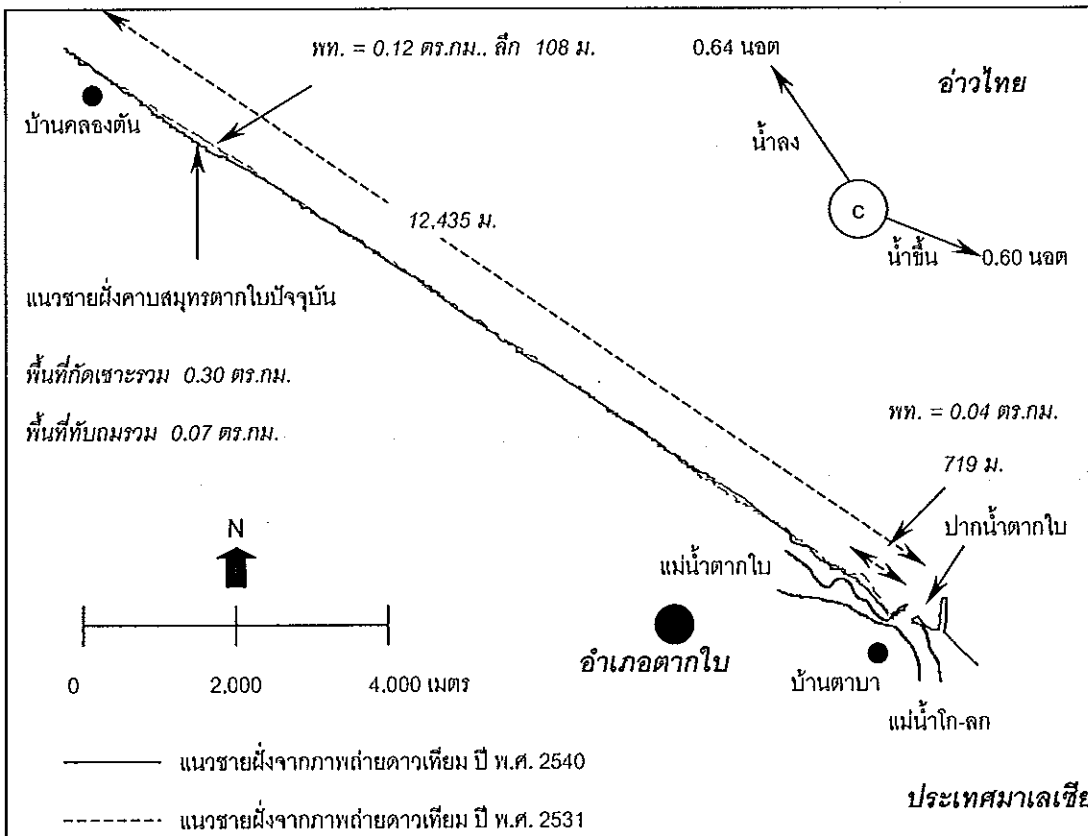
ภาพประกอบ 4.29 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณหาดบางมั่ววด



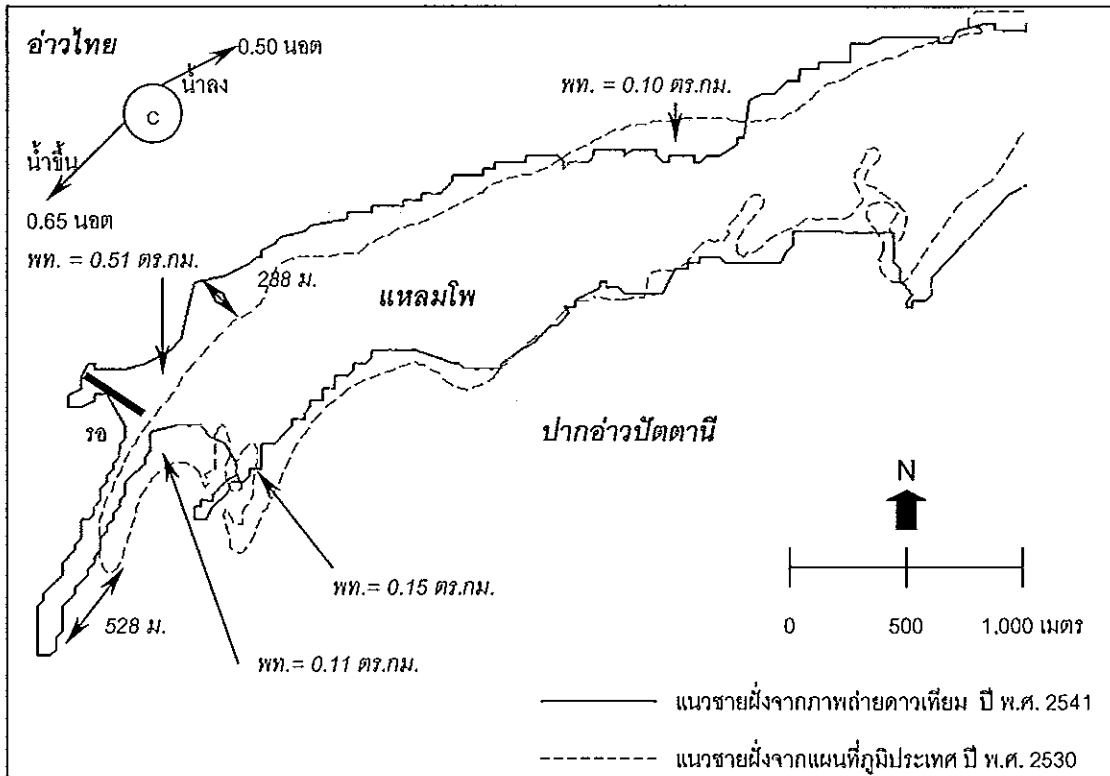
ภาพประกอบ 4.30 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำสายบุรี



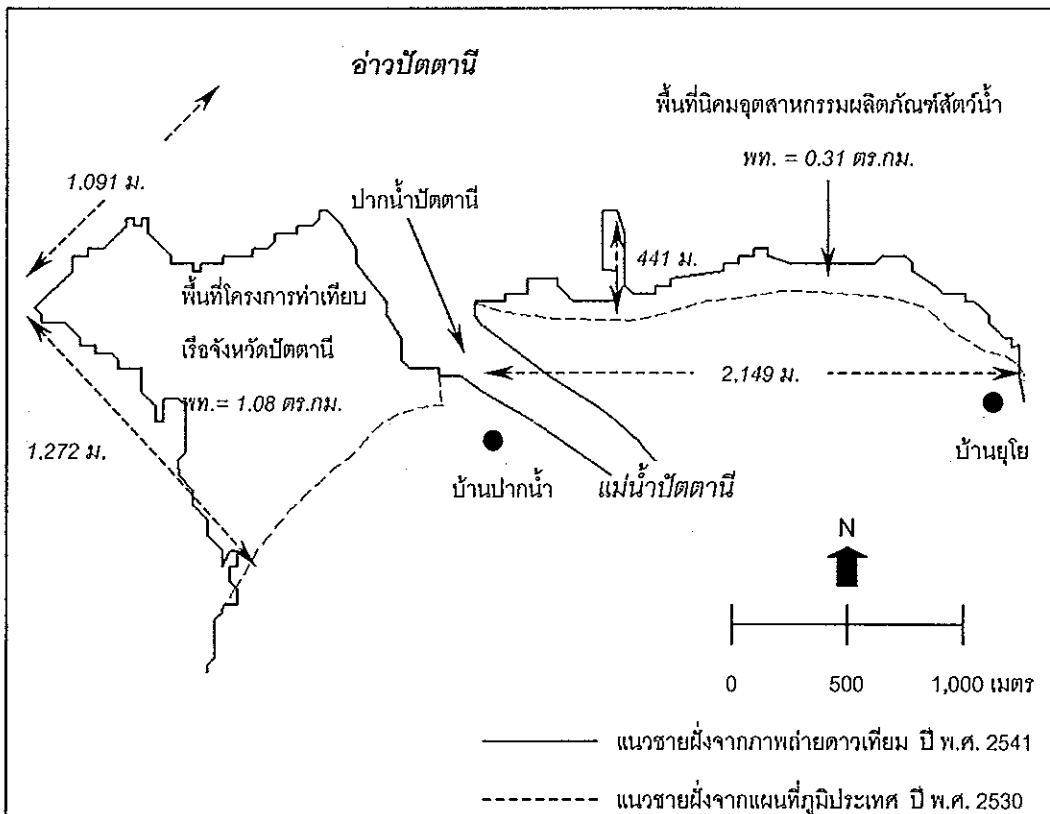
ภาพประกอบ 4.31 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว



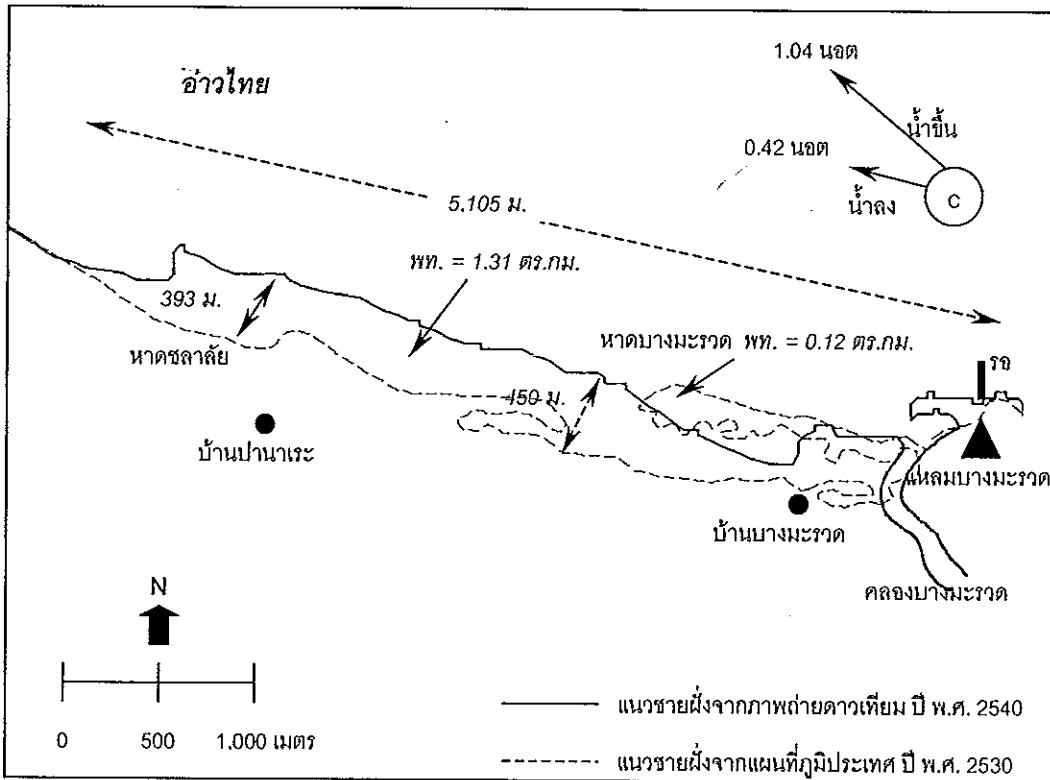
ภาพประกอบ 4.32 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ



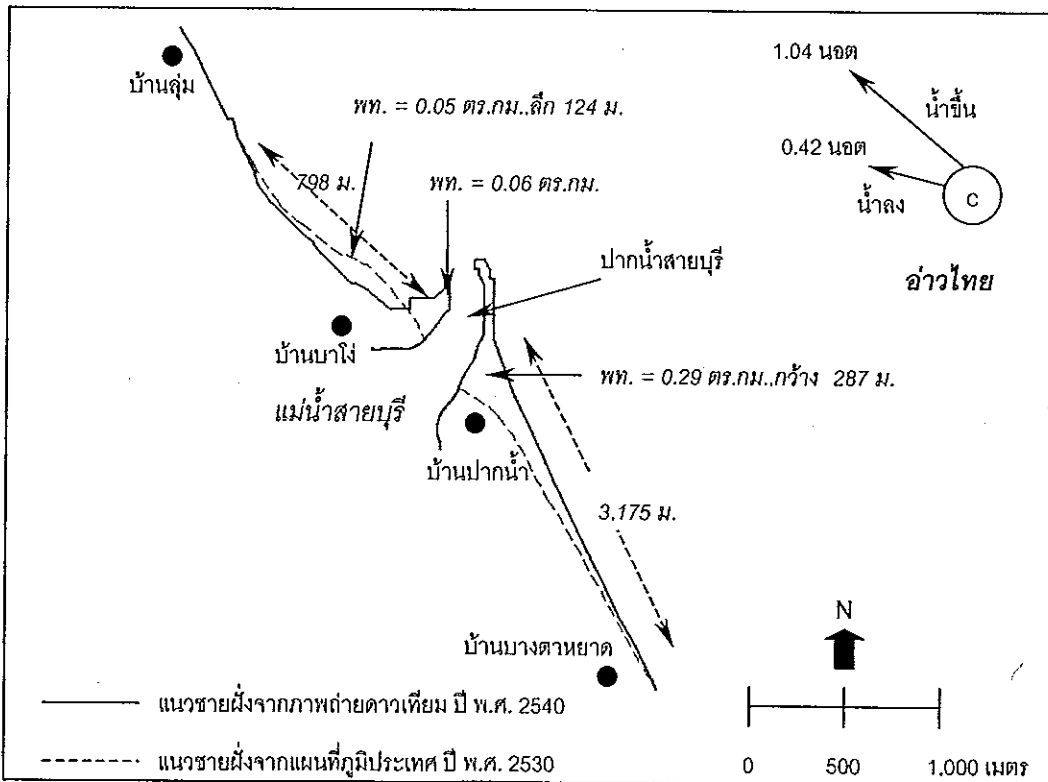
ภาพประกอบ 4.33 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ



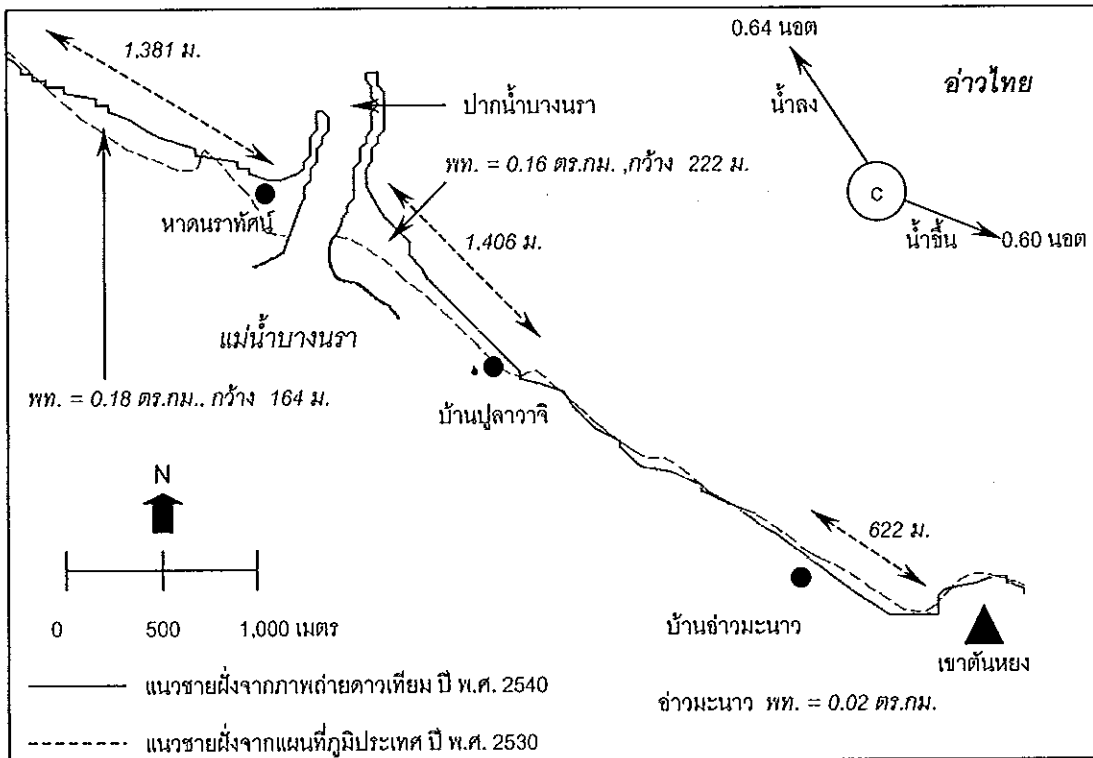
ภาพประกอบ 4.34 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำปัตตานี



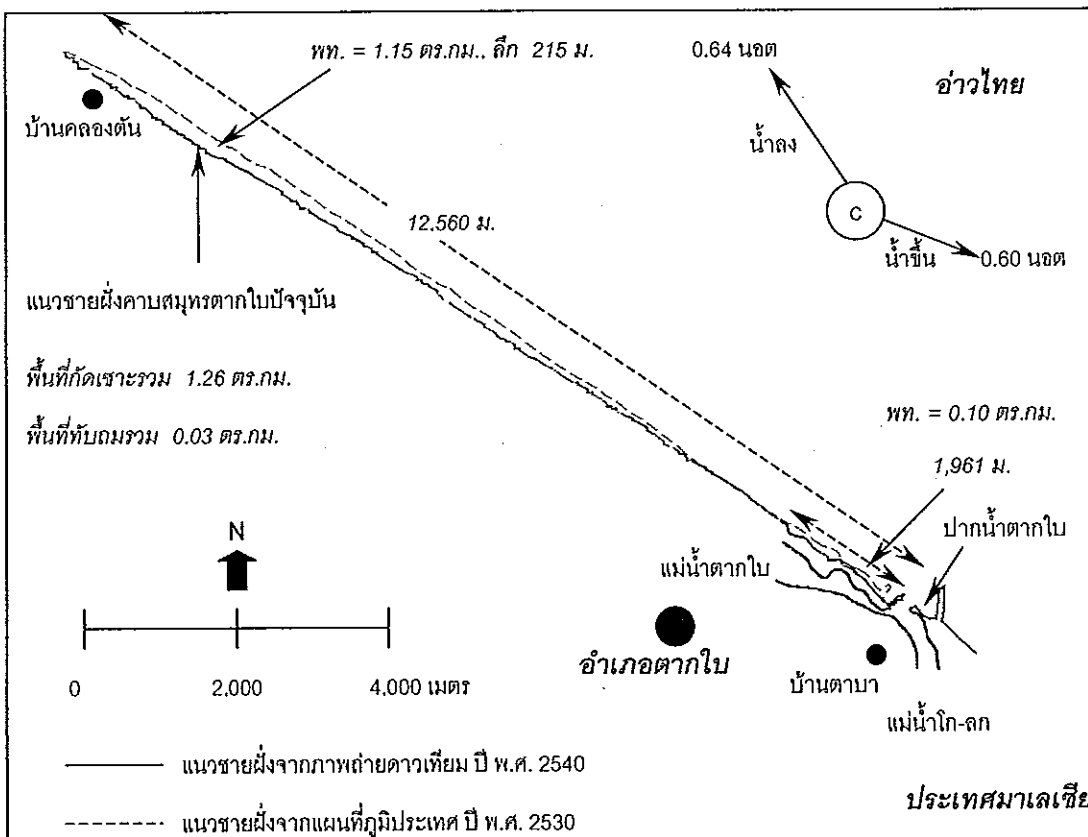
ภาพประกอบ 4.35 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณหาดบางมะหวด



ภาพประกอบ 4.36 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำสายบุรี



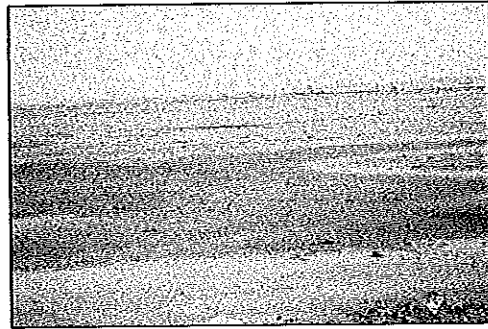
ภาพประกอบ 4.37 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนราถึงอำมะนาว



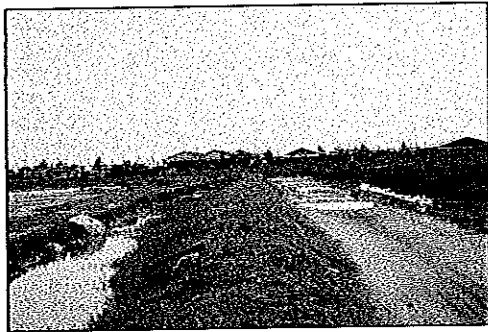
ภาพประกอบ 4.38 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ



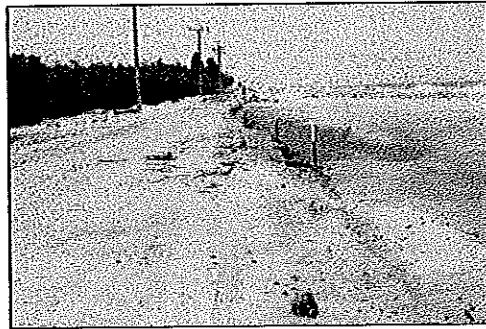
ภาพประกอบ 4.39 ลักษณะการยึดตัวของปลาย
แหลมโพเข้าปากอ่าวปัตตานี



ภาพประกอบ 4.40 พื้นที่ถมดินเพื่อก่อสร้างท่าเทียบเรือ
จังหวัดปัตตานี



ภาพประกอบ 4.41 ท่าเทียบเรือประมงบริเวณ
ปากน้ำปัตตานี



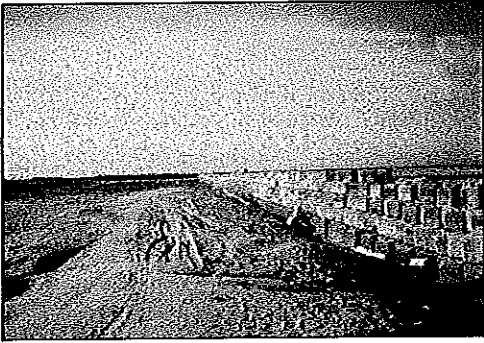
ภาพประกอบ 4.42 ลักษณะของถนนเลียบชายฝั่งบริเวณ
แหลมโพที่ถูกกัดเซาะโดยคลื่น



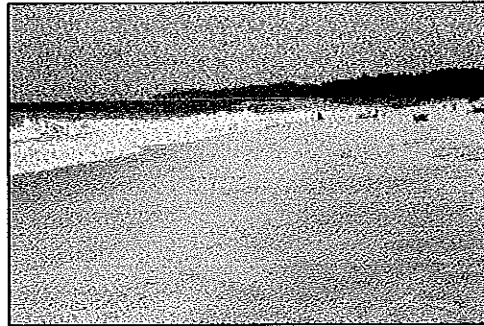
ภาพประกอบ 4.43 ภาพรอบบริเวณปลายแหลมโพที่ใช้ตัด
ตะกอนทราย



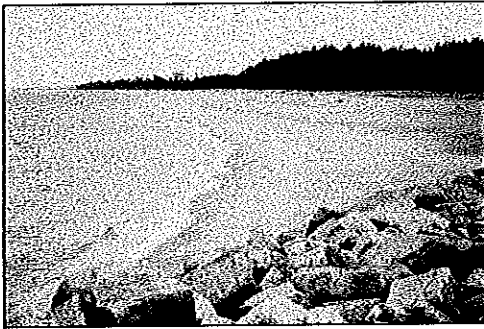
ภาพประกอบ 4.44 ลักษณะของต้นไม้ล้มเนื่องจากการ
กัดเซาะแนวชายฝั่ง บริเวณปลาย
แหลมโพ



ภาพประกอบ 4.45 ภาพรอบบริเวณหาดบางมะรวดที่ใช้
ตัดตะกอนทราย



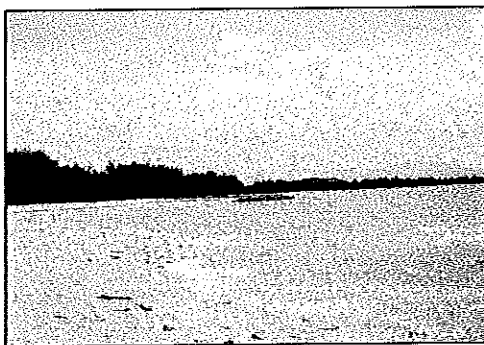
ภาพประกอบ 4.46 แนวชายฝั่งที่ยื่นลงสู่ทะเล เนื่องจาก
การทับถมของตะกอนทราย บริเวณ
หาดชลาลัย



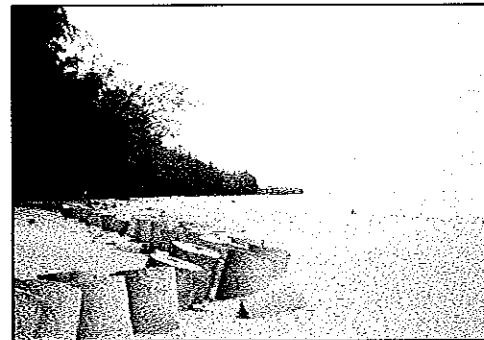
ภาพประกอบ 4.47 ลักษณะการทับถมของตะกอนทราย
บริเวณด้านขวาของปากน้ำสายบุรี



ภาพประกอบ 4.48 ลักษณะการพังของกำแพงกันคลื่น
(Seawall) บริเวณด้านซ้ายของ
ปากน้ำสายบุรี



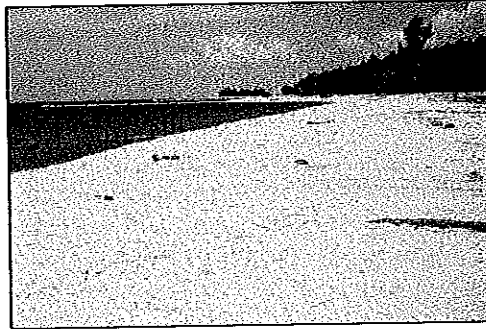
ภาพประกอบ 4.49 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจาก
การกัดเซาะ บริเวณหาดนราทัศน์



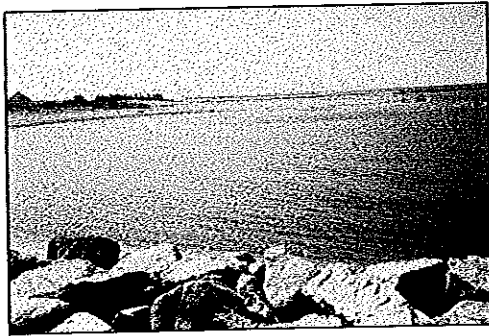
ภาพประกอบ 4.50 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจาก
การกัดเซาะ บริเวณอ่าวมะนาว



ภาพประกอบ 4.51 ลักษณะการทับถมของตะกอนทราย
บริเวณด้านซ้ายของเขาดินหยง



ภาพประกอบ 4.52 ภาพรป้องกันกักเก็บน้ำบริเวณบ้าน
คลองตัน บริเวณคาบสมุทรตากใบ



ภาพประกอบ 4.53 แนวชายฝั่งที่โค้งเว้าเนื่องจากการกัดเซาะ
บริเวณปากน้ำตากใบ

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง โดยอาศัยการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM 2 ช่วงเวลาคือ ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 พบว่าภาพสีผสมในช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) สามารถสังเกตแนวชายฝั่งได้ชัดเจน และนำข้อมูลมาผ่านเทคนิคการยัดภาพแบบซิก้าทำให้สามารถสังเกตแนวชายฝั่งได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมมีความสว่างโดยเฉลี่ยทุกช่วงคลื่นเพิ่มขึ้นร้อยละ 68.5 จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาตรงจุดพิกัดโดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลาเข้าด้วยกัน แล้วจึงทำการจำแนกประเภทข้อมูลด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ เพื่อให้ทราบกลุ่มข้อมูลอย่างคร่าว ๆ และจึงจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับอีกครั้งเพื่อเพิ่มความถูกต้อง

จากการจำแนกประเภทข้อมูลของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ คือ บัตตานี (128/55), บัตตานี (127/55) และ นราธิวาส (127/56) พบว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering สามารถจำแนกและแยกแยะประเภทของกลุ่มข้อมูลออกจากกันได้สมบูรณ์กว่าวิธี K-mean Clustering ด้วยการเปรียบเทียบค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ทั้งในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 (ตาราง 4.4 และ 4.5) โดยที่วิธี K-mean Clustering มีความคลาดเคลื่อนจากวิธี Isodata Clustering ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541 คิดเป็นร้อยละ 2.65 และ 3.55 ตามลำดับ

ส่วนการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification สามารถจำแนกประเภทข้อมูลได้ดีกว่าทั้งวิธี Minimum Distance Classification และ Parallelepiped Classification ด้วยการเปรียบเทียบจากจำนวนร้อยละของความถูกต้องเฉลี่ยและความถูกต้องทั้งหมดของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ ปี พ.ศ. 2540-2541 (ตาราง 4.6) โดยที่ทั้งวิธี Minimum Distance Classification และ Parallelepiped Classification มีความคลาดเคลื่อนร้อยละของความถูกต้องเฉลี่ยของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 3 ชุดภาพ จากวิธี Maximum Likelihood Classification เป็นร้อยละ 5.46 และ 47.02 ตามลำดับ และร้อยละของความถูกต้องทั้งหมดเป็นร้อยละ 4.92 และ 52.44 ตามลำดับ

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง

จากการนำเส้นขอบแนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิประเทศและภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านการจำแนกประเภทข้อมูลแล้ว มาซ้อนทับกับพร้อมกำหนดจุดรวมมวล (Centriod) และหมายเลขประจำตัว (Identifying : ID) ของแต่ละพื้นที่ที่เกิดจากการเชื่อมลำกันของเส้นขอบแนวชายฝั่ง เพื่อคำนวณหาพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง โดยสามารถคำนวณหาได้ 2 วิธีคือ

ก การเปรียบเทียบระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม

การเปรียบเทียบแนวชายฝั่งจากแผนที่ภูมิประเทศ ปี พ.ศ. 2530 กับ ภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541 พบว่าแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 7.89 ตารางกิโลเมตร โดยแยกเป็นพื้นที่กัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 36.37 และพื้นที่ทับถม 5.02 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 63.63

โดยพื้นที่ 5 บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนคือ บริเวณแหลมโพ บริเวณหาดบางมะรวด บริเวณปากน้ำสายบุรี บริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว และบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ รวมเป็นพื้นที่ 4.4 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.77 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทั้งหมดที่ทำการศึกษา ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีการกัดเซาะ 1.81 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 63.07 ของพื้นที่ที่มีการกัดเซาะทั้งหมด และเป็นพื้นที่ที่มีการทับถม 2.59 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 51.59 ของพื้นที่ที่มีการทับถมทั้งหมด

ข การเปรียบเทียบระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมด้วยกัน

การเปรียบเทียบแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียมของทั้ง 2 ช่วงเวลา (ปี พ.ศ. 2531 กับ ปี พ.ศ. 2540-2541) พบว่าแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 4.64 ตารางกิโลเมตร โดยแยกเป็นพื้นที่กัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.22 และพื้นที่ทับถม 2.82 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.78

พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน 5 บริเวณดังข้างต้น สามารถคำนวณพื้นที่การเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ 2.24 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 48.28 ของพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทั้งหมดที่ทำการศึกษา ประกอบด้วยพื้นที่ที่มีการกัดเซาะ 0.74 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 40.66 ของพื้นที่ที่มีการกัดเซาะทั้งหมด และเป็นพื้นที่ที่มีการทับถม 1.50 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 53.19 ของพื้นที่ที่มีการทับถมทั้งหมด

โดยบริเวณที่พบการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างรุนแรงส่วนใหญ่เป็นบริเวณปากน้ำ เช่น ปากน้ำปัตตานี ปากน้ำสายบุรี ปากน้ำบางนรา ปากน้ำตากใบ และปากน้ำโก-ลก ซึ่งสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มาจากกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง การก่อสร้างเขื่อนกันทราย ลักษณะคลื่น และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจากเทคนิคทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกัน เนื่องจากการเปรียบเทียบแนวชายฝั่งระหว่างแผนที่ภูมิประเทศกับภาพถ่ายดาวเทียม มีความคลาดเคลื่อนมากกว่า สาเหตุมาจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ที่ใช้ในการวิจัยมีความละเอียดของข้อมูลน้อย กอปรพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งมีปริมาณน้อยจึงอาจทำให้ขนาดมาตราส่วน 1 : 50,000 ไม่เหมาะสมต่อการศึกษาคั้งนี้ ตลอดจนความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากตัวผู้วิจัยในขั้นตอนของการนำเข้าข้อมูล (Digitize) ซึ่งต่างจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดของข้อมูลมากกว่า และมีแหล่งที่มาของข้อมูลเป็นแหล่งเดียวกัน

การศึกษาคั้งนี้อาจมีพื้นที่การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งมากหรือน้อยกว่าจากที่คำนวณหาได้ก็อาจเป็นไปได้ เนื่องจากความไม่เที่ยงตรงของตำแหน่งขอบแนวชายฝั่งที่หามาได้จากทั้ง 2 วิธี ซึ่งเป็นข้อจำกัดและปัญหาทางเทคนิคของข้อมูลที่นอกเหนือจากขอบเขตการศึกษาคั้งนี้

เนื่องจากแนวชายฝั่งมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ฉะนั้นการติดตามตรวจสอบถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งนั้นจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือ เทคนิคและข้อมูลที่ทันสมัยต่อเหตุการณ์มาช่วย โดยเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคนิคหนึ่งที่มีความเหมาะสมต่อการศึกษการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งที่ดีและยอมรับได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การพิจารณาเลือกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในการวิเคราะห์ควรเป็นข้อมูลที่ปลอดจากการบดบังของกลุ่มเมฆและควันไฟ เช่น ควันไฟจากไฟไหม้ป่าบริเวณพรุโตะแดง เพื่อให้สามารถสังเกตแนวชายฝั่งได้ชัดเจน และมั่นใจต่อการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ตลอดจนการจำแนกประเภทข้อมูล อาทิเช่น ภาพถ่ายดาวเทียมของปี พ.ศ. 2531 มีเมฆปกคลุมค่อนข้างมาก จึงเป็นอุปสรรคในการหาจุดควบคุมภาคพื้นดินและการจำแนกประเภทข้อมูล

รวมถึงการเลือกช่วงเวลาของการบันทึกภาพของดาวเทียมในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงที่สุด เพื่อเห็นแนวชายฝั่งในช่วงเวลาน้ำขึ้นลงในช่วงเวลาเดียวกัน และไม่มีผลความคลาดเคลื่อนของแนวชายฝั่งอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นลง

เพื่อสังเกตถึงการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในลักษณะของอัตราการเปลี่ยนแปลง ควรเพิ่มจำนวนช่วงเวลาของภาพถ่ายดาวเทียม ในระหว่างปี พ.ศ. 2531-2541 เพื่อสามารถทราบแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.2.2 การกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) ควรมีปริมาณจำนวนจุดและทำให้กระจายครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการวิจัยมากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย เช่น บริเวณ

ปลายแหลมโพ ซึ่งยากแก่การหาจุดควบคุมภาคพื้นดินที่ถาวรมั่นคง และบริเวณภายในแผ่นดินที่หาจุดเพื่อกำหนดให้เป็นจุดควบคุมภาคพื้นดินได้ยาก เช่น บริเวณภูเขา

5.2.3 การประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งนี้ ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างคือ ชนิดของโปรแกรมที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งแต่ละโปรแกรมก็มีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกันไป เช่น โปรแกรม INTERGRAPH ที่มีชุดคำสั่งการทำงานด้านการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital image processing) ที่มีขีดจำกัดกว่าโปรแกรมอื่น ตัวอย่างเช่น

ก การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering ภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการจำแนกจะต้องเป็นกรอบภาพสี่เหลี่ยม มิฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถจำแนกประเภทของกลุ่มข้อมูลในภาพถ่ายดาวเทียมนั้นได้

ข การต่อภาพถ่ายดาวเทียม 2 ภาพเข้าด้วยกัน โดยชุดคำสั่ง Mosaic Images ในชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MBI จะทำให้ภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้มีค่าระดับความเข้มสีเทาเปลี่ยนไป เพราะค่าระดับความเข้มสีเทาใหม่ที่ได้นั้น เป็นค่าเฉลี่ยจากค่าระดับความเข้มสีเทาจาก 2 ภาพ ซึ่งมีผลต่อการจำแนกประเภทข้อมูล เพราะฉะนั้นภาพถ่ายดาวเทียมที่ผ่านขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูลไม่เหมาะสมที่จะนำมาต่อเข้าด้วยกันก่อน

แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของโปรแกรม INTERGRAPH ก็มีจุดเด่นในแง่ของชุดคำสั่งด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และยังรวมชุดคำสั่งอื่น ๆ ไว้อยู่ในโปรแกรมเดียวกัน โดยมีชุดคำสั่งส่วนจำเพาะโอราเคิลเพื่อช่วยในการจัดการฐานข้อมูลของโปรแกรม จึงสะดวกต่อการเรียกใช้โปรแกรมย่อยอื่น ๆ ที่สามารถเชื่อมโยงต่อกันได้ทันที

ตลอดจนพิจารณาโปรแกรมชนิดอื่นมาประกอบการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข เช่น โปรแกรม ERDAS และ EASI/PACE เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพและความแตกต่างกับโปรแกรม INTERGRAPH ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

5.2.4 การคำนวณพื้นที่แนวชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงนี้ เป็นการคำนวณจากเทคนิคการรับรู้จากระยะไกลลำพังไม่มีการตรวจสอบหรือคำนวณจากพื้นที่จริงในภาคสนาม เพราะฉะนั้นเพื่อความถูกต้องสมควรตรวจสอบความถูกต้องโดยการทำรังวัดในภาคสนามประกอบ

5.2.5 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งด้วยแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1 : 50,000 อาจให้ความละเอียดค่อนข้างน้อย เพราะฉะนั้นหากต้องการศึกษาโดยอาศัยแผนที่ภูมิประเทศจึงควรใช้แผนที่ที่มีมาตราส่วนเล็กกว่านี้ เช่น มาตราส่วน 1 : 25,000 หรือ 1 : 1,000 เป็นต้น

5.2.6 ขนาดจุดภาพของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่มีขนาด 30×30 ตารางเมตร ซึ่งอาจจะค่อนข้างหยابสำหรับการศึกษากการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง เพราะใน ส่วนของแนวชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 30 เมตร ดาวเทียมจะไม่สามารถตรวจสอบได้ ฉะนั้นหากใช้ข้อมูลดาวเทียมที่มีขนาดของจุดภาพที่ละเอียดมากขึ้นมาประกอบการวิจัยก็จะเป็น การเพิ่มความถูกต้องยิ่งขึ้น อาทิเช่น

ก ข้อมูลของดาวเทียม SPOT ของสถาบันอวกาศแห่งยุโรป ที่มีระบบกล้อง High Resolution Visible (HRV) 2 ระบบคือ ระบบหลายช่วงคลื่น (Multispectral) 3 ช่วงคลื่น รายละเอียด ขนาดจุดภาพ 20×20 ตารางเมตร และระบบช่วงคลื่นขาวดำ (Panchromatic) รายละเอียดขนาด 10×10 ตารางเมตร

ข ข้อมูลของดาวเทียม IRS-1C (India Remote Sensing Satellite) ขององค์การวิจัย อวกาศแห่งอินเดีย ที่มีระบบการบันทึกภาพแบบระบบช่วงคลื่นขาวดำ รายละเอียดขนาดจุดภาพ 5.8×5.8 ตารางเมตร ให้ระดับความละเอียดได้ 64 ระดับ

ค ข้อมูลของดาวเทียม IKONOS-2 ของสหรัฐอเมริกา ที่ให้รายละเอียดขนาดจุด ภาพ 1×1 ตารางเมตร โดยมีโครงการจะปล่อยเข้าสู่วงโคจรในปลายปี พ.ศ. 2542

5.2.7 เนื่องจากอายุการใช้งานของดาวเทียม LANDSAT-5 เริ่มมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 ฉะนั้นวงโคจรอาจจะเปลี่ยนแปลง เช่น มุมเอียงของวงโคจรลดลงกว่าที่กำหนดไว้เนื่องจาก ปฏิกิริยาการถ่วงในระบบจักรวาล ทำให้ดาวเทียมโคจรผ่านแนวศูนย์จากเหนือลงใต้จะเร็วกว่าเดิม แต่ก็ได้ดำเนินการปรับมุมของดาวเทียมมาแล้ว 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 27 และ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2538 และครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 12 และ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2538 โดยระนาบวง โคจรได้รับการเปลี่ยนไปจากเดิม 0.1 องศา และ 0.088 องศา ในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ (รัตนา ปุณณหรรษา, 2539) ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวจะส่งผลต่อความถูกต้องของการปรับแก้ไข เิงเรขาคณิตและการปรับแก้เชิงรังสีภาพได้ ตลอดจนความเสี่ยงสภาพของตัวรับสัญญาณภาพ เป็นต้น อันจะส่งผลต่อการเปรียบเทียบทางเทคนิคการซ้อนภาพต่อภาพ ซึ่งก็สมควรต้องตั้ง ประเด็นข้อสังเกตไว้ด้วยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ด้วย

5.2.8 นอกจากการศึกษากการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งจากช่วงคลื่นของดาวเทียม LANDSAT- 5 ระบบ TM แล้ว น่าจะทดลองศึกษาจากช่วงคลื่นอื่น ๆ เช่น ช่วงคลื่นความถี่ต่ำของช่วงคลื่น ไมโครเวฟ ซึ่งอาจจะประยุกต์ใช้ในการศึกษากการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้

5.2.9 จากการวิจัยถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง พบว่าตลอดแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลง แต่ที่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดมี 5 บริเวณดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งมีความน่าเป็นห่วง ฉะนั้นจึงควรที่จะมีการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังต่อไปในอนาคต ตลอดจนการหาแนวทางและมาตรการในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งที่มีความยั่งยืน โดยควรเป็นการร่วมมือทำงานทั้งในภาครัฐบาลและเอกชนตลอดจนประชาชนในพื้นที่

- ภาครัฐบาล ควรจัดสรรงบประมาณให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้ดำเนินการศึกษาวิจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของแนวชายฝั่ง ตลอดจนการวางแผนการใช้ประโยชน์ในพื้นที่หลังการเปลี่ยนแปลง

- ภาคเอกชน ควรดำเนินการให้สอดคล้องกับแผนการใช้ที่ดิน ตามที่ภาครัฐได้วางแผนไว้ ตลอดจนต้องมีการออกแบบตัวอาคารและสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ ให้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

- ประชาชนในพื้นที่ ควรมีส่วนร่วมในการกำหนดมาตรการการป้องกันแนวชายฝั่ง และช่วยกันสอดส่องดูแลพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ตลอดจนช่วยกันดูแลรักษาสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บริเวณชายฝั่ง

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2518. แผนที่ดินจังหวัดนราธิวาส. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2518. แผนที่ดินจังหวัดปัตตานี. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2529. แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดนราธิวาส. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2529. แผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดปัตตานี. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา. 2541. Mrain, Mrelh, Mtemp, Mwind, Se568501 และ Se583201. (ข้อมูล). ฝ่ายอากาศประจำถิ่น : กองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา.

กองสมุทรศาสตร์ กรมอุทกศาสตร์. 2541. Curpat nara. (ข้อมูล). กองสมุทรศาสตร์ : กรมอุทกศาสตร์

กุลรัตน์ สัจยัน. 2538. "พัฒนาลุ่มน้ำโก-ลก หยุด! การสูญเสียแผ่นดินไทย", หนังสือพิมพ์มติชน รายวัน. 24 มีนาคม 2538, หน้า 29.

คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2540. "การจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้เพื่อรองรับโครงการพัฒนาเศรษฐกิจสามฝ่าย ระยะที่ 1. สงขลา.

ครองชัย หัตถา. 2531. "ข้อสังเกตและการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาของพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย", วารสารภูมิแล. 11 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2531), 42-48.

จักรกริส กสิสุวรรณ ดนุพล ตันนโยภาส และ เซาว์น ยงเฉลิมชัย. 2542. "การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งในภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)", ในเอกสารประกอบการประชุมวิชาการเฉลิมพระเกียรติ "ผลงานวิจัยภาคใต้: รากฐานการพัฒนาสู่อนาคต" ณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 28 สิงหาคม 2542. หน้า 55

ชาติ มงคลมาลัย และรัศมี สุวรรณวีระกำธร. 2531. "การศึกษาสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำบางปะกง โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม SPOT", ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการเรื่อง ผลการศึกษาในระยะแรกของโครงการดาวเทียมแลนด์แซทภายใต้ความช่วยเหลือของ CIDA. ณ โรงแรมเอเชียพัทยา จังหวัดชลบุรี 21-23 มกราคม 2531. หน้า 137-145

ปรียาลักษณ์ โทณะกวิณ. 2537. "โครงการสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ", วารสารเศรษฐกิจธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 26 (มีนาคม 2537), 6-10.

รัชนีกร บุญ-หลง. 2536. ภูมิศาสตร์กายภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนา ปุณณหรรษา. 2539. "สถานภาพดาวเทียมแลนด์แซท-5", จุลสารดาวเทียม. 55 (มกราคม 2539), 24.

ลือกลีย์ อินเตอร์กราฟ (ประเทศไทย). 2537. การใช้งานโอราเคิลเบื้องต้นสำหรับวินโดวส์เอ็นที. กรุงเทพฯ : ลือกลีย์ อินเตอร์กราฟ (ประเทศไทย). จำกัด.

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และคณะ. 2532. การศึกษาความถูกต้องของแผนที่การใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงซึ่งจำแนกโดยคอมพิวเตอร์ บริเวณจังหวัดนราธิวาส. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ฟันนี่พับบลิชซิง.

สิน สิ้นสกุล. 2533. "กรณีศึกษารายชื่อยี่ห้อและวันตกของแหลมไทยภาคใต้", วารสารภูมิศาสตร์. 15 (กรกฎาคม 2533), 293-314.

สุทัศน์ วิสกุล และปรัชญา ปักซี่. 2539. "การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณเขื่อนกันทรายและคลื่น", ใน เอกสารประกอบการสัมมนาการใช้ประโยชน์ข้อมูลจากทฤษฎีสมุทรศาสตร์ ณ โรงแรมพาวิลเลียน ริมแคว ธาณี รีสอร์ท จังหวัดกาญจนบุรี 7-8 กันยายน 2539. หน้า 1-19

สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ. 2533. "การกัดเซาะชายฝั่ง", วารสารภูมิศาสตร์. 15 (กรกฎาคม 2533), 321-336.

สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์. 2536. "หลักการเบื้องต้นของเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล", ใน การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, หน้า 89-112. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์. 2539. "โครงการสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ", รัฐสภาสาร. 44 (สิงหาคม 2539), 1-12.

_____. 2537. "การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม", วารสารภูมิศาสตร์. 19 (มีนาคม 2537), 1-8.

สุวิมล แซ่โง้ว. 2538. "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณแหลมตาชี จังหวัดปัตตานีที่เกิดจากอิทธิพลของสิ่งก่อสร้างเพื่อป้องกันการกัดเซาะของตะกอน", คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2538.

"ธรณีฐานประเทศไทยจากห้วงอวกาศ." กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

อภิสิทธิ์ เขียมหล่อ. 2533. "ฐานธรณีชายฝั่งของประเทศไทย", วารสารภูมิศาสตร์. 15
(กรกฎาคม 2533), 263-287.

_____. 2530. ธรณีฐานวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

อัปสรสุดา ศิริพงศ์. 2534. "การศึกษารัศมีฐานวิทยาของชายฝั่งทะเลภาคใต้ของไทยโดยใช้
รีโมทเซนซิง", ในเอกสารประกอบการประชุมสัมมนา ดร.สถิตย์ วัชรกิตติอนุสรณ์
ครั้งที่ 2 สำนักงานกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 9.

_____. 2529. "ฐานวิทยาของชายฝั่งทะเลตอนใต้ของไทย : จังหวัดปัตตานีและ
นราธิวาส", ในเอกสารประกอบการสัมมนาการสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ
ครั้งที่ 3 สภาวิจัยแห่งชาติ 6-8 สิงหาคม 2529. หน้า 1-20.

อัปสรสุดา ศิริพงศ์ และคณะ. 2535. "การกัดเซาะฝั่งทะเล กรณีศึกษาสาเหตุของการกัดเซาะ
ชายหาดที่อ่าวบางเทา ภูเก็ต" รายงานภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยา
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Barrett, B.C. and Curtis, L.F. 1992. Introduction to Environmental Remote Sensing. 3rd
ed. Singapore : Chapman & Hall.

Bloom, A.L. 1987. Geomorphology A Systematic Analysis of Late Cenozoic
landforms. United States of America : Prentice-Hall, Inc.

Cambell, J.B. 1987. Introduction to Remote Sensing. United States of America : A
Division of Guilford Publications, Inc.

Cordell, E.V. and Nolte, D.A. 1988. Feasibility of Using Remote Sensing to Identify the Aquaculture Potential of Coastal Waters. Oregon USA. : Recon Technologies, Inc.

Drury, S.A. 1993. Image Interpretation in Geology. 2nd ed. Great Britain : Allen & Unwin.

Gupta, R.V. 1991. Remote Sensing Geology. Germany : Appl,Wemding.

Hord, R.M. 1986. Remote Sensing Methods and Applications. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.

Intergraph. 1995. MGE Advanced Imager (MAI). User's Guide for the Windows NT Operating System. Alabama : Intergraph Corporation.

_____. 1994. MGE Analyst (MGA). Getting Started for the Windows NT Operating System. Alabama : Intergraph Corporation.

_____. 1994. MGE Base Imager (MBI). User's Guide for the Windows NT Operating System. Alabama : Intergraph Corporation.

_____. 1995. MGE Map Finisher (MFFN). Getting Stared for the Windows NT Operating System. Alabama : Intergraph Corporation.

_____. 1994. MicroStation 2D level 1 Course Guide. Alabama : Intergraph Corporation.

Jensen, R.J. 1998. Introductory Digital Image Processing A Remote Sensing Perspective. 2nd ed. United States of America : Prantice-Hall, Inc.,

- Kapetsky, J.M. 1987. "Satellite Remote Sensing to Locate and Inventory Small Water Bodies of Fisheries Management and Aquaculture Development in Zimbabwe" CIFA Occasional Paper No 14. FAO, Rome Italy.
- LeDrew, E.F. and Franklin, S.E. 1987. "Mapping Potential Effluent Pathways in the Long Point Region of Lake Erie from Landsat Imagery", Journal of Coastal Research. 3 (1987)
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. 3rd ed. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.
- Meaden, G.J. and Kapetsky, J.M. 1991. Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture. Rome : FAO.
- Miller, D.J. 1960. Giant waves in Lituyu Bay. USGS, Prof. Paper 354-C, pp.51-86.
- Nuriddinov, O.S. 1989. "Use of Remote Sensing in the Study of the Shoreline of Sarykamysk Lake" Mapping Sciences and Remote Sensing. 26(1989), 74-77.
- PCI. 1997. Using PCL Software Volume I. Canada : PCI Inc.
- PCI. 1997. Using PCL Software Volume II. Canada : PCI Inc.
- Rahn, P.H. 1986. Engineering Geology An Environmental Approach. United States of America : Elsevier Science Publishing Co., Inc.
- Robinson, G.D. and Spieker, A.M. 1978. Nature to be commanded....earth-science maps applied to land and water management. USGS, Prof. Paper 960.

Srisaengthong, D. and Disbunchong, D. 1989. Coastline Change in the Head of Upper Gulf of Thailand, Paper presented at the Seminar on The Application of Remote Sensing Techniques to Coastal Studies and Environmental Monitoring, 12-15 September, Hanoi, Vietnam.

Sujeet Bhageloe., *et al.* 1996. Coastal Engineering in Southern Thailand : A survey of the coastal dynamics at the east coast of Southern Thailand. Netherlands.

Summerfeild, M.A. 1991. Global Geomorphology. United States of America : John Wiley and Sons, Inc.

Thompson, G.R. and Turk, J. 1993. Earth Science and The Environment. United States of America : Monotype Composition, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531

ภาคผนวก ก-1 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
 ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12	Total
Pixel	477	157	335	614	552	243	1030	72	481	158	220	91	4430

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	45.187	60.83	41.974	54.838	64.733	54.558	118.99	46.303	71.052	38.735	63.128
class2	45.187	0	33.186	22.152	24.929	57.491	33.795	137.04	31.785	76.343	33.379	37.01
class3	60.83	33.186	0	19.135	8.315	90.61	8.859	166.33	16.576	107.77	64.764	66.677
class4	41.974	22.152	19.135	0	13.108	76.611	14.667	149.77	9.839	92.366	49.068	56.651
class5	54.838	24.929	8.315	13.108	0	82.325	11.167	158.57	15.084	99.643	56.544	59.156
class6	64.733	57.491	90.61	76.611	82.325	0	90.378	89.611	86.247	27.966	29.744	38.294
class7	54.558	33.795	8.859	14.667	11.167	90.378	0	164.02	8.535	106.63	63.375	67.596
class8	118.99	137.04	166.33	149.77	158.57	89.611	164.02	0	157.7	63.06	104.01	127.23
class9	46.303	31.785	16.576	9.839	15.084	86.247	8.535	157.7	0	101.39	58.373	65.687
class10	71.052	76.343	107.77	92.366	99.643	27.966	106.63	63.06	101.39	0	43.786	65.372
class11	38.735	33.379	64.764	49.068	56.544	29.744	63.375	104.01	58.373	43.786	0	36.05
class12	63.128	37.01	66.677	56.651	59.156	38.294	67.596	127.23	65.687	65.372	36.05	0
Average	0.003											

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	1.946	1.964	1.653	1.899	2	1.99	1.992	1.983	2	1.995	2
class2	1.946	0	1.997	1.853	1.925	1.998	1.996	1.972	1.996	1.999	1.675	1.978
class3	1.964	1.997	0	1.744	1.306	2	1.568	2	1.969	2	2	2
class4	1.653	1.853	1.744	0	1.357	2	1.591	1.998	1.604	2	1.999	2
class5	1.899	1.925	1.306	1.357	0	2	1.63	1.999	1.832	2	2	2
class6	2	1.998	2	2	2	0	2	1.83	2	1.417	1.769	1.83
class7	1.99	1.996	1.568	1.591	1.63	2	0	2	1.51	2	2	2
class8	1.992	1.972	2	1.998	1.999	1.83	2	0	2	1.346	1.826	1.967
class9	1.983	1.996	1.969	1.604	1.832	2	1.51	2	0	2	2	2
class10	2	1.999	2	2	2	1.417	2	1.346	2	0	1.834	1.985
class11	1.995	1.675	2	1.999	2	1.769	2	1.826	2	1.834	0	1.679
class12	2	1.978	2	2	2	1.83	2	1.967	2	1.985	1.679	0
Average	1.885											

ภาคผนวก ก-2 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
 ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12	Total
Pixel	452	21	21	218	177	3021	120	89	87	121	52	51	4430

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	170.66	71.622	35.679	67.33	43.946	75.375	37.451	60.265	58.143	106.26	32.737
class2	170.66	0	130.18	171.12	138.17	208.16	110.86	141.9	177.77	140.96	71.619	148.28
class3	71.622	130.18	0	96.904	94.127	115.14	85.648	71.622	111.71	94.655	90.72	38.982
class4	35.679	171.12	96.904	0	46.756	42.804	62.849	31.618	32.053	35.011	100.71	60.048
class5	67.33	138.17	94.127	46.756	0	88.941	31.388	32.962	40.122	23.573	68.485	70.666
class6	43.946	208.16	115.14	42.804	88.941	0	104	68.79	62.747	77.054	139.81	76.517
class7	75.375	110.86	85.648	62.849	31.388	104	0	38.795	68.649	30.571	39.425	70.291
class8	37.451	141.9	71.622	31.618	32.962	68.79	38.795	0	47.209	25.901	73.337	41.36
class9	60.265	177.77	111.71	32.053	40.122	62.747	68.649	47.209	0	43.792	107.51	78.746
class10	58.143	140.96	94.655	35.011	23.573	77.054	30.571	25.901	43.792	0	69.391	66.849
class11	106.26	71.619	90.72	100.71	68.485	139.81	39.425	73.337	107.51	69.391	0	91.487
class12	32.737	148.28	38.982	60.048	70.666	76.517	70.291	41.36	78.746	66.849	91.487	0

Average 79.819

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	2	1.997	1.979	2	1.945	2	1.997	2	2	2	1.643
class2	2	0	2	2	2	2	1.993	2	2	2	1.768	2
class3	1.997	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1.918
class4	1.979	2	2	0	1.942	1.931	1.988	1.506	1.723	1.634	1.999	2
class5	2	2	2	1.942	0	2	1.638	1.925	1.785	1.399	1.981	2
class6	1.945	2	2	1.931	2	0	2	2	2	2	2	2
class7	2	1.993	2	1.988	1.638	2	0	1.856	1.995	1.555	1.565	1.999
class8	1.997	2	2	1.506	1.925	2	1.856	0	1.891	1.526	1.983	1.976
class9	2	2	2	1.723	1.785	2	1.995	1.891	0	1.853	2	2
class10	2	2	2	1.634	1.399	2	1.555	1.526	1.853	0	1.986	2
class11	2	1.768	2	1.999	1.981	2	1.565	1.983	2	1.986	0	1.998
class12	1.643	2	1.918	2	2	2	1.999	1.976	2	2	1.998	0

Average 1.922

ภาคผนวก ก-3 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12	Total
Pixel	3763	348	284	539	478	383	643	3927	987	483	273	486	12594

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	105.66	127.29	54.757	274.1	27.069	103.91	11.312	138.51	153.22	157.17	139.78
class2	105.66	0	21.942	51.206	201.11	82.291	26.465	106.75	34.341	63.086	98.336	62.566
class3	127.29	21.942	0	73.028	190.91	103.81	39.635	128.38	18.328	55.139	97.543	62.22
class4	54.757	51.206	73.028	0	231.21	33.529	50.971	56.61	83.761	101.2	116.71	90.657
class5	274.1	201.11	190.91	231.21	0	262.88	189.03	280.61	177.2	146.81	117.05	157.3
class6	27.069	82.291	103.81	33.529	262.88	0	83.319	24.822	115.61	133.79	147.06	121.63
class7	103.91	26.465	39.635	50.971	189.03	83.319	0	105.87	40.173	50.586	83.206	42.048
class8	11.312	106.75	128.38	56.61	280.61	24.822	105.87	0	139.8	155.81	163.96	142.2
class9	138.51	34.341	18.328	83.761	177.2	115.61	40.173	139.8	0	38.562	89.33	48.803
class10	153.22	63.086	55.139	101.2	146.81	133.79	50.586	155.81	38.562	0	65.471	22.574
class11	157.17	98.336	97.543	116.71	117.05	147.06	83.206	163.96	89.33	65.471	0	67.222
class12	139.78	62.566	62.22	90.657	157.3	121.63	42.048	142.2	48.803	22.574	67.222	0
Average	0.005											

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	2	2	1.997	2	1.99	2	1.55	2	2	2	2
class2	2	0	1.155	1.894	1.997	2	1.491	2	1.523	1.881	1.968	1.942
class3	2	1.155	0	1.999	1.999	2	1.809	2	1.314	1.837	1.993	1.986
class4	1.997	1.894	1.999	0	1.988	1.605	1.669	1.999	1.995	1.999	1.934	1.979
class5	2	1.997	1.999	1.988	0	1.998	1.967	2	1.994	1.891	1.293	1.905
class6	1.99	2	2	1.605	1.998	0	1.999	1.986	2	2	1.998	2
class7	2	1.491	1.809	1.669	1.967	1.999	0	2	1.358	1.647	1.696	1.338
class8	1.55	2	2	1.999	2	1.986	2	0	2	2	2	2
class9	2	1.523	1.314	1.995	1.994	2	1.358	2	0	1.4	1.949	1.83
class10	2	1.881	1.837	1.999	1.891	2	1.647	2	1.4	0	1.572	1.037
class11	2	1.968	1.993	1.934	1.293	1.998	1.696	2	1.949	1.572	0	1.453
class12	2	1.942	1.986	1.979	1.905	2	1.338	2	1.83	1.037	1.453	0
Average	1.846											

ภาคผนวก ก-4 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
 ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12	Total
Pixel	257	3078	306	651	532	4770	492	723	396	311	660	418	12594

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	55.97	47.102	69.672	94.106	57.609	228.72	75.16	24.91	26.244	109.94	62.659
class2	55.97	0	102.75	125.35	150.05	12.501	271.55	130.34	35.686	80.672	160.25	113.13
class3	47.102	102.75	0	22.618	47.852	103.3	203.14	35.967	68.945	28.788	80.506	43.758
class4	69.672	125.35	22.618	0	26.006	125.81	192.13	26.399	91.415	49.276	71.661	48.844
class5	94.106	150.05	47.852	26.006	0	150.9	175.03	28.585	116.71	71.394	60.486	57.713
class6	57.609	12.501	103.3	125.81	150.9	0	278.77	131.75	34.569	82.352	163.4	115.98
class7	228.72	271.55	203.14	192.13	175.03	278.77	0	174.36	252.6	207.45	136.63	174.54
class8	75.16	130.34	35.967	26.399	28.585	131.75	174.36	0	98.983	49.675	46.448	29.606
class9	24.91	35.686	68.945	91.415	116.71	34.569	252.6	98.983	0	50.399	134.14	86.621
class10	26.244	80.672	28.788	49.276	71.394	82.352	207.45	49.675	50.399	0	84.322	37.52
class11	109.94	160.25	80.506	71.661	60.486	163.4	136.63	46.448	134.14	84.322	0	47.61
class12	62.659	113.13	43.758	48.844	57.713	115.98	174.54	29.606	86.621	37.52	47.61	0
Average	98.143											

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	class12
class1	0	2	1.972	2	2	2	2	2	1.561	1.567	2	1.988
class2	2	0	2	2	2	1.764	2	2	1.997	2	2	2
class3	1.972	2	0	1.376	1.929	2	2	1.69	2	1.58	1.965	1.889
class4	2	2	1.376	0	1.484	2	2	1.586	2	1.994	1.963	1.975
class5	2	2	1.929	1.484	0	2	2	1.54	2	1.999	1.88	1.971
class6	2	1.764	2	2	2	0	2	2	1.982	2	2	2
class7	2	2	2	2	2	2	0	2	2	1.999	1.92	1.978
class8	2	2	1.69	1.586	1.54	2	2	0	2	1.983	1.541	1.56
class9	1.561	1.997	2	2	2	1.982	2	2	0	1.988	2	2
class10	1.567	2	1.58	1.994	1.999	2	1.999	1.983	1.988	0	1.982	1.608
class11	2	2	1.965	1.963	1.88	2	1.92	1.541	2	1.982	0	1.458
class12	1.988	2	1.889	1.975	1.971	2	1.978	1.56	2	1.608	1.458	0
Average	1.904											

ภาคผนวก ก-5 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	Total
Pixel	1350	2222	1071	566	2901	2617	1461	2828	2751	1108	884	19759

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	96.481	96.526	115.22	95.014	94.937	42.437	33.795	96.429	94.961	30.384
class2	96.481	0	4.392	192.78	2.338	2.762	123.84	130.25	2.124	7.468	66.556
class3	96.526	4.392	0	191.81	3.189	6.661	123.67	130.31	5.08	3.356	66.65
class4	115.22	192.78	191.81	0	191.4	192.26	76.453	96.113	193.6	189.58	134.47
class5	95.014	2.338	3.189	191.4	0	3.663	122.58	128.8	2.707	5.71	65.153
class6	94.937	2.762	6.661	192.26	3.663	0	122.76	128.69	2.548	9.354	65.097
class7	42.437	123.84	123.67	76.453	122.58	122.76	0	37.326	124.41	121.92	61.056
class8	33.795	130.25	130.31	96.113	128.8	128.69	37.326	0	130.21	128.72	63.914
class9	96.429	2.124	5.08	193.6	2.707	2.548	124.41	130.21	0	8.044	66.653
class10	94.961	7.468	3.356	189.58	5.71	9.354	121.92	128.72	8.044	0	65.152
class11	30.384	66.556	66.65	134.47	65.153	65.097	61.056	63.914	66.653	65.152	0
Average	0.004										

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	2	2	1.951	2	2	1.707	1.524	2	2	1.361
class2	2	0	1.833	2	1.158	1.288	2	2	1.398	1.964	2
class3	2	1.833	0	2	1.388	1.976	2	2	1.911	1.135	2
class4	1.951	2	2	0	2	2	1.418	1.959	2	2	1.941
class5	2	1.158	1.388	2	0	1.648	2	2	1.341	1.761	2
class6	2	1.288	1.976	2	1.648	0	2	2	1.143	1.981	2
class7	1.707	2	2	1.418	2	2	0	1.682	2	2	1.853
class8	1.524	2	2	1.959	2	2	1.682	0	2	2	1.975
class9	2	1.398	1.911	2	1.341	1.143	2	2	0	1.946	2
class10	2	1.964	1.135	2	1.761	1.981	2	2	1.946	0	2
class11	1.361	2	2	1.941	2	2	1.853	1.975	2	2	0
Average	1.841										

ภาคผนวก ก-6 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
 ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2531 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	Total
Pixel	209	906	12665	1579	35	2699	45	804	31	131	655	19759

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	99.291	155.52	79.864	218.21	68.414	75.671	30.469	169.78	46.506	54.575
class2	99.291	0	66.173	34.142	309.78	64.159	168.38	79.664	259.41	144.7	47.038
class3	155.52	66.173	0	100.12	364.55	130.29	219.85	141.57	308.99	201.09	106.15
class4	79.864	34.142	100.12	0	284.73	30.262	148.65	55.181	23.517	122.58	35.304
class5	218.21	309.78	364.55	284.73	0	262.87	147.8	239.87	66.149	183.11	270.66
class6	68.414	64.159	130.29	30.262	262.87	0	133.51	40.763	221.14	104.44	44.616
class7	75.671	168.38	219.85	148.65	147.8	133.51	0	102.84	94.581	54.564	128.2
class8	30.469	79.664	141.57	55.181	239.87	40.763	102.84	0	195.12	68.131	35.8
class9	169.78	259.41	308.99	23.517	66.149	221.14	94.581	195.12	0	140.78	221.71
class10	46.506	144.7	201.09	122.58	183.11	104.44	54.564	68.131	140.78	0	98.648
class11	54.575	47.038	106.15	35.304	270.66	44.616	128.2	35.8	221.71	98.648	0
Average	139.16										

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	2	2	1.999	2	1.998	1.903	1.516	2	1.39	1.904
class2	2	0	2	1.407	2	1.972	2	1.997	2	2	1.814
class3	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2
class4	1.999	1.407	2	0	2	1.358	2	1.941	2	2	1.603
class5	2	2	2	2	0	2	2	2	1.631	2	2
class6	1.998	1.972	2	1.358	2	0	2	1.741	2	1.999	1.806
class7	1.903	2	2	2	2	2	0	1.998	1.961	1.531	2
class8	1.516	1.997	2	1.941	2	1.741	1.998	0	2	1.879	1.361
class9	2	2	2	2	1.631	2	1.961	2	0	2	2
class10	1.39	2	2	2	2	1.999	1.531	1.879	2	0	1.989
class11	1.904	1.814	2	1.603	2	1.806	2	1.361	2	1.989	0
Average	1.904										

ภาคผนวก ข

ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540-2541

ภาคผนวก ข-1 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	Total
Pixel	689	279	142	685	195	142	157	968	271	354	548	4430

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	7.547	94.036	18.358	159.71	104.26	120.82	11.907	63.372	16.028	8.094
class2	7.547	0	94.131	19.917	160.21	103.27	120.91	11.647	62.826	13.218	13.531
class3	94.036	94.131	0	75.713	67.813	23.138	28.566	83.279	36.991	81.54	87.232
class4	18.358	19.917	75.713	0	141.63	86.396	102.66	9.423	45.823	11.516	11.961
class5	159.71	160.21	67.813	141.63	0	71.088	39.988	148.94	104.53	147.41	152.66
class6	104.26	103.27	23.138	86.396	71.088	0	36.441	93.639	41.615	91.142	98.171
class7	120.82	120.91	28.566	102.66	39.988	36.441	0	109.83	65.377	108.04	114.02
class8	11.907	11.647	83.279	9.423	148.94	93.639	109.83	0	53.499	5.421	9.552
class9	63.372	62.826	36.991	45.823	104.53	41.615	65.377	53.499	0	51.508	57.304
class10	16.028	13.218	81.54	11.516	147.41	91.142	108.04	5.421	51.508	0	14.793
class11	8.094	13.531	87.232	11.961	152.66	98.171	114.02	9.552	57.304	14.793	0
Average	0.003										

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	1.362	2	1.889	2	2	2	1.999	2	2	1.623
class2	1.362	0	2	1.921	2	2	2	1.999	2	1.99	1.977
class3	2	2	0	2	1.687	1.336	1.531	2	1.574	2	2
class4	1.889	1.921	2	0	2	2	2	1.548	1.921	1.693	1.52
class5	2	2	1.687	2	0	1.816	1.274	2	1.968	2	2
class6	2	2	1.336	2	1.816	0	1.655	2	1.742	2	2
class7	2	2	1.531	2	1.274	1.655	0	2	1.995	2	2
class8	1.999	1.999	2	1.548	2	2	2	0	1.999	1.434	1.818
class9	2	2	1.574	1.921	1.968	1.742	1.995	1.999	0	1.997	1.998
class10	2	1.99	2	1.693	2	2	2	1.434	1.997	0	1.995
class11	1.623	1.977	2	1.52	2	2	2	1.818	1.998	1.995	0
Average	1.877										

ภาคผนวก ข-2 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
 โหมภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11	Total
Pixel	85	33	188	1926	63	152	212	1501	112	49	109	4430

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	139.61	54.479	72.712	103.62	37.271	27.207	82.117	75.979	27.611	49.386
class2	139.61	0	88.268	190.62	37.289	144.75	144.36	200.99	65.471	167.2	173.94
class3	54.479	88.268	0	105.42	51.107	59.344	27.473	116.17	23.176	81.514	87.585
class4	72.712	190.62	105.42	0	153.97	47.191	84.463	11.263	126.3	61.35	24.918
class5	103.62	37.289	51.107	153.97	0	108.07	77.675	164.5	28.478	131.18	137.26
class6	37.271	144.75	59.344	47.191	108.07	0	39.287	57.425	79.989	46.119	29.724
class7	27.207	144.36	27.473	84.463	77.675	39.287	0	94.966	49.593	54.07	64.001
class8	82.117	200.99	116.17	11.263	164.5	57.425	94.966	0	136.85	68.524	33.191
class9	75.979	65.471	23.176	126.3	28.478	79.989	49.593	136.85	0	103.37	108.92
class10	27.611	167.2	81.514	61.35	131.18	46.119	54.07	68.524	103.37	0	39.243
class11	49.386	173.94	87.585	24.918	137.26	29.724	64.001	33.191	108.92	39.243	0

Average 84.565

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	class10	class11
class1	0	2	1.994	2	2	1.821	1.541	2	2	1.85	1.965
class2	2	0	2	2	1.639	2	2	2	1.994	2	2
class3	1.994	2	0	2	1.984	1.996	1.487	2	1.501	2	2
class4	2	2	2	0	2	1.997	2	1.764	2	2	1.925
class5	2	1.639	1.984	2	0	2	2	2	1.572	2	2
class6	1.821	2	1.996	1.997	2	0	1.765	2	2	1.996	1.586
class7	1.541	2	1.487	2	2	1.765	0	2	1.985	1.999	1.998
class8	2	2	2	1.764	2	2	2	0	2	2	1.992
class9	2	1.994	1.501	2	1.572	2	1.985	2	0	2	2
class10	1.85	2	2	2	2	1.996	1.999	2	2	0	1.989
class11	1.965	2	2	1.925	2	1.586	1.998	1.992	2	1.989	0

Average 1.933

ภาคผนวก ข-3 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
 ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	Total
Pixel	7030	531	790	755	800	791	675	528	11900

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8
class1	0	134.09	152.61	126.83	131.41	164.99	206.35	108.6
class2	134.09	0	61.453	49.319	26.548	32.158	76.469	59.944
class3	152.61	61.453	0	26.322	36.853	64.666	106.8	44.472
class4	126.83	49.319	26.322	0	23.336	65.347	112.11	20.425
class5	131.41	26.548	36.853	23.336	0	43.989	91.481	38.03
class6	164.99	32.158	64.666	65.347	43.989	0	47.569	81.886
class7	206.35	76.469	106.8	112.11	91.481	47.569	0	129.19
class8	108.6	59.944	44.472	20.425	38.03	81.886	129.19	0
Average	0.002							

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8
class1	0	2	2	2	2	2	2	2
class2	2	0	1.94	1.968	1.347	1.243	1.846	1.988
class3	2	1.94	0	1.316	1.574	1.96	1.999	1.68
class4	2	1.968	1.316	0	1.625	1.997	2	1.304
class5	2	1.347	1.574	1.625	0	1.819	1.99	1.891
class6	2	1.243	1.96	1.997	1.819	0	1.374	2
class7	2	1.846	1.999	2	1.99	1.374	0	2
class8	2	1.988	1.68	1.304	1.891	2	2	0
Average	1.816							

ภาคผนวก ข-4 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
 โหมภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	Total
Pixel	1419	26	816	1953	71	5218	15	2382	11900

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	
class1	0	246.92	198.74	161.05	235.91	128.17	280.51	128.12	
class2	246.92	0	70.487	104.93	36.254	162.12	40.863	139.51	
class3	198.74	70.487	0	41.094	41.311	108.11	88.743	80.99	
class4	161.05	104.93	41.094	0	82.436	70.497	128.55	40.347	
class5	235.91	36.254	41.311	82.436	0	145.88	46.783	121.11	
class6	128.17	162.12	108.11	70.497	145.88	0	188.42	35.329	
class7	280.51	40.863	88.743	128.55	46.783	188.42	0	166.27	
class8	128.12	139.51	80.99	40.347	121.11	35.329	166.27	0	
Average	122.98								

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	
class1	0	2	2	2	2	2	2	2	
class2	2	0	1.996	2	1.538	2	1.954	2	
class3	2	1.996	0	1.483	1.718	2	1.992	1.996	
class4	2	2	1.483	0	1.995	1.975	2	1.458	
class5	2	1.538	1.718	1.995	0	2	1.736	2	
class6	2	2	2	1.975	2	0	2	1.59	
class7	2	1.954	1.992	2	1.736	2	0	2	
class8	2	2	1.996	1.458	2	1.59	2	0	
Average	1.908								

ภาคผนวก ข-5 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี K-mean Clustering
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	Total
Pixel	1114	9869	677	2706	803	1385	1913	1017	275	19759

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9
class1	0	119.11	35.942	116.35	42.373	22.213	76.851	37.891	20.79
class2	119.11	0	106.35	16.452	78.472	140.81	158.93	130.98	102.51
class3	35.942	106.35	0	102.31	33.842	53.264	58.21	24.693	20.284
class4	116.35	16.452	102.31	0	76.902	137.83	152.72	126.59	99.776
class5	42.373	78.472	33.842	76.902	0	64.572	92.025	56.434	24.398
class6	22.213	140.81	53.264	137.83	64.572	0	78.083	44.686	42.294
class7	76.851	158.93	58.21	152.72	92.025	78.083	0	39.994	74.213
class8	37.891	130.98	24.693	126.59	56.434	44.686	39.994	0	35.426
class9	20.79	102.51	20.284	99.776	24.398	42.294	74.213	35.426	0

Average 0.002

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9
class1	0	2	1.828	2	1.944	1.381	1.992	1.827	1.373
class2	2	0	2	1.319	2	2	2	2	2
class3	1.828	2	0	2	1.872	1.978	1.626	1.313	1.425
class4	2	1.319	2	0	2	2	2	2	2
class5	1.944	2	1.872	2	0	2	1.962	1.998	1.594
class6	1.381	2	1.978	2	2	0	1.999	1.952	1.954
class7	1.992	2	1.626	2	1.962	1.999	0	1.462	1.96
class8	1.827	2	1.313	2	1.998	1.952	1.462	0	1.874
class9	1.373	2	1.425	2	1.594	1.954	1.96	1.874	0

Average 1.851

ภาคผนวก ข-6 ข้อมูลทางสถิติของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

Pixel Distribution:

Cluster	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9	Total
Pixel	6138	11	380	555	16	2755	57	4089	5758	19759

Pairwise Distance: Euclidean Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9
class1	0	270.78	154.82	184.39	240.85	81.534	130.24	133.26	129.06
class2	270.78	0	116.73	91.775	33.414	208.44	153.79	176.99	152.96
class3	154.82	116.73	0	33.471	89.263	94.563	57.971	80.351	42.989
class4	184.39	91.775	33.471	0	68.92	121.85	89.504	101.81	64.708
class5	240.85	33.414	89.263	68.92	0	182.8	123.48	156.27	129.01
class6	81.534	208.44	94.563	121.85	182.8	0	86.154	53.479	58.073
class7	130.24	153.79	57.971	89.504	123.48	86.154	0	82.19	70.069
class8	133.26	176.99	80.351	101.81	156.27	53.479	82.19	0	49.636
class9	129.06	152.96	42.989	64.708	129.01	58.073	70.069	49.636	0

Average 117.02

Pairwise Distance: J-M Distance

	class1	class2	class3	class4	class5	class6	class7	class8	class9
class1	0	2	2	2	2	2	2	2	2
class2	2	0	2	1.994	1.714	2	2	2	2
class3	2	2	0	1.224	2	2	1.837	2	1.508
class4	2	1.994	1.224	0	1.928	2	2	2	1.631
class5	2	1.714	2	1.928	0	2	2	2	2
class6	2	2	2	2	2	0	1.999	1.78	1.58
class7	2	2	1.837	2	2	1.999	0	1.998	1.995
class8	2	2	2	2	2	1.78	1.998	0	1.753
class9	2	2	1.508	1.631	2	1.58	1.995	1.753	0

Average 1.915

ภาคผนวก ค

ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับของภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.

2540-2541

ภาคผนวก ค-1 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Error matrix									
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	หญ้าทะเล	โก่งกาง	ดินเลน	ป่าไม้	นาข้าวร้าง	พื้นที่พรุ	นาุ้ง
หาดทราย	44.00%	0.00%	3.57%	0.00%	0.22%	14.06%	0.00%	0.00%	0.22%
สน,มะพร้าว	0.00%	66.45%	0.00%	0.00%	0.00%	18.71%	0.00%	0.00%	0.65%
หญ้าทะเล	3.37%	0.00%	92.13%	0.00%	0.00%	0.00%	4.49%	0.00%	0.00%
โก่งกาง	0.00%	0.00%	0.00%	90.91%	0.00%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%
ดินเลน	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	96.41%	0.13%	0.00%	0.00%	1.45%
ป่าไม้	0.78%	0.95%	0.09%	1.73%	0.35%	54.77%	0.00%	1.13%	35.70%
นาข้าวร้าง	0.38%	0.00%	1.80%	0.00%	0.00%	0.00%	97.38%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	5.66%	0.30%	3.92%	0.00%	0.00%	11.54%	0.38%	67.75%	6.60%
นาุ้ง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.39%	2.71%	0.00%	0.00%	78.51%
น้ำตะกอน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.22%
น้ำจุ่น	1.34%	0.00%	0.45%	0.00%	1.09%	0.06%	0.00%	0.00%	0.13%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.17%	0.00%	0.00%	11.40%
ชุมชน	5.10%	9.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.08%	0.00%

	น้ำตะกอน	น้ำจุ่น	น้ำใส	ชุมชน	Null	Total
หาดทราย	0.00%	37.50%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	0.00%	14.19%	0.00%	100.00%
หญ้าทะเล	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
โก่งกาง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
ดินเลน	0.00%	0.26%	1.41%	0.30%	0.00%	100.00%
ป่าไม้	0.00%	0.00%	2.25%	0.00%	2.25%	100.00%
นาข้าวร้าง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	3.85	0.00%	100.00%
นาุ้ง	8.37%	0.00%	7.01%	0.00%	0.00%	100.00%
น้ำตะกอน	93.63%	5.23%	0.88%	0.00%	0.00%	100.00%
น้ำจุ่น	0.00%	96.04%	0.26%	0.64%	0.00%	100.00%
น้ำใส	2.83%	0.00%	84.60%	0.00%	0.00%	100.00%
ชุมชน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

Average accuracy = 80.36%

Overall accuracy = 87.06%

ภาคผนวก ค-2 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

Error matrix									
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	หญ้าทะเล	โกงกาง	ดินเลน	ป่าไม้	นาข้าวร้าง	พื้นที่พรุ	นาุ้ง
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
หญ้าทะเล	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
โกงกาง	69.33%	0.00%	0.00%	30.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ดินเลน	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าไม้	91.51%	0.00%	0.00%	0.26%	0.00%	5.98%	0.00%	0.00%	0.00%
นาข้าวร้าง	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	98.98%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.02%	0.00%	0.00%	0.00%
นาุ้ง	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
น้ำตะกอน	99.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.61%	0.00%	0.00%	0.00%
น้ำจุ่น	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
น้ำใส	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ชุมชน	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	น้ำตะกอน	น้ำจุ่น	น้ำใส	ชุมชน	Null	Total			
หาดทราย	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
หญ้าทะเล	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
โกงกาง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
ดินเลน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
ป่าไม้	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	2.25%	100.00%			
นาข้าวร้าง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
นาุ้ง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
น้ำตะกอน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
น้ำจุ่น	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			
ชุมชน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%			

Average accuracy = 10.51%

Overall accuracy = 7.91%

ภาคผนวก ค-3 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2541 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 128 แถวที่ 55)

		Error matrix							
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	หญ้าทะเล	โกงกาง	ดินเลน	ป่าไม้	นาข้าวร้าง	พื้นที่พรุ	นาุ้ง
หาดทราย	73.66%	0.00%	1.12%	0.00%	0.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	92.26%	0.00%	0.00%	0.00%	1.29%	0.00%	0.00%	0.65%
หญ้าทะเล	2.25%	0.00%	93.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
โกงกาง	0.00%	1.51%	0.00%	92.18%	0.00%	2.16%	0.00%	0.00%	0.00%
ดินเลน	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	93.51%	0.55%	0.00%	0.00%	1.96%
ป่าไม้	0.00%	0.00%	0.00%	1.99%	0.00%	76.52%	0.00%	0.09%	9.97%
นาข้าวร้าง	0.00%	0.00%	1.24%	0.00%	0.00%	0.00%	94.06%	1.10%	0.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.08%	2.26%	0.00%	0.00%	0.04%	0.04%	91.55%	1.24%
นาุ้ง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.45%	1.58%	0.00%	0.23%	82.13%
น้ำตะกอน	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%	1.26%
น้ำขุ่น	1.66%	0.00%	0.06%	0.00%	0.70%	0.38%	0.00%	0.00%	0.00%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.07%	0.00%	0.00%	11.11%
ชุมชน	0.00%	4.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		น้ำตะกอน	น้ำขุ่น	น้ำใส	ชุมชน	Null	Total		
หาดทราย	0.00%	17.86%	0.00%	0.00%	0.00%	7.14%	100.00%		
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	0.00%	4.52%	1.29%	100.00%			
หญ้าทะเล	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.49%	100.00%			
โกงกาง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.15%	100.00%			
ดินเลน	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	3.59%	100.00%			
ป่าไม้	0.00%	0.00%	3.21%	0.00%	8.23%	100.00%			
นาข้าวร้าง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.59%	100.00%			
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	0.57%	4.22%	100.00%			
นาุ้ง	5.43%	0.00%	7.24%	0.00%	2.94%	100.00%			
น้ำตะกอน	94.65%	0.56%	0.24%	0.00%	3.01%	100.00%			
น้ำขุ่น	0.38%	95.27%	0.06%	0.13%	1.34%	100.00%			
น้ำใส	0.39%	0.00%	85.48%	0.00%	1.95%	100.00%			
ชุมชน	0.00%	0.00%	0.00%	91.84%	4.08%	100.00%			

Average accuracy = 88.95%

Overall accuracy = 91.81%

ภาคผนวก ค-4 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

Error matrix									
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	นาข้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	พื้นที่น้ำจืด	น้ำใส
หาดทราย	90.91%	0.00%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	60.26%	0.00%	0.00%	34.62%	1.28%	0.00%	0.00%	0.00%
นาข้าว	4.88%	0.00%	94.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ยางพารา	0.00%	0.67%	0.00%	88.39%	10.94%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าไม้	0.00%	0.00%	0.00%	21.56%	75.29%	0.75%	0.00%	1.20%	0.00%
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	96.70%	3.17%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	98.15%	0.00%	0.00%
พื้นที่น้ำจืด	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	80.43%	0.87%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	97.53%
น้ำจืด	0.12%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	9.68%
ชุมชน	0.00%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

	น้ำจืด	ชุมชน	Null	Total
หาดทราย	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	3.85%	100.00%
นาข้าว	0.00%	0.00%	0.18%	100.00%
ยางพารา	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
ป่าไม้	0.23%	0.00%	0.97%	100.00%
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	0.13%	100.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
พื้นที่น้ำจืด	10.43%	0.00%	8.26%	100.00%
น้ำใส	2.47%	0.00%	0.00%	100.00%
น้ำจืด	87.99%	0.24%	1.02%	100.00%
ชุมชน	0.00%	95.24%	2.38%	100.00%

Average accuracy = 87.80% Overall accuracy = 88.55%

ภาคผนวก ค-5 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

		Error matrix							
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	นาข้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	พื้นที่น้ำขัง	น้ำใส
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	96.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
นาข้าว	18.22%	0.00%	81.60%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ยางพารา	0.00%	29.91%	0.00%	69.64%	0.45%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าไม้	0.00%	55.73%	0.00%	33.49%	8.37%	0.00%	0.00%	1.43%	0.00%
ป่าเสม็ด	0.00%	67.74%	0.00%	0.00%	5.32%	26.68%	0.13%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	1.85%	0.00%	0.00%	0.00%	50.37%	47.78%	0.00%	0.00%
พื้นที่น้ำขัง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	91.74%	0.00%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.50%	28.34%
น้ำขุ่น	0.12%	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.05%	22.88%
ชุมชน	0.00%	38.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

	น้ำขุ่น	ชุมชน	Null	Total
หาดทราย	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	3.85%	100.00%
นาข้าว	0.00%	0.00%	0.18%	100.00%
ยางพารา	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
ป่าไม้	0.00%	0.00%	0.97%	100.00%
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	0.13%	100.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
พื้นที่น้ำขัง	0.00%	0.00%	8.26%	100.00%
น้ำใส	0.16%	0.00%	0.00%	100.00%
น้ำขุ่น	72.64%	0.24%	1.02%	100.00%
ชุมชน	0.00%	59.52%	2.38%	100.00%

Average accuracy = 62.04%

Overall accuracy = 46.48%

ภาคผนวก ค-6 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดปัตตานี (แนวที่ 127 แถวที่ 55)

		Error matrix							
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	นาข้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	พื้นที่น้ำขัง	น้ำใส
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	76.92%	0.00%	0.00%	15.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
นาข้าว	2.02%	0.00%	95.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ยางพารา	0.00%	0.45%	0.00%	91.96%	3.35%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าไม้	0.00%	1.83%	0.00%	3.33%	91.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%	96.07%	0.19%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.37%	96.30%	0.00%	0.00%
พื้นที่น้ำขัง	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	83.91%	0.00%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	92.92%
น้ำขุ่น	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	16.43%
ชุมชน	0.00%	2.38%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	น้ำขุ่น	ชุมชน	Null	Total					
หาดทราย	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%					
สน,มะพร้าว	0.00%	0.00%	7.69%	100.00%					
นาข้าว	0.00%	0.00%	2.67%	100.00%					
ยางพารา	0.00%	0.00%	4.24%	100.00%					
ป่าไม้	0.00%	0.00%	3.78%	100.00%					
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	3.49%	100.00%					
พื้นที่พรุ	0.00%	0.00%	3.33%	100.00%					
พื้นที่น้ำขัง	3.04%	0.00%	13.04%	100.00%					
น้ำใส	0.66%	0.00%	6.43%	100.00%					
น้ำขุ่น	80.65%	0.06%	2.39%	100.00%					
ชุมชน	0.00%	92.86%	4.76%	100.00%					

Average accuracy = 90.72%

Overall accuracy = 90.49%

ภาคผนวก ค-7 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Minimum Distance Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนครราชสีมา (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

		Error matrix								
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	ควนไฟ	น้ำใส	น้ำขุ่น	
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
สน,มะพร้าว	0.00%	58.62%	0.00%	17.24%	1.15%	12.64%	0.00%	0.00%	0.00%	
ยางพารา	0.00%	0.08%	98.39%	0.57%	0.00%	0.93%	0.00%	0.00%	0.00%	
ป่าไม้	0.00%	1.31%	2.86%	46.63%	40.64%	0.00%	3.04%	0.00%	3.32%	
ป่าเสม็ด	0.00%	0.58%	0.05%	10.34%	89.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
พื้นที่พรุ	0.00%	18.87%	0.00%	0.00%	7.05%	58.54%	0.00%	0.00%	0.00%	
ควนไฟ	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	67.65%	0.00%	30.92%	
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	95.36%	4.60%	
น้ำขุ่น	0.00%	0.42%	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%	3.26%	13.41%	81.80%	
ชุมชน	0.00%	2.63%	0.00%	0.00%	0.00%	5.26%	0.00%	0.00%	0.00%	
	ชุมชน	Null	Total							
หาดทราย	0.00%	0.00%	100.00%							
สน,มะพร้าว	9.20%	1.15%	100.00%							
ยางพารา	0.03%	0.00%	100.00%							
ป่าไม้	0.00%	2.20%	100.00%							
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	100.00%							
พื้นที่พรุ	15.33%	0.14%	100.00%							
ควนไฟ	0.06%	0.64%	100.00%							
น้ำใส	0.00%	0.00%	100.00%							
น้ำขุ่น	0.67%	0.11%	100.00%							
ชุมชน	92.11%	0.00%	100.00%							

Average accuracy = 78.81%

Overall accuracy = 74.66%

ภาคผนวก ค-8 ตารางเมทริกซ์ความคิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Parallelepiped Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

Error matrix										
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	ควนไฟ	น้ำใส	น้ำขุ่น	
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
สน,มะพร้าว	0.00%	97.70%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
ยางพารา	0.00%	1.04%	97.46%	1.01%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%	
ป่าไม้	0.00%	59.18%	2.34%	32.21%	0.00%	0.61%	3.46%	0.00%	0.00%	
ป่าเสม็ด	0.00%	99.73%	0.01%	0.26%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
พื้นที่พรุ	0.00%	77.58%	0.00%	0.52%	0.00%	21.61%	0.00%	0.00%	0.00%	
ควนไฟ	0.00%	0.15%	0.00%	0.08%	0.00%	0.25%	98.32%	0.00%	0.00%	
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.55%	99.41%	0.00%	0.00%	
น้ำขุ่น	0.00%	0.56%	0.00%	0.49%	0.00%	3.85%	94.43%	0.00%	0.00%	
ชุมชน	0.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
	ชุมชน	Null	Total							
หาดทราย	0.00%	0.00%	100.00%							
สน,มะพร้าว	1.15%	1.15%	100.00%							
ยางพารา	0.00%	0.00%	100.00%							
ป่าไม้	0.00%	2.20%	100.00%							
ป่าเสม็ด	0.00%	0.00%	100.00%							
พื้นที่พรุ	0.06%	0.14%	100.00%							
ควนไฟ	0.43%	0.64%	100.00%							
น้ำใส	0.00%	0.00%	100.00%							
น้ำขุ่น	0.53%	0.11%	100.00%							
ชุมชน	50.00%	0.00%	100.00%							

Average accuracy = 49.73%

Overall accuracy = 53.32%

ภาคผนวก ค-9 ตารางเมทริกซ์ความผิดพลาดของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ในภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2540 ของจังหวัดนราธิวาส (แนวที่ 127 แถวที่ 56)

		Error matrix							
	หาดทราย	สน,มะพร้าว	ยางพารา	ป่าไม้	ป่าเสม็ด	พื้นที่พรุ	ควนไฟ	น้ำใส	น้ำขุ่น
หาดทราย	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
สน,มะพร้าว	0.00%	82.76%	0.00%	1.15%	1.15%	3.45%	0.00%	0.00%	0.00%
ยางพารา	0.00%	0.00%	95.62%	0.52%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%
ป่าไม้	0.00%	0.47%	0.84%	34.55%	49.95%	0.09%	0.70%	0.00%	1.17%
ป่าเสม็ด	0.00%	1.41%	0.00%	0.66%	96.09%	0.52%	0.00%	0.00%	0.00%
พื้นที่พรุ	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.06%	89.20%	0.00%	0.00%	0.00%
ควนไฟ	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	76.41%	0.00%	21.02%
น้ำใส	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	93.11%	2.32%
น้ำขุ่น	0.00%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.20%	13.51%	77.28%
รวมชน	0.00%	2.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	รวมชน	Null	Total						
หาดทราย	0.00%	0.00%	100.00%						
สน,มะพร้าว	4.60%	6.90%	100.00%						
ยางพารา	0.00%	3.83%	100.00%						
ป่าไม้	0.00%	12.22%	100.00%						
ป่าเสม็ด	0.00%	1.33%	100.00%						
พื้นที่พรุ	0.00%	10.59%	100.00%						
ควนไฟ	0.28%	2.29%	100.00%						
น้ำใส	0.00%	4.53%	100.00%						
น้ำขุ่น	0.32%	2.63%	100.00%						
รวมชน	0.00%	0.00%	100.00%						

Average accuracy = 83.66%

Overall accuracy = 82.72%

ภาคผนวก ง
ตารางแสดงข้อมูลภาคสนาม

ภาคผนวก ง-1 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณแหลมโพ

วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 11.00 น.

จุดที่ 1.

ชื่อสถานที่ แหลมโพ อ.ยะหริ่ง จ.ปัตตานี ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 747650 Y= 766269

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ เป็นพื้นที่โล่งราบเรียบ พืชที่พบส่วนใหญ่คือ หญ้าทะเล ต้นสนและต้นโกงกางขึ้นอยู่ แต่ไม่หนาแน่นนัก บริเวณด้านข้างมีการก่อสร้างแนวหินยื่นลงทะเลประมาณ 100 เมตร เพื่อดักตะกอนทรายและนำไปขาย

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนวการกักเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ทราย	4	ทับถม กว้าง 342 เมตร ยาว 499 เมตร	ไม่มี	ไม่มี	ปลายแหลมมีการยื่นตัว ออกเรื่อย ๆ และโค้งเข้าหาปากอ่าวปัตตานี
50-200	ทราย	2	ไม่มี	ต้นสนขึ้นประปราย ส่วนใหญ่เป็นหญ้าทะเลและต้นโกงกาง	ไม่มี	มีการกักเซาะที่รุนแรง ดั้งเห็นจากต้นสนบางต้น ถูกคลื่นเซาะล้มเป็นแนว
200 ขึ้นไป	ทราย	2	ไม่มี	ต้นโกงกาง หญ้าทะเลและต้นสน โดยต้นสนปลูกเป็นแนว 3X3 เมตร เพื่อเป็นแนวกันลมและคลื่น	ไม่มี	

หมายเหตุ ลักษณะของปลายแหลมมีการยื่นตัวเรื่อย ๆ ในขณะที่ด้านตอนนอกของแหลม (ด้านทะเล) มีการกักเซาะเป็นบริเวณกว้าง ส่วนด้านในของแหลม (ด้านอ่าวปัตตานี) มีการทับถมของตะกอนจากแม่น้ำ พืชส่วนใหญ่ที่ขึ้นคือ ต้นโกงกาง สูงขนาด 1 เมตร

ภาคผนวก ง-2 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำปัตตานี

วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 9.00 น.

จุดที่ 2

ชื่อสถานที่ บ้านปากน้ำ ปากน้ำแม่น้ำปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 748137 Y= 763485

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ ลักษณะของพื้นที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ราบเรียบและโล่ง เนื่องจากมีการนำดินเลนมาถมทะเลเพื่อทำเป็นที่โครงการทำเทียบเรือจังหวัดสงขลา

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนว การกักเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ดินเลน	0	ทับถม กว้าง 1,091 เมตร ยาว 1,470 เมตร	ไม่มี	ไม่มี	
50-200	ดินเลน	0	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	
200 ขึ้นไป	ดินเลน	0	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	

หมายเหตุ พื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นที่ที่จัดเตรียมไว้เพื่อก่อสร้างโครงการทำเทียบเรือจังหวัดปัตตานีในอนาคต โดยดินเลนที่นำมาถมได้การขุดลอกในแม่น้ำปัตตานี

ภาคผนวก ง-3 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดบางมะรวด

วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 13.00 น.

จุดที่ 3.

ชื่อสถานที่ หาดบางมะรวด บ้านบางมะรวด อ.ปาดังเบซาร์ จ.ปัตตานี ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 779053 Y= 758980

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ หาดชายกว้างประมาณ 200-400 เมตร และมีสันทรายเล็ก ๆ สลับกันแฉ่งน้ำ อาจเกิดจากทรายทับถมหลังจากที่มีการสร้างสิ่งก่อสร้าง

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนวการกัดเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ทราย	4	ทับถม กว้าง 200-400 เมตร ยาว 5,112 เมตร	ไม่มี	สร้างกำแพงกันทรายและเขื่อนมี ความกว้างประมาณ 5 เมตร และ ยาวประมาณ 300 เมตร	การผูกพันของหินแกรตนิตแบบกลีบหัวหอม (explication)
50-200	ทรายและลูกรัง	1	ไม่มี	สวนมะพร้าวและต้นสน	บริเวณจุดเรือประมงขนาดเล็ก	ลักษณะพื้นที่เป็นแฉ่งน้ำซึ่งขนาดเล็กสลับกับเนินสันทราย
200 ขึ้นไป	ดินลูกรัง	1	ไม่มี	สวนมะพร้าวและต้นสน	บ้านเรือนที่พักอาศัยและมีสียด	มีการทำนาทุ่งบริเวณริมคลองบางมะรวดแต่จำนวนไม่มากนัก

หมายเหตุ ลักษณะของเขื่อนกั้นทรายเป็นคอนกรีตรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 0.5*0.5*0.5 เมตร นำมาซ้อนทับกันเพื่อเป็นแนวป้องกันการกัดเซาะ บริเวณด้านขวาของเขื่อนกั้นทรายมีทรายมาทับถมบริเวณนี้จนเป็นพื้นที่หาดชายเป็นบริเวณกว้าง

ภาคผนวก ง-4 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำสายบุรี

วันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 15.00 น.

จุดที่ 4.

ชื่อสถานที่ บ้านปากน้ำ ปากแม่น้ำสายบุรี อ.สายบุรี จ.ปัตตานี ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 791891 Y= 742918

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ หาดชายบริเวณด้านขวาของปากน้ำสายบุรีเป็นหาดชายที่ราบเรียบมีความกว้างประมาณ 100-150 เมตร เป็นรูปโค้ง แต่ในขณะที่หาดชายด้านซ้ายของปากน้ำสายบุรีเป็นหาดทรายที่แคบและมีความลาดชันมาก เนื่องจากมีการกัดเซาะที่ค่อนข้างรุนแรงแม้แต่กำแพงกันคลื่น (sea wall) ที่สร้างไว้ก็ถูกกัดเซาะจนพังทลาย

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนวการกัดเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ทราย	3 ถึง 5	กัดเซาะ กว้าง 20-50 เมตร ยาว 1,528 เมตร	ไม่มี	สร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น	หินที่นำมาสร้าง Jetty คือ หินแกรนิต ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-1.5 เมตร
50-200	ทราย	3	ไม่มี	ต้นสน ป่าจากและสวนมะพร้าว	ที่อยู่อาศัยของชาวประมง	ปลูกต้นโกงกางเพื่อป้องกันกรกัดเซาะบริเวณด้านซ้ายของปากแม่น้ำสายบุรี
200 ขึ้นไป	ดินลูกรัง	1	ไม่มี	ต้นสน ป่าจากและสวนมะพร้าว	ที่อยู่อาศัยและรีสอร์ท (ด้านขวาของปากน้ำ)	ต้นสนมีขนาดใหญ่มาก สูงประมาณ 20 เมตร

หมายเหตุ Jetty ที่สร้างขึ้นอาจไม่ได้พิจารณาถึงเรื่องสมุทรศาสตร์เพราะหลังจากการสร้างแล้วมีการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณด้านซ้ายของปากแม่น้ำสายบุรีค่อนข้างรุนแรงและบริเวณด้านในของ Jetty มีทรายทับถมเป็นจำนวนมาก แต่ปัจจุบันก็ได้มีการแก้ไขปัญหบริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรงด้วยการปลูกต้นโกงกางเพื่อเป็นแนวป้องกันชายฝั่ง

ภาคผนวก ง-5 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำบางนรา

วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 10.00 น.

จุดที่ 5.

ชื่อสถานที่ บ้านกำปนาคร ปากน้ำบางนรา อ.เมือง จ.นราธิวาส (หาดนราทัศน์) ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 813420 Y= 713105

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ หาดชายเป็นลักษณะรูปโค้งทั้งซ้ายและขวาของปากแม่น้ำบางนราและเป็นหาดค่อนข้างกว้าง ๆ ประมาณ 100-200 เมตร ยาวประมาณ 0.5-1 กิโลเมตร

พื้นที่ส่วนใหญ่ราบเรียบ แต่บริเวณที่ติดกับทะเลมีความลาดชันมากโดยเฉพาะบริเวณหาดทรายด้านซ้ายของปากแม่น้ำบางนรา มีความลาดชันประมาณ 4-5 องศา

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนว การกัดเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ทราย	4 ถึง 5	ทับถม กว้าง 100-200 เมตร ยาว 834 เมตร	ไม่มี	สร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น	หินที่นำมาสร้าง Jetty เป็น หินแกรนิต ขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลาง 0.5-1.0 ม.
50-200	ทราย	2	ไม่มี	ต้นสนขนาดเล็ก (1-3 เมตร) และ ขึ้นอย่างประปราย	สถานที่ท่องเที่ยว	
200 ขึ้นไป	ทราย	0	ไม่มี	ต้นสนและมะพร้าว จำนวนหนาแน่น	สถานที่ราชการและที่พักอาศัยของ ชาวประมง	ต้นสนมีขนาดใหญ่มาก สูงประมาณ 20 เมตร

หมายเหตุ ก่อสร้าง Jetty เป็นลักษณะกองหินแกรนิตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-1 เมตร เป็นแนวยาวประมาณ 500 เมตร กว้างประมาณ 15 เมตร

เพื่อป้องกันการตื้นเขินบริเวณปากน้ำอันเนื่องมาจากการตกตะกอนของตะกอนที่พัดพามาจากแม่น้ำ

ภาคผนวก ง-6 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณหาดอ่าวมะนาว

วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 15.00 น.

จุดที่ 6.

ชื่อสถานที่ หาดอ่าวมะนาว อ.เมือง จ.นราธิวาส

ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 816351 Y= 710987

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ หาดชายลักษณะโค้งตลอดแนวตั้งแต่บริเวณ เขาดินหยงมัส (เขานินแกรตนิต) หาดทรายมีความกว้างประมาณ 20-30 เมตร และความลาดชันมาก

ระยะจากแนวชายฝั่ง (m)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาว ของแนวกัดเซาะ (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-20	ทราย	4	กัดเซาะ หน้ากว้าง 200 เมตร ความลึก 10-15 เมตร	ไม่มี	สร้างแนวกองหินทรง กระบอก เมื่อ พ.ศ.2532	มีการกัดเซาะใน ช่วงเดือนธันวาคม ของทุกปี
20-100	ทราย	1	ไม่มี	ป่าสนหนาแน่น	บริเวณลาดจอตรงและ ที่ตั้งของร้านค้า	
100 ขึ้นไป		1	ไม่มี	ป่าสนและป่าเสม็ด ไม่หนาแน่นมากนัก	ที่พักอาศัย	

หมายเหตุ แนวกองหินวางห่างจากแนวชายฝั่งประมาณ 20 เมตร ความยาวของแนวกองหินประมาณ 100-200 เมตร ลักษณะของกองหินเป็นคอนกรีตหล่อทรงกระบอก
เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เมตร สูง 1.2 เมตร

ภาคผนวก ง-7 ตารางแสดงข้อมูลภาคสนามบริเวณปากน้ำตากใบ

วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 13.00 น.

จุดที่ 7.

ชื่อสถานที่ คาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ อำเภอตากใบ จ.นราธิวาส ตำแหน่งพิกัด (UTM) X= 177730 Y= 690769

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ เป็นพื้นที่ของสันทรายใหม่ขนานกับแผ่นดินส่วนพื้นที่ลุ่มตอนกลางกลายเป็นแม่น้ำตากใบชั้นกลางอยู่ โดยขนาดพื้นที่ของคาบสมุทรตากใบมีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร และกว้างประมาณ 100-200 เมตร พื้นที่ชั้นส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก

ระยะจากแนวชายฝั่ง (เมตร)	ลักษณะเนื้อดิน	ความลาดชัน (องศา)	ความลึก/ยาวของแนว กัดเซาะ/ทับถม (เมตร)	พืชพรรณ (ชนิด/ความหนาแน่น)	ประเภทกิจกรรมในพื้นที่ (ชนิด/ระยะเวลา)	หมายเหตุ
0-50	ทราย	2	กัดเซาะ กว้าง 50-180 เมตร ยาว 9910 เมตร	ไม่มี	ไม่มี	
50-200	ทราย	1	ไม่มี	ต้นสน, ต้นมะพร้าว, โกงกาง และป่าเสม็ด	สร้างถนนเชื่อมต่อสะพาน (บริเวณบ้านตาบา)	
200 ขึ้นไป	ทราย	1	ไม่มี	ต้นสน, ต้นมะพร้าว, โกงกาง และป่าเสม็ด	สร้างสะพาน (ปี พ.ศ.2541)	สะพานเชื่อมระหว่าง คาบสมุทรตากใบกับด้าน ในของอำเภอตากใบ

หมายเหตุ ปัจจุบันมีการสร้างสะพานคอนกรีตเชื่อมระหว่างคาบสมุทรตากใบและแผ่นดินตอนในบริเวณปากน้ำตากใบ บ้านตาบา อำเภอตากใบ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายจักรกริต กสิสุวรรณ

วัน เดือน ปี และสถานที่เกิด 18 มกราคม 2518 จ.สงขลา

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
เกษตรศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่	2539

ทุนที่ได้รับระหว่างการการศึกษา

1. ทุนสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. ทุนโครงการแลกเปลี่ยนนักศึกษาและบุคลากรไทยกับต่างประเทศ ประจำปีงบประมาณ 2540 ของทบวงมหาวิทยาลัย ฝึกอบรมเรื่อง การรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System and Remote Sensing) ระหว่างเดือนมีนาคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2540 ที่ The University of Queensland ประเทศออสเตรเลีย