การวิเคราะห์ลักษณะทางภูมินิเวศ และ การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาเมืองกันตัง จังหวัดตรัง

น.ส.ญาณิศา ปิยะกมลนิรันดร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE ANALYSIS OF LANDSCAPE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LANDSCAPE ECOLOGICAL CHANGES OF COASTAL TOWN: A CASE STUDY OF KANTANG COASTAL TOWN, TRANG

Miss Yanisa Piyakamolnirun

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Landscape Architecture in Landscape Architecture
Department of Landscape Architecture
FACULTY OF ARCHITECTURE
Chulalongkorn University
Academic Year 2022

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ลักษณะทางภูมินิเวศ และ การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษา เมืองกันตัง จังหวัดตรัง
โดย	น.ส.ญาณิศา ปิยะกมลนิรันดร์
สาขาวิชา	ภูมิสถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดนัย ทายตะคุ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(สรายุทธ ทรัพย์สุข)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ
(นิลุบล คล่องเวสสะ)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ดนัย ทายตะคุ)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ญาณิศา ปิยะกมลนิรันดร์ : การวิเคราะห์ลักษณะทางภูมินิเวศ และ การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษา เมืองกันตัง จังหวัดตรัง. (THE ANALYSIS OF LANDSCAPE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LANDSCAPE ECOLOGICAL CHANGES OF COASTAL TOWN: A CASE STUDY OF KANTANG COASTAL TOWN, TRANG) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ดนัย ทายตะคุ

ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง เป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเลมาบรรจบและเกิดการผสมผสานกัน ทำให้ภูมินิเวศชะวากทะเลเป็นระบบที่ซับซ้อน เป็นพลวัต อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัยที่ทำงานร่วมกันผ่านมิติเวลาและพื้นที่ เกิดเป็นรูปแบบ กระบวนการ และลักษณะของภูมินิเวศชะวากทะเลประกอบด้วย โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และพลวัตการเปลี่ยนแปลง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ซึ่งเกิดจากทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและมนุษย์ และเพื่อเป็นพื้นฐานในการบ่งชี้ปัญหาและนำไปสู่การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง โดยดำเนินการระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล การจำแนกโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง และการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ ผลการวิจัยแสดงถึงลักษณะเฉพาะทางภูมินิเวศของชะวากทะเลในหลากหลายระดับ นิเวศบริการ เงื่อนไขในการตั้งถิ่นฐาน และศักยภาพในการฟื้นฟู ประกอบกันเป็นรากฐานของการวางแผนและจัดการภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา ภูมิสถาปัตยกรรม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2565 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6370065925 : MAJOR LANDSCAPE ARCHITECTURE
KEYWORD: Estuary, Trang River, Kantang, Landscape Ecology, Coastal Town

Yanisa Piyakamolnirun : THE ANALYSIS OF LANDSCAPE ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LANDSCAPE ECOLOGICAL CHANGES OF COASTAL TOWN: A CASE STUDY OF KANTANG COASTAL TOWN, TRANG. Advisor: DANAI THAITAKOO

Landscape ecological system of the Trang River Estuary is an area located at the mouth of the river where freshwater from the river and saltwater from the sea mix and blend, creating a complex, dynamic, and biodiverse ecosystem. This is the result of multiple factors working together through time and space, resulting in the formation, processes, and unique characteristics of the Trang River Estuary. It comprises structures, functions, and changes.

The objective of this thesis is to understand the changes that occur in the Trang River Estuary, which are caused by both natural and human factors. It serves as a foundation for identifying problems and seeking solutions to the issues that arise in the Trang River Estuary. The study identifies the structure and relationships between the river basin and the estuary, classifies the structure and patterns of the Trang River Estuary, and compares the changes in structure and patterns with land use. The research results demonstrate the unique characteristics of the Trang River Estuary at various scales, including ecosystem services, settlement conditions, and potential for regeneration. These findings form the basis for the planning and management of the Trang River Estuary.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study: Landscape Architecture Student's Signature .....
Academic Year: 2022 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากความอนุเคราะห์ของอาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งชี้แนะ ให้คำแนะนำ และความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาดำเนินการจนวิทยานิพนธ์สมบูรณ์

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน รศ.นิลุบล คล่องเวสสะ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร. ชัยสิทธิ์ ด่านกิตติกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ สำหรับข้อเสนอแนะและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ สำหรับการสนับสนุนการศึกษาปริญญาโท และเป็นกำลังใจสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วง

และขอขอบคุณเพื่อน และรุ่นพี่ร่วมกลุ่มวิทยานิพนธ์อาจารย์ที่ปรึกษาอาจารย์ดนัย สำหรับคำปรึกษา กำลังใจ และแบ่งปันข้อมูลอันเป็นประโยชน์ตลอดระยะเวลาการศึกษาปริญญาโท

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ได้ หากปราศจากการสนับสนุนจากทุกท่าน ขอได้รับคำขอบคุณจากข้าพเจ้าไว้ ณ โอกาสนี้

ญาณิศา ปิยะกมลนิรันดร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูปภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 คำถามการวิจัย 2

1.3 วัตถุประสงค์ 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย 2

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดหวังจะได้รับ 5

1.7 นิยามศัพท์ 5

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 7

2.1 กรอบทางทฤษฎีพื้นฐานในการวิจัย 8

2.1.1 ทฤษฎีภูมินิเวศ 8

2.1.1.1 ความหมายของภูมิทัศน์และภูมินิเวศ 8

2.1.1.2 มิติและระดับของภูมินิเวศ 9

2.1.1.3 รูปแบบและกระบวนการภูมินิเวศ 11

2.1.1.4 องค์ประกอบของภูมินิเวศ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.1.5 แบบจำลองภูมินิเวศ....13
1) องค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน....14
2) แบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ....14
3) แบบจำลองการเรียงตัวแบบซ้อนทับ....16
2.1.2 ทฤษฎีนิเวศวิทยาชะวากทะเล....16
2.1.2.1 ความหมายของชะวากทะเล....17
2.1.2.2 ระบบธารน้ำ ลุ่มน้ำ และชะวากทะเล....18
2.1.2.3 กระบวนการชายฝั่งและชะวากทะเล....19
2.1.2.4 มุมมองการศึกษาชะวากทะเล....22
2.1.2.5 รูปแบบ กระบวนการ และลักษณะเฉพาะของชะวากทะเล....25
2.1.2.6 การจำแนกชะวากทะเล....27
2.1.2.7 ถิ่นที่อยู่ภายในชะวากทะเล....28
2.1.2.8 นิเวศบริการของชะวากทะเล....28
2.1.2.9 การเปลี่ยนแปลงของชะวากทะเลและผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์....29
2.1.3 ทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ และนิเวศวิทยาเมือง....30
2.1.3.1 ภูมินิเวศและมนุษย์....30
2.1.3.2 นิเวศวิทยาสังคม....31
2.1.3.3 นิเวศบริการ....32
2.1.3.4 นิเวศวิทยาเมือง....33
2.2 ทฤษฎีในการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์วิจัย....33
2.2.1 ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกล....33
2.2.2 การตีความภาพถ่ายทางอากาศ....34
2.2.3 ทฤษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน....34
2.2.4 ทฤษฎีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ....35

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.5 ทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศ....35
2.3 ทฤษฎีเพื่อการประยุกต์ใช้ผลการวิจัย....36
2.3.1 แนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน....36
2.3.2 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว....36
2.3.3 แนวความคิดการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ....39
2.4 สรุปทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย....40
บทที่ 3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา....41
3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา....41
3.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาระดับลุ่มน้ำ : ลุ่มน้ำตรัง....42
3.2.1 ลักษณะทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศ....42
3.2.2 ลักษณะภูมิอากาศ....44
3.2.3 ลักษณะทางอุทกวิทยา....46
3.3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล : ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง....47
3.3.1 ลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ และดิน....47
3.3.2 ลักษณะทางอุทกวิทยา....49
3.3.4 ลักษณะพืชพรรณ....50
3.3.5 สิ่งมีชีวิต....51
3.3.6 ลักษณะการใช้งานพื้นที่....53
3.4 พื้นที่ศึกษาระดับเมือง : การพัฒนาเมืองกันตัง....53
3.5 การตั้งถิ่นฐานของชุมชนและเมืองชายฝั่งทะเล....53
บทที่ 4 วิธีดำเนินการวิจัย....55
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย....57
4.1.1 ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข....57
4.1.2 ข้อมูลแผนที่....57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.1.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ 57
4.1.4 ข้อมูลเชิงปริมาณ 59
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 59
4.3 วิธีดำเนินการวิจัย 59
4.3.1 ระดับลุ่มน้ำ 59
การระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล 59
4.3.2 ระดับชะวากทะเล 60
4.3.2.1 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล 60
4.3.2.2 การสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 62
4.3.2.3 การจำแนกโครงสร้างของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 63
4.3.3 ระดับเมือง 70
การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ 70
บทที่ 5 ผลการวิจัย 74
5.1 ระดับลุ่มน้ำ 74
ผลการระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล 74
5.2 ระดับชะวากทะเล 76
5.2.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเล 76
5.2.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป 81
5.3 ระดับเมือง 88
5.3.1 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ 88
1) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ 90

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ....91
3) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง....92
3.1) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมขอบน้ำ....92
3.2) การสร้างท่าเรือ....92
5.3.2 ผลการบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงของภูมินิเวศและการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง....95
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....99
6.1 สรุปผลการศึกษา....99
6.1.1 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง อธิบายด้วยโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และพลวัตการเปลี่ยนแปลง....99
1) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับลุ่มน้ำ....99
2) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับชะวากทะเล.... 100
3) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับเมือง.... 101
6.1.2 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเชื่อมโยงกับการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ทั้งประโยชน์และข้อจำกัดของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง.... 102
6.1.3 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ทั้งการเปลี่ยนแปลงตามพลวัตและโดยมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์.... 104
6.2 การอภิปรายผลการศึกษา.... 105
6.2.1 ความสามารถในการฟื้นฟูของภูมินิเวศชะวากทะเล.... 105
6.2.2 การบริการเชิงวัฒนธรรมของภูมินิเวศชะวากทะเล.... 105
6.3 ข้อเสนอแนะ.... 106
6.3.1 ข้อเสนอแนะแนวทางการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวางผัง.... 106
6.3.2 ข้อเสนอแนะในการนำวิธีการศึกษาไปประยุกต์ใช้.... 106
6.3.3 ข้อจำกัดในการวิจัย.... 107
บรรณานุกรม.... 108

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน 118

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ลำดับของมิติเวลาในการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมินิเวศ 11

ตารางที่ 2 นิเวศบริการของชะวากทะเล 28

ตารางที่ 3 ข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม LANDSAT-5 และ LANDSAT-8 58

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล.....61

ตารางที่ 5 การผสมสีแบนด์จากภาพถ่ายดาวเทียม 65

ตารางที่ 6 เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง 95

ตารางที่ 7 นิเวศบริการของการใช้งานที่ดินแต่ละประเภท.....97

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบนิเวศบริการของป่าชายเลนกับพื้นที่อื่นซึ่งเปลี่ยนแปลงจากป่าชายเลน.....98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ระเบียบวิธีวิจัย....5

ภาพที่ 2 มิติของภูมินิเวศ....10

ภาพที่ 3 กรอบแสดงการเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบภูมินิเวศและอิทธิพลต่อระบบนิเวศ....12

ภาพที่ 4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดภูมินิเวศ ลักษณะขององค์ประกอบและปฏิสัมพันธ์ภายในภูมินิเวศ....14

ภาพที่ 5 แบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ....15

ภาพที่ 6 แบบจำลองการซ้อนทับกันของชั้นเค้ก....16

ภาพที่ 7 ลักษณะลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ....19

ภาพที่ 8 การจำกัดความระดับพื้นที่และเวลาของวิวัฒนาการชายฝั่ง....20

ภาพที่ 9 วิวัฒนาการของสภาพแวดล้อมส่วนสะสมตะกอนชายฝั่ง....21

ภาพที่ 10 มุมมองด้านบนของภูมินิเวศชะวากทะเล....22

ภาพที่ 11 มุมมองรูปตัดตามขวางของภูมินิเวศชะวากทะเล....23

ภาพที่ 12 มุมมองรูปตัดตามยาวของภูมินิเวศชะวากทะเล....23

ภาพที่ 13 แผนภาพห่วงโซ่อาหารของภูมินิเวศชะวากทะเล....24

ภาพที่ 14 แผนภาพการถ่ายเทพลังงาน โดยมีสัญลักษณ์รูปทรงที่แตกต่างกัน 5 แบบตามภาพ....25

ภาพที่ 15 ภูมินิเวศเป็นการผสมผสานหรือการรวมกันของธรรมชาติและวัฒนธรรม....31

ภาพที่ 16 กรอบแนวคิดนิเวศวิทยาเชิงสังคม....32

ภาพที่ 17 แผนภาพความสัมพันธ์ของนิเวศบริการและคุณภาพชีวิตของมนุษย์....32

ภาพที่ 18 องค์ประกอบของคุณลักษณะทางภูมินิเวศ....35

ภาพที่ 19 กรอบแนวคิดในการวิจัย....40

ภาพที่ 20 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา....42

ภาพที่ 21 แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ....44

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 22 ผังความถี่ ทิศทาง และความเร็วลมเฉลี่ยของสถานีวัดอากาศตรัง ในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 1973-2022 45
ภาพที่ 23 แผนที่อุทกวิทยา 46
ภาพที่ 24 แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ 48
ภาพที่ 25 แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล และแผนที่ชุดดิน 48
ภาพที่ 26 แผนที่อุทกวิทยา 49
ภาพที่ 27 แผนภูมิอุทกพลวัต จากปริมาณน้ำฝน (สถานีวัดน้ำ X.233) และระดับน้ำขึ้นน้ำลง 50
ภาพที่ 28 แผนภาพวิธีดำเนินการวิจัย 56
ภาพที่ 29 แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่อุทกวิทยา นำไปซ้อนทับชั้นข้อมูล 60
ภาพที่ 30 แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 63
ภาพที่ 31 แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล แผนที่ชุดดิน และแผนที่อุทกวิทยา นำไปซ้อนทับชั้นข้อมูล 64
ภาพที่ 32 การผสมสีธรรมชาติและผสมสีเท็จ (เมือง) ของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล 65
ภาพที่ 33 การผสมสีเท็จ ของพืชพรรณ เกษตรกรรม แผ่นดินและน้ำ และพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล 66
ภาพที่ 34 ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีความแตกต่างน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (MNDWI) ของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล 67
ภาพที่ 35 ดัชนีความแตกต่างสิ่งก่อสร้าง (NDBI) 68
ภาพที่ 36 การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ 69
ภาพที่ 37 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2510 71
ภาพที่ 38 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 72
ภาพที่ 39 การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 73
ภาพที่ 40 การซ้อนทับข้อมูลเพื่อระบุแผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง 75
ภาพที่ 41 แผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง 76

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 42 องค์ประกอบภูมินิเวศธรณีสัณฐาน และองค์ประกอบภูมินิเวศอุทกวิทยา.....77
ภาพที่ 43 องค์ประกอบภูมินิเวศสิ่งมีชีวิต (พืชพรรณ) และองค์ประกอบภูมินิเวศสังคมและวัฒนธรรม 78
ภาพที่ 44 โครงสร้างหลักภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง.....79
ภาพที่ 45 โครงสร้างย่อยภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง.....80
ภาพที่ 46 แนวตัด A1-A6 81
ภาพที่ 47 รูปตัด A1 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 82
ภาพที่ 48 รูปตัด A2 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 83
ภาพที่ 49 รูปตัด A3 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 84
ภาพที่ 50 รูปตัด A4 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 85
ภาพที่ 51 รูปตัด A5 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 86
ภาพที่ 52 รูปตัด A6 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 87
ภาพที่ 53 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552.....89
ภาพที่ 54 แผนภูมิวงกลมการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552.....90
ภาพที่ 55 แผนภูมิแท่งสถิติจำนวนประชากรอำเภอกันตัง ปี พ.ศ. 2540-2565.....91
ภาพที่ 56 แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2530 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2561 93
ภาพที่ 57 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 และ ปี พ.ศ. 2517.....94
ภาพที่ 58 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2538 และ ปี พ.ศ. 2542.....94
ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตังจากปี พ.ศ. 2510 เป็นปี พ.ศ. 2552 96
ภาพที่ 60 องค์ประกอบและแผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง..... 100
ภาพที่ 61 โครงสร้างหลักและโครงสร้างย่อยของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง..... 101
ภาพที่ 62 ชุดรูปตัด A1-A3 การตั้งถิ่นฐานของเมืองกันตัง..... 103
ภาพที่ 63 ชุดรูปตัด A4-A6 การตั้งถิ่นฐานของเมืองตรัง..... 104

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ชะวากทะเล (Estuary) เป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเลมาบรรจบและเกิดการผสมผสานกัน เกิดจากเงื่อนไขทางธรณีสัณฐาน ชีวภาพ เคมี และพลวัตการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบคลื่น การไหลของแม่น้ำ ฤดูกาล กระแสลมและคลื่น ทำให้ชะวากทะเลเป็นระบบนิเวศซึ่งให้ผลผลิตและคุณค่าทางนิเวศวิทยาสูง เอื้อประโยชน์และสำคัญต่อการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีพของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น การประมง เนื่องจากชะวากทะเลมีความสามารถในการผลิตทางชีวภาพ เป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดทั้งบนบกและในน้ำ และมนุษย์สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้ ทำให้ชะวากทะเลมีความสัมพันธ์อย่างเด่นชัดกับการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม (Day Jr., Hall, Kemp, & Yanez-Arancibia, 1989; Jordan, 2012; Prandle, 2009; Solomon & Crane, 2009)

แนวทางการพัฒนาพื้นที่ชะวากทะเลแต่เดิมได้พัฒนาเป็นท่าเรือ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับพื้นที่เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และระบบการขนส่งสินค้า ทำให้พื้นที่โดยรอบชายฝั่งทะเลเป็นศูนย์กลางของประชากรมนุษย์ และประชากรซึ่งอาศัยอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้เกิดปัญหาความเสื่อมถอยทางนิเวศและสภาพแวดล้อมชะวากทะเล การใช้ทรัพยากรเกินขีดจำกัด การรุกรานแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และมลพิษทางสิ่งแวดล้อม (Jordan, 2012; Prandle, 2009; Solomon & Crane, 2009)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง เป็นกรณีศึกษาเนื่องจากเป็นชะวากทะเลซึ่งมีคุณค่าสำคัญทางนิเวศวิทยา โดยขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับมนุษย์จากการใช้เป็นเส้นทางคมนาคม รวมถึงมีการตั้งชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและได้อาศัยแม่น้ำเป็นเส้นทางในการทำการค้า จึงเป็นประเด็นในการศึกษาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเล และ การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำความเข้าใจภูมินิเวศชะวากแม่น้ำตรัง และพลวัตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีพของมนุษย์ เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในอนาคต ซึ่งทรัพยากรชะวากทะเลสามารถส่งเสริมเกื้อหนุนการดำรงชีพของมนุษย์ และคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังคืออะไร สามารถอธิบายด้วยโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และพลวัตการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

1.2.2 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเชื่อมโยงกับการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์อย่างไร ทั้งประโยชน์และข้อจำกัดของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

1.2.3 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ทั้งการเปลี่ยนแปลงตามพลวัตและการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อทำความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ซึ่งเกิดจากทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและมนุษย์

1.3.2 เพื่อเป็นพื้นฐานในการบ่งชี้ปัญหาและนำไปสู่การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตเชิงพื้นที่

ในการศึกษาภูมินิเวศชะวากทะเล ต้องทำความเข้าใจในหลายระดับ โดยในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง เพื่อทำความเข้าใจและเชื่อมโยงภูมินิเวศในหลากหลายระดับซึ่งจะมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแต่ละระดับต่างกัน

1. ระดับลุ่มน้ำ ศึกษาเพื่ออธิบายรูปแบบและกระบวนการของโครงสร้างชะวากทะเลในระดับมหภาคซึ่งส่งผลต่อไปในระดับชะวากทะเล และทำให้เห็นถึงเครือข่ายตวามเชื่อมโยงกับเงื่อนไขโดยรอบพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดขอบเขตจากลักษณะทางอุทกวิทยา
2. ระดับชะวากทะเล ศึกษาโครงสร้างรูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นของชะวากทะเลเพื่ออธิบายนิเวศบริการและเงื่อนไขในการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ โดยกำหนดขอบเขตจากพื้นที่ป่าชายเลนเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตชะวากทะเล ประกอบกับขอบเขตลุ่มน้ำย่อยจากการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข FABDEM (Hawker et al., 2022)
3. ระดับเมือง ศึกษาโครงสร้างรูปแบบและกระบวนการของเมือง เพื่อบ่งชี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานพื้นที่ของชะวากทะเล โดยกำหนดขอบเขตจากการใช้งานพื้นที่อย่างหนาแน่นบริเวณเทศบาลเมืองกันตัง

1.4.2 ขอบเขตเชิงเนื้อหา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ทฤษฎีภูมินิเวศเป็นกรอบทางทฤษฎีในการทำความเข้าใจชะวากทะเล เนื่องจากเป็นทฤษฎีซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของระบบนิเวศในเชิงพื้นที่แบบองค์รวม (Naveh & Lieberman, 1990) สามารถอธิบายพื้นฐานของระบบ (Isaak S Zonneveld, 1982) เป็นโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง (Richard T. T. Forman & Godron, 1986) ระบบภูมินิเวศเป็นวงจรไม่รู้จบ กล่าวคือ บทบาทหน้าที่ในอดีตจะสร้างโครงสร้างในปัจจุบัน โครงสร้างปัจจุบันจะสร้างบทบาทหน้าที่ในปัจจุบัน และบทบาทหน้าที่ในปัจจุบันจะสร้างโครงสร้างในอนาคต (Richard T. T. Forman & Godron, 1986) และมีเครื่องมือปฏิบัติในการแจกแจงและวิเคราะห์อย่างชัดเจน (Turner & Gardner, 2015) โดยประกอบกับทฤษฎีนิเวศบริการ (World Health Organization, 2005) และระบบการจำแนกนิเวศบริการ (Haines-Young & Potschin, 2012) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์กับการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ โดยกำหนดเนื้อหาวิทยานิพนธ์เป็น 6 บท ได้แก่

บทที่ 1 บทนำ

อธิบายความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา อันเป็นที่มาของคำถามและวัตถุประสงค์ในการวิจัย และข้อมูลเบื้องต้นของวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ระเบียบวิธีวิจัย ประโยชน์ที่คาดหวังจะได้รับ และนิยามศัพท์คำสำคัญของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

ทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วย กรอบแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานในการวิจัย ทฤษฎีในการดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์วิจัย และทฤษฎีเพื่อประยุกต์ใช้ผลการวิจัย

บทที่ 3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

อธิบายขอบเขตพื้นที่ศึกษา รวบรวมข้อมูลพื้นฐานและอธิบายลักษณะพื้นที่ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง

บทที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย

แจกแจงข้อมูล เครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการวิจัย โดยลำดับเป็น 5 ขั้นตอนเรียงตามลำดับระดับพื้นที่ 1) การระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล 2) การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล 3) การสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง 4) การจำแนกโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง และ 5) การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่

บทที่ 5 ผลการวิจัย

วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการวิจัย ผ่านวิธีการรับรู้ระยะไกลและเชื่อมโยงกับทฤษฎีที่ได้ทบทวนไปในบทที่ 2 รวมถึงการทำแผนภาพ แผนภูมิ และตารางเพื่อช่วยในการวิเคราะห์และอธิบายผลการวิจัย สำหรับการสรุปผลการศึกษา

บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผลการศึกษาที่ได้จากการดำเนินการวิจัย เสนอแนะแนวทางการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ ทั้งจากผลการวิจัยและวิธีการศึกษา รวมถึงอธิบายข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์

1.5 ระเบียบวิธีวิจัย

1.5.1 การศึกษาทบทวนวรรณกรรม เพื่อให้มีพื้นฐานองค์ความรู้เกี่ยวกับหัวข้อศึกษา สร้างกรอบความคิดและกระบวนการจากทฤษฎี แนวความคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา และข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

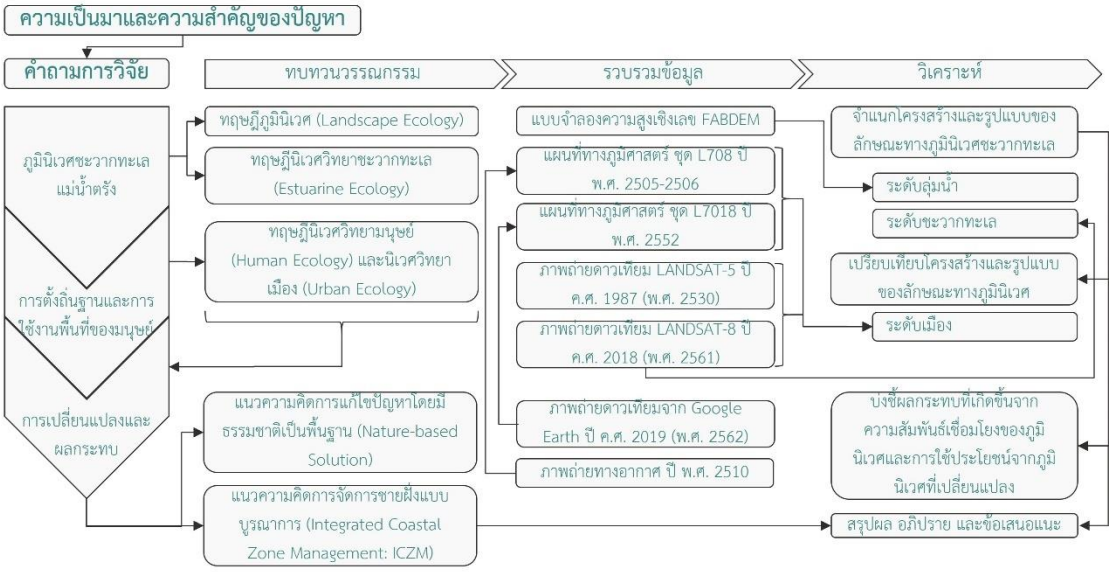
1) ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข FABDEM เพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง และแสดงรูปตัดภูมินิเวศชะวากทะเล
2) ข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2505-2506 และแผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2552 เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดินภูมินิเวศชะวากทะเล
3) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) เพื่อการจำแนก เปรียบเทียบ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดิน
4) ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) เพื่อใช้ในการอ้างอิงและตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน
5) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 เพื่อใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2517 พ.ศ. 2538 พ.ศ. 2542 เพื่ออ้างอิงและตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเล

1.5.3 วิเคราะห์และจำแนกโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเล

1.5.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป

1.5.5 วิเคราะห์และบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงของภูมินิเวศและการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

1.5.6 สรุปผลการวิเคราะห์ลักษณะทางภูมินิเวศ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของภูมินิเวศและการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศ และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง



ภาพที่ 1 ระเบียบวิธีวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดหวังจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและทำความเข้าใจภูมินิเวศชะวากแม่น้ำตรัง และพลวัตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

1.6.2 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบวางแผน และนำไปสู่แนวทางการจัดการภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการตั้งถิ่นฐานและการดำรงชีพของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.7 นิยามศัพท์

ภูมินิเวศ (Landscape Ecology)	คือ	เป็นศาสตร์ในการศึกษาความเข้าใจสภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์และบทบาทหน้าที่ขององค์ประกอบทั้งในมิติของพื้นที่และเวลา เพื่อค้นหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างสังคมมนุษย์และแหล่งที่อยู่อาศัยทั้งภูมิทัศน์ตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น ในเรื่องของโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง (Richard T. T. Forman & Godron, 1986; Naveh & Lieberman, 1990; Isaak Samuel Zonneveld, 1995)

ชะวากทะเล (Estuary)	คือ	พื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งบรรจบและเกิดการผสมผสานของน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเล โดยมีกำหนดขอบเขตจากพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง (Day Jr. et al., 1989; Jordan, 2012)
การตั้งถิ่นฐานชายฝั่งทะเลและการดำรงชีพ (Coastal Settlement and Livelihood)	คือ	การตั้งถิ่นฐานชายฝั่งทะเลเป็นรูปแบบการตั้งถิ่นฐานซึ่งเฉพาะบนพื้นที่ชายฝั่งทะเล ซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการดำรงชีพของมนุษย์ที่อาศัยพื้นที่ชายฝั่งทะเล (Carloni & Crowley, 2005; Norton, 2006)
เมืองชายฝั่งทะเล (Coastal Town)	คือ	ระบบนิเวศอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งองค์ประกอบทางสังคม เศรษฐกิจและนิเวศทำงานร่วมกันเป็นระบบ ทำให้เกิดการรับรู้คุณค่าโดยมนุษย์ (Pickett, Cadenasso, & McGrath, 2013) และมนุษย์อยู่อาศัยอย่างหนาแน่น (Richard T. T. Forman, 2014) โดยตั้งอยู่บนพื้นที่ชายฝั่งทะเล
นิเวศบริการ (Ecosystem Services)	คือ	ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ เป็นที่มาของคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ โดยประกอบด้วย การบริการเชิงการผลิต (Provisioning Services) การบริการเชิงควบคุม (Regulating Services) การบริการเชิงวัฒนธรรม (Cultural Services) และการบริการเชิงเกื้อหนุน (Supporting Services) (World Health Organization, 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนวรรณกรรมเป็นพื้นฐานความเข้าใจในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ลักษณะภูมินิเวศชะวากทะเล และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล โดยทำการจัดกลุ่มทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เป็น 3 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1) กรอบทางทฤษฎีพื้นฐานในการวิจัย เพื่อเป็นกรอบทางทฤษฎีในการวิจัย และเป็นพื้นฐานความเข้าใจโครงสร้าง กระบวนการ พลวัต และการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในพื้นที่ศึกษา
   - ทฤษฎีภูมินิเวศ (Landscape Ecology)
   - ทฤษฎีนิเวศวิทยาชะวากทะเล (Estuarine Ecology)
   - ทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ (Human Ecology) และนิเวศวิทยาเมือง (Urban Ecology)
2) ทฤษฎีในการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์วิจัย เพื่อกำหนดวิธีการศึกษาตามวัตถุประสงค์ในการวิจัย ทั้งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และการประเมินผล
   - ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing)
   - การตีความภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photography and Image Interpretation)
   - ทฤษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land Cover Classification)
   - ทฤษฎีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (Object-based Image Analysis)
   - ทฤษฎีการประเมินลักษณะเฉพาะทางภูมินิเวศ (Landscape Character Assessment)
3) ทฤษฎีเพื่อการประยุกต์ใช้ผลการวิจัย เพื่อเสนอแนะแนวทางในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับบริบทที่ใกล้เคียง
   - แนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution)
   - แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)
   - แนวความคิดการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ (Integrated Coastal Zone Management: ICZM)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 กรอบทางทฤษฎีพื้นฐานในการวิจัย

การวิเคราะห์ลักษณะภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเพื่อเป็นองค์ความรู้ในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย โดยเรียงลำดับจากทฤษฎีกว้างไปทฤษฎีที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ได้แก่ ทฤษฎีภูมินิเวศ เป็นพื้นฐานเพื่ออธิบายและทำความเข้าใจโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ ทฤษฎีนิเวศวิทยาชะวากทะเล เพื่ออธิบายลักษณะเฉพาะของพื้นที่ศึกษาโดยอ้างอิงทฤษฎีภูมินิเวศเป็นพื้นฐานในการอธิบาย และทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ เพื่ออธิบายลักษณะการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์และเมืองชายฝั่งทะเล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 ทฤษฎีภูมินิเวศ

พื้นฐานของทฤษฎีภูมินิเวศในวิทยานิพนนี้ ใช้เพื่อเป็นกรอบทางทฤษฎีในการอธิบายลักษณะทางภูมินิเวศ โดยเนื้อหาประกอบด้วย 1) ความหมายของภูมิทัศน์และภูมินิเวศ 2) มิติและระดับของภูมินิเวศ 3) รูปแบบและกระบวนการภูมินิเวศ 4) องค์ประกอบของภูมินิเวศ 5) แบบจำลองภูมินิเวศ

2.1.1.1 ความหมายของภูมิทัศน์และภูมินิเวศ

ภูมิ (Land) หรือ ภูมิทัศน์ (Landscape) เป็นคำทั่วไปสำหรับการพูดถึงสภาพแวดล้อมที่มนุษย์อาศัยอยู่และใช้ชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยมนุษย์และสิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้าง รวมถึงบทบาทหน้าที่สภาพแวดล้อมทางจิตวิทยา (Isaak Samuel Zonneveld, 1995) โดย ภูมินิเวศ (Landscape Ecology) เป็นศาสตร์ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจสภาพแวดล้อม ความสัมพันธ์และบทบาทหน้าที่ขององค์ประกอบทั้งในมิติของพื้นที่และเวลา

คำว่า ภูมิทัศน์ ปรากฏอ้างอิงครั้งแรกในผลงานวรรณกรรม the Book of Psalms โดยภูมิทัศน์ หมายถึง มุมมองภาพรวมที่สวยงามของเมือง Jerusalem และตรงกับภาษาอังกฤษว่า Scenery (Naveh & Lieberman, 1990) ความหมายของภูมิทัศน์ได้เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย และโดยมากให้ความสำคัญถึงมุมมองและความงามมากกว่าการประเมินทางนิเวศวิทยา

ภูมิทัศน์เป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถมองเห็น และถึงแม้ว่าเราจะมองภาพเดียวกัน เรามิอาจมองเห็นภูมิทัศน์เดียวกันได้ ภูมิทัศน์ประกอบด้วยทั้งสิ่งที่มองเห็นด้วยตา และสิ่งที่อยู่ในสมอง (Meinig, 1979) กล่าวคือ ต่างกันตามมุมมองของแต่ละบุคคล

ภูมิทัศน์ (Landscape) เป็นความสัมพันธ์ของระบบอันซับซ้อน ซึ่งจะสร้างรูปแบบที่เป็นส่วนสำคัญบนพื้นผิวโลก ด้วยแรงปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต รวมถึงมนุษย์ด้วย ด้วยความหมายเหล่านี้ ภูมิทัศน์จะถูกมอง 3 แบบ (Isaak Samuel Zonneveld, 1995) ได้แก่

1. การรับรู้ภูมิทัศน์ มนุษย์สามารถรับรู้ได้จากการมองเห็น เป็นทิวทัศน์ (Scenery) มุมมองซึ่งสำคัญของมนุษย์ คือ ความงามและความกลมกลืน อันเป็นที่มาของการพักผ่อนหย่อนใจ และทำให้เกิดสุนทรียภาพ ทั้งบทกวี ภาพวาด เพลงประพันธ์ มาตั้งแต่สมัยฟื้นฟูศิลปวิทยาการ (Renaissance) จึงเกิดการประเมินภูมิทัศน์ และมุมมองทางเศรษฐกิจ เช่น การนันทนาการและการท่องเที่ยว

2. รูปแบบหรือแบบแผนของภูมิทัศน์ (Landscape Pattern or Mosaic) แนวความคิดนี้เป็นลักษณะร่วมกันของศาสตร์ภูมิทัศน์ซึ่งต่างกันในแต่ละสาขา เช่น ธรณีสัณฐาน ปฐพีศาสตร์ พฤกษศาสตร์ ซึ่งทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศ ดิน และสังคมพืช เป็นกระบวนการซ้ำไปซ้ำมา จนเกิดเป็นรูปแบบหรือแบบแผน ซึ่งเป็นวิธีการสำคัญในการจำแนกลักษณะเฉพาะของพื้นที่ เป็นส่วนสำคัญในการศึกษาความสัมพันธ์และการจัดเรียงขององค์ประกอบภูมิทัศน์ และอีกสิ่งสำคัญ ก็คือการวินิจฉัยคุณค่าจากการสังเกตภูมิทัศน์ดังกล่าว เช่น จากภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม ดังนั้นขั้นตอนการทำแผนที่ของแบบแผนภูมิทัศน์จึงสำคัญ

3. ภูมิทัศน์ ในฐานะของระบบ(นิเวศ) เป็นแนวความคิดของภูมิทัศน์ที่ครอบคลุม (เป็นระบบ) ซึ่งรวมแนวความคิด 2 แบบข้างต้น และแสดงให้เห็นเป็นลักษณะของระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

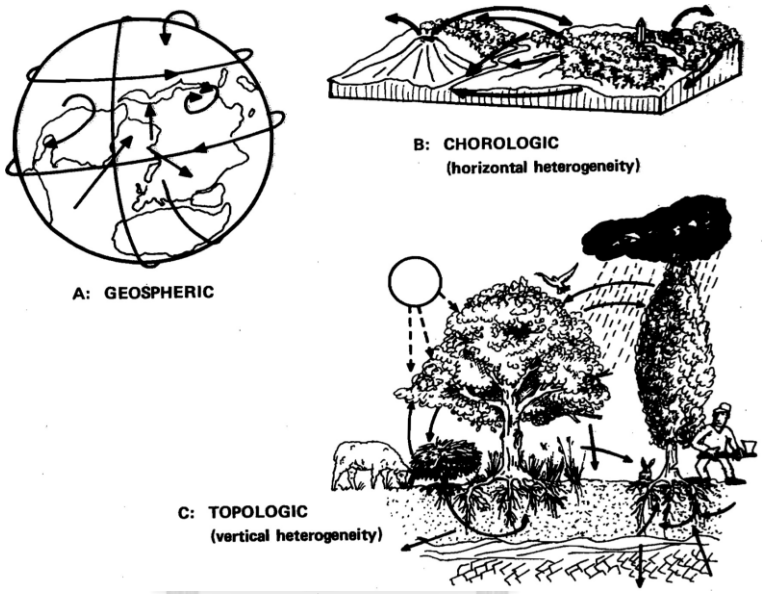
2.1.1.2 มิติและระดับของภูมินิเวศ

มิติและระดับของภูมินิเวศ (Dimensions and Scale) แสดงผ่านความหลากหลายของภูมินิเวศทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ Neef (1967) อ้างถึงใน Isaak Samuel Zonneveld (1995) ได้แบ่งเป็น 3 มิติของภูมินิเวศเชิงพื้นที่ดังภาพที่ 2 ได้แก่

1. มิติการศึกษาในแนวดิ่ง (Topological dimension) เป็นพื้นที่มีความหลากหลายน้อยในแนวราบ ขนาดพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ไม่กี่ตารางเมตรจนถึงหลายตารางกิโลเมตร ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบจะแสดงในแนวดิ่ง ได้แก่ ดิน น้ำ พืชพรรณ ภูมิอากาศ สัตว์ และการกระทำของมนุษย์ โดยการศึกษานิเวศวิทยามักจะใช้มิติในแนวดิ่งเป็นพื้นฐาน และเหมาะสมกับการอธิบายความสัมพันธ์ในพื้นที่ขนาดเล็ก

2. มิติการศึกษาในแนวราบ (Chorological dimension) เป็นมิติที่ซับซ้อนในเชิงพื้นที่ ประกอบด้วยมิติการศึกษาในแนวดิ่งที่ได้อธิบายไปข้างต้น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแนวราบระหว่างผืนภูมินิเวศ

3. มิติในระดับธรณีภาค (Geospherical dimension) แสดงถึงพื้นที่ทั้งหมดบนพื้นผิวโลก เป็นการศึกษาความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงบนพื้นผิวโลกโดยอ้างอิงจากสมมติฐานไกอา (Gaia) เช่น ปรากฏการณ์เรือนกระจก และปรากฏการณ์เพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของพื้นที่ขนาดใหญ่ระดับโลก



ภาพที่ 2 มิติของภูมินิเวศ
ที่มา Isaak Samuel Zonneveld (1995)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

มิติเชิงเวลา เป็นช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ หรือช่องว่างเวลาที่มีอิทธิพลต่อเปลี่ยนแปลง โดยลำดับขั้นของการกระทำที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จะแตกต่างกันตามแต่ละช่วงเวลา ดังตารางที่ 1 บ่งชี้ถึงลักษณะของภูมินิเวศที่เปลี่ยนแปลงไปตามกระบวนการที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา

ตารางที่ 1 ลำดับของมิติเวลาในการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมินิเวศ

ที่มา Isaak Samuel Zonneveld (1995)

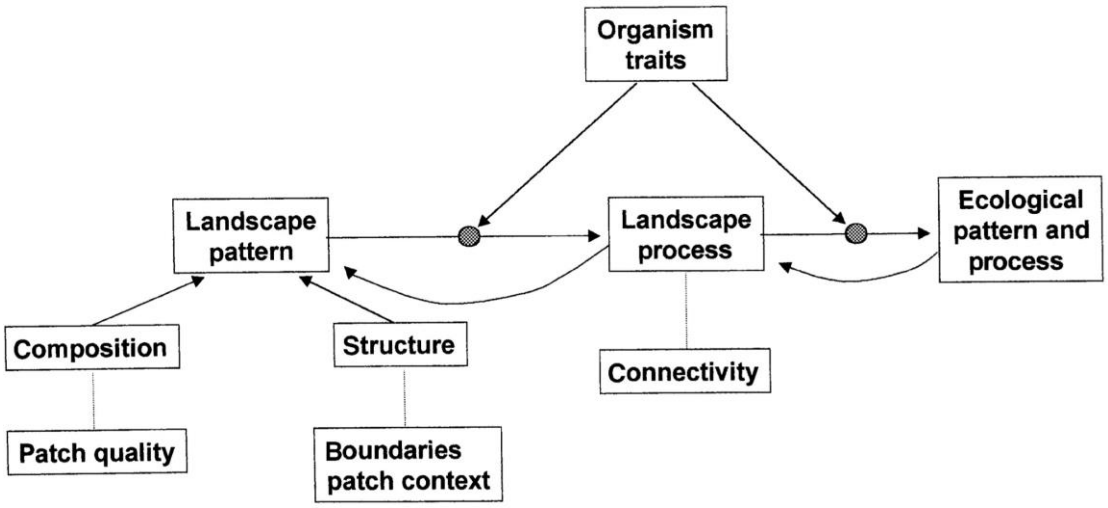
(a)	10^6 years	Geological plate tectonics Biological species formation
(b)	10^5 years	Macroclimatic processes (glacials, pluvials)
(c)	10^4 years	Macrogeomorphology (secular erosion)
(d)	10^3 years	Soil formation (podsolisation, lateritization) Geo-hydrological processes
(e)	10^2 to 10^1 years	Sedimentological processes (coastal, fluviatile) Biological feedback (succession after catastrophes, forestry and nature development)
(f)	10^{-1} to 1 year	Agriculture, horticulture and urban development
Within these dimension categories catastrophes may occur with very different time periods:		
(g)	Earthquake;	minutes
(h)	Gale, typhoon, etc;	hours
(i)	Accelerated erosion:	days; (catastrophe induced), months to years (induced by human activity); grading into secular time.
(j)	Biological epidemics (diseases)	months

2.1.1.3 รูปแบบและกระบวนการภูมินิเวศ

ภูมินิเวศเป็นพื้นที่ซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ที่เกิดในระบบนิเวศ เกิดขึ้นซ้ำ ๆ จนเป็นรูปแบบและกลไกที่ประสานงานกันภายใต้ขอบเขตที่ชัดเจนของกระบวนการทางธรณีสัณฐานและการรบกวนขององค์ประกอบ โดยภูมินิเวศมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างอย่างชัดเจน และเป็นหน่วยที่สามารถวัดได้ด้วยลักษณะเฉพาะทางนิเวศวิทยา ขอบเขตระหว่างภูมินิเวศจะสามารถแบ่งแยกด้วยโครงสร้างขององค์ประกอบพืชพรรณ (Richard T.T. Forman, 1981)

รูปแบบและกระบวนการของภูมินิเวศมีปฏิสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน (Thaitakoo, 1998) ทำให้สามารถบ่งบอกได้ว่าภูมินิเวศมีโครงสร้าง บทบาทหน้าที่อย่างไร และส่งผลต่อรูปแบบและกระบวนการทางนิเวศอย่างไรบ้าง ดังนั้น รูปแบบของภูมินิเวศเกิดจากการจัดเรียงองค์ประกอบและโครงสร้างของแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งสะท้อนถึงความหลากหลายของคุณภาพผืนภูมินิเวศ บริบท และขอบเขต รูปแบบเชิงพื้นที่ของภูมินิเวศสามารถแปลความกระบวนการภูมินิเวศเป็นผลลัพธ์ของการทำงานร่วมกันระหว่างรูปแบบของภูมินิเวศ และวิธีการที่สิ่งมีชีวิตตอบสนองต่อรูปแบบนั้น ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงลักษณะเฉพาะทางนิเวศ สัณฐาน พฤติกรรม และประวัติศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต ผลลัพธ์ของการทำงานร่วมกันนี้ทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบภูมินิเวศและ

อิทธิพลต่อระบบนิเวศในเรื่องของบทบาทหน้าที่ รูปแบบ กระบวนการ และความหลากหลายเชิงพื้นที่ของภูมินิเวศ (Wiens, 2002) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กรอบแสดงการเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบภูมินิเวศและอิทธิพลต่อระบบนิเวศ ที่มา Wiens (2002)

2.1.1.4 องค์ประกอบของภูมินิเวศ

การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจรูปแบบและกระบวนการของโครงสร้างองค์ประกอบภูมินิเวศ Richard T. T. Forman and Godron (1986) อ้างถึงใน Thaitakoo (1998) และ Risser (1987) แสดงลักษณะเฉพาะของภูมินิเวศเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1. โครงสร้างภูมินิเวศ (Landscape Structure)
   1.1 โครงสร้างเชิงพื้นที่ของระบบนิเวศที่แตกต่างอย่างชัดเจน องค์ประกอบของภูมินิเวศ ได้แก่ ผืนภูมินิเวศ แนวภูมินิเวศ และพื้นภูมินิเวศ
   1.2 การกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของพลังงาน วัสดุ และชนิดสิ่งมีชีวิต (Species) ที่สัมพันธ์กับขนาด รูปร่าง จำนวน ชนิด และสัณฐานของระบบนิเวศ เช่น ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิตบริเวณภายในและขอบของผืนภูมินิเวศ
2. บทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศ (Landscape Functions) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเชิงพื้นที่หรือองค์ประกอบของระบบนิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1 การไหลของชนิดสิ่งมีชีวิต เช่น การเคลื่อนที่ การกระจาย การอพยพ หรือการตอบสนองต่อสิ่งรบกวนหรือการเปลี่ยนแปลง

2.2 การไหลของพลังงาน เช่น ความร้อน การเคลื่อนที่ของชีวมวล

2.3 การไหลของวัสดุ เช่น การไหลของแร่ธาตุ อัตราการสร้าง และอัตราการทำลายหรือการปนเปื้อน

3. การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ (Landscape Changes) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศเมื่อเวลาผ่านไป

3.1 การเปลี่ยนแปลงความหลากหลาย (Heterogeneity) และความเป็นแบบเดียวกัน (Homogeneity) โดยโครงสร้างแบบเดียวกันและโครงสร้างแบบหลากหลายสามารถเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาได้เสมอ

3.2 การเปลี่ยนแปลงเสถียรภาพ (Stability) ได้แก่

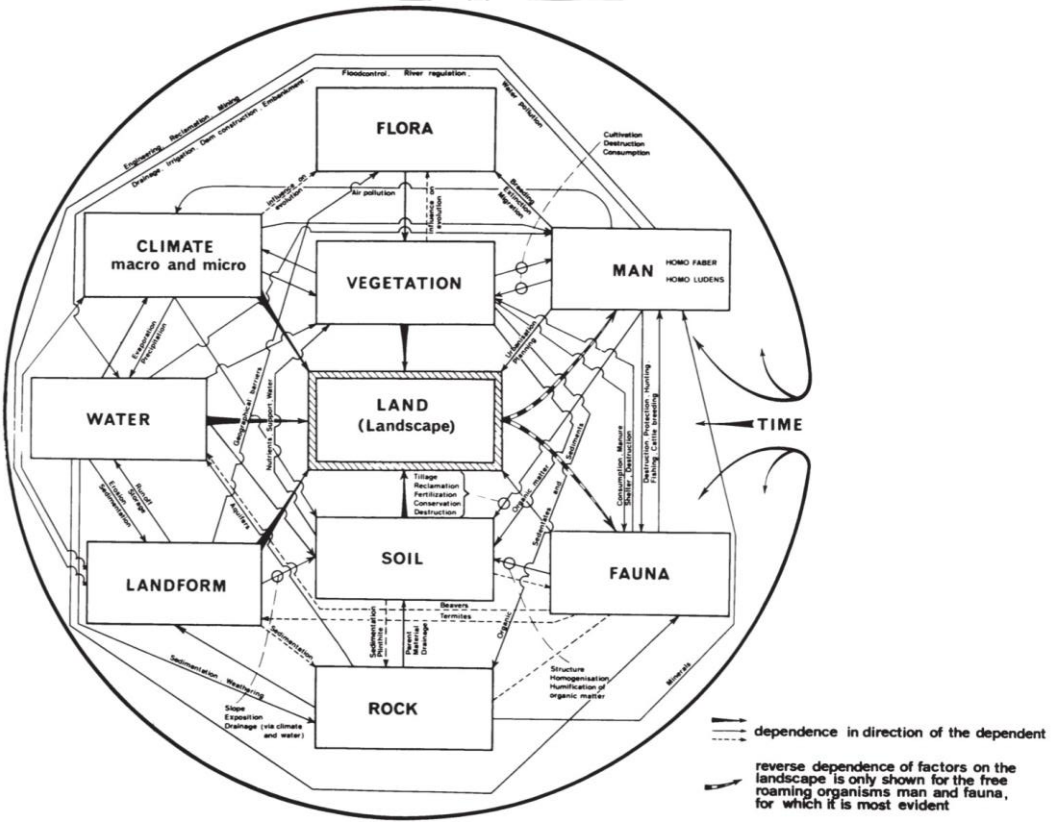
- เสถียรภาพทางกายภาพ เช่น หินที่ตั้งอยู่บนพื้น ตำแหน่งคงที่
- เสถียรภาพการคืนสภาพ การเปลี่ยนแปลงฉับพลันตามด้วยการฟื้นฟูฉับพลัน
- เสถียรภาพการทนทาน ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง
- เสถียรภาพองค์รวม การเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดในภูมินิเวศแต่ผลผลิตและความหลากหลายยังคงเหมือนเดิม

2.1.1.5 แบบจำลองภูมินิเวศ

เนื่องจากภูมินิเวศเป็นระบบอันซับซ้อนและเป็นศาสตร์ที่หลอมรวมองค์ความรู้หลายแขนงเข้าด้วยกัน จึงมีการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของภูมินิเวศ โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รวบรวมมา 3 แบบจำลอง ได้แก่ 1) องค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน (Land-forming factors) โดย Isaak Samuel Zonneveld (1995) 2) แบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ (Patch-Corridor-Matrix Model) โดย Richard T. T. Forman and Godron (1986) และ 3) แบบจำลองการเรียงตัวแบบซ้อนทับ (Layer-cake Model) โดย McHarg (1992) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) องค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน

ภูมินิเวศแบบองค์รวมโดยแต่ละองค์ประกอบจะส่งผลต่อกัน ดังภาพที่ 4 โดยมิติของเวลาแทนด้วยวงกลมที่ล้อมรอบ ในแต่ละกล่องเป็นองค์ประกอบของแผ่นดิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของภูมินิเวศ และเป็นปัจจัยที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและพึ่งพาองค์ประกอบอื่น ทำให้เกิดเป็นองค์รวม บางองค์ประกอบอาจคงที่หรือส่งผลต่อองค์ประกอบอื่นน้อยแต่ทุกองค์ประกอบส่งผลต่อกัน จะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตพึ่งพาองค์ประกอบเหล่านี้ เช่น ภูมิอากาศ ดิน และน้ำ ประกอบกันเป็นวัฏจักรน้ำ และทำให้เกิดธรณีสัณฐาน (Naveh & Lieberman, 1990; Isaak Samuel Zonneveld, 1995)



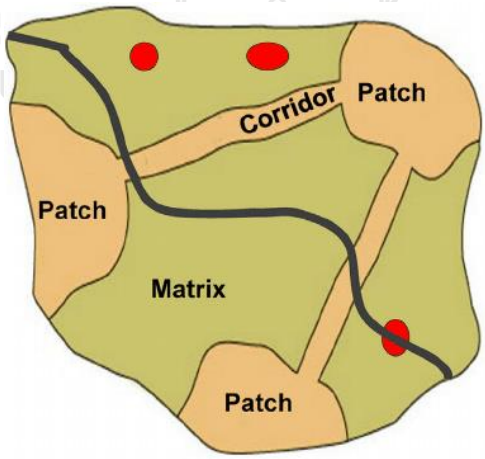
ภาพที่ 4 ปัจจัยที่ทำให้เกิดภูมินิเวศ ลักษณะขององค์ประกอบและปฏิสัมพันธ์ภายในภูมินิเวศ ที่มา Naveh and Lieberman (1994); Isaak Samuel Zonneveld (1995)

2) แบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ

หากมองจากบนเครื่องบิน จะเห็นได้ว่าพื้นโลกนั้น มองเห็นแบบโมเสก เป็นรูปแบบชิ้นส่วนของสีและแถบ โดยพื้นภูมินิเวศเป็นพื้นหลัง จึง

เป็นที่มาของแบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ ซึ่งประกอบกันเป็นภูมิโมเสก (Land Mosaic) หรือภูมินิเวศ โดยรูปแบบโมเสกสามารถพบเห็นได้ทุกขนาดพื้นที่ตั้งแต่กล้องจุลทรรศน์จนถึงดาวเคราะห์และจักรวาล อย่างไรก็ตาม ภูมินิเวศโมเสก ใช้สำหรับมนุษย์ สามารถวัดได้เป็นกิโลเมตรตั้งแต่ร้อยถึงพัน ดังนั้น ภูมินิเวศ ภูมิภาค ทวีป เป็น 3 ระดับของภูมินิเวศโมเสก แบบจำลองนี้เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบพื้นที่และประเมินศักยภาพในการค้นหารูปแบบทั่วไปรวมถึงหลักการด้วย (Richard T. T. Forman, 1995; Richard T. T. Forman & Godron, 1986)

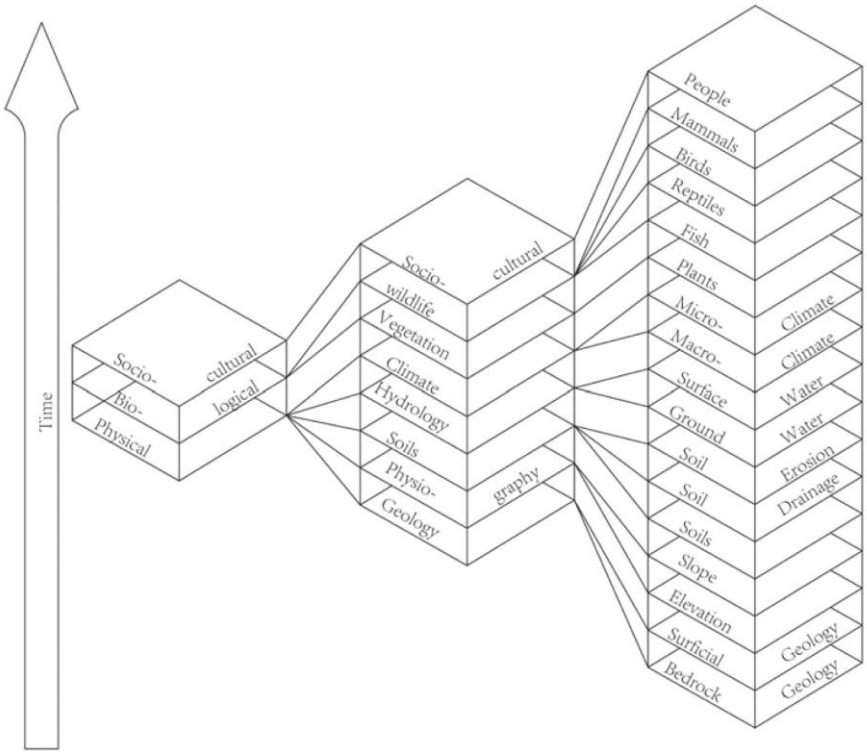
- ผืนภูมินิเวศ (Patches) เป็นพื้นผิวซึ่งไม่เป็นเส้นตรง และสภาพแตกต่างจากพื้นที่โดยรอบ
- แนวภูมินิเวศ (Corridors) เป็นแถบแคบบนพื้นดิน ซึ่งแตกต่างจากพื้นภูมินิเวศทั้งสองด้าน
- พื้นภูมินิเวศและเครือข่าย (Matrix and Network) เป็นพื้นที่กว้างขวางที่สุด เป็นองค์ประกอบที่เชื่อมต่อกันมากที่สุด และล้อมรอบผืนภูมินิเวศ มีบทบาทหน้าที่เด่นในภูมินิเวศ เช่น การไหลของพลังงาน สสาร และชนิดสิ่งมีชีวิต และมีอิทธิพลต่อพลวัตในภูมินิเวศแบบองค์รวม



ภาพที่ 5 แบบจำลองผืนภูมินิเวศ-แนวภูมินิเวศ-และพื้นภูมินิเวศ ที่มา Lausch et al. (2015)

3) แบบจำลองการเรียงตัวแบบซ้อนทับ

วิธีการซ้อนทับของชั้นข้อมูลเพื่อบ่งชี้และประเมินความเหมาะสมของภูมินิเวศและนำไปสู่การวางแผนจัดการภูมินิเวศต่อไป เป็นกลุ่มขององค์ประกอบชีวภาพและกายภาพสำหรับการรวบรวมข้อมูลหรือการจัดทำแผนที่ ประกอบด้วยโลก พื้นผิวภูมิประเทศ น้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน ดิน ภูมิอากาศ พืชพรรณ สัตว์ป่า และมนุษย์ (Ndubisi, 2002; Steiner, 2008)



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 6 แบบจำลองการซ้อนทับกันของชั้นเค้ก

ที่มา Ndubisi (2002)

2.1.2 ทฤษฎีนิเวศวิทยาชะวากทะเล

การศึกษาทฤษฎีนิเวศวิทยาชะวากทะเล (Estuarine Ecology) เพื่ออธิบายโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงของชะวากทะเล โดยเนื้อหาประกอบด้วย 1) ความหมายของชะวากทะเล 2) ระบบธารน้ำ ลุ่มน้ำ และชะวากทะเล 3) กระบวนการชายฝั่งและชะวากทะเล 4) มุมมองการศึกษาชะวากทะเล 5) รูปแบบ กระบวนการ และลักษณะเฉพาะของชะวากทะเล 6) การจำแนกชะวากทะเล 7) ถิ่นที่อยู่ภายในชะวากทะเล 8) นิเวศบริการของชะวากทะเล 9) การเปลี่ยนแปลงของชะวากทะเลและผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์

2.1.2.1 ความหมายของชะวากทะเล

คำว่า ‘Estuary’ มาจากภาษาละติน aestus หมายถึง ความร้อน การเดือด หรือน้ำขึ้นน้ำลง โดยคำคุณศัพท์ asetuarium หมายถึง น้ำขึ้นน้ำลง Day Jr. et al. (1989) ให้คำจำกัดความชะวากทะเล (Estuary) ว่าเป็นบริเวณปากแม่น้ำซึ่งน้ำขึ้นน้ำลงปะทะกับกระแสน้ำไหลของแม่น้ำ และอธิบายเพิ่มเติมว่า (ก) เป็นช่องทาง ในฐานะปากแม่น้ำที่กระแสน้ำของแม่น้ำบรรจบกับน้ำขึ้นน้ำลงของทะเล (ข) เชิงภูมิศาสตร์กายภาค เป็นบริเวณปากแม่น้ำ เกิดจากแผ่นดินชายฝั่งทะเลที่อยู่ใต้ระดับน้ำ (Day Jr. et al., 1989; Jordan, 2012; Donald S McLusky & Elliott, 2004; Wolanski & Elliott, 2015)

คำจำกัดความที่เป็นที่ยอมรับและใช้อย่างแพร่หลายมาจาก Pritchard (1967) ให้ความหมายว่า ชะวากทะเล (Estuary) เป็นแหล่งน้ำชายฝั่งทะเลกึ่งปิด ซึ่งมีการเชื่อมต่ออย่างอิสระกับทะเลเปิด โดยน้ำทะเลภายในจะเจือจางด้วยน้ำจืดจากการไหลของน้ำผิวดิน นอกจากนี้ Fairbridge (1980) ได้อธิบายเพิ่มเติมว่า ชะวากทะเลเป็นปากทางของทะเลสู่ลุ่มน้ำโดยมีขอบเขตสูงสุดถึงระดับน้ำขึ้น และมักจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ทะเล หรือ ชะวากทะเลส่วนล่าง (2) ชะวากทะเลส่วนกลาง ลักษณะเป็นน้ำกร่อยซึ่งน้ำทะเลและน้ำจืดผสมกัน (3) ส่วนบน หรือ ชะวากทะเลธารน้ำ ลักษณะเป็นน้ำจืดแต่ได้รับอิทธิพลจากการกระทำของน้ำขึ้นน้ำลง ขอบเขตระหว่างแต่ละส่วนสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามการไหลของแม่น้ำ (Day Jr. et al., 1989; Jordan, 2012; Donald S McLusky & Elliott, 2004; Wolanski & Elliott, 2015)

จากความหมายของชะวากทะเล จะเห็นได้ว่าลักษณะเฉพาะของชะวากทะเล คือ การกระทำของน้ำขึ้นน้ำลง ถึงแม้ว่า Pritchard (1967) จะไม่กล่าวถึงน้ำขึ้นน้ำลงโดยตรง แต่การผสมของน้ำทะเลและน้ำจืดเป็นนัยยะสื่อถึง น้ำขึ้นน้ำลง (Day Jr. et al., 1989) โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มุ่งเน้นที่ภูมินิเวศชะวากทะเล จึงจำกัดความชะวากทะเล เป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเลมาบรรจบและเกิดการผสมผสานกัน โดยมีกำหนดขอบเขตจากพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง

การศึกษาภูมินิเวศชะวากทะเล ประกอบด้วยมิติเชิงพื้นที่ และมิติเชิงเวลา โดยสามารถอธิบายด้วย (1) ระบบธารน้ำและลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของตะกอน และพัดพาสู่ชะวากทะเล (2) กระบวนการชายฝั่ง

2.1.2.2 ระบบธารน้ำ ลุ่มน้ำ และชะวากทะเล

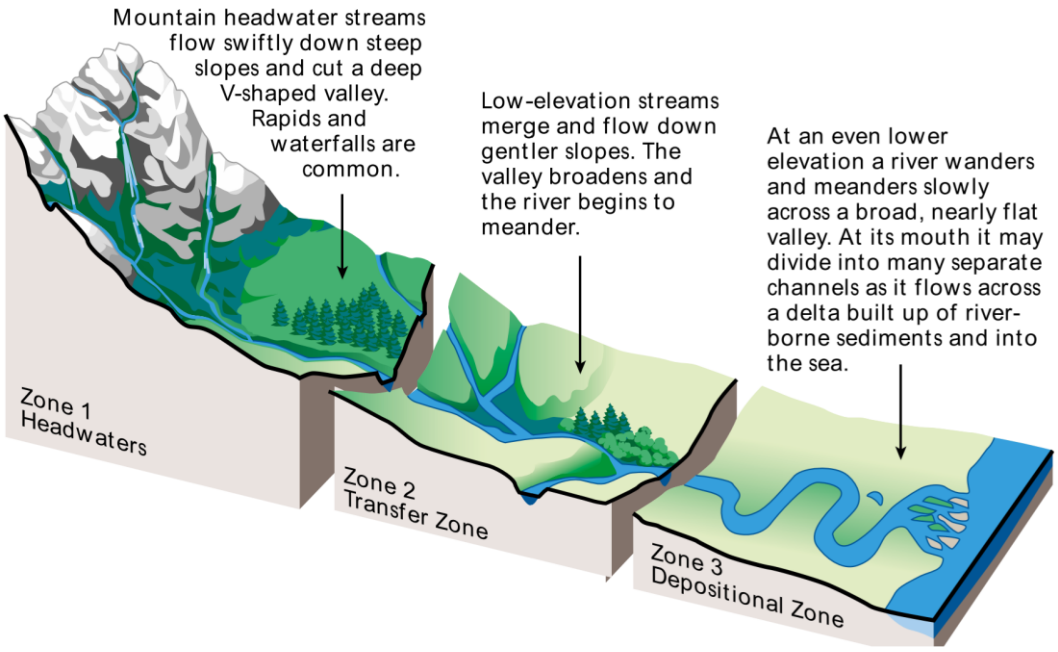
โครงสร้างภูมินิเวศแม่น้ำตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ สามารถแสดงผ่านมุมมองทางยาว ลักษณะโครงสร้างแต่ละส่วนแตกต่างกันด้วยกระบวนการกัดเซาะ การพัดพา และการสะสมตัวของตะกอน (FISRWG, 1998) สามารถอธิบายด้วยระบบธารน้ำ (Fluvial System) โดย Schumm (1977) แบ่งพื้นที่เป็น 3 ส่วนดังภาพที่ 7 ได้แก่

1. ส่วนต้นน้ำ (Headwaters) ทำหน้าที่สร้างและจ่ายตะกอนให้ระบบ พื้นที่มีลักษณะชัน ตะกอนจะถูกกัดเซาะและพัดพาตามกระแสของน้ำไปสู่ส่วนถ่ายโอนตะกอน
2. ส่วนถ่ายโอนตะกอน (Transfer zone) ทำหน้าที่ถ่ายโอนตะกอน ได้รับตะกอนจากส่วนต้นน้ำ ลักษณะพื้นที่กว้าง เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง และลำน้ำโค้งตวัด
3. ส่วนสะสมตะกอน (Depositional zone) ทำหน้าที่สะสมตะกอน สร้างเป็นพื้นที่ราบ

อย่างไรก็ตามกระบวนการกัดเซาะ พัดพา และสะสมตะกอนสามารถพบได้ทุกส่วนพื้นที่ แต่แนวคิดการแบ่งแบบระบบธารน้ำจะมุ่งเน้นที่กระบวนการที่มีบทบาทสำคัญของส่วนนั้น รูปแบบและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบธารน้ำสามารถประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำด้วยลักษณะภูมิประเทศจากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ (FISRWG, 1998) โดยลุ่มน้ำ (Watershed) หมายถึง พื้นที่ของแผ่นดินซึ่งระบายน้ำ สะสมตะกอน และละลายสารและปล่อยออกตามลำน้ำ (Dunne & Leopold, 1978) ทำให้เกิดรูปร่างที่แตกต่างกันจากปัจจัยที่แตกต่างกัน เช่น ภูมิอากาศ ธรณีวิทยา ธรณีสัณฐาน ดิน และพืชพรรณ (FISRWG, 1998)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบธารน้ำ (Drainage Pattern) เป็นส่วนสำคัญซึ่งถูกควบคุมโดยภูมิประเทศและโครงสร้างทางธรณีของลุ่มน้ำ (FISRWG, 1998) โดยชะวากทะเลเป็นรูปแบบหนึ่งของส่วนสะสมตะกอน (Depositional zone) ของระบบธารน้ำและลุ่มน้ำ



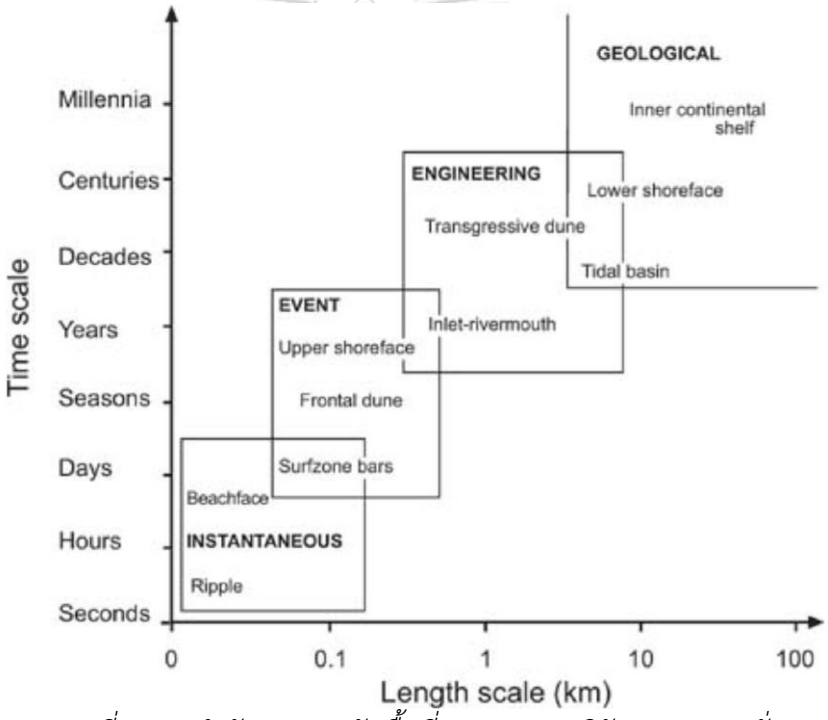
ภาพที่ 7 ลักษณะลำน้ำและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ ที่มา FISRWG (1998); Miller (1990)

2.1.2.3 กระบวนการชายฝั่งและชะวากทะเล

ชะวากทะเลเป็นรูปแบบหนึ่งของพื้นที่ชายฝั่ง การทำความเข้าใจพื้นที่ชะวากทะเล จึงต้องศึกษารูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นในพื้นที่ชายฝั่ง โดยปัจจัยซึ่งส่งผลต่อรูปแบบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จะสัมพันธ์กับเงื่อนไขของระยะเวลาที่แตกต่างกัน Cowell and Thom (1995) ได้จัดกลุ่มระดับเวลาซึ่งกระบวนการชายฝั่งดำเนินการออกเป็น 4 กลุ่มที่ทับซ้อนกันดังภาพที่ 8 (Masselink, Hughes, & Knight, 2011) ได้แก่

- ระดับเวลาฉับพลัน (Instantaneous) ระยะเวลาวินาทีถึงวัน ประกอบด้วยวิวัฒนาการของสัณฐานในหนึ่งวัฏจักร เช่น การเกิดและสลายของริ้วคลื่นด้วยคลื่นใหญ่ การเคลื่อนที่ของเนินทรายนอกชายฝั่งทะเล (Onshore migration) ในหนึ่งวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลง
- ระดับเวลาเหตุการณ์ (Event) ระยะเวลาวันถึงปี เป็นวิวัฒนาการของพื้นที่ชายฝั่งด้วยกระบวนการในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ตั้งแต่ระดับเหตุการณ์คลื่น น้ำขึ้นน้ำลง จนถึงฤดูกาล เช่น การกัดเซาะของสันทรายชายฝั่งจากพายุ หรือฤดูกาลปิดของชะวากทะเลจากสันทราย

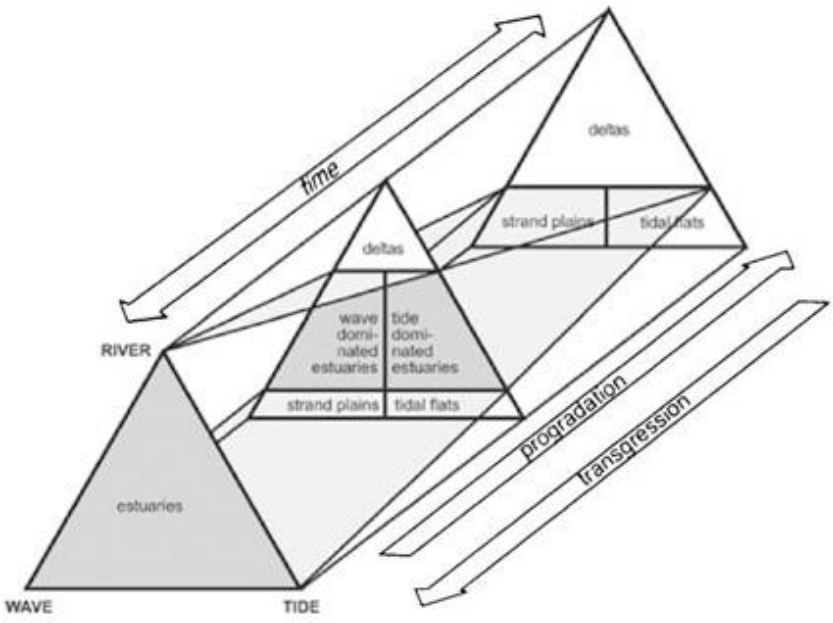
- ระดับเวลาทางวิศวกรรม (Engineering) ระยะเวลาปีจนถึงร้อยปี เช่น การเคลื่อนที่ของทางน้ำเปิดออกสู่ทะเลและการทับถมของตะกอนหาดหรือเนินทรายส่วนนอก (Foredunes) การกระทำทางวิศวกรรมและการจัดการพื้นที่ชายฝั่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระดับเวลานี้มากที่สุด
- ระดับเวลาทางธรณีวิทยา (Geological) ระยะเวลามากกว่าทศวรรษถึงพันปี เกี่ยวข้องกับแนวโน้มอิทธิพลจากระดับน้ำทะเล ภูมิอากาศ และการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก เช่น การท่วมของแอ่งที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงหรือชะวากทะเล การเคลื่อนที่ของหาดในระบบสันดอนชายฝั่ง และการสับเปลี่ยนของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ



ภาพที่ 8 การจำกัดความระดับพื้นที่และเวลาของวิวัฒนาการชายฝั่ง ที่มา Cowell and Thom (1995); Masselink et al. (2011)

สัณฐานของชายฝั่งที่เกิดจากการตกตะกอน ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมส่วนสะสมตะกอนด้วยเลน ทราย หรือกรวด สัมพันธ์กับอิทธิพลของแม่น้ำ คลื่น และน้ำขึ้นน้ำลง จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของปัจจัยทั้งสาม โดยดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Deltas) อยู่ในตำแหน่งปลายสุดธารน้ำ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากตะกอนธารน้ำเป็นสำคัญ กระบวนการงอกของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำจะงอกด้านตรงข้ามกับ

คลื่นและน้ำขึ้นน้ำลง เนื่องจากตะกอนจะถูกพัดพาสู่ชายฝั่งด้วยคลื่นและน้ำขึ้นน้ำลง ชะวากทะเลอยู่ตำแหน่งกลาง เนื่องจากเป็นสภาพแวดล้อมที่เกิดการผสมตะกอนจากอิทธิพลของแม่น้ำ คลื่น และน้ำขึ้นน้ำลง กระบวนการงอกของชายฝั่งเกิดจากระดับน้ำทะเลคงที่และการสะสมของตะกอนจำนวนมาก และกระบวนการรุกล้ำของน้ำทะเลเกิดจากระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้นจนท่วมแผ่นดิน ทำให้แนวชายฝั่งทะเลรุกล้ำเข้ามาในแผ่นดินมากขึ้น กระบวนการงอกของชายฝั่งทำให้ชะวากทะเลเปลี่ยนแปลงเป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ พื้นราบชายหาด (Strand plains) และที่ราบน้ำขึ้นถึง (Tidal flats) ในทางกลับกันกระบวนการรุกล้ำของน้ำทะเล เช่น การท่วมของร่องน้ำทำให้เกิดเป็นชะวากทะเล (Dalrymple, Zaitlin, & Boyd, 1992; Masselink et al., 2011) แบบจำลองนี้แสดงให้เห็นถึงพลวัตชายฝั่งทะเลที่เปลี่ยนแปลงตามกระบวนการงอกของชายฝั่งและกระบวนการรุกล้ำของทะเล โดยมีปัจจัยแม่น้ำ คลื่น และน้ำขึ้นน้ำลงเป็นสำคัญ



ภาพที่ 9 วิวัฒนาการของสภาพแวดล้อมส่วนสะสมตะกอนชายฝั่ง
ที่มา Dalrymple et al. (1992); Masselink et al. (2011)

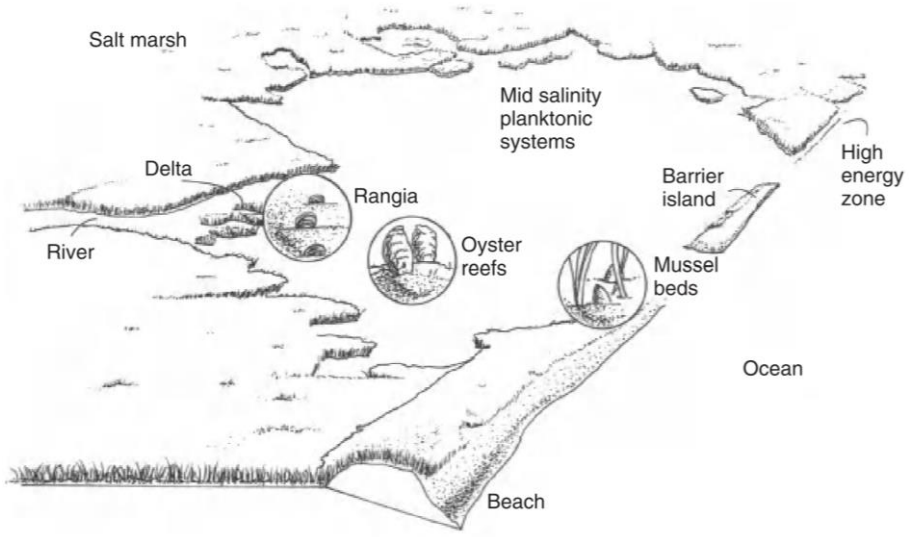
วิวัฒนาการของสภาพแวดล้อมส่วนสะสมตะกอนชายฝั่ง โดยแกนนอนของปริซึมสามมิติ แสดงถึง ช่วงเวลาและการเปลี่ยนแปลงซึ่งสัมพันธ์กับระดับน้ำทะเลและการเติมตะกอน คือ กระบวนการรุกล้ำของทะเล (Transgression) และกระบวนการ

งอกของชายฝั่ง (Progradation) มุมของปริซึมทั้งสาม แสดงถึง แม่น้ำ คลื่น และน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งเป็นอิทธิพลสำคัญที่ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมชายฝั่ง

2.1.2.4 มุมมองการศึกษาชะวากทะเล

การดำเนินการศึกษาชะวากทะเลซึ่งเป็นภูมินิเวศที่มีความซับซ้อนและหลายมิติ จึงต้องมีมุมมองเพื่อการศึกษาในแต่ละระดับอย่างเป็นระบบ โดย Day Jr. et al. (1989) ได้เสนอการมองชะวากทะเลผ่าน 5 มุมมอง เพื่อสังเกตรูปแบบ กระบวนการ และลักษณะเฉพาะของชะวากทะเลที่มีความเหมือนและแตกต่างกันในแต่ละระบบ

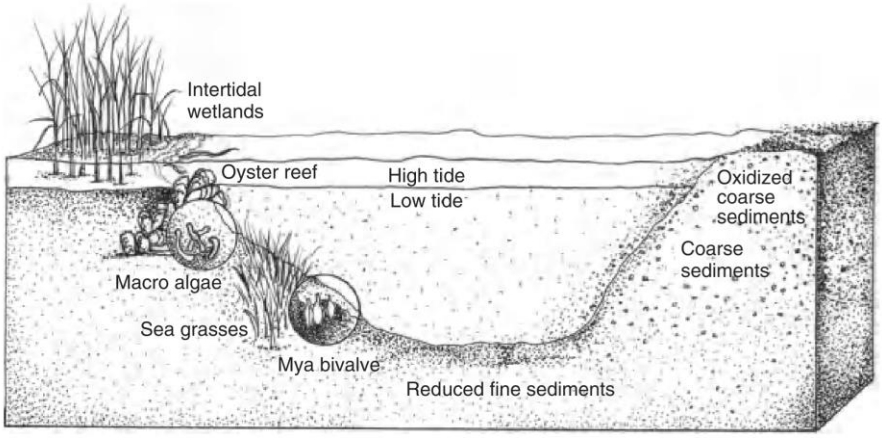
1. มุมมองด้านบน (Top View) เป็นมุมมองที่ทำให้เห็นภาพรวมของภูมินิเวศชะวากทะเล แสดงถึงโครงสร้างทางกายภาพทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต โดยรูปแบบที่มองเห็นเป็นผลจากกระบวนการทางกายภาพซึ่งบ่งชี้ถึงลักษณะสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในภูมินิเวศชะวากทะเลดังภาพที่ 10 (Day Jr. et al., 1989)



ภาพที่ 10 มุมมองด้านบนของภูมินิเวศชะวากทะเล
ที่มา Day Jr. et al. (1989)

2. มุมมองรูปตัดตามขวาง (Cross-Section View) แสดงลักษณะในแนวดิ่งและแนวราบของภูมินิเวศชะวากทะเล โดยการเรียงลำดับตามแนวดิ่งเป็นส่วนสำคัญในการบ่งชี้ลักษณะของภูมินิเวศ แสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวขององค์ประกอบแนวดิ่ง จากภาพที่ 11 จะเห็นถึงพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลงเผยให้

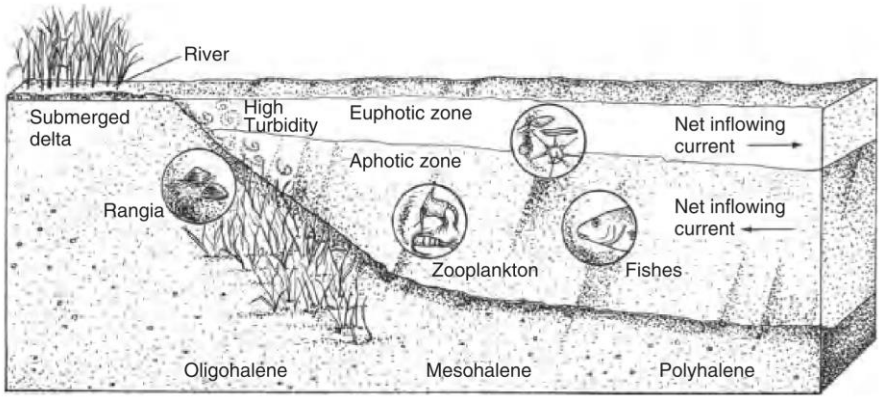
เห็นตามระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลง ความเข้มของแสงที่เปลี่ยนไปตามความลึก ทำให้เกิดกระบวนการทางชีวภาพและเคมี ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยแตกต่างกัน (Day Jr. et al., 1989)



ภาพที่ 11 มุมมองรูปตัดตามขวางของภูมินิเวศชะวากทะเล โดยขนาดของสิ่งมีชีวิตและขนาดแนวดิ่งวาดให้ใหญ่กว่าความจริงเพื่อการอธิบาย ที่มา Day Jr. et al. (1989)

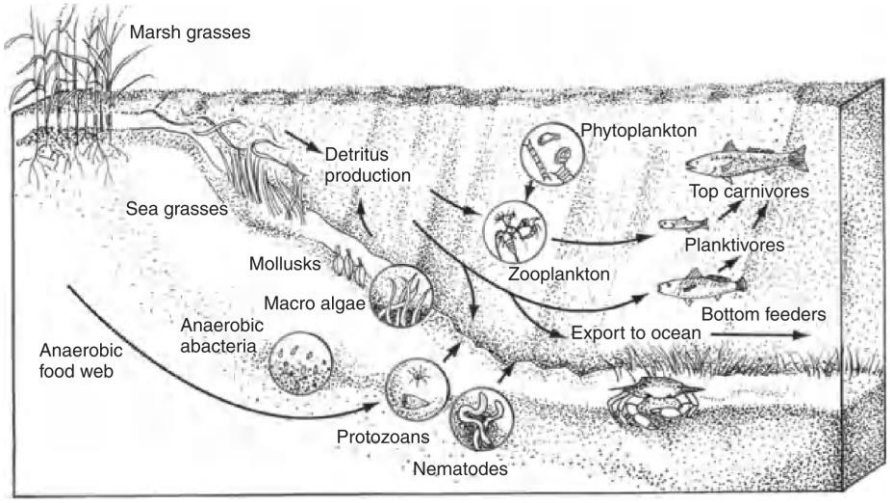
3. มุมมองรูปตัดตามยาว (Longitudinal Section) แสดงลักษณะที่เป็นผลจากกระบวนการผสมกันของน้ำจืดและน้ำทะเล เนื่องจากความเค็มเปลี่ยนแปลงตามความยาวของชะวากทะเล ทำให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่แม่น้ำถึงทะเลดังภาพที่ 12 (Day Jr. et al., 1989)

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 12 มุมมองรูปตัดตามยาวของภูมินิเวศชะวากทะเล โดยขนาดแนวดิ่งวาดให้ใหญ่กว่าความจริงเพื่อการอธิบาย ที่มา Day Jr. et al. (1989)

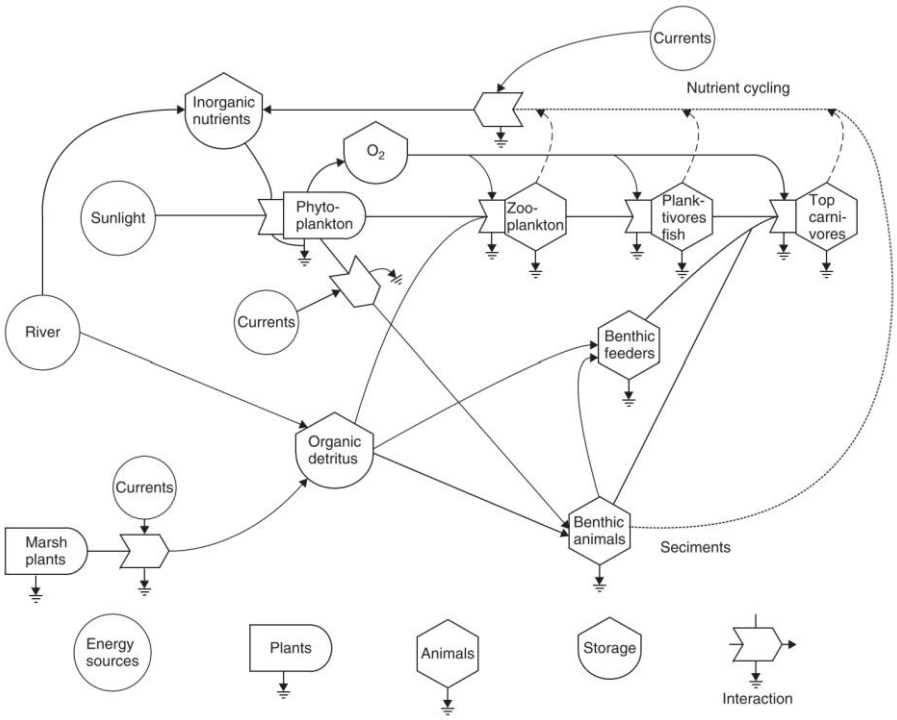
4. มุมมองแผนภาพห่วงโซ่อาหาร (A Typical Estuarine Food Web) แสดงถึงรายละเอียดสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยในชะวากทะเล โดยการถ่ายทอดพลังงานจากผู้ผลิตหรือพืช ไปสู่ผู้บริโภค เกิดเป็นรูปแบบของพลวัตการถ่ายทอดสารอาหารและสามารถเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาดังภาพที่ 13 (Day Jr. et al., 1989)



ภาพที่ 13 แผนภาพห่วงโซ่อาหารของภูมินิเวศชะวากทะเล ที่มา Day Jr. et al. (1989)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. มุมมองแผนภาพการถ่ายเทพลังงาน (An Estuarine Energy-Flow Diagram) นอกจากกระบวนการที่สามารถมองเห็นได้ผ่านการมอง ยังมีกระบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หรือการซึมลงดินของสสาร การทำความเข้าใจกระบวนการเหล่านี้จึงแสดงผ่านแผนภาพการถ่ายเทพลังงาน ซึ่งแสดงถึงลักษณะโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของภูมินิเวศชะวากทะเลดังภาพที่ 14 (Day Jr. et al., 1989)



ภาพที่ 14 แผนภาพการถ่ายเทพลังงาน โดยมีสัญลักษณ์รูปทรงที่แตกต่างกัน 5 แบบตามภาพที่มา Day Jr. et al. (1989)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาภูมินิเวศซึ่งประกอบด้วย โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง จึงสามารถนำ 3 มุมมองการศึกษาชะวากทะเลข้างต้น ได้แก่ มุมมองด้านบน มุมมองรูปตัดตามขวาง และมุมมองรูปตัดตามยาว มาประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายโครงสร้างของภูมินิเวศชะวากทะเลในมิติเชิงพื้นที่และเวลาได้อย่างชัดเจน โดยแสดงผ่านรูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นในแต่ละมุมมอง

2.1.2.5 รูปแบบ กระบวนการ และลักษณะเฉพาะของชะวากทะเล

ชะวากทะเลเป็นภูมินิเวศที่ซับซ้อน เป็นพลวัต อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพ (Day Jr. et al., 1989) ความหลากหลายของภูมินิเวศชะวากทะเลเป็นผลมาจากหลายปัจจัยที่ทำงานร่วมกันผ่านมิติเวลาและพื้นที่ โดยปัจจัยเหล่านี้เป็นพื้นฐานที่กำหนดลักษณะของชะวากทะเลในปัจจุบัน และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของชะวากทะเลในอนาคต (Perillo, 1995; Wolanski & McLusky, 2011)

1. ปัจจัยทางธรณีวิทยา (Geological Factors) กระบวนการทางกายภาพซึ่งเกิดจากน้ำและลมขึ้นอยู่กับขอบเขตที่ปัจจัยเหล่านี้จะสามารถทำงานได้

ดังนั้น ปัจจัยทางธรณีวิทยาจึงเป็นพื้นฐานในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ ทั้งในระดับภูมิภาคและระดับท้องที่

2. ปัจจัยธารน้ำและน้ำใต้ดิน (Fluvial and Groundwater Factors) แม่น้ำและน้ำใต้ดินเป็นตัวนำพาน้ำจืดมาบรรจบกับทะเล และนำพาตะกอน แร่ธาตุ รวมถึงมลพิษลงสู่ทะเลด้วย
3. ปัจจัยคลื่น (Wave Factors) เกิดจากลมที่พัดเหนือพื้นผิวน้ำ การกระทำของคลื่นทำให้เกิดการกัดเซาะและสะสมตัวของชายฝั่ง ทำให้เกิดกระบวนการพัดพาของตะกอน และการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำทะเล
4. ปัจจัยระดับทะเล (Sea-Level Factors)
    4.1. ระดับทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) การเปลี่ยนแปลงของระดับทะเลปานกลางทำให้เกิดความแตกต่างทั้งมิติพื้นที่และเวลาตั้งแต่ระดับท้องที่ถึงระดับโลก โดยมิติเวลาทางธรณีวิทยาเกิดจากกระบวนการหลายอย่าง เช่น การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก การเกิดภูเขา วัฏจักรการเกิดธารน้ำแข็ง และรูปแบบของปรากฏการณ์เรือนกระจก
    4.2. น้ำขึ้นน้ำลง (Tides) เกิดจากกระบวนการที่ระดับทะเลเปลี่ยนแปลงจากแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ในระดับเวลาชั่วโมง โดยคลื่นทะเลจะแปรผันตามลักษณะธรณีสัณฐานและสภาพแวดล้อมชายฝั่ง
5. ปัจจัยชั้นบรรยากาศ (Atmospheric Factors)
6. ปัจจัยชีวภาพ (Biological Factors)
7. ปัจจัยมนุษย์ (Human Factors)

ชะวากทะเลเป็นภูมินิเวศที่ผสมกันระหว่างน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากน้ำทะเล ลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลง จำแนกได้เป็น 3 แบบ ดังนี้ (Davidson-Arnott, Bauer, & Houser, 2019)

1. จำนวนวัฏจักรในหนึ่งวัน หรือ ประเภทของน้ำขึ้นน้ำลง แบ่งเป็นหนึ่งรอบ (Diurnal Tide) สองรอบ (Semi-diurnal Tide) และแบบผสม
2. การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงเวลาสองสัปดาห์ หรือที่เรียกว่า The Spring-Neap Cycle
3. ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นและน้ำลง หรือที่เรียกว่า Tidal Range

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลักษณะเฉพาะของพื้นที่ชะวากทะเลเป็นพลวัต (Dynamics) โดยเกิดจากกระบวนการทั้งการไหลของพลังงาน (Energy Flow) และการหมุนเวียน (Circulation) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เกิดจากปัจจัยหลัก 3 อย่าง ได้แก่ (Davidson-Arnott et al., 2019)

1. น้ำจืดจากน้ำฝน (Fresh Water)
2. น้ำขึ้นน้ำลง (Tides)
3. คลื่นลม (Waves)

ชะวากทะเลเป็นหนึ่งในรูปแบบของพื้นที่ชายฝั่ง กระบวนการซึ่งเกิดบนพื้นที่ชายฝั่งจึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่ชะวากทะเล ประกอบด้วย (Davidson-Arnott et al., 2019)

1. วัฏจักรที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง
2. วัฏจักรการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง (จากแรงดึงดูดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์)
3. วัฏจักรที่เกิดจากแรงลม
4. กระบวนการผสมและการแบ่งชั้นของน้ำจืดและน้ำเค็ม

รูปแบบการไหลเวียนของชะวากทะเลมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการสะสมของตะกอนและการกระจายตัวของระบบนิเวศภายในชะวากทะเล โดยรูปแบบการไหลเวียนจะเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝน ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ความเร็วและทิศทางลม และกระแสน้ำซึ่งเกิดจากคลื่นทะเล โดยปัจจัยแต่ละชนิดทำให้เกิดกระแสน้ำภายในชะวากทะเลและเป็นตัวควบคุมการผสมผสานของน้ำจืดและน้ำเค็มในบริเวณ ทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกอนภายในชะวากทะเล (Davidson-Arnott et al., 2019)

2.1.2.6 การจำแนกชะวากทะเล

ชะวากทะเลเป็นภูมินิเวศซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพ ปัจจัยทางชีวภาพและมนุษย์ (Isaak Samuel Zonneveld, 1995) การจำแนกชะวากทะเลแรกเริ่มจะจำแนกโดยลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะทางธรณีสัณฐาน (Geomorphology) (Pritchard, 1967) ลักษณะทางภูมิสัณฐาน (Physiography) (Fairbridge, 1980) ลักษณะทางอุทกพลวัต การหมุนเวียนน้ำ (Pritchard, 1967) การผสมและแบ่งชั้นของน้ำจืดและน้ำเค็ม (Stommel & Former, 1952) และความสัมพันธ์ของการหมุนเวียน

กับการแบ่งชั้นของน้ำจืดและน้ำเค็ม (Stratification) (Hansen & Rattray Jr, 1966) ความเค็ม (Venice System, 1958) น้ำขึ้นน้ำลง การสะสมของตะกอน และการไหลของพลังงานในระบบนิเวศ (Odum & Copeland, 1974) วิธีการจำแนกอันหลากหลายของชะวากทะเล ทำให้เห็นถึงความซับซ้อนของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเล กล่าวคือ รูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นในชะวากทะเล

2.1.2.7 ถิ่นที่อยู่ภายในชะวากทะเล

ภูมินิเวศชะวากทะเลมีถิ่นที่อยู่ (Habitats) หลากหลาย เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ได้แก่ ชายหาด ป่าชายเลน (Mangrove Wetlands) ที่ราบลุ่มน้ำขึ้นถึง (Coastal Marshes) หญ้าทะเล (Seagrass) และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยมีความสามารถในการปรับตัวสูง (Day Jr. et al., 1989)

2.1.2.8 นิเวศบริการของชะวากทะเล

ชะวากทะเลเป็นพื้นที่ซึ่งมีระบบนิเวศที่ให้ผลิตผลมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก เนื่องจากปัจจัยหลัก 3 ประการ (Day Jr. et al., 1989) ได้แก่

1. ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง
2. ความเข้มข้นของธาตุอาหาร
3. การสร้างใหม่อย่างรวดเร็ว (Regeneration) และการสะสมธาตุอาหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 นิเวศบริการของชะวากทะเล
ที่มา Barbier et al. (2011)

นิเวศบริการ	กระบวนการและหน้าที่ของระบบนิเวศ	องค์ประกอบสำคัญที่ควบคุมระบบนิเวศ
วัตถุดิบและอาหาร	สร้างผลิตผลและความหลากหลายทางชีวภาพ	ประเภทพืชพรรณ ความหนาแน่น และคุณภาพของแหล่งที่อยู่อาศัย

ตารางที่ 2 (ต่อ) นิเวศบริการของชะวากทะเล

นิเวศบริการ	กระบวนการและหน้าที่ของระบบนิเวศ	องค์ประกอบสำคัญที่ควบคุมระบบนิเวศ
แนวป้องกันชายฝั่งทะเล	คลื่น และแรงลม	ความสูงของน้ำขึ้นน้ำลง ความสูงและความยาวคลื่น ชนิดและความหนาแน่นของพืชพรรณ ลม ภูมิอากาศ ความชันหาด
ป้องกันการกัดเซาะ	การสะสมของตะกอน ความเสถียรของดิน โครงสร้างรากของพืชพรรณ	การเพิ่มขึ้นของระดับทะเล น้ำขึ้นน้ำลง คลื่น ภูมิอากาศ ธรณีสัณฐานชายฝั่ง ชนิดและความหนาแน่นของพืชพรรณ
บำบัดน้ำ ทำให้น้ำสะอาด	สารอาหาร และดูดซึมสารพิษ	ความลึกของรากและความหนาแน่นของป่าชายเลน คุณภาพและขนาดพื้นที่ของป่าชายเลน
การประมง	แหล่งที่อยู่อาศัยและอนุบาลสิ่งมีชีวิต	ชนิดและความหนาแน่นของพืชพรรณในป่าชายเลน คุณภาพและขนาดพื้นที่ของถิ่นที่อยู่
การสะสมคาร์บอน	สร้างกิจกรรมทางชีวะเคมี การสะสมตะกอน และผลิตผลทางชีวภาพ	ชนิดและความหนาแน่นของพืชพรรณ กระบวนการสะสมตัวของตะกอน ธรณีสัณฐานชายฝั่ง
การท่องเที่ยว นันทนาการ การศึกษา และการวิจัย	เอกลักษณ์ สุนทรียภาพของภูมิทัศน์ เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของสัตว์และพืชพรรณอันหลากหลาย	ชนิดและความหนาแน่นของพืชพรรณในป่าชายเลน คุณภาพและขนาดพื้นที่ของถิ่นที่อยู่ จำนวนประชากรของชนิดสิ่งมีชีวิตผู้ล่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2.9 การเปลี่ยนแปลงของชะวากทะเลและผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์

มนุษย์เปลี่ยนแปลงพื้นที่ชะวากทะเล โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ได้แก่ การสร้างสิ่งแปลกปลอม และ การรุกล้ำพื้นที่ (Donald S. McLusky, 1989)

การเปลี่ยนแปลงชะวากทะเลโดยมนุษย์สร้างมลพิษในระบบนิเวศชะวากทะเล ทั้งสารพิษ การปล่อยน้ำเสีย การแพร่กระจายของตะกอนและธาตุอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสี (Day Jr. et al., 1989)

2.1.3 ทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ และนิเวศวิทยาเมือง

การเชื่อมโยงภูมินิเวศและมนุษย์จำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีนิเวศวิทยามนุษย์ เนื่องจากมนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศ และเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศในการดำรงชีพ โดยเมื่อมนุษย์ตั้งถิ่นฐานเพื่อการดำรงชีพอย่างหนาแน่นจึงเกิดเป็นเมือง นิเวศวิทยาเมืองทำให้เกิดความเข้าใจเงื่อนไขในการตั้งถิ่นฐานและการกลายเป็นเมือง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเมือง และการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศเมือง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.3.1 ภูมินิเวศและมนุษย์

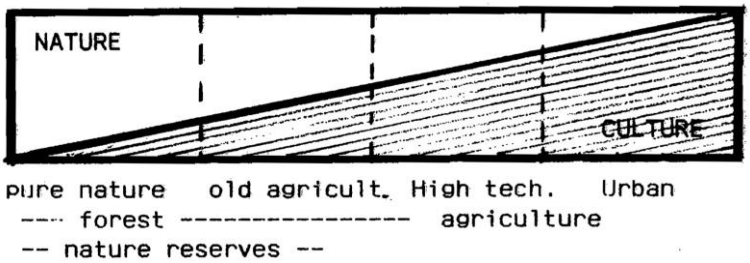
ภูมินิเวศ เป็นการอยู่ร่วมกันของธรรมชาติและวัฒนธรรม คำว่าธรรมชาติและวัฒนธรรมสื่อถึงบทบาทหน้าที่ของมนุษย์ในภูมินิเวศ (Isaak Samuel Zonneveld, 1995)

ธรรมชาติ ประกอบด้วยสิ่งไม่มีชีวิตและสิ่งมีชีวิตซึ่งปรากฏและคงอยู่โดยปราศจากการแทรกแซงของมนุษย์ มนุษย์ไม่สามารถสร้างธรรมชาติได้ เพียงแต่ใช้งาน ปกป้อง และทำลายเท่านั้น วัฒนธรรมเป็นผลผลิตของความสามารถทางจิตวิญญาณของมนุษย์ ทั้งธรรมชาติและวัฒนธรรมเป็นเนื้อแท้ของความเป็นมนุษย์ บทบาทหน้าที่ทางชีวภาพและร่างกายของมนุษย์คือธรรมชาติ ส่วนความคิด กระบวนการคิด ศาสนา ศิลปะ เทคโนโลยี และสิ่งก่อสร้างที่ปรับเปลี่ยนธรรมชาติคือวัฒนธรรมของมนุษย์ (Isaak Samuel Zonneveld, 1995)

วัฒนธรรมบางอย่างที่สร้างบนภูมินิเวศใกล้สูญหายและสมควรได้รับการอนุรักษ์ไว้ เช่น ประวัติศาสตร์ และโบราณคดี ซึ่งมักจะผสมผสานความงามและความรู้สึกของการเป็นมรดกทางธรรมชาติ โดยเงื่อนไขความงามจะมีบทบาทอย่างมากต่อภูมินิเวศสมัยใหม่ เช่น สภาพแวดล้อมบ่งบอกถึงคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัย ในขณะเดียวกัน การกระทำทั้งหลายของมนุษย์ส่งผลต่อภูมินิเวศทั้งแง่บวกและแง่ลบ (Isaak Samuel Zonneveld, 1995)

การจัดการภูมินิเวศจะมุ่งเน้นเรื่องการแสวงหาผลประโยชน์จากธรรมชาติ การทำลายธรรมชาติดั้งเดิม และมักจะเกี่ยวข้องกับคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี

และความงาม ดังนั้น การจัดการจึงต้องมีการปกป้องทรัพยากรธรรมชาติจากการใช้ประโยชน์เกินควรซึ่งนำไปสู่การเสื่อมโทรมของธรรมชาติ



ภาพที่ 15 ภูมินิเวศเป็นการผสมผสานหรือการรวมกันของธรรมชาติและวัฒนธรรม
ที่มา Isaak Samuel Zonneveld (1995)

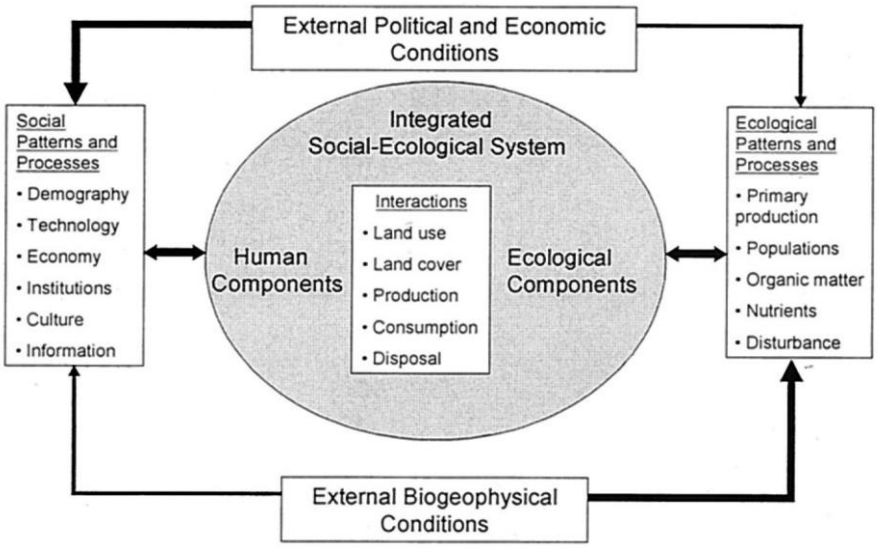
จากภาพที่ 15 ภูมินิเวศเป็นการผสมผสานหรือการรวมกันของธรรมชาติและวัฒนธรรม แสดงการเปลี่ยนผ่านจากธรรมชาติดั้งเดิมที่ปราศจากอิทธิพลของมนุษย์ ไปสู่พื้นที่ซึ่งมนุษย์ยึดครอง โดยการเปลี่ยนผ่านนี้ คือ พื้นที่กึ่งธรรมชาติที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ทุ่งหญ้า และพื้นที่เลี้ยงสัตว์

พื้นที่เกษตรกรรมแบบดั้งเดิม มีคุณค่าสูงทางธรรมชาติ ความงาม และประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม ส่วนพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้เทคโนโลยี คุณค่าทางธรรมชาติ ความงาม และประวัติศาสตร์จะน้อยลง

2.1.3.2 นิเวศวิทยาสังคม

นิเวศวิทยาสังคม (Social – Ecological Systems) เป็นศาสตร์เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างระบบสังคมและระบบนิเวศ โดยมีลักษณะสำคัญ (Redman, Grove, & Kuby, 2004) ได้แก่

1) เชื่อมโยงปัจจัยทางชีวกายภาพและสังคม ซึ่งโดยมากจะใช้ในบริบทของการศึกษาความสามารถในการรองรับการเปลี่ยนแปลง (Resilient) และความยั่งยืน
2) กำหนดด้วยหลากหลายระดับ (Scales) ทั้งเชิงพื้นที่ เชิงเวลา และเชิงการจัดการ โดยสัมพันธ์กันเป็นลำดับขั้น
3) ทรัพยากรสำคัญ (ทรัพยากรธรรมชาติ ทรัพยากรสังคมเศรษฐกิจ และทรัพยากรวัฒนธรรม) มาจากการรวมกันของระบบนิเวศและระบบสังคม
4) ระบบที่ซับซ้อนและเกิดพลวัตด้วยการปรับตัวอย่างต่อเนื่อง



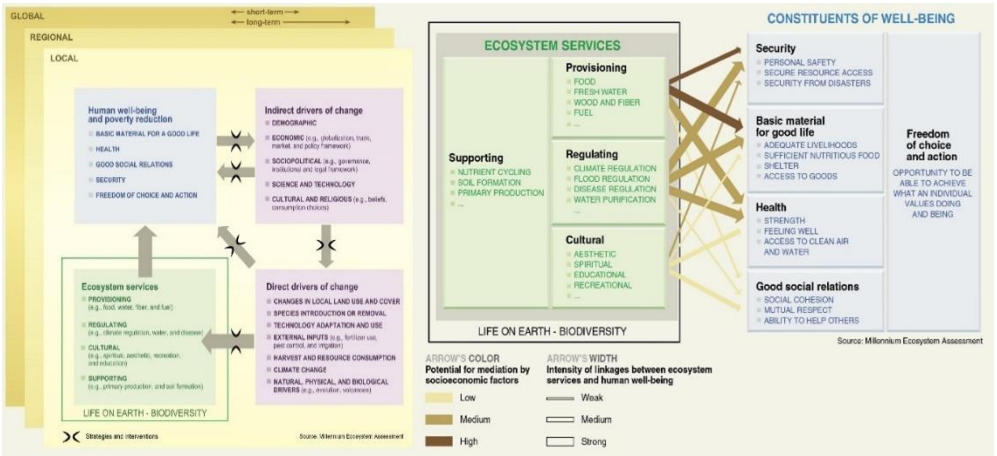
ภาพที่ 16 กรอบแนวคิดนิเวศวิทยาเชิงสังคม

ที่มา Redman et al. (2004)

2.1.3.3 นิเวศบริการ

นิเวศบริการ (Ecosystem Services) คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ เป็นที่มาของคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ โดยประกอบด้วย การบริการเชิงการผลิต (Provisioning Services) การบริการเชิงควบคุม (Regulating Services) การบริการเชิงวัฒนธรรม (Cultural Services) และการบริการเชิงเกื้อหนุน (Supporting Services) (World Health Organization, 2005)

CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 17 แผนภาพความสัมพันธ์ของนิเวศบริการและคุณภาพชีวิตของมนุษย์

ที่มา World Health Organization (2005)

2.1.3.4 นิเวศวิทยาเมือง

เมืองเป็นระบบนิเวศอย่างหนึ่งของมนุษย์ซึ่งองค์ประกอบทางสังคมเศรษฐกิจและนิเวศทำงานร่วมกันและเกิดเป็นระบบซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันแบบวงจรป้อนกลับ (Feedback loops) ทำให้เกิดการรับรู้คุณค่าโดยมนุษย์ (Pickett et al., 2013) การจำกัดความของเมืองแตกต่างกันไปตามแต่ละประเทศ โดยทั่วไปมักจะเป็นไปตามจำนวนประชากร การกำหนดขอบเขตการปกครอง และลักษณะเด่นทางสังคมหรือเศรษฐกิจของประเทศนั้น ยกตัวอย่างเช่น กลุ่มเมืองนคร (Urban Agglomeration) ในประเทศอินเดีย พื้นที่เมือง (Urbanized Area) ในประเทศสหรัฐอเมริกาและเขตเมืองขยาย (Conurbations) ในประเทศอังกฤษ (Richard T. T. Forman, 2014)

นิเวศวิทยาเมือง (Urban Ecology) เป็นการศึกษาปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และสภาพแวดล้อมทางกายภาพซึ่งมนุษย์อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น โดยประกอบด้วยองค์ประกอบทางนิเวศ และองค์ประกอบเมือง (Richard T. T. Forman, 2014)

2.2 ทฤษฎีในการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์วิจัย

วิธีการในการดำเนินการและวิเคราะห์ลักษณะทางภูมินิเวศและการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบด้วย 1) ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกล 2) การตีความภาพถ่ายทางอากาศ 3) การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน 4) ทฤษฎีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ 5) ทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 ทฤษฎีการรับรู้ระยะไกล

การรับรู้ระยะไกล (Remote Sensing) เป็นศาสตร์และศิลป์ในการรับข้อมูลโดยเครื่องมือบันทึกที่ปราศจากการสัมผัสทางกายภาพกับสิ่งที่ศึกษา จึงเป็นเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการศึกษาภูมิสารสนเทศ เพื่อพัฒนาความเข้าใจในระบบนิเวศชายฝั่ง เนื่องจากสภาพแวดล้อมชายฝั่งมีความซับซ้อน การรับรู้ระยะไกลจึงเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพื้นที่ชายฝั่ง (Yang, 2008) ดังต่อไปนี้

1) สามารถรับข้อมูลภาพเป็นบริเวณกว้าง ทำให้เห็นมุมมองโดยรวมเพื่อที่จะบ่งชี้วัตถุรูปแบบ และปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และที่ดิน
2) สามารถวัดพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมได้ โดยปกตินักวิจัยจะใช้ข้อมูลจากการสำรวจและการวัดภาคสนาม ข้อมูลจะแม่นยำแต่มีข้อผิดพลาดได้ง่ายจากอคติ และใช้

งบประมาณมากในการสำรวจพื้นที่ขนาดใหญ่ การรับรู้ระยะไกลทำให้สามารถรับข้อมูลได้โดยปราศจากอคติ และประหยัดงบประมาณในการสำรวจภาคสนาม

3) สามารถย้อนดูภาพพื้นผิวโลกในอดีตได้ และข้อมูลอนุกรมเวลาของการรับรู้ระยะไกลสามารถใช้ในการศึกษากระบวนการและปรากฏการณ์ชายฝั่งที่เกิดขึ้นในประวัติศาสตร์
4) สามารถช่วยเชื่อมโยงการวิเคราะห์พื้นที่ชายฝั่งในหลากหลายระดับ
5) สามารถใช้ร่วมกับเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศอื่นที่เกี่ยวข้องได้ เช่น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบบจำลองและการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ และทำให้เกิดกรอบแนวคิดในการติดตาม สังเคราะห์ และแบบจำลองสำหรับสภาพแวดล้อมชายฝั่ง เพื่อที่จะเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ชายฝั่งมีเงื่อนไขทางภูมิอากาศที่ผันผวน และระบบนิเวศที่ซับซ้อน ทำให้การรับรู้ระยะไกลและเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมีความข้อจำกัด ได้แก่ พื้นที่มีความชื้นสูง ทำให้ยากในการค้นหาภาพที่ปราศจากเมฆเพื่อการวิเคราะห์

2.2.2 การตีความภาพถ่ายทางอากาศ

การตีความภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Photography and Image Interpretation) เป็นวิธีการพิจารณาภาพถ่ายเพื่อบ่งชี้วัตถุ โดยมักใช้กับภาพถ่ายทางอากาศ หลักการตีความภาพถ่ายพัฒนามากว่า 150 ปี โดยพิจารณาจากองค์ประกอบของการตีความภาพถ่าย ได้แก่ สถานที่ ขนาด รูปร่าง เงา สี พื้นผิว รูปแบบ ความสูงความลึก และบริบท (Paine & Kiser, 2012)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.3 ทฤษฎีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน

การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land Cover Classification) เป็นวิธีการในการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินโดยใช้ข้อมูลจากการรับรู้ระยะไกล โดยสิ่งปกคลุมผิวดิน (Land Cover) หมายถึง สิ่งที่ปกคลุมพื้นผิวโลก เช่น น้ำ หิมะ ทุ่งหญ้า ป่า ดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) หมายถึง ที่ดินถูกใช้ประโยชน์อย่างไร เช่น พื้นที่จัดการสัตว์ป่า พื้นที่เกษตรกรรม เมือง พื้นที่นันทนาการ โดยการจำแนกแผนที่บางครั้งมีการผสมทั้งสิ่งปกคลุมผิวดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Horning, 2004)

วิธีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน ใช้กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ และการสำรวจภาคสนาม โดยสามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น วิธีการจำแนก

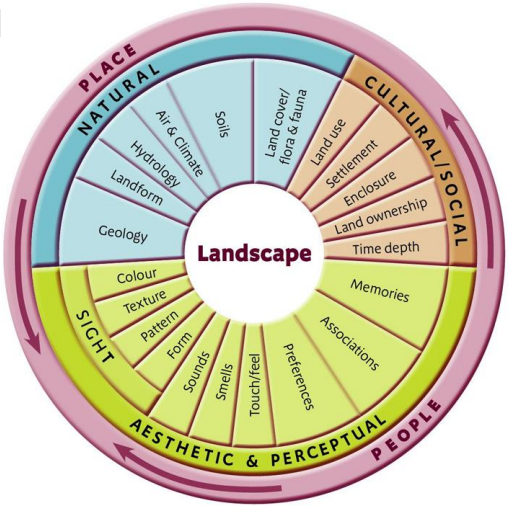
ข้อมูลภาพเชิงวัตถุ โดยใช้การผสมสี การคำนวณดัชนีค่าความแตกต่างน้ำ และดัชนีค่าความแตกต่างพืชพรรณ (Horning, 2004)

2.2.4 ทฤษฎีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ

การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ (Object-based Image Analysis) เป็นหนึ่งในวิธีการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยจำแนกข้อมูลภาพเพื่อตีความหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลก ประกอบด้วยวิธีการสำคัญคือการแบ่งส่วนภาพ (Segmentation) ตามลักษณะของการเป็นเนื้อเดียวกันหรือมีความสัมพันธ์กัน (Homogenous areas) เพื่อพยายามสร้างวัตถุและใช้วัตถุที่สร้างขึ้นมาอธิบายชั้นข้อมูล (Class) (Blaschke, 2010)

2.2.5 ทฤษฎีการประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศ

การประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศ (Landscape Character Assessment) มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศ โดยจะสำเร็จอย่างยั่งยืนต้องคำนึงถึงสังคม สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจ โดยกระบวนการประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศทำให้สามารถบรรยายภูมินิเวศ โดยอ้างอิงจากคุณลักษณะของพื้นที่ซึ่งทำให้เกิดเป็นสถานที่อันโดดเด่นเป็นข้อมูลพื้นฐานในการอ้างอิงเชิงพื้นที่ โดยการทำแผนที่ อธิบายถึงความเข้าใจภูมินิเวศ ความเป็นสถานที่ และลักษณะโดดเด่นของพื้นที่ ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจ และช่วยในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ (Tudor, 2014) จึงนำแนวทางการประเมินคุณลักษณะทางภูมินิเวศมาเชื่อมโยงกับภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดในภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง



ภาพที่ 18 องค์ประกอบของคุณลักษณะทางภูมินิเวศ

ที่มา Tudor (2014)

2.3 ทฤษฎีเพื่อการประยุกต์ใช้ผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้ผลการวิจัยต้องมีองค์ความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีในการวางแผนและจัดการภูมินิเวศ ประกอบด้วย 1) แนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน 2) แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว 3) แนวความคิดการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ

2.3.1 แนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

จากความท้าทายทางสังคมและความปลอดภัยทางอาหารและน้ำ องค์กร IUCN จึงมีแนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution) เพื่อเป็นวิธีการในการป้องกัน การจัดการอย่างยั่งยืน และการฟื้นฟูธรรมชาติหรือระบบนิเวศ โดยสามารถสรุปเป็นหลักการ 8 ข้อ (Cohen-Shacham, Walters, Janzen, & Maginnis, 2016)

1) การให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ธรรมชาติ
2) สามารถประยุกต์ใช้วิธีแก้ปัญหาได้ทั้งแบบเดี่ยว หรือแบบบูรณาการร่วมกับความท้าทายทางสังคม
3) กำหนดขอบเขตด้วยบริบทของธรรมชาติและวัฒนธรรม
4) เอื้อประโยชน์ทางสังคม
5) รักษาความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรม และความสามารถของระบบนิเวศซึ่งมีวิวัฒนาการตามกาลเวลา
6) ประยุกต์ใช้ได้หลายระดับพื้นที่
7) ตระหนักและบ่งชี้สิ่งแลกเปลี่ยนระหว่างประโยชน์ทางการผลิตและเศรษฐกิจ
8) บูรณาการในทุกส่วนของการออกแบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.2 แนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure) สามารถพบเห็นได้บ่อยในประเด็นถกเถียงเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ และการพัฒนาที่ดินทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา และทั่วโลก สามารถหมายถึงหลายสิ่งตามแต่บริบทที่ใช้ ยกตัวอย่างเช่น หมายถึงพื้นที่สีเขียวในบริบทการเตรียมประโยชน์ทางนิเวศให้กับพื้นที่เมือง หรือหมายถึงโครงสร้างทางวิศวกรรมซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การจัดการน้ำ และการบำบัดน้ำ (Benedict & McMahon, 2012)

โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว หมายถึง เป็นโครงข่ายเชื่อมต่อของพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่ว่างอื่น ซึ่งสงวนให้ธรรมชาติได้ทำหน้าที่และเกิดคุณค่าระบบนิเวศ น้ำและอากาศสะอาดอย่างยั่งยืน เพื่อประโยชน์ของมนุษย์และสัตว์ป่า (Benedict & McMahon, 2012)

หลักการของแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Benedict & McMahon, 2012) ประกอบด้วย

1) การเชื่อมต่อเป็นกุญแจสำคัญ โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวจะแข็งแกร่งได้จากการเชื่อมต่อ โดยพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่ว่างอื่น โดยมนุษย์ และโดยการกำหนดการใช้งาน เพื่อรักษาคุณค่าและการบริการเชิงนิเวศของพื้นที่ธรรมชาติ
2) คำนึงถึงบริบท พื้นฐานของแนวความคิดของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว คือการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจบริบทของพื้นที่ และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงทางนิเวศและภูมิทัศน์ โดยการวิเคราะห์ปัจจัยทั้งทางกายภาพ และทางชีวภาพโดยรอบบริเวณ
3) นำไปใช้จริง ทั้งการศึกษาทางวิทยาศาสตร์และการวางผังการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยทฤษฎีและการปฏิบัติ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวต้องใช้ความรู้จากหลากหลายสาขามาประกอบกัน เพื่อให้การออกแบบวางผังสำเร็จตามเป้าประสงค์
4) ทำหน้าที่เป็นกรอบความคิดในการอนุรักษ์และพัฒนา เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาพื้นที่ พร้อมกับคงไว้ซึ่งการบริการเชิงนิเวศของธรรมชาติ
5) วางแผนและป้องกันก่อนการพัฒนา เนื่องจากการฟื้นฟูระบบธรรมชาติย่อมทำได้ยากและแพงกว่าการป้องกันพื้นที่ซึ่งยังไม่ได้พัฒนา ยิ่งไปกว่านั้นการฟื้นฟูเป็นแผนโครงการระยะยาวจึงมักล้มเหลวได้ง่าย
6) การลงทุนโดยภาคเอกชน เพื่อแบ่งเบาภาระงบประมาณของรัฐบาล และนำไปใช้ประโยชน์ในส่วนอื่นเพื่อบริหารประเทศต่อไป
7) เอื้อประโยชน์ทั้งต่อธรรมชาติและมนุษย์
8) เคารพความต้องการของเจ้าของที่ดินและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวสามารถทำได้ทั้งในพื้นที่รัฐและเอกชน และต้องพิจารณาถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคส่วนต่าง ๆ เพื่อประสานงานร่วมกัน
9) การเชื่อมต่อกิจกรรมทั้งภายในและระหว่างชุมชน การประสบความสำเร็จในโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว จำเป็นต้องให้มนุษย์และการใช้งานสอดคล้องไปด้วยกัน
10) เป็นพันธกิจในระยะยาว การออกแบบวางแผนต้องพิจารณาถึงเงื่อนไข ‘การมีชีวิต’ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดตามกาลเวลา จึงต้องมีการปรับแก้แผนให้เหมาะสมต่อสภาพการณ์ปัจจุบันอยู่เสมอ

ประโยชน์ของแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Benedict & McMahon, 2012) ได้แก่

- โครงข่ายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวจะช่วยปกป้องแหล่งที่อยู่อาศัยและการเชื่อมต่อ ทำให้คงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ
- โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวช่วยอนุรักษ์ผืนป่า แหล่งเพาะปลูก และพื้นที่ประเภทอื่น ซึ่งทำให้ระบบธรรมชาติสามารถทำหน้าที่ได้อย่างแท้จริง กล่าวคือ บรรเทาปัญหาน้ำท่วม กรองน้ำ และลดค่าใช้จ่ายจากการแก้ปัญหาด้วยโครงสร้างดาดแข็ง
- โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์ ทั้งในด้านร่างกายและจิตใจจากการใกล้ชิดธรรมชาติ เพิ่มโอกาสให้เกิดกิจกรรมนันทนาการกลางแจ้ง เช่น การปั่นจักรยาน และการตกปลา เพื่อที่จะรักษาคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวได้อีกด้วย
- โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวช่วยลดความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ เช่น ไฟป่า น้ำท่วม และช่วยปกป้องชีวิต รวมถึงทรัพย์สินและค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูอีกด้วย

การออกแบบโครงข่ายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวในแต่ละพื้นที่จะต่างกันตามเงื่อนไขของพื้นที่นั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับนโยบายและระดับการอนุรักษ์ของพื้นที่ ผังประโยชน์ใช้สอยพื้นที่ในอนาคต ลักษณะเฉพาะทางนิเวศและธรณีวิทยาของภูมิทัศน์ รวมถึงชุมชนในบริเวณ ดังนั้น โครงสร้างพื้นฐานสีเขียวจะแสดงถึงเอกลักษณ์และคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่นั้น ทั้งในระดับรัฐ ภูมิภาค และละแวกบ้าน โดยมีแนวทางการดำเนินการ (Benedict & McMahon, 2012) ดังนี้

1) การพัฒนาเป้าหมายในการออกแบบ และบ่งชี้ลักษณะสำคัญของพื้นที่ โดยประกอบด้วยพื้นที่ธรรมชาติ และพื้นที่มนุษย์สร้างขึ้น การตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนจะทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ต้องการ
2) การรวบรวมข้อมูลและกระบวนการที่เกิดขึ้นบนภูมิทัศน์แต่ละประเภท โดยการบ่งชี้และแยกแยะลักษณะทางภูมิทัศน์เพื่อให้สามารถกำหนดแหล่งทรัพยากรและการเชื่อมต่อโครงข่ายได้อย่างสมเหตุสมผล
3) การบ่งชี้และการเชื่อมองค์ประกอบให้เป็นโครงข่าย โดยการเลือกพื้นที่ขนาดใหญ่และมีศักยภาพเป็นจุดศูนย์กลางในการยึดเหนี่ยวโครงข่าย แล้วจึงเชื่อมต่อพื้นที่ระหว่างภูมิทัศน์ จึงได้ผลลัพธ์เป็นโครงข่ายของโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว
4) การกำหนดลำดับความสำคัญของพื้นที่อนุรักษ์ โดยการออกแบบขั้นตอนนี้จำเป็นต้องทำการประเมินทางนิเวศวิทยาของโครงข่ายเพื่อให้บรรลุเป้าหมายและ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำนึงถึงคุณค่าทางนิเวศวิทยาเป็นสำคัญ โดยพิจารณาทั้งเป็นโครงข่ายภาพรวม และแต่ละองค์ประกอบ รวมถึงระหว่างองค์ประกอบด้วย ยิ่งไปกว่านั้น การประเมินความเสี่ยงจะช่วยให้สามารถกำหนดพื้นที่พัฒนา พื้นที่เสื่อมโทรม และพื้นที่ชิ้นส่วนซึ่งแยกจากการเชื่อมต่อได้อีกด้วย

5) การทบทวนและตรวจสอบการออกแบบ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวจะส่งผลกระทบต่อคนจำนวนมากซึ่งอาจมิได้เข้าร่วมในกระบวนการออกแบบ ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงต้องหมั่นตรวจสอบและทบทวนในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและเหมาะสมกับผู้ใช้จริงในพื้นที่

2.3.3 แนวความคิดการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ

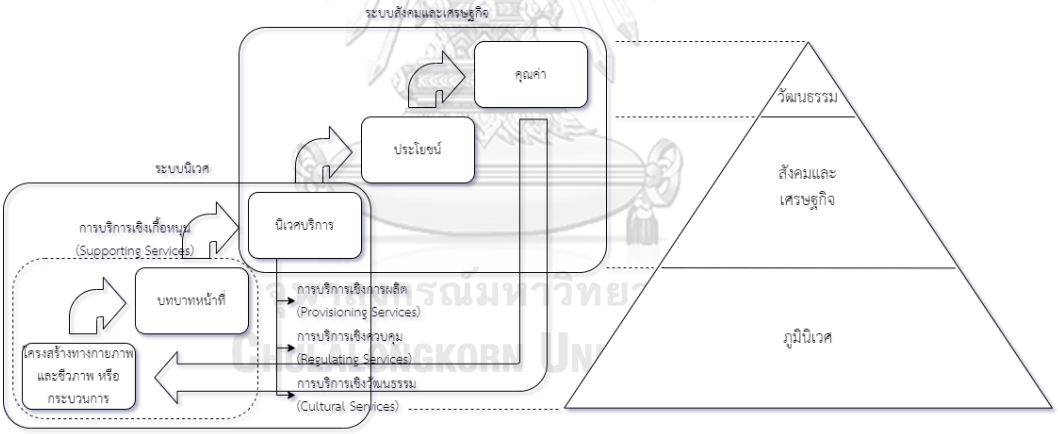
การจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ (Integrated Coastal Zone Management: ICZM) เป็นกระบวนการพลวัตซึ่งประสานกลยุทธ์เพื่อการพัฒนาและประยุกต์สำหรับการจัดสรรทรัพยากรสิ่งแวดล้อม สังคมวัฒนธรรม และเศรษฐกิจ เพื่อสงวนการอนุรักษ์และใช้งานหลากหลายอย่างยั่งยืนในพื้นที่ชายฝั่ง (Ahlhorn, 2018)

หลักการของการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ (Ahlhorn, 2018) ประกอบด้วย

1. การปกป้องทรัพยากรธรรมชาติ
2. การจัดการการพัฒนาชายฝั่งเพื่อลดการสูญเสียสิ่งมีชีวิตและพื้นที่เสี่ยง
3. พิจารณาลำดับความสำคัญในการใช้งานพื้นที่ชายฝั่ง
4. การเข้าถึงโดยสาธารณะเพื่อการนันทนาการ
5. มีส่วนร่วมในการพัฒนาพื้นที่ริมน้ำและท่าเรือ ป้องกันและฟื้นฟูพื้นที่ทางประวัติศาสตร์ และองค์ประกอบทางความงามและวัฒนธรรมของพื้นที่ชายฝั่ง
6. ประสานงานและเผยแพร่ความเข้าใจในการตัดสินใจการจัดสรรทรัพยากรของรัฐ
7. การให้คำปรึกษาและประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ
8. การมีส่วนร่วมของสาธารณชน
9. การวางแผนอย่างครอบคลุม การสงวนและรักษาพื้นที่ และการจัดการทรัพยากรสำหรับสิ่งมีชีวิตในทะเล รวมถึงการควบคุมมลพิษและการเลี้ยงสัตว์น้ำ

2.4 สรุปทฤษฎีและกรอบแนวคิดในการวิจัย

ภูมินิเวศเป็นกรอบแนวคิดในการทำความเข้าใจชะวากทะเล เนื่องจากเป็นทฤษฎีซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของระบบนิเวศในเชิงพื้นที่แบบองค์รวม (Naveh & Lieberman, 1990) สามารถอธิบายพื้นฐานของระบบ (Isaak S Zonneveld, 1982) เป็นโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง (Richard T. T. Forman & Godron, 1986) ระบบภูมินิเวศเป็นวงจรไม่รู้จบ กล่าวคือ บทบาทหน้าที่ในอดีตจะสร้างโครงสร้างในปัจจุบัน โครงสร้างปัจจุบันจะสร้างบทบาทหน้าที่ในปัจจุบัน และบทบาทหน้าที่ในปัจจุบันจะสร้างโครงสร้างในอนาคต (Richard T. T. Forman & Godron, 1986) และมีเครื่องมือปฏิบัติในการแจกแจงและวิเคราะห์อย่างชัดเจน (Turner & Gardner, 2015) โดยประกอบกับทฤษฎีนิเวศบริการ (World Health Organization, 2005) ซึ่งแบ่งเป็น การบริการเชิงการผลิต (Provisioning Services) การบริการเชิงควบคุม (Regulating Services) การบริการเชิงวัฒนธรรม (Cultural Services) และการบริการเชิงเกื้อหนุน (Supporting Services) และระบบการจำแนกนิเวศบริการ (Haines-Young & Potschin, 2012) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์กับการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์



ภาพที่ 19 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ดัดแปลงจาก Haines-Young and Potschin (2012)

บทที่ 3
ข้อมูลพื้นที่ศึกษา

ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง เป็นชะวากทะเลซึ่งมีคุณค่าสำคัญทางนิเวศวิทยา โดยขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับมนุษย์จากการใช้เป็นเส้นทางคมนาคม รวมถึงมีการตั้งชุมชนริมฝั่งแม่น้ำและได้อาศัยแม่น้ำเป็นเส้นทางในการทำการค้า (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

ภูมินิเวศชะวากทะเลเกิดจากอุทกพลวัต (Hydrodynamic) เป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางธรณีสัณฐาน ทางชีวภาพ และทางเคมี (Day Jr. et al., 1989) อุทกพลวัตของชะวากทะเลประกอบด้วย น้ำฝน น้ำทะเล และคลื่นลม (Donald S. McLusky, 1989)

นิเวศบริการของชะวากทะเล ได้แก่ การบริการเชิงการผลิต (Provisioning Services) เป็นแหล่งวัตถุดิบและอาหาร (Barbier et al., 2011) การบริการเชิงควบคุม (Regulating Services) เป็นแนวป้องกันชายฝั่งทะเล ป้องกันการกัดเซาะ บำบัดน้ำทำให้น้ำสะอาด (Barbier et al., 2011) การบริการเชิงวัฒนธรรม (Cultural Services) วิถีชีวิตชาวประมง การท่องเที่ยว นันทนาการ การศึกษาการวิจัย (Barbier et al., 2011) และการบริการเชิงเกื้อหนุน (Supporting Services) นอกเหนือจากความอุดมสมบูรณ์เหล่านี้ มนุษย์ใช้งานพื้นที่และเปลี่ยนแปลงของชะวากทะเลแม่น้ำตรัง โดยการสร้างท่าเรือ การขุดลอก การปลูกยางพารา เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

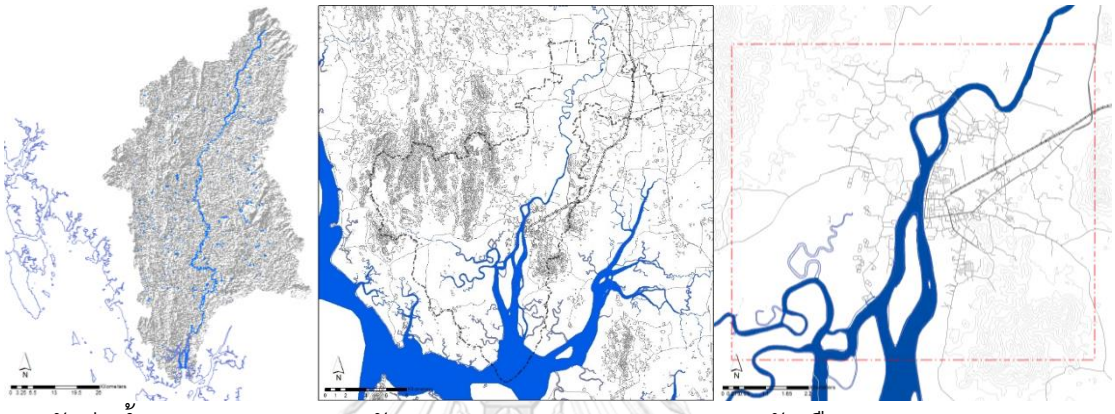
3.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ศึกษาโดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง เพื่อทำความเข้าใจและเชื่อมโยงภูมินิเวศในหลากหลายระดับซึ่งจะมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแต่ละระดับต่างกัน โดย

1) ระดับลุ่มน้ำ ศึกษาเพื่ออธิบายรูปแบบและกระบวนการของโครงสร้างชะวากทะเลในระดับมหภาคซึ่งส่งผลต่อไปในระดับชะวากทะเล และทำให้เห็นถึงเครือข่ายความเชื่อมโยงกับเงื่อนไขโดยรอบพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดขอบเขตด้วยวิธีการทางอุทกวิทยา
2) ระดับชะวากทะเล ศึกษาโครงสร้างรูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นของชะวากทะเลเพื่ออธิบายนิเวศบริการและเงื่อนไขในการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ โดยกำหนดขอบเขตจากพื้นที่ป่าชายเลนและพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลงเป็นตัวบ่งชี้ถึงขอบเขตชะวาก

ทะเลประกอบกับขอบเขตลุ่มน้ำย่อยจากการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข FABDEM (Hawker et al., 2022)

3) ระดับเมือง ศึกษาโครงสร้างรูปแบบและกระบวนการของเมือง เพื่อบ่งชี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานพื้นที่ของชะวากทะเล โดยกำหนดขอบเขตจากการใช้งานพื้นที่อย่างหนาแน่นบริเวณเทศบาลเมืองกันตัง



ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล ระดับเมือง

ภาพที่ 20 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

สร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

3.2 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาระดับลุ่มน้ำ : ลุ่มน้ำตรัง

ลุ่มน้ำตรังเป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีความสำคัญในเขตจังหวัดตรัง มีต้นกำเนิดจากเขาวังหีบเทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีความยาวประมาณ 175 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำรวม 3,449.27 ตารางกิโลเมตร โดยมีป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศเด่นในส่วนที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลและบริเวณแนวชายฝั่ง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556)

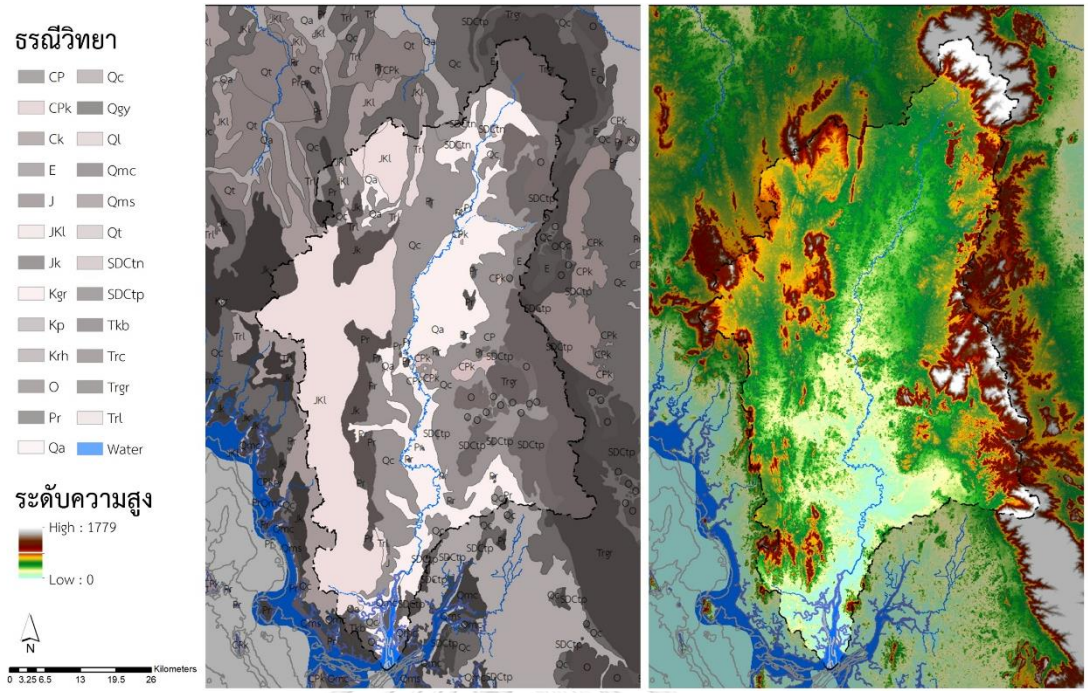
3.2.1 ลักษณะทางธรณีวิทยาและภูมิประเทศ

ทิวเขานครศรีธรรมราช ต้นกำเนิดของลุ่มน้ำตรัง เกิดจากการดันตัวของหินอัคนี ทำให้เกิดการผลักหินเก่าออกมา จึงปรากฏภูเขาหินปูนกระจายตัวอยู่ในเขตจังหวัดตรัง (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) สอดคล้องกับแผนที่ธรณีวิทยา (กรมทรัพยากรธรณี, 2550) พบลักษณะธรณีวิทยาเป็นพวกหินทราย หินอัคนี และหินดินดาน บริเวณภูเขา ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำตรัง แบ่งเป็น 4 เขต ได้แก่

1) เขตภูเขาและเขตเชิงเขา เป็นส่วนหนึ่งของทิวเขานครศรีธรรมราช อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัด ตลอดแนวทิวเขาที่เรียกว่า เขาบรรทัด มียอดสูงเกิน

1,000 เมตร อยู่ไม่กี่แห่ง ตามแนวทิวเขามีแร่ที่สำคัญได้แก่ ดีบุก วุลแฟรม ตะกั่ว พลวง และเงิน ตามแนวชายเขาปกคลุมด้วยป่าดงดิบที่สมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ที่หล่อเลี้ยงพื้นที่จังหวัดตรัง บริเวณเชิงเขามีการปลูกยางพารา ชุมชนในบริเวณนี้เรียกว่า หมู่เขา (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

2) เขตลอนลูกฟูกหินปูนเป็นพื้นที่ราบสลับเนินเรียกว่า ควน เป็นพื้นที่ถัดมาทางด้านทิศตะวันตกและขนานกับเขตภูเขาและเขตเชิงเขา บางแห่งมีภูเขาหินปูนโดดหรือกลุ่มภูเขาหินปูนเช่น เขาน้ำพราย เขาช้างหาย เขากอบ นอกจากนี้ยังมีที่ลุ่มเป็นหนองน้ำซึ่งเกิดจากหลุมยุบและหลุมจม (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)
3) เขตที่ราบลุ่มน้ำตรัง เป็นบริเวณแคบ มีพื้นที่ที่เหมาะสมในการทำนาอยู่น้อย และมีน้ำท่วมขังในระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)
4) เขตชายฝั่งทะเลและเกาะ พื้นที่ในเขตนี้มีลักษณะที่หลากหลาย บางแห่งเป็นสันทรายหรือหาดทรายขนานกับชายฝั่ง เช่น ทางตอนเหนือของอำเภอสิเกา ตอนเหนือของอำเภอกันตัง และกิ่งอำเภอหาดสำราญ ชายฝั่งบางแห่งเป็นโคลนตม ที่เกิดจากแม่น้ำตรังและลำธารสายสั้น ๆ พัดพามา บางแห่งเป็นชวากทะเล ซึ่งตื้นเขินเป็นป่าเสม็ดและป่าโกงกาง เช่น บ้านฉางหลาง อำเภอสิเกา บ้านน้ำราบ บ้านเจ้าไหม ในอำเภอกันตัง บ้านตะเสะ กิ่งอำเภอหาดสำราญ บ้านหยงสตาร์ อำเภอปะเหลียน บางแห่งเป็นที่ราบเกิดจากการตื้นเขินของทะเล เช่น ทุ่งหวัง ทุ่งค่าย ทุ่งยาว (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)



ภาพที่ 21 แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ
ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

3.2.2 ลักษณะภูมิอากาศ

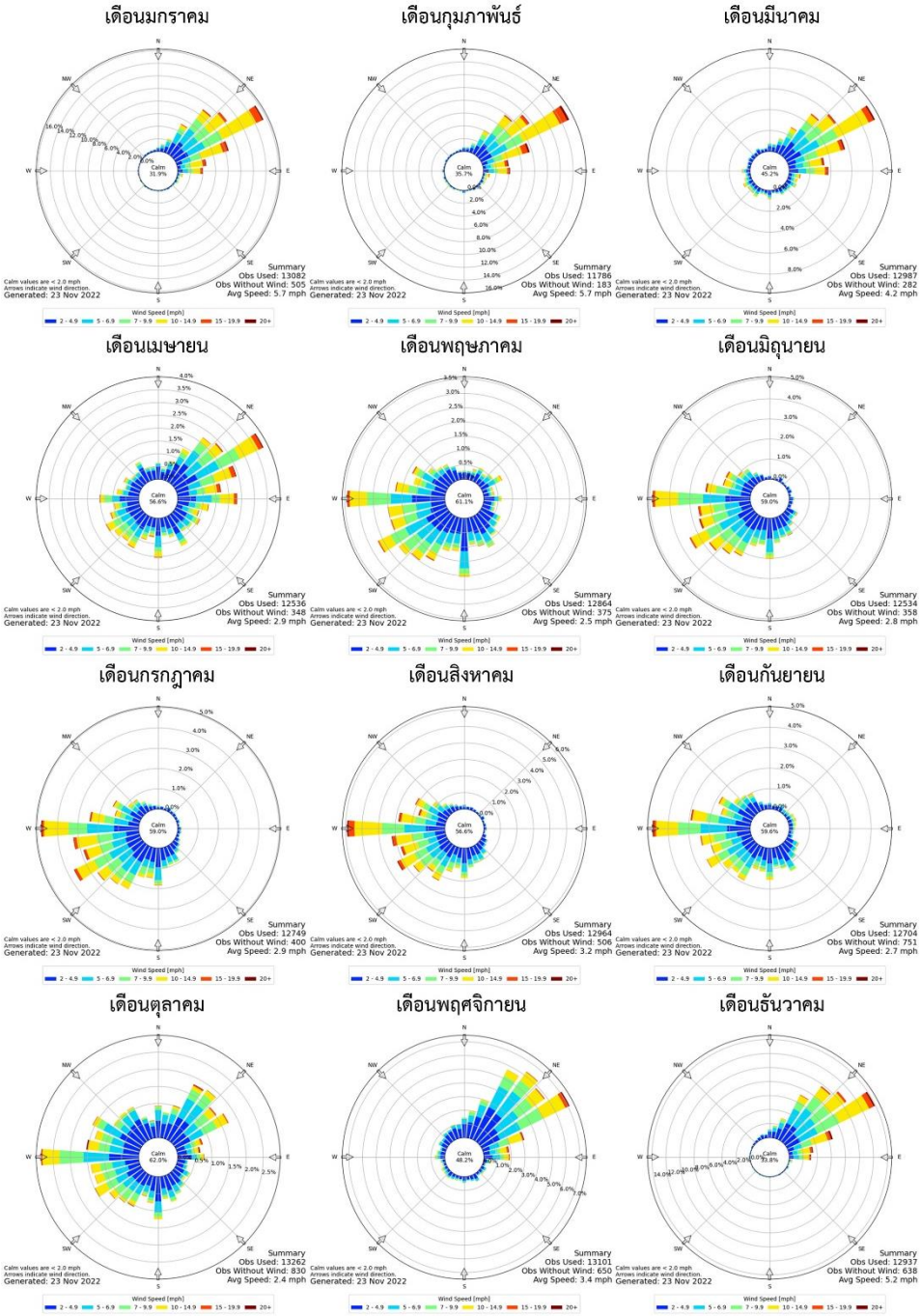
ลุ่มน้ำตรัง อยู่ในเขตจังหวัดตรังทางภาคใต้ของประเทศไทย พิจารณาฤดูกาลตามลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยออกได้เป็น 3 ฤดูตามลมมรสุม (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) ซึ่งสอดคล้องกับภาพที่ 22 ได้แก่

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม หลังจากสิ้นสุดฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือฤดูหนาว อากาศจะเริ่มร้อนและอากาศจะร้อนจัดที่สุดในเดือนมีนาคมและเมษายน แต่ไม่ร้อนมากนัก เนื่องจากภูมิประเทศเป็นคาบสมุทรอยู่ใกล้ทะเล กระแสลมและไอน้ำจากทะเลทำให้อากาศคลายความร้อนลงไปมาก

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นลมร้อนและชื้นมากจากมหาสมุทรอินเดียพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้มีฝนตกทั่วไป และในช่วงฤดูฝนยังมีร่องความกดอากาศต่ำปกคลุมภาคใต้เป็นระยะ ๆ อีกด้วย จึงทำให้มีฝนตกมาก ฝนสูงสุดของจังหวัดนี้อยู่ในเดือนกันยายน

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในระยะนี้จะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเย็นและแห้งจากประเทศ

จีนพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไปและมีอากาศเย็น แต่เนื่องจากจังหวัดตรังอยู่ทางด้านชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ อุณหภูมิจึงลดลงเล็กน้อยเป็นครั้งคราว อากาศจึงไม่หนาวเย็นมากนัก และตามชายฝั่งมีฝนตกทั่วไป



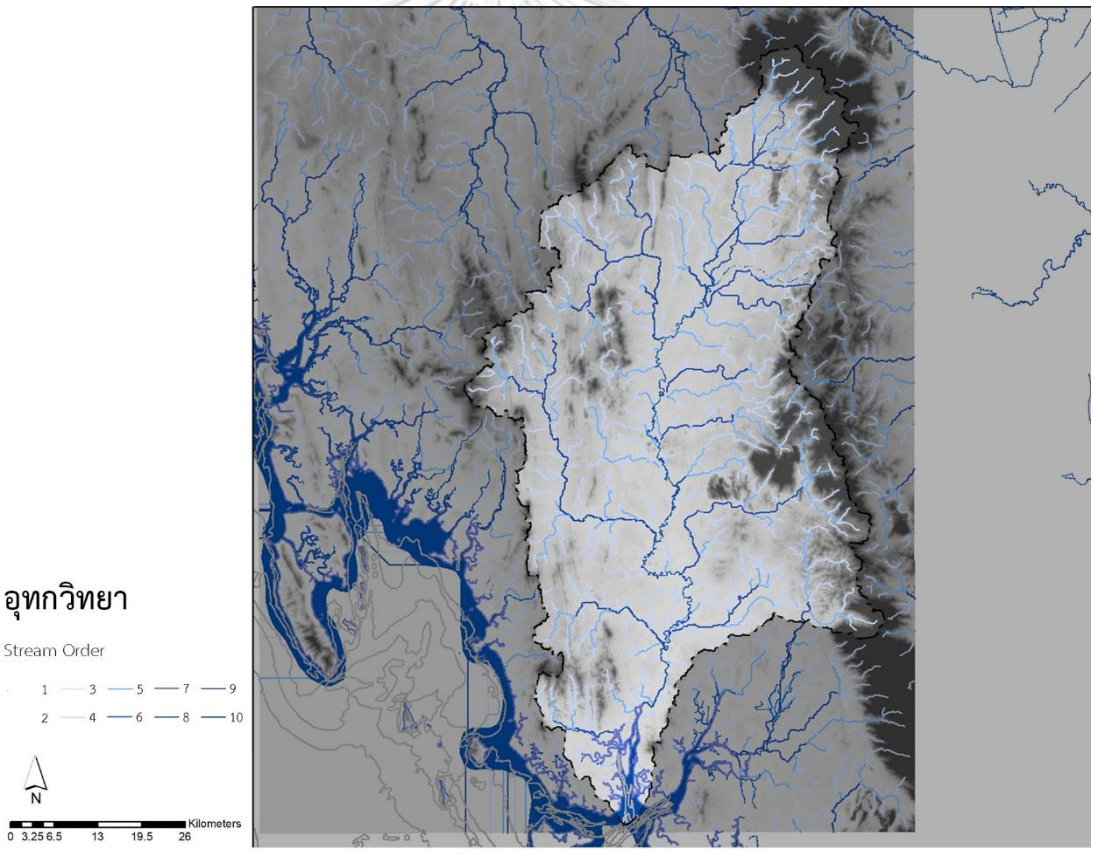
ภาพที่ 22 ผังความถี่ ทิศทาง และความเร็วลมเฉลี่ยของสถานีวัดอากาศตรัง

ในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 1973-2022

ที่มา IEM (n.d.)

3.2.3 ลักษณะทางอุทกวิทยา

ลุ่มน้ำตรัง มีแม่น้ำตรังเป็นแม่น้ำสายหลัก มีความยาว 175 กิโลเมตร และพื้นที่รับน้ำมีขนาด 3,449.27 ตารางกิโลเมตร ต้นน้ำกำเนิดจากเขาวังหีบ เทือกเขาหลวง จังหวัดนครศรีธรรมราช (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) แม่น้ำตรังมีสาขา 8 สาย ได้แก่ คลองสว่าง คลองชี คลองกะปาง คลองนางน้อย คลองยางยวน คลองท่าประดู่ คลองลำภูรา และคลองมวน แม่น้ำตรังไหลลงทะเลอันดามันที่ปากน้ำกันตัง (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) ลักษณะของทางน้ำจะไหลลงสู่ลำน้ำใหญ่ในรูปแบบขนนก ไหลคดเคี้ยวลงสู่ทะเล ลำดับธารน้ำบ่งบอกการรวมตัวกันของธารน้ำ และเพิ่มลำดับไปอย่างต่อเนื่องจนถึงส่วนปลายน้ำและออกสู่ทะเล



ภาพที่ 23 แผนที่อุทกวิทยา

สร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

3.3 ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล : ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

3.3.1 ลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ และดิน

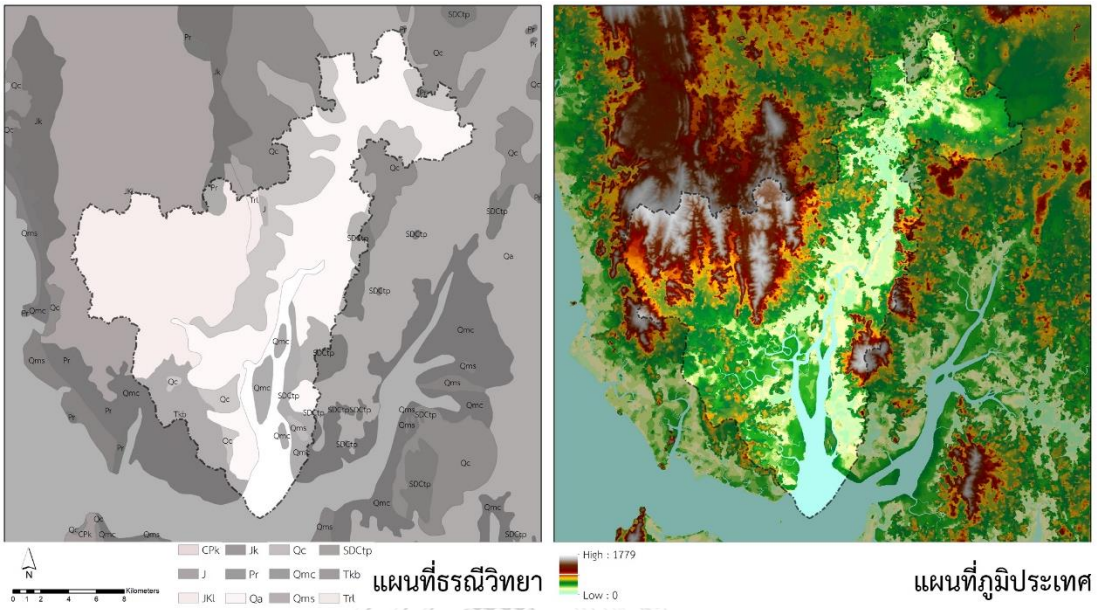
ภูมิประเทศเป็นที่ดอนจากเชิงเขา ลาดต่ำจนจรดทะเลอันดามัน สภาพพื้นที่เป็นเนินสูงต่ำสลับภูเขา พื้นที่ราบน้อย

ลักษณะทางธรณีสัณฐาน (กรมทรัพยากรธรณี, 2545) แบงออกเป็น 2 ลักษณะ

1) ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากวัสดุที่พัดพามาจากที่อื่น (land forms in transported material) ได้แก่
   - หาดทรายและสันทราย (beach and dune formation)
   - ที่ราบน้ำทะเลขึ้นถึงของตะกอนน้ำทะเลใหม่ (active tidal flat of marine deposits)
   - ที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง ตะกอนน้ำทะเลเก่า และตะกอนน้ำกร่อย (former tidal flat of marine deposits and brackish water deposit)
   - ที่ราบน้ำท่วมถึงของตะกอนลำน้ำค่อนข้างใหม่ (flood plains of recent river alluvium) สันดอนริมน้ำ ปลูกผลไม้ ยางพารา และที่ราบลุ่มปลูกข้าว ปาล์มน้ำมัน
   - ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (low alluvial terrace) สภาพพื้นที่ราบเรียบจนถึงเป็นลูกคลื่นเล็กน้อย อยู่ระหว่างพื้นที่ลานตะพักลำน้ำระดับสูงกับพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงของตะกอนลำน้ำค่อนข้างใหม่ ดินมักเป็นดินเหนียวในดินชั้นลึก
   - ลานตะพักลำน้ำระดับสูงและหินดาดเชิงเขา (high alluvial terrace and colluvium) ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน มักอยู่ถัดจากพื้นที่ลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ และค่อยลาดชันไปสู่เขา มักพบกอนศิลาแลงหรือ กอนกรวดในดินชั้นล่าง
2) ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากวัสดุตกคางจากวัตถุตนกำเนิดดิน (landform in residual material)
   - พื้นผิวที่เหลือคางจากการกัดกรอนหรือกัดเซาะบนที่ราบ โครงสร้างของหินชนิดต่าง ๆ (dissected erosion surfaces and structural plateau occurring over various rocks) จะพบตามชายเขาทั่วไป
   - บริเวณเขาและภูเขา (hill and mountain) ลักษณะเป็นเนินเขาและเทือกเขาสูง มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35

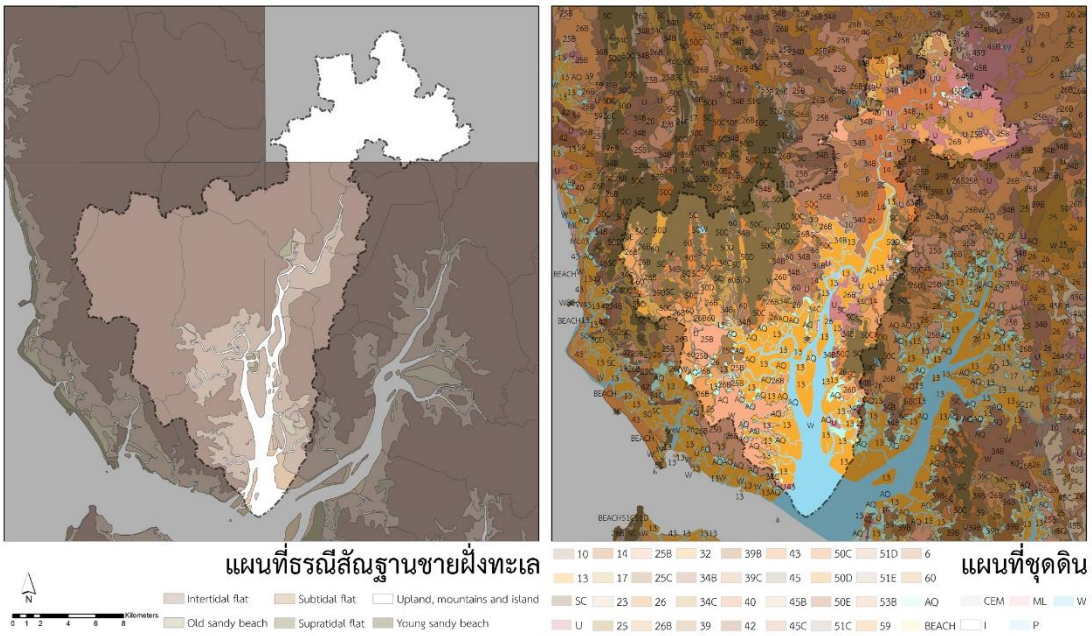
เนื่องจากจังหวัดตรัง มีความชื้นสูง ดินจึงเกิดการสลายตัวของหินปูนเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่สลายของหินปูนจะเป็นสีแดงเข้ม บางส่วนเกิดปฏิกิริยาทางเคมี เกิดการรวมตัวของแร่

เหล็ก อะลูมิเนียม และแมงกานีส จับตัวเป็นศิลาแลงหรือลูกรัง ดินส่วนใหญ่จึงมีสีแดงเข้มปนอยู่กับหินลูกรัง (สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน, 2554)



ภาพที่ 24 แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่ภูมิประเทศ

ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

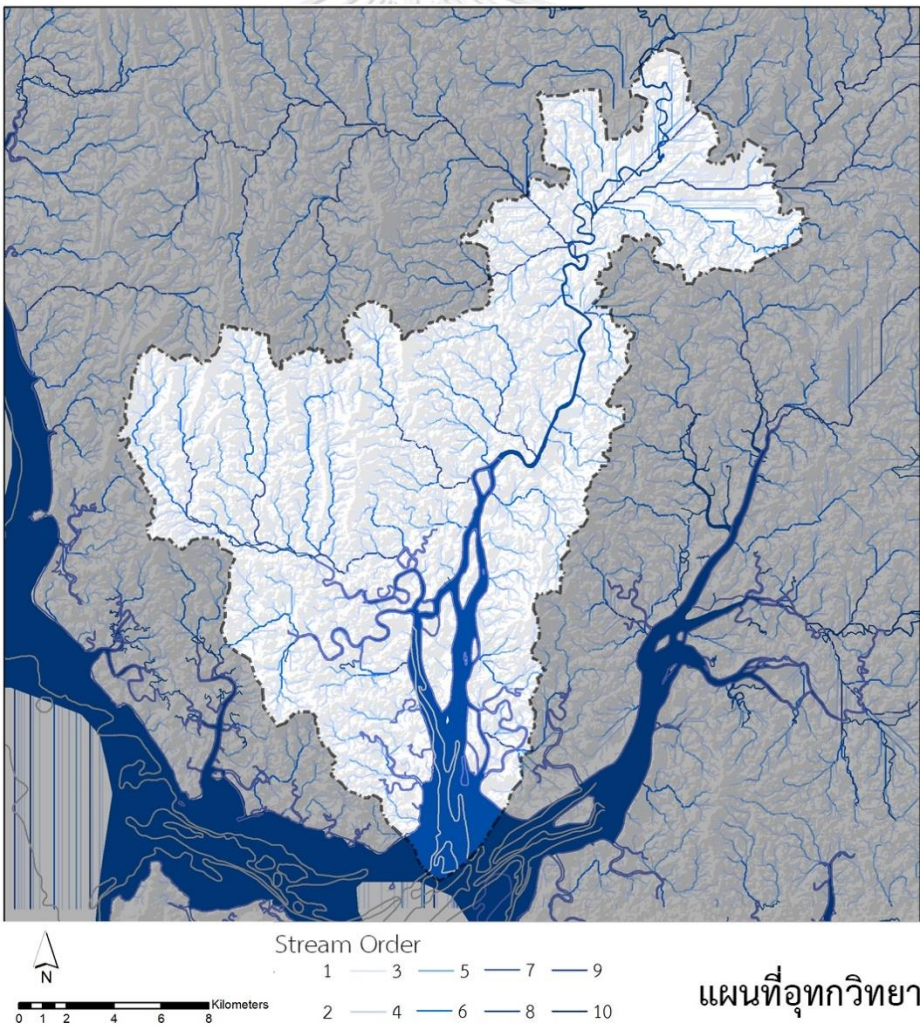


ภาพที่ 25 แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล และแผนที่ชุดดิน

ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2545) และกรมพัฒนาที่ดิน (2554)

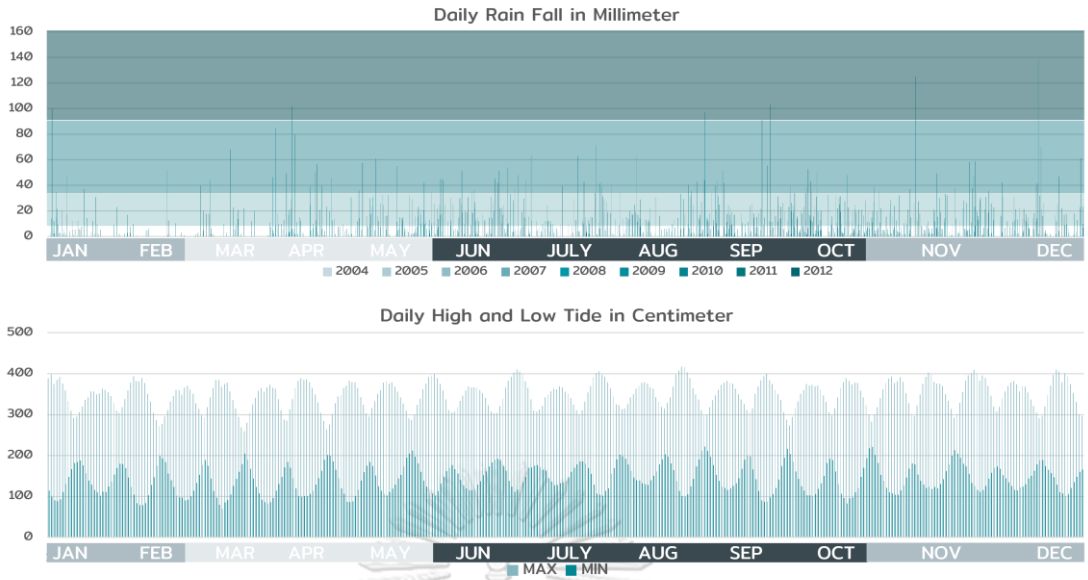
3.3.2 ลักษณะทางอุทกวิทยา

ตรังเป็นจังหวัดที่มีฝนอยู่ในเกณฑ์ดีถ้าเทียบทั้งประเทศ แต่ถ้าเทียบตามภาคอยู่ในเกณฑ์ฝนแล้ง เพราะบริเวณจังหวัดอยู่ด้านฝั่งตะวันตกของภาคใต้จึงได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่ ปริมาณฝนในฤดูนี้จึงมีมากและได้รับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือน้อย เนื่องจากด้านตะวันออกถูกปิดกั้นด้วยภูเขา ปริมาณฝนในมรสุมนี้จึงน้อย ฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 2,327.4 มิลลิเมตร และมีฝนตกเฉลี่ย 174 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีฝนเฉลี่ย 335.8 มิลลิเมตร ฝนตกประมาณ 20 วัน ฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง เคยตรวจได้ 368.7 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2518 (ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา, 2566) ชายฝั่งทะเลอันดามันเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง 2 ครั้งในหนึ่งวัน โดยระดับน้ำสูงสุดและต่ำสุดห่างกัน 3 เมตร



ภาพที่ 26 แผนที่อุทกวิทยา

สร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)



ภาพที่ 27 แผนภูมิอุทกพลวัต จากปริมาณน้ำฝน (สถานีวัดน้ำ X.233) และระดับน้ำขึ้นน้ำลง ดัดแปลงจากกรมอุตุนิยมวิทยา (2547-2555) กรมอุตุนิยมวิทยา (ม.ป.ป.) และกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือ (2560-2561)

3.3.4 ลักษณะพืชพรรณ

ป่าชายเลนของลุ่มน้ำตรัง พบขึ้นอยู่ตามริมแม่น้ำสายหลัก และคลองสาขา โดยพื้นที่ป่าชายเลนด้านที่ติดกับทะเลมีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่น และมีจำนวนชนิดต้นไม้มากกว่าบริเวณที่ห่างจากทะเลขึ้นไป หรืออยู่ทางด้านต้นน้ำจืด พบพันธุ์ไม้ชายเลนจำนวน 29 ชนิด ใน 12 สกุล 13 วงศ์ มีโกงกางใบเล็กเป็นพันธุ์ไม้ชนิดเด่น พันธุ์ไม้อื่น ๆ ที่สามารถพบได้โดยทั่วไป ได้แก่ ตะบูนขาว ตะบูนดำ โปรงแดง ถั่วขาว แสมขาว และแสมดำ ส่วนพันธุ์ไม้ที่พบได้ยาก ได้แก่ ลำแพน โพทะเล ปอทะเล โปรงขาว ฝาดดอกแดง หงอนไก่ทะเล พังกาหัวสุมดอกแดง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

ป่าจาก เป็นป่าชายเลนชนิดหนึ่ง พบบริเวณน้ำกร่อย มีชนิดพืชพรรณส่วนใหญ่เป็นจาก (Atap palm) พืชตระกูลปาล์ม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nypa fruticans* แหล่งจากเป็นแนวขนานกับแม่น้ำตรัง หมู่บ้านริมน้ำจึงมีอาชีพทำใบจากสำหรับมวนยาสูบส่งขายและสืบทอดวิถีชีวิตริมน้ำกับป่าจากมาจนปัจจุบันคือที่ตำบลย่านซื่อ อำเภอกันตัง (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

ป่าดงดิบ เป็นป่าดงดิบชื้น ส่วนใหญ่มักอยู่บริเวณภูเขา หรือลาดเขาที่มีความชันมากกว่า 30 % มักมีฝนตกชุกมาก ประกอบด้วยต้นไม้ชนิดต่าง ๆ ที่ลำต้นสูงใหญ่ และพันธุ์ไม้

เลื้อยหนาแน่น จากรายงานผลการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ 14 จังหวัดภาคใต้ ปี พ.ศ. 2510 พบพันธุ์ไม้สำคัญ ได้แก่ ยาง ยูง กะบาก ขนุนป่า ตะเคียน หลุมพอ บุนนาค พิกุลป่า มะม่วงป่า สีเสียดช่อ ตีนเป็ด ตับหนู ตาเสือ ปังคาก จำปาป่า มันหมู ทองสุก อินทนิล ทัง รักเขา พะยอม หว้า สมอตีนเป็ด ส้าน เจตปูน กะมด (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

ป่าผสมบริเวณภูเขาหิน เป็นป่าโปร่งและไม้พุ่มบริเวณภูเขาหินซึ่งส่วนใหญ่เป็นหินปูน ไม้ที่พบ เช่น สลัดได จันทน์ผา เตยเขา ปรงเขา ปาล์ม รองเท้านารี (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

ป่าพรุ เป็นป่าไม้ยืนต้นที่อยู่ในลุ่มน้ำท่วมขังตลอดปี มีไม้จำพวกจิก กระโดน อินทนิลน้ำ โสกน้ำ หว้า ป่าสาคูก็ถือว่าเป็นป่าพรุ โดยป่าพรุที่เป็นดินทรายจะมีต้นเสม็ดขึ้นอยู่ค่อนข้างหนาแน่นและมีต้นไม้ชนิดอื่นปะปน (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

3.3.5 สิ่งมีชีวิต

สัตว์พื้นทะเล ประชาคมสิ่งมีชีวิตในพื้นป่าชายเลน หมายถึงสัตว์ทั้งกลุ่มมีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นป่าชายเลน โดยบางชนิดอาศัยอยู่พื้นดิน บางชนิดฝังตัวอยู่ในดิน ซึ่งสัตว์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศป่าชายเลนรวมไปถึงระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ผลการสำรวจพบสัตว์ในพื้นที่ป่าชายเลนบริเวณลุ่มน้ำตรัง รวม 28 ชนิดจาก 16 วงศ์ ใน 4 ไฟลัม โดยกลุ่มปูและหอยเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางชนิดและความหนาแน่นมากที่สุด กลุ่มปูที่พบเด่น ได้แก่ ปูก้ามดาบ ปูแสม ปูม้า และปูทะเล หอยที่พบเด่น ได้แก่ กลุ่มหอยสอง-ฝา เช่น หอยนางรม หอยแครง และหอยจอบ ซึ่งอาจพบฝังตัวในดินหรือเกาะตามรากและลำต้นของพรรณไม้-ชายเลน กลุ่มหอยฝาเดียว เช่น หอยน้ำพริก หอยจุ๊บแตง หอยขี้นก หรือหอยเจดีย์ มักพบกระจายตามพื้นและแหล่งที่มีน้ำชื้นแฉะ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

ประชาคมปลาและทรัพยากรประมง ประชาคมสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในมวลน้ำ ซึ่งหมายถึงสัตว์น้ำที่มักพบอาศัยอยู่ในน้ำและตามพื้นของแพรกหรือลำคลองป่าชายเลน โดยพบว่าบริเวณลุ่มน้ำตรังยังคงเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์น้ำหลากหลายกลุ่ม โดยปลาเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด พบรวม 93 ชนิด จาก 34 วงศ์ปลาบู่ (Gobiidae) เป็นกลุ่มปลาที่พบชุกชุมมากและมีความหลากหลายของชนิดมากถึง 31 ชนิด สำหรับปลาที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ ปลาซิวข้าวสาร (*Oryzias javanicus*) เมื่อพิจารณาในแต่ละแม่น้ำพบว่า บริเวณลำคลองป่าชายเลน

ของแม่น้ำตรังมีปลา 58 ชนิด ชนิดที่ พบเด่น คือ ปลากระทุงแม่หม้าย (*Dermogenys siamensis*) และปลาปักเป้าเขียวประดำ (*Tetraodon nigroviridis*) ส่วนบริเวณแม่น้ำปะเหลียน พบปลา 54 ชนิด ชนิดที่พบเด่นคือ ปลาแป้นแก้วชนิดต่างๆ (*Ambassis spp.*) และปลาบู่ชนิดต่างๆ (*Acentrogobius spp.*) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

สำหรับกลุ่มสัตว์น้ำอื่น ๆ ในลำคลองป่าชายเลนที่เป็นสัตว์กลุ่มไม่มีกระดูกสันหลัง พบทั้งหมด 5 ไฟลัม ได้แก่ กลุ่มไส้เดือนทะเล (Annelida: Polycheata) กลุ่มกุ้งปูและกั้ง (Arthopoda: Crustacea) กลุ่มดอกไม้ทะเล (Cnidaria) กลุ่มดาวเปราะ (Echinodermata) และกลุ่มหอยชนิดต่าง ๆ (Mollusca) โดยสัตว์กลุ่มกั้งปูและกั้งจัดเป็นสัตว์กลุ่มเด่น พบมีความชุกชุมตัวมากถึงร้อยละ 99 ของจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้งหมด โดยร้อยละ 90 เป็นกุ้งคาริเดียน (Caridean shirmps) กลุ่มกุ้งฝอยน้ำจืด (*Caridina propinqua, Leptocarpus potamicus* และ *Macrobrachium equidens*) ซึ่งสามารถพบได้ทั่วไป นอกจากนี้ ยังพบกุ้งทะเลเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ เช่น กุ้งแชบ๊วย (*Penaeus merguiensis*) กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) กุ้งกุลาลาย (*Penaeus semisulcatus*) และกุ้งตะกาดชนิดต่าง ๆ (*Metapenaeus spp.*) โดยกุ้งแชบ๊วยและกุ้งตะกาดสามารถพบได้โดยทั่วไปบริเวณลุ่มน้ำตรัง ซึ่งกุ้งทะเลทั้งหมดที่พบเป็นกุ้งในระยะที่ยังไม่สมบูรณ์เพศ นอกจากนี้ยังพบกั้งทะเลและลูกแมงดาทะเลกระจายทั่วไปบริเวณลุ่มน้ำอีกด้วย (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

นอกจากนี้ ระบบนิเวศป่าชายเลนยังมีสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น แมลง นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยพบว่าแมลงในป่าชายเลนที่พบในเวลากลางวัน พบรวม 82 ชนิด จาก 40 วงศ์ ใน 9 อันดับ โดยแมลงกลุ่มผึ้ง ต่อ แตน และมด เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางชนิดมากที่สุด ส่วนแมลงซึ่งออกหากินในเวลากลางคืน พบรวม 92 ชนิด จาก 24 วงศ์ ใน 7 อันดับ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผีเสื้อกลางคืน นกในป่าชายเลนมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงทั้งชนิดพันธุ์และจำนวน ซึ่งพบรวม 54 ชนิด จาก 41 สกุล 28 วงศ์ ใน 11 อันดับ ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มนกกระสา ได้แก่ นกยางรอกพันธุ์จีน (*Ardeola bacchus*) นกยางเขียว (*Butorides striata*) นกยางโทนน้อย (*Mesophoyx intermedia*) นกยางโทนใหญ่ (*Casmerodius albus*) และนกยางเปีย (*Egretta garzetta*) กลุ่มนกตีนเทียน นกอีก๋อย ได้แก่ นกหัวโต-ทรายเล็ก (*Charadrius mongolus*) นกเด้าดิน *(Actitis hypoleucos*) นกอีก๋อยเล็ก (*Numenius phaeopus*) และนกอีก๋อยใหญ่ (*Numenius arquata*) และกลุ่มนกตะขาบ เช่น นกกินเปี้ยว (*Todiramphus chloris*) สัตว์เลื้อยคลานในป่าชายเลนที่พบบริเวณลุ่มน้ำตรัง คือ ตะกวดหลายชนิดและหลายขนาด ในบางพื้นที่พบตัวเหี้ย หรือในภาคใต้เรียกว่าตัวแลน (monitor

lizard) ขนาดใหญ่อยู่ทั่วไป และยังพบกลุ่มงูบกอาศัยทั่วไปในป่าชายเลน ได้แก่ งูพังกา งูปล้องทอง และงูเหลือม สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่าชายเลนที่พบในระบบนิเวศบริเวณลุ่มน้ำตรัง ได้แก่ ลิงแสม ค้างคาวกินผลไม้ หรือค้างคาวแม่ไก่ ค้างคาวกินแมลง และหนู (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542)

3.3.6 ลักษณะการใช้งานพื้นที่

การใช้งานพื้นที่ส่วนมากทำเกษตรกรรมปลูกพืชเศรษฐกิจ เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ข้าว และผักต่าง ๆ การทำโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เช่น โรงงานรมควันยาง สกัดน้ำมันปาล์ม ผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง การเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่ป่า พื้นที่ชุมชน และพื้นที่เมือง (ถนอม พูนวงศ์, 2560)

3.4 พื้นที่ศึกษาระดับเมือง : การพัฒนาเมืองกันตัง

เมืองกันตัง ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำตรัง ในอดีตเป็นเมืองท่าสำคัญแห่งหนึ่งของมหาสมุทรอินเดีย เป็นศูนย์กลางการคมนาคมทางน้ำ ในสมัยรัชกาลที่ 5 ปี พ.ศ. 2433 พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดีมารับตำแหน่งผู้ว่าราชการ ดำเนินการพัฒนาเมืองตรัง (กันตัง) โดยมีจุดมุ่งหมายเป็นเมืองค้าขาย (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

1) ส่งเสริมการเกษตรกรรม เริ่มต้นจากเกษตรและเลี้ยงสัตว์ในครัวเรือน และขยายเป็นเกษตรเพื่อการค้า โดยการจัดตลาดนัดค้าขายแลกเปลี่ยนในเมือง
2) การสร้างถนนและสะพาน เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้าขายกับต่างประเทศผ่านท่าเรือกันตัง
3) การก่อสร้างทางรถไฟสายใต้ โดยกำหนดให้มีทางแยกจากทุ่งสงมุ่งสู่ท่าเรือกันตัง (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544)

ปัจจุบันกันตังไม่ได้เปิดใช้บริการขนส่งสินค้าทางเรือแล้ว (สยามรัฐออนไลน์, 2564)

3.5 การตั้งถิ่นฐานของชุมชนและเมืองชายฝั่งทะเล

ปากแม่น้ำตรัง ตั้งอยู่บนคาบสมุทรมลายู ทำให้เป็นเมืองท่าทางผ่านในการติดต่อค้าขายของตะวันตกและเอเชียกลาง กับอินเดีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และจีน เมื่อประมาณพุทธศตวรรษที่ 8 เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ ตำแหน่งที่ตั้งอยู่ในเส้นทางลมที่ใช้เดินเรือสมัยโบราณ แม่น้ำขนาดกว้างทำให้เดินเรือได้สะดวก เส้นทางน้ำดั้งเดิมสามารถเชื่อมต่อไปยังฝั่งตะวันออกได้ และเป็นดินแดน

ที่มีทรัพยากรอุดมสมบูรณ์ทั้งแร่ธาตุ ของป่า และเครื่องเทศ (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) การขนถ่ายสินค้าผ่านคาบสมุทรมลายูทำให้บ้านเมืองเจริญก้าวหน้าจนประมาณพุทธศตวรรษที่ 12 มีอาณาจักรศรีวิชัยเป็นศูนย์กลางอำนาจทางเศรษฐกิจ การเมือง และศิลปวัฒนธรรมเป็นหลักฐานหลงเหลือมาจนปัจจุบัน ยกตัวอย่างเช่น หลักฐานการพบพระพิมพ์ดินดิบที่ถ้ำเขาสาย เขาปินะ อำเภอห้วยยอด และเขาวิเศษ อำเภอวังวิเศษ ซึ่งเป็นโบราณวัตถุชนิดหนึ่งในกลุ่มศิลปะศรีวิชัย ถ้ำเหล่านี้ล้วนอยู่ไม่ไกลจากแม่น้ำตรัง เป็นเครื่องยืนยันได้ว่ามีชุมชนเรียงรายอยู่ใกล้ลุ่มน้ำตรัง (ดีบุก เต็มมาศ, 2015)

สมัยรัตนโกสินทร์ในปี พ.ศ. 2345 เมืองตรังที่ควนธานีมีฐานะโดดเด่นทางการค้าอย่างมาก เพราะมีสินค้าที่ชาวต่างชาติต้องการ ได้แก่ ช้างและดีบุก และมีอีกฐานะสำคัญคือฐานทัพเรือเพื่อป้องกันข้าศึกและควบคุมหัวเมือง ต่อมาในสมัยรัชกาลที่ 5 พระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดีมารับตำแหน่งผู้ว่าราชการ และพัฒนาเมืองตรัง (กันตัง) โดยการวางผังเมือง ส่งเสริมเกษตรกรรม การสร้างถนน สะพาน ท่าเรือ และทางรถไฟสายใต้ (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานของชุมชนเมืองในปัจจุบัน และมีเป้าหมายในการพัฒนา “การท่องเที่ยวที่มีคุณภาพระดับโลก บนฐานความเข้มแข็งของภาคเกษตรและชุมชนอย่างยั่งยืน” (เทศบาลเมืองกันตัง, 2564)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
วิธีดำเนินการวิจัย

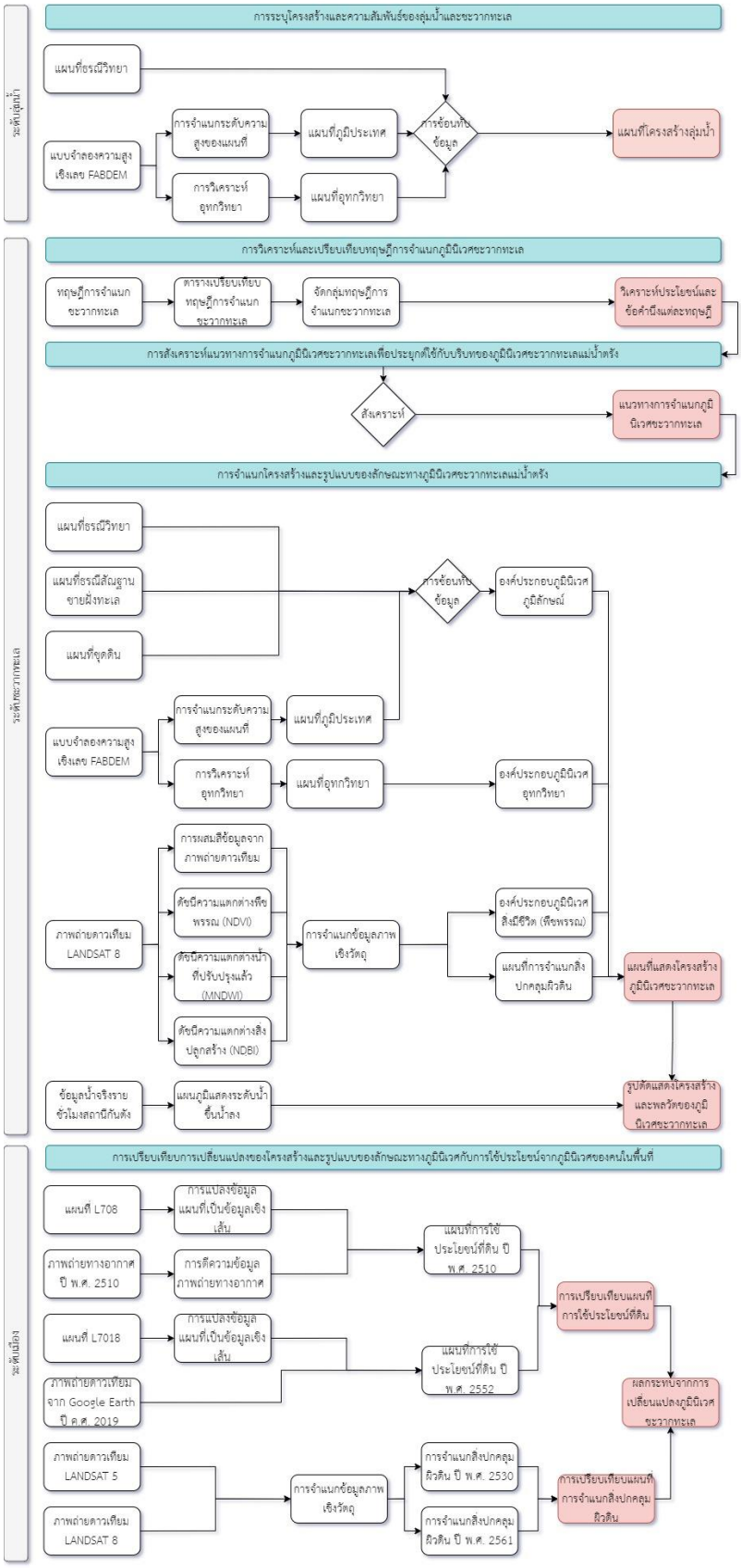
การศึกษาเพื่อวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะทางภูมินิเวศ และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล แบ่งการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง เพื่อทำความเข้าใจและเชื่อมโยงภูมินิเวศในหลากหลายระดับซึ่งจะมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแต่ละระดับต่างกัน โดยมีรายละเอียดวิธีการดังภาพที่ 28

1) ระดับลุ่มน้ำ การระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล เพื่อเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจชะวากทะเลในระบบลุ่มน้ำ

2) ระดับชะวากทะเล การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล การสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง และการจำแนกโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเพื่อความเข้าใจโครงสร้าง พลวัต และการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ซึ่งเกิดจากทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและมนุษย์

3) ระดับเมือง การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ เพื่อบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 28 แผนภาพวิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข

แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข หรือ แบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital elevation model : DEM) เป็นแบบจำลองข้อมูลระดับความสูงของพื้นผิวโลก โดยแสดงลักษณะทางภูมิศาสตร์ในรูปแบบดิจิทัล มักจะเก็บข้อมูลจากการรับรู้จากระยะไกลมากกว่าการสำรวจพื้นที่ และมักใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) (Balasubramanian, 2017) โดยในการวิจัยได้ใช้ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข FABDEM (Forest And Buildings removed Copernicus DEM) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำการเอาความสูงของป่าและสิ่งปลูกสร้างออกทำให้จำลองพื้นผิวโลกได้อย่างแม่นยำมากขึ้น โดยมีความละเอียด 30 เมตร (Hawker et al., 2022) เพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง และแสดงรูปตัดภูมินิเวศชะวากทะเล

4.1.2 ข้อมูลแผนที่

แผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2505-2506 (กรมแผนที่ทหาร, 2505-2506) และแผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2552 (กรมแผนที่ทหาร, 2552) เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดินภูมินิเวศชะวากทะเล

4.1.3 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อการจำแนก เปรียบเทียบ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT ซึ่งเข้าถึงได้ง่ายและไม่เสียค่าใช้จ่าย ประกอบด้วย ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) (USGS, 1987) และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) (USGS, 2018a) โดยมีความแตกต่างของความยาวคลื่นและความละเอียดภาพดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลความยาวคลื่นและความละเอียดภาพของดาวเทียม LANDSAT-5 และ LANDSAT-8 ที่มา USGS (2018b)

Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM)			Landsat 8-9 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)		
Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
1 - Blue	0.45-0.52	30	1 - Coastal aerosol	0.43-0.45	30
2 - Green	0.52-0.60	30	2 – Blue	0.45-0.51	30
3 - Red	0.63-0.69	30	3 – Green	0.53-0.59	30
4 - NIR	0.76-0.90	30	4 - Red	0.64-0.67	30
5 - SWIR 1	1.55-1.75	30	5 - NIR	0.85-0.88	30
6 - Thermal	10.40-12.50	120 (30)	6 - SWIR 1	1.57-1.65	30
7 - SWIR 2	2.08-2.35	30	7 - SWIR 2	2.11-2.29	30
			8 - Panchromatic	0.50-0.68	15
			9 - Cirrus	1.36-1.38	30
			10 - TIRS 1	10.6-11.19	100
			11 - TIRS 2	11.50-12.51	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ซึ่งเป็นการรวบรวมภาพถ่ายดาวเทียมจากหลากหลายแหล่งที่มาต่อกันเป็นภาพใหญ่ เป็นข้อมูลที่เข้าถึงได้ง่าย ไม่เสียค่าใช้จ่าย และเป็นปัจจุบัน (Gorelick et al., 2017) โดยในการวิจัยนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562) ซึ่งใกล้เคียงกับข้อมูลชุดอื่น เพื่อใช้ในการอ้างอิงและตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 (กรมแผนที่ทหาร, 2510) เพื่อใช้ในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2517 (กรมแผนที่ทหาร, 2517) พ.ศ. 2538 (กรมแผนที่ทหาร, 2538) พ.ศ. 2542 (กรมแผนที่ทหาร, 2542) เพื่ออ้างอิงและ

ตรวจสอบความถูกต้องในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และอธิบายการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเล

4.1.4 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลด้านอุทกวิทยาของชะวากทะเล ได้แก่ ข้อมูลน้ำจริงรายชั่วโมงสถานีกันตัง ปี พ.ศ. 2560-2561 (กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ, 2560-2561) โดยจัดทำเป็นแผนภูมิระดับน้ำขึ้นน้ำลงของพื้นที่ เพื่อแสดงถึงพลวัตของภูมินิเวศชะวากทะเล

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โปรแกรม ArcMap (ESRI, n.d.) ในการจัดการชั้นข้อมูลด้วยวิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข การแปลงข้อมูลแผนที่เป็นข้อมูลเชิงเส้น การผสมสีและดัชนีความแตกต่างจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การตีความข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และโปรแกรม eCognition (Trimble Geospatial, n.d.) ในการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT

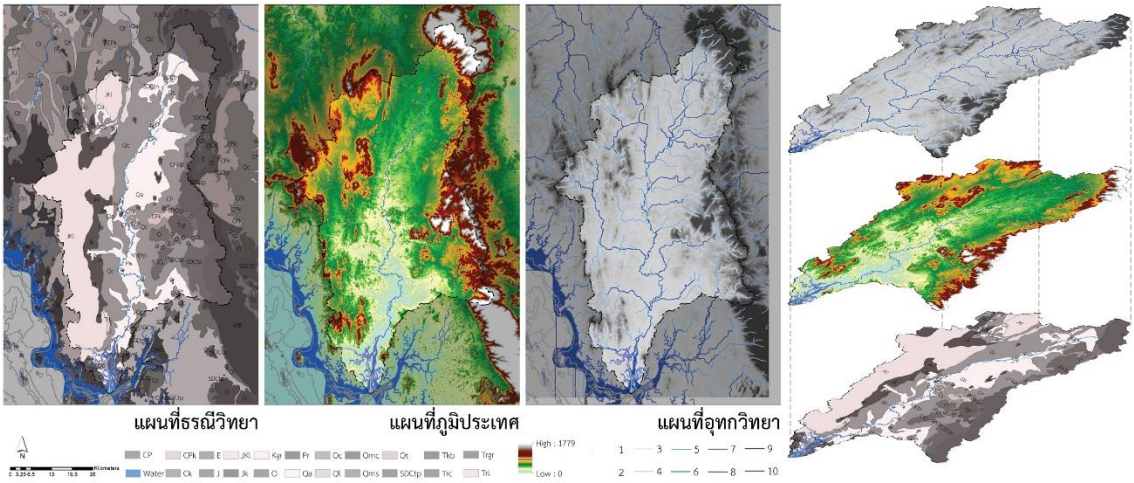
4.3 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่

4.3.1 ระดับลุ่มน้ำ

การระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล

จากทฤษฎีองค์ประกอบปัจจัยการเกิดแผ่นดิน (Land-forming factors) ใช้องค์ประกอบทางกายภาพเพื่อระบุโครงสร้างของลุ่มน้ำตรัง ประกอบด้วย ปัจจัยทางธรณีวิทยา ปัจจัยทางภูมิประเทศ และปัจจัยทางอุทกวิทยา ทำการจัดการชั้นข้อมูลด้วยวิธีซ้อนทับชั้นข้อมูล โดยใช้ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา และข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข FABDEM ทำการจำแนกระดับความสูงของพื้นที่เป็นแผนที่ภูมิประเทศ และทำการวิเคราะห์อุทกวิทยาเพื่อทำแผนที่อุทกวิทยา



ภาพที่ 29 แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่อุทกวิทยา นำไปซ้อนทับชั้นข้อมูลดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

4.3.2 ระดับชะวากทะเล

การทำความเข้าใจโครงสร้างของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล 2) การสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง และ 3) การจำแนกโครงสร้างของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

4.3.2.1 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล

การจำแนกชะวากทะเลเป็นเครื่องมือในการจัดการทรัพยากรชายฝั่งและทะเล เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง จำนวนประชากร การเปลี่ยนแปลงและผลกระทบเกิดขึ้นในระบบนิเวศชะวากทะเลทั่วโลก (Kennish, 1986) เพื่อที่จะค้นหาแนวทางการรักษาและจัดการชะวากทะเล จึงจำแนกที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในชะวากทะเลและสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยการซ้อนทับข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ และมนุษย์ (McHarg, 1992; Ndubisi, 2002) สามารถจัดกลุ่มเป็น แนวทางการจำแนกโดยโครงสร้าง แนวทางการจำแนกโดยกระบวนการ แนวทางการจำแนกโดยปัญหา ดังตารางที่ 4

วิธีการจำแนกแต่ละแบบเพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จำแนกโดยกรอบแนวคิดภูมินิเวศเป็นพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การวางแผนการจัดการภูมินิเวศชะวากทะเล จึงใช้แนวทางการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินและที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

ในชะวากทะเล โดย The National Estuarine Research Reserve System (NERRS) (Kutcher et al., 2008) และมีการปรับเพิ่มเติมรายละเอียดเพื่อให้เข้ากับบริบทประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศเขตร้อนจะมีข้อคำนึงถึงเพิ่มเติม ดังนี้

1) พลวัตและฤดูกาล หรือ อุทกพลวัต ส่งผลอย่างมากต่อความเค็มและความอุดมสมบูรณ์ (Day Jr. et al., 1989; Donald S. McLusky, 1989; Wolanski & McLusky, 2011)
2) ป่าไม้และรายละเอียดชนิดพืชพรรณ (Hoanh, Szuster, Kam, Ismail, & Noble, 2010)
3) ความหลากหลายและพันธุ์สิ่งมีชีวิต เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา (Hoanh et al., 2010)

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล
ที่มา Anderson J. R. (1976); Burgess et al. (2004); Cowardin (1979); Hume, Snelder, Weatherhead, and Liefting (2007); Kutcher et al. (2008)

ปี ค.ศ.	ชื่อ	เป้าหมาย	โครงสร้าง	ต้นกำเนิด	ประโยชน์	ข้อคำนึง	การจัดกลุ่ม
1979	Cowardin et al.	อธิบายถิ่นที่อยู่อาศัยทางนิเวศ	ลำดับขั้น	The U.S . Fish and Wildlife Service, USA	เป็นแนวคิดพื้นฐานในการจำแนก และนำไปสู่การจำแนกรูปแบบอื่น	1) ต้องมีการเก็บข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ 2) ต้องพัฒนาเพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่และวัตถุประสงค์	จำแนกโดยโครงสร้าง
1976	Anderson et al.	จำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินโดยเครื่องมือการรับรู้ระยะไกล	ลำดับขั้น	the U.S. Geological Survey (U.S.G.S.), USA	เป็นแนวคิดพื้นฐานในการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน และได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย	1) ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือการรับรู้ระยะไกล 2) เป็นแนวทางการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินแบบภาพรวม ไม่เฉพาะเจาะจงพื้นที่	จำแนกโดยโครงสร้าง
2004	Classification Framework for Coastal Systems (Burgess et al., 2004)	วินิจฉัยสาเหตุของการเสื่อมโทรมทางชีวภาพ	หลากหลายตัวแปรและไม่ลำดับขั้น	EPA, USA	สามารถบ่งชี้ปัญหาได้อย่างเฉพาะเจาะจง	1) ต้องการรายละเอียดของข้อมูลทางสถิติมาก 2) ใช้ความเชี่ยวชาญในการเก็บข้อมูลและการจำแนก	จำแนกโดยปัญหา
2007	Estuary Environment Classification (Hume et al., 2007)	เพื่อจำแนกชะวากทะเลในประเทศนิวซีแลนด์	ลำดับขั้น	NIWA, New Zealand	1) สามารถประยุกต์ใช้ได้หลายระดับพื้นที่ 2) เป็นตัวอย่างที่ดีของการจำแนกความหลากหลายชะวากทะเล	1) ต้องการข้อมูลหลายระดับพื้นที่ 2) ความซับซ้อนในการจำแนกเนื่องจากใช้กระบวนการ	จำแนกโดยกระบวนการ
2008	Kutcher et al.	สร้างมาตรฐานถิ่นที่อยู่อาศัยเพื่อการเก็บข้อมูลและทำแผนที่พื้นที่ชายฝั่ง	ลำดับขั้นและไม่ลำดับขั้น	NERRS, Coastal Zone Management Act, USA	1) ผสมผสานระบบการจำแนกที่ได้รับการยอมรับของ Cowardin (1979) และ Anderson (1976) 2) ระบบในการเก็บข้อมูลสามารถใช้ได้จริง	1) ระบบทั้งสองแยกกันอย่างชัดเจน 2) ในการเก็บข้อมูลต้องใช้ความเชี่ยวชาญมาก	จำแนกโดยโครงสร้าง

4.3.2.2 การสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

ภูมินิเวศ ประกอบด้วยโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง (Richard T. T. Forman & Godron, 1986) โดยสามารถแจกแจงโครงสร้างโดยการเรียงตัวแบบซ้อนทับ (McHarg, 1992; Ndubisi, 2002) ซึ่งตามทฤษฎีภูมินิเวศประกอบด้วย องค์ประกอบทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ ดิน อุทกวิทยา ภูมิอากาศ พืชพรรณ สัตว์ป่า และองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรม (Isaak Samuel Zonneveld, 1995) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการจัดกลุ่มองค์ประกอบเพื่อนำไปสู่การจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล ได้แก่ ธรณีสัณฐาน อุทกวิทยา สิ่งมีชีวิต และสิ่งปกคลุมผิวดิน เพื่อเชื่อมโยงกับแนวทางการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินและที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในชะวากทะเล โดย NERRS (Kutcher et al., 2008) สังเคราะห์เป็นแนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ดังภาพที่ 30 โดยใช้เครื่องมือรับรู้ระยะไกล ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และวิธีการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมผิวดินด้วยการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ

ภูมินิเวศชะวากทะเล จำแนกเป็น 3 โครงสร้างหลัก (Kutcher et al., 2008)

1) สิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (Cultural Land Cover : CLC)
2) ถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (Estuarine Habitats : EH) ประกอบด้วย พื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Subtidal Estuary) และพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง (Intertidal Estuary)
3) ถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (Upland Habitats : UH)

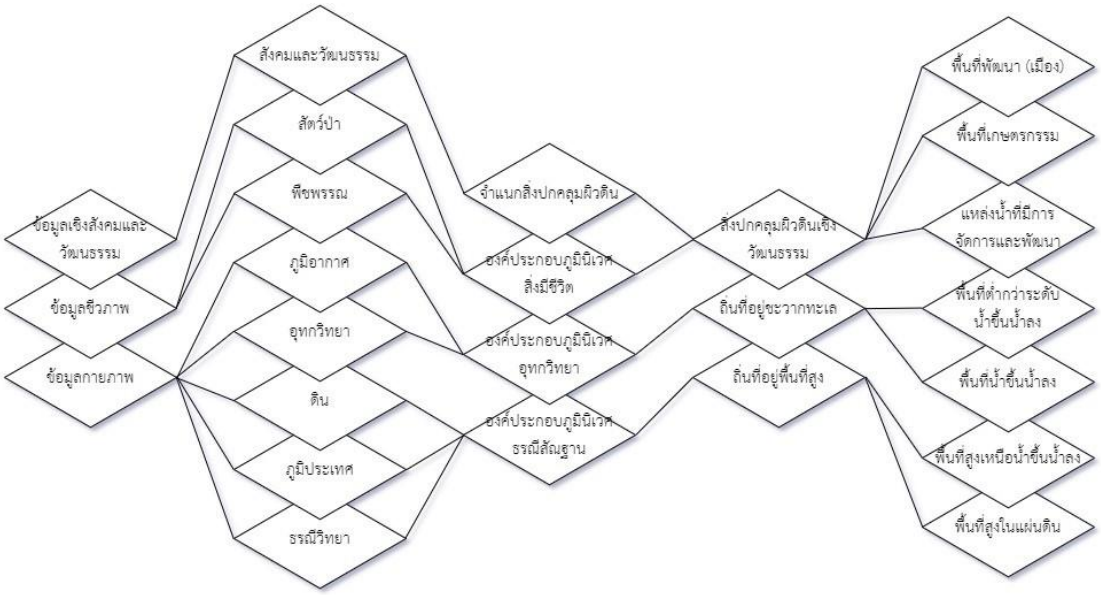
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล สามารถดำเนินการโดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ ธรณีวิทยา ภูมิประเทศ และดิน ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบทางธรณีสัณฐาน จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่สูงเหนือน้ำขึ้นน้ำลง (Supratidal Upland) และพื้นที่สูงในแผ่นดิน (Inland Upland)
2) ข้อมูลอุทกวิทยาและภูมิอากาศ ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบภูมินิเวศทางอุทกวิทยา จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล
3) ข้อมูลทางชีวภาพ ได้แก่ พืชพรรณและสัตว์ป่า ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบภูมินิเวศทางสิ่งมีชีวิต ประกอบกับข้อมูลเชิงสังคมและวัฒนธรรมเพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ได้เป็นโครงสร้างสิ่งปกคลุมผิวดิน

เชิงวัฒนธรรม ได้แก่ พื้นที่พัฒนา (เมือง) (Developed Upland) พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Upland) และพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา (Developed and Managed Wetlands and Water)

การจำแนกโครงสร้างเหล่านี้มีเงื่อนไขที่สำคัญของชะวากทะเลคือ อุทกพลวัต (Hydrodynamic) (Day Jr. et al., 1989) เป็นตัวกำหนดโครงสร้างที่ทำให้เกิดคุณค่าและความหลากหลายของชะวากทะเล



ภาพที่ 30 แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

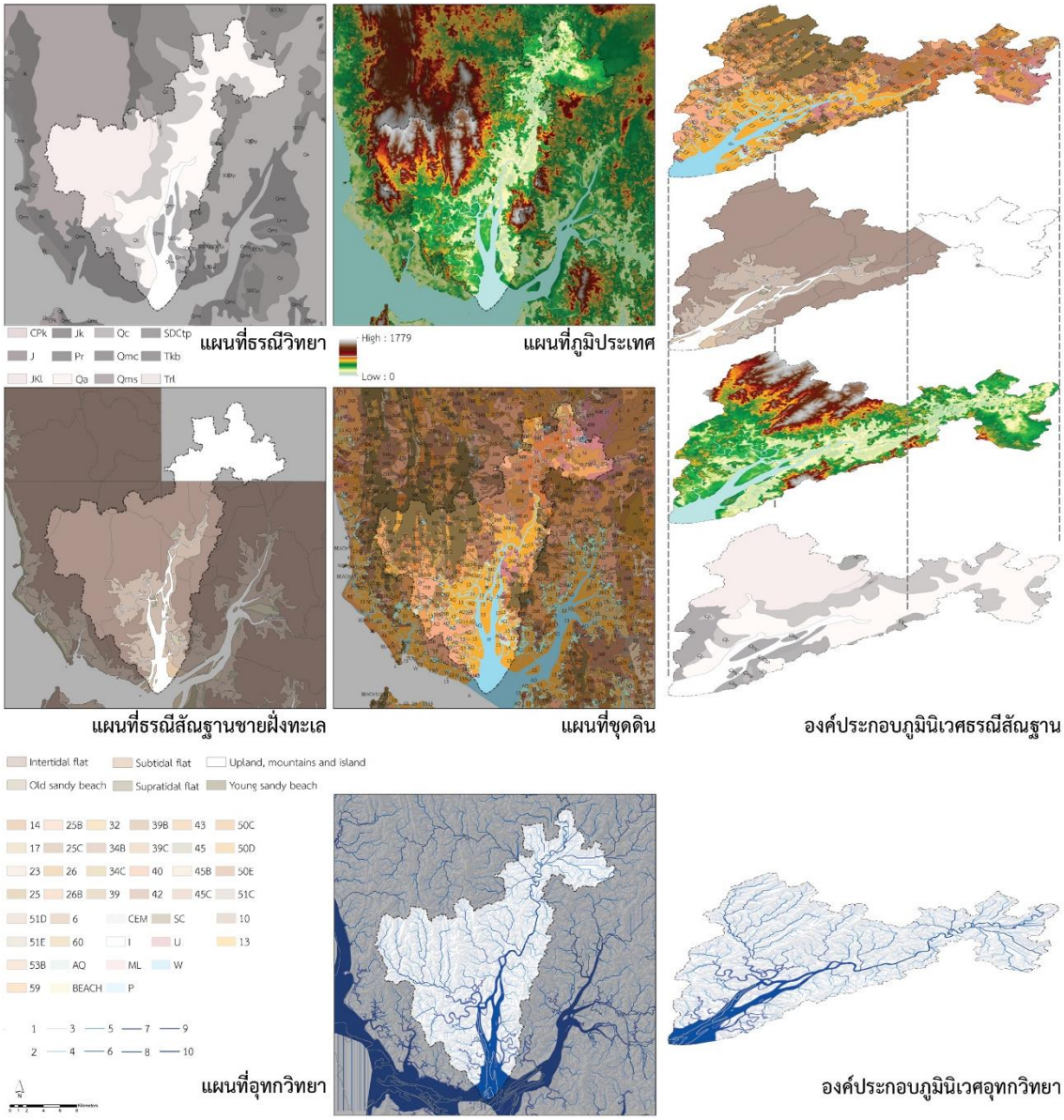
ดัดแปลงจาก McHarg (1992); Ndubisi (2002) และ Kutcher et al. (2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2.3 การจำแนกโครงสร้างของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

จากแนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังภาพที่ 30 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังสามารถจำแนกโครงสร้างเป็น 3 โครงสร้างหลัก ได้แก่ สิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (CLC) ถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (EH) และถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (UH) โดยมีรายละเอียดวิธีการจัดการข้อมูล ดังต่อไปนี้

ข้อมูลกายภาพ ได้แก่ แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล แผนที่ชุดดิน แผนที่ภูมิประเทศและแผนที่อุทกวิทยา ซึ่งได้จากการจำแนกระดับความสูงของพื้นที่ และการวิเคราะห์อุทกวิทยา โดยใช้ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข FABDEM มาซ้อนทับชั้นข้อมูลเป็นองค์ประกอบภูมินิเวศธรณีสัณฐาน และองค์ประกอบภูมินิเวศอุทกวิทยา



ภาพที่ 31 แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล แผนที่ชุดดิน และแผนที่อุทกวิทยา นำไปซ้อนทับชั้นข้อมูล

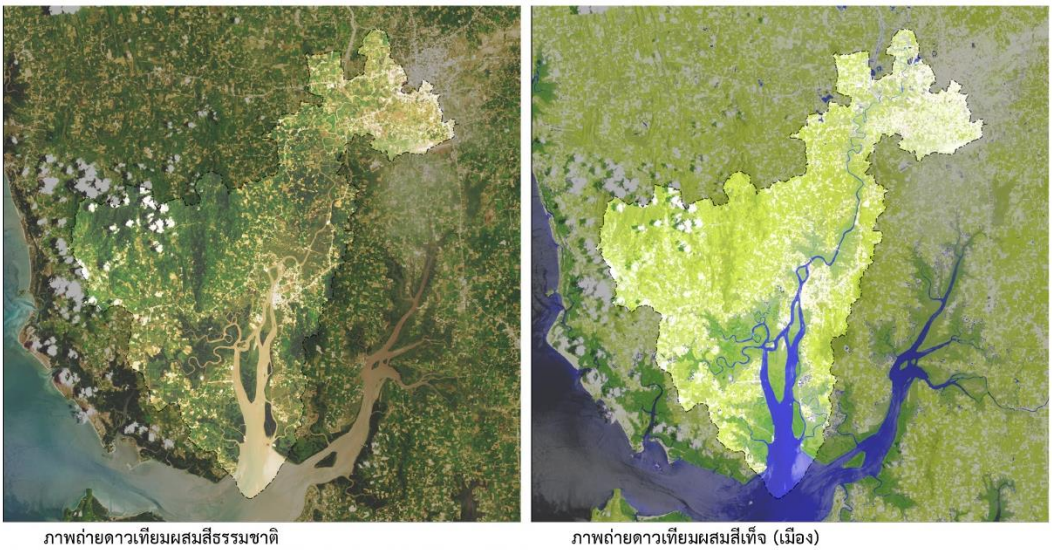
ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) กรมทรัพยากรธรณี (2545) กรมพัฒนาที่ดิน (2554) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

ข้อมูลชีวภาพ และข้อมูลเชิงสังคมและวัฒนธรรม ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) ทำการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ เป็นองค์ประกอบภูมินิเวศสิ่งมีชีวิต และการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

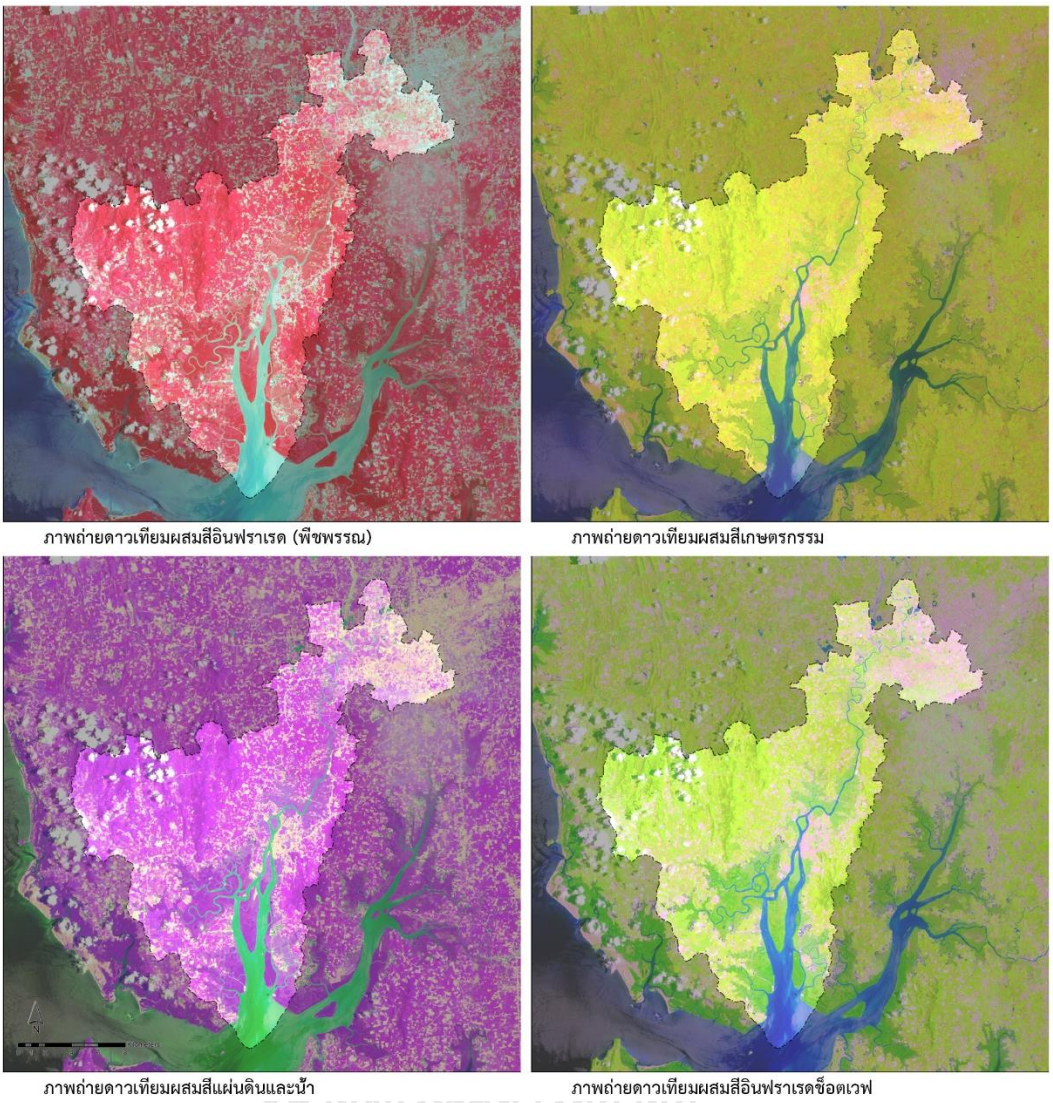
1) การผสมสีข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อช่วยในการตีความภาพด้วยสายตาสำหรับการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ โดยสามารถผสมสีเพื่อเน้นสิ่งปกคลุมผิวดินแต่ละประเภท ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การผสมสีแบนด์จากภาพถ่ายดาวเทียม
ที่มา Butler (2013)

Landsat 8 Band Combinations	Bands Number (RGB)
Natural Color	4 3 2
False Color (Urban)	7 6 4
Color Infrared (Vegetation)	5 4 3
Agriculture	6 5 2
Atmospheric Penetration	7 6 5
Healthy Vegetation	5 6 2
Land/Water	5 6 4
Natural With Atmospheric Removal	7 5 3
Shortwave Infrared	7 5 4
Vegetation Analysis	6 5 4



ภาพที่ 32 การผสมสีธรรมชาติและผสมสีเท็จ (เมือง) ของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)



ภาพที่ 33 การผสมสีเท็จ ของพืชพรรณ เกษตรกรรม แผ่นดินและน้ำ และพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

2) การหาดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) ดัชนีความแตกต่างน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (MNDWI) และดัชนีความแตกต่างสิ่งก่อสร้าง (NDBI) ทำให้สามารถจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินพืชพรรณ น้ำ และสิ่งก่อสร้างได้อย่างชัดเจน (Kshetri, 2018) โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมคำนวณด้วยสูตรดังต่อไปนี้

NDVI = (NIR – Red) / (NIR + Red)

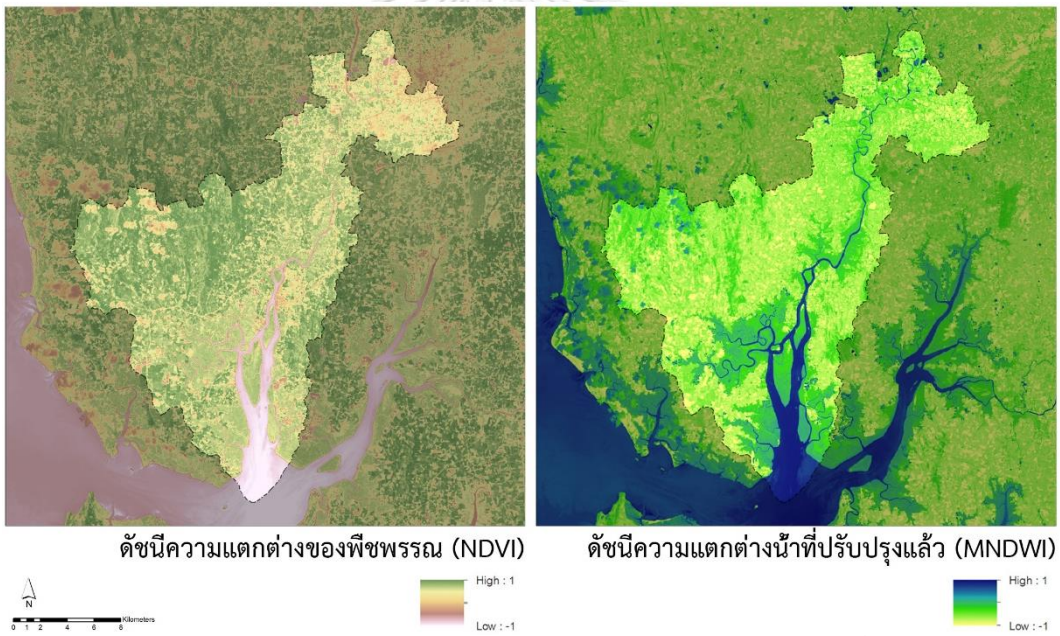
ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทน้ำจะมีค่า -1 ถึง 0 และสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทพืชพรรณจะมีค่า 0 ถึง 1 หากค่ายิ่งใกล้ 1 พืชพรรณจะยิ่งหนาแน่น

MNDWI = (Green – SWIR) / (Green + SWIR)

ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทน้ำจะมีค่า 0 ถึง 1 และสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทอื่นจะมีค่า -1 ถึง 0

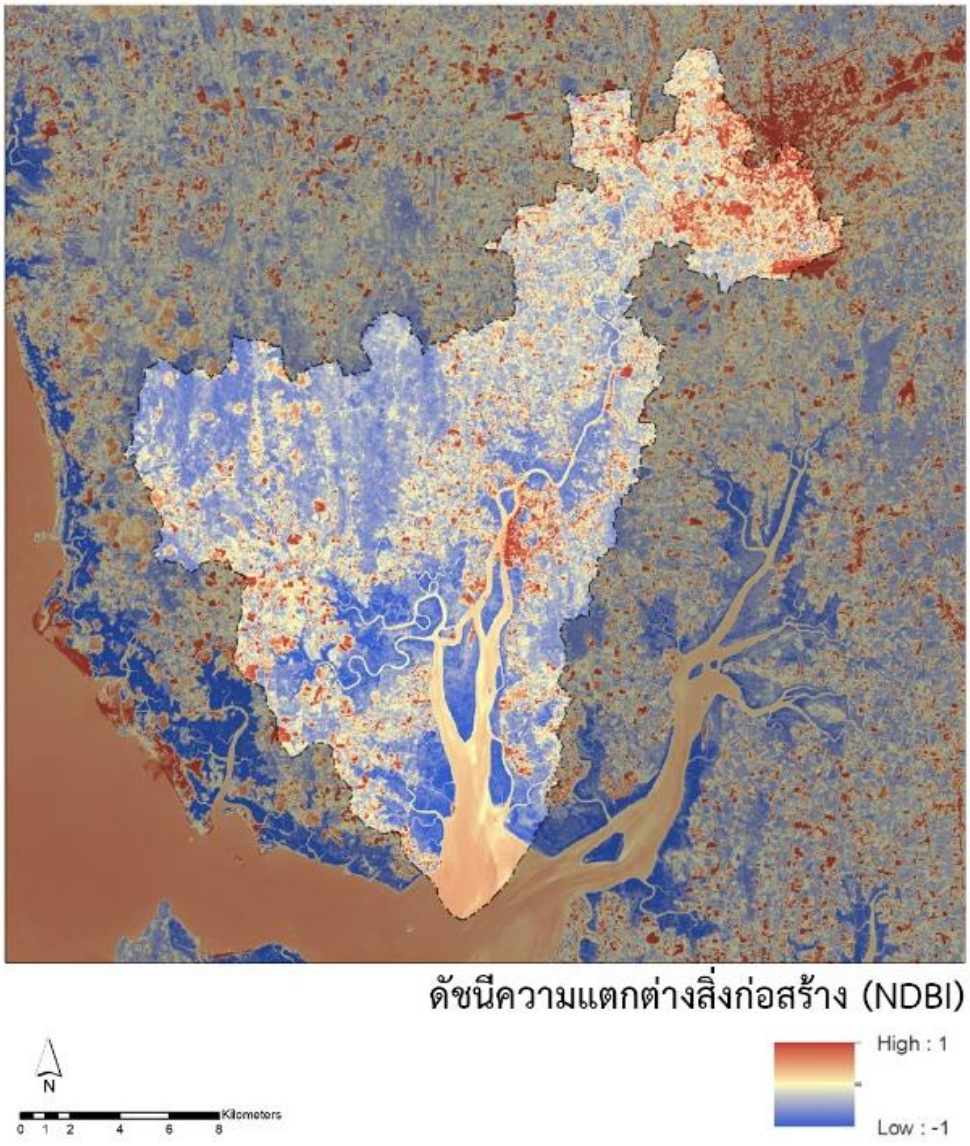
NDBI = (SWIR – NIR) / (SWIR + NIR)

ค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทน้ำจะมีค่า -1 ถึง 0 และสิ่งปกคลุมผิวดินประเภทสิ่งก่อสร้างจะมีค่า 0 ถึง 1



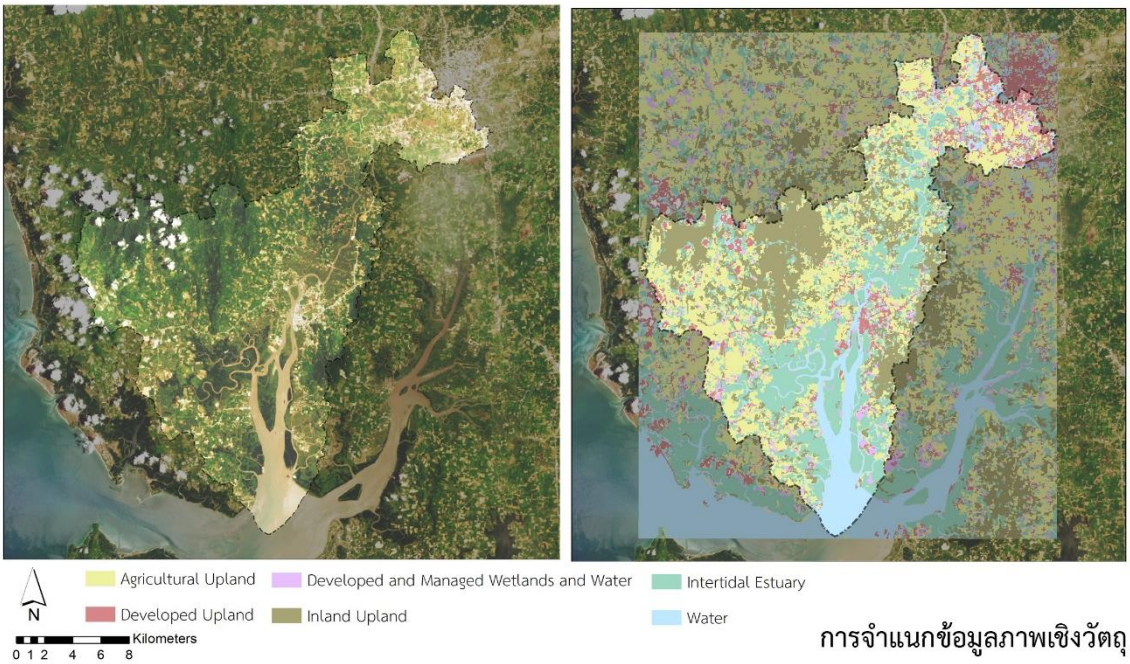
ภาพที่ 34 ดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) และดัชนีความแตกต่างน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (MNDWI) ของพื้นที่ศึกษาระดับชะวากทะเล

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)



ภาพที่ 35 ดัชนีความแตกต่างสิ่งก่อสร้าง (NDBI)
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

3) การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ ด้วยโปรแกรม eCognition (Trimble Geospatial, n.d.) จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT เพื่อจำแนกองค์ประกอบภูมินิเวศสิ่งมีชีวิต และการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยอ้างอิงจากการตีความภาพด้วยสายตาจากการผสมสีข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในขั้นตอนที่ 1 และการหาดัชนีความแตกต่างของข้อมูลเชิงคลื่นจากภาพถ่ายดาวเทียมในขั้นตอนที่ 2



ภาพที่ 36 การจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

จากการซ้อนทับข้อมูลและจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุตามกระบวนการข้างต้น (ภาพที่ 30) ได้เป็นแผนที่องค์ประกอบซึ่งนำไปใช้ในการจำแนกโครงสร้างได้ดังนี้

- องค์ประกอบทางธรณีสัณฐาน จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่สูงเหนือน้ำขึ้นน้ำลง และพื้นที่สูงในแผ่นดิน
- องค์ประกอบภูมินิเวศทางอุทกวิทยา จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล ประกอบด้วย พื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง และพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง
- องค์ประกอบภูมินิเวศทางสิ่งมีชีวิตประกอบกับข้อมูลเชิงสังคมและวัฒนธรรมจำแนกได้เป็นโครงสร้างสิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม ได้แก่ พื้นที่พัฒนา (เมือง) พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา

ผลที่ได้จากการจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศสามารถนำไปใช้วิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป

4.3.3 ระดับเมือง

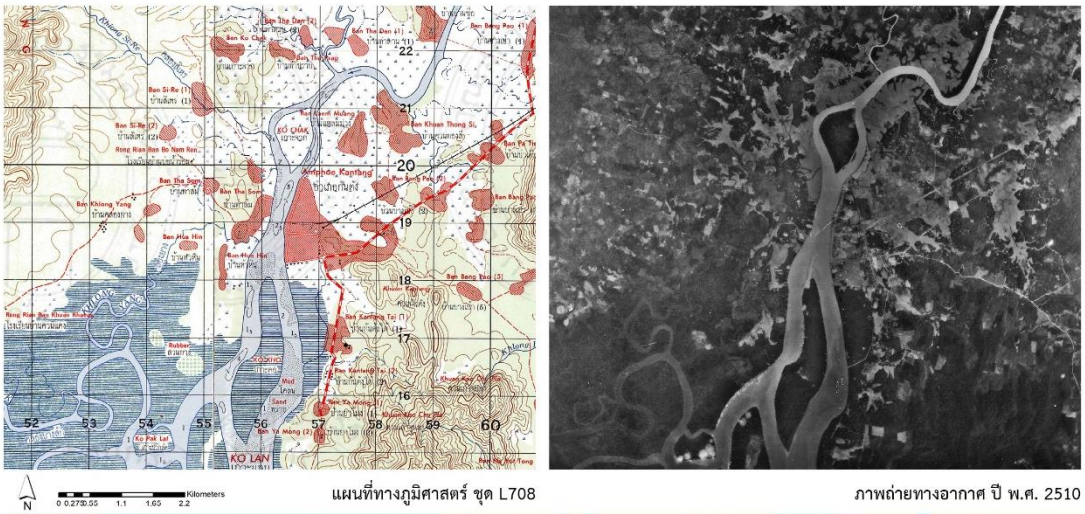
การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่

เมืองเป็นพื้นที่มนุษย์อยู่อย่างหนาแน่น ใช้งานและเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศชะวากทะเล ดังนั้นการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบภูมินิเวศชะวากทะเลจึงกำหนดขอบเขตโดยพื้นที่เมือง โดยวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลในอดีตและปัจจุบัน โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูล 2 รูปแบบ ได้แก่

1) แผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L708 ปี พ.ศ. 2505-2506 เปรียบเทียบกับแผนที่ทางภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2552 โดยอ้างอิงและตรวจสอบความถูกต้องจากการตีความภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 และภาพถ่ายดาวเทียมจาก Google Earth ปี ค.ศ. 2019 (พ.ศ. 2562)
2) การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) เปรียบเทียบกับการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) โดยใช้การผสมสีข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม การหาดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (NDVI) ดัชนีความแตกต่างน้ำที่ปรับปรุงแล้ว (MNDWI) และดัชนีความแตกต่างสิ่งก่อสร้าง (NDBI) เพื่อช่วยในการตีความภาพด้วยสายตา

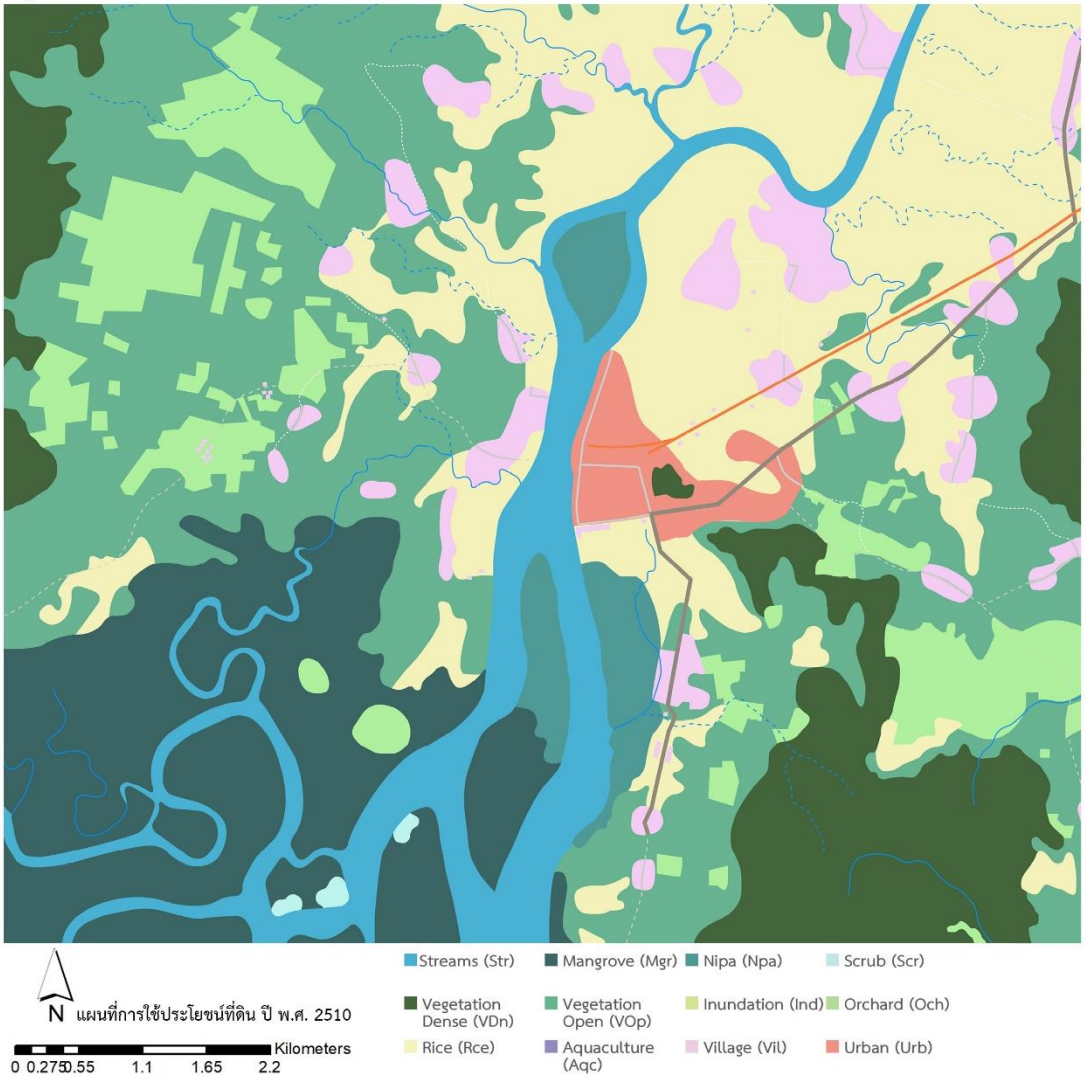
ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่นำไปใช้วิเคราะห์ในรูปแบบตาราง แผนภูมิวงกลม และแผนภาพเพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



แผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด L708

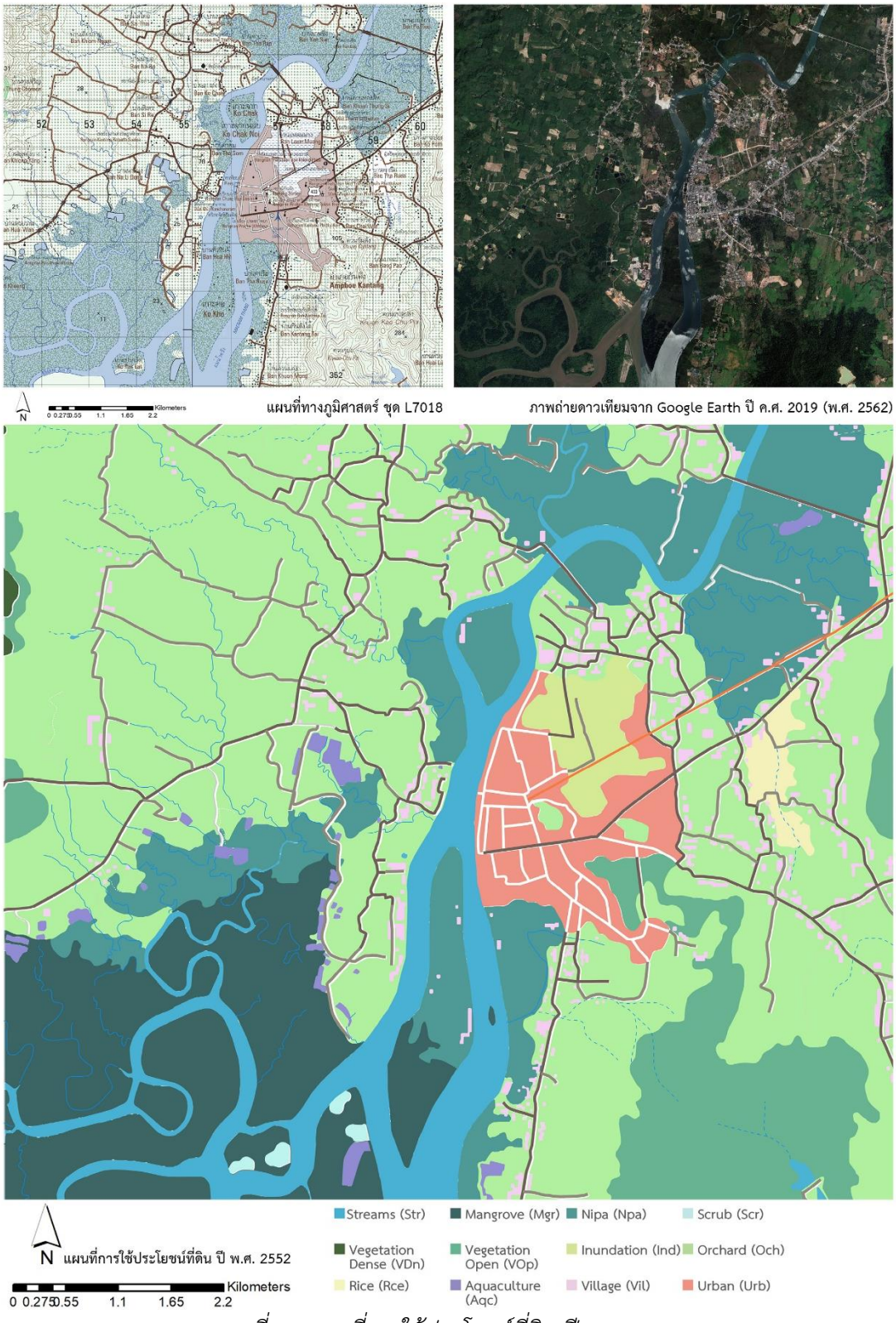
ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510



ภาพที่ 37 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2510

สร้างจากข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2505-2506)

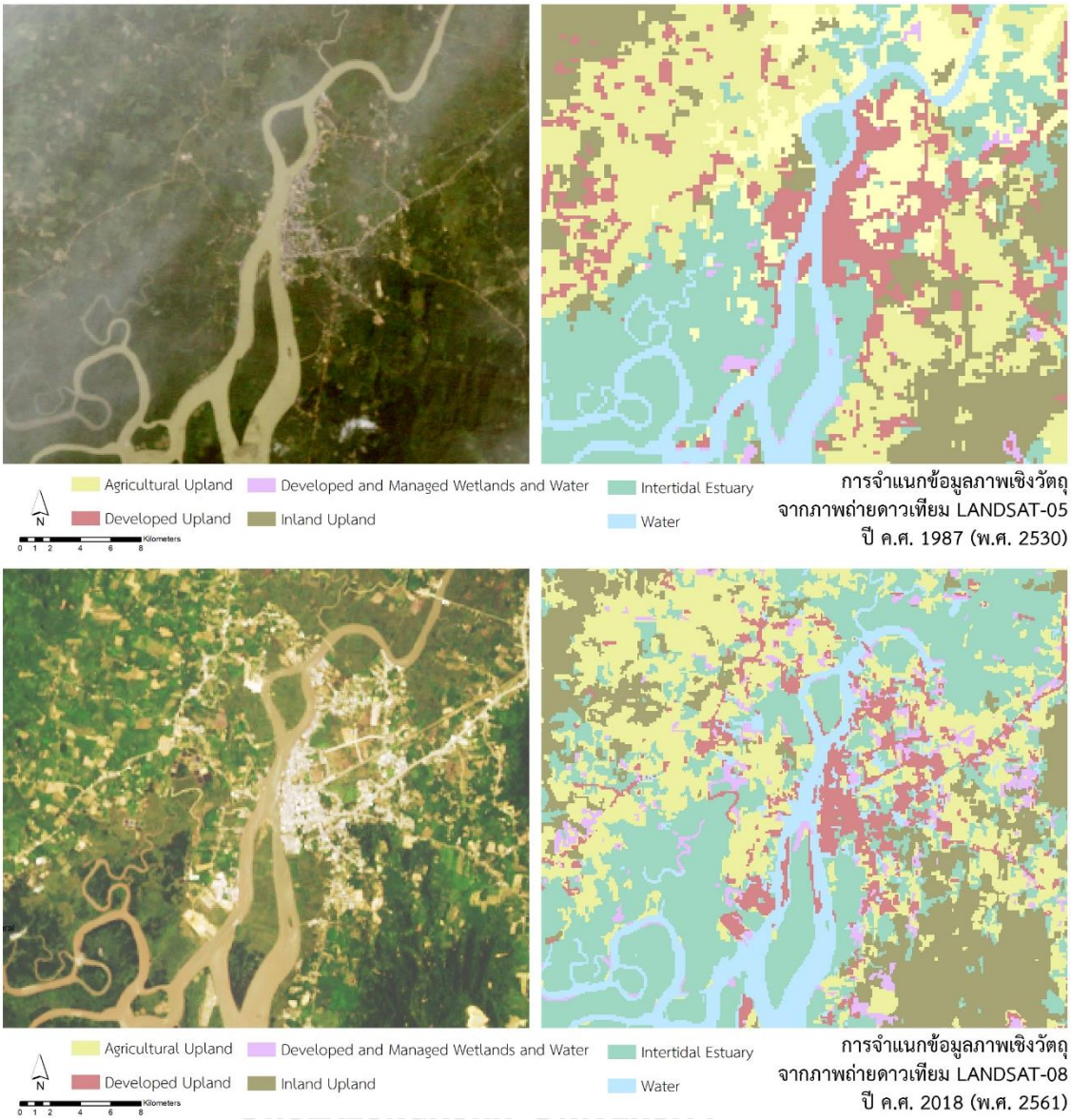
และข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, 2510)



ภาพที่ 38 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552

สร้างจากข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2552)

และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Google Earth, 2019)



ภาพที่ 39 การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลภาพเชิงวัตถุ จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 และภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 1987, 2018a)

บทที่ 5
ผลการวิจัย

จากวิธีดำเนินการวิจัย ได้แสดงผลการวิจัยเป็น 3 ระดับพื้นที่ ประกอบด้วย

1) ระดับลุ่มน้ำ แสดงผลการระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล เพื่ออธิบายโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบลุ่มน้ำ

2) ระดับชะวากทะเล แสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเล และผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่ออธิบายโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ พลวัตและการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ซึ่งเกิดจากทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและมนุษย์

3) ระดับเมือง แสดงผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ และบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงของภูมินิเวศและการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

5.1 ระดับลุ่มน้ำ

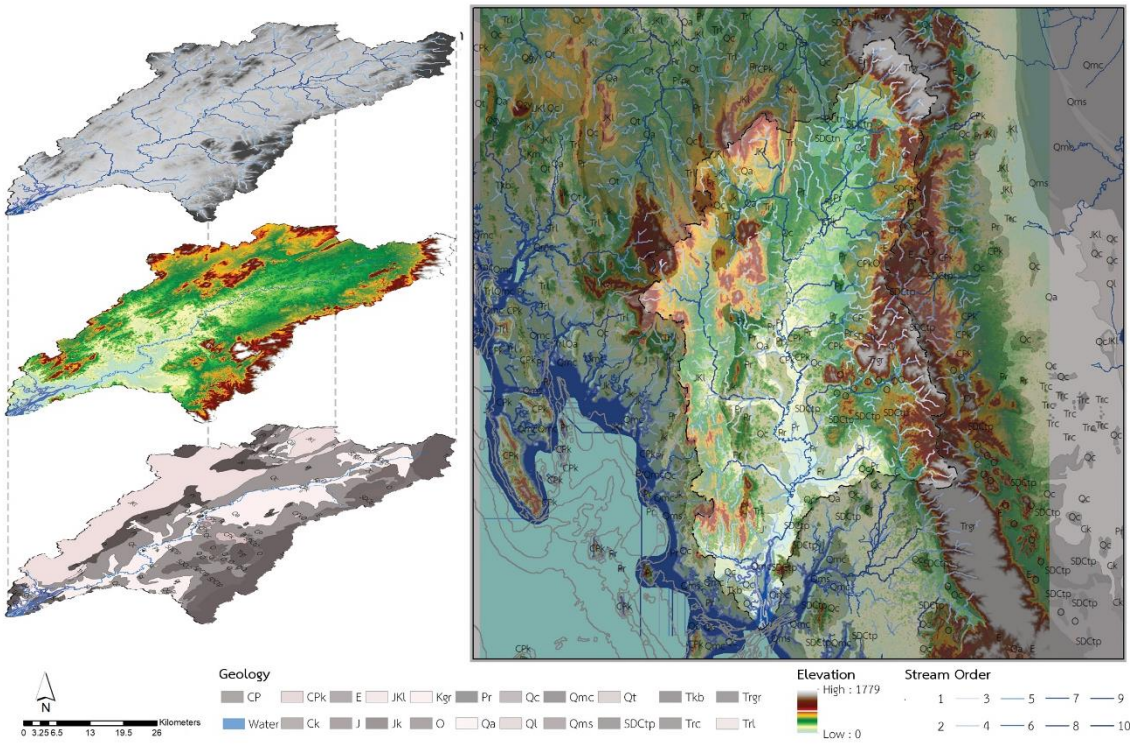
ผลการระบุโครงสร้างและความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล

จากวิธีซ้อนทับกันของข้อมูลด้วยแผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่อุทกวิทยา ทำให้สามารถระบุโครงสร้างของลุ่มน้ำตรังโดยจำแนกพื้นที่เป็น 3 ส่วนตามระบบธารน้ำ (Fluvial System) โดย Schumm (1977) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของลุ่มน้ำและชะวากทะเล ประกอบด้วย

1) โครงสร้างลุ่มน้ำตรังส่วนต้นน้ำ มีลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินทราย (JKl) หินโคลน (Jk) หินแกรนิต (Trgr) และหินดินดาน (SDCtp) ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงลาดชัน ลักษณะทางอุทกวิทยาเป็นต้นกำเนิดลำน้ำ ทำหน้าที่สร้างและจ่ายตะกอนให้ระบบลุ่มน้ำ
2) โครงสร้างลุ่มน้ำตรังส่วนถ่ายโอนตะกอน มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนเศษหินเชิงเขา (Qc) ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่เชิงเขา มีความลาดชัน ลักษณะทางอุทกวิทยาเป็นพื้นที่พัดพาน้ำจากส่วนต้นน้ำลงสู่ปลายน้ำ ทำหน้าที่ถ่ายโอนตะกอนในระบบลุ่มน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

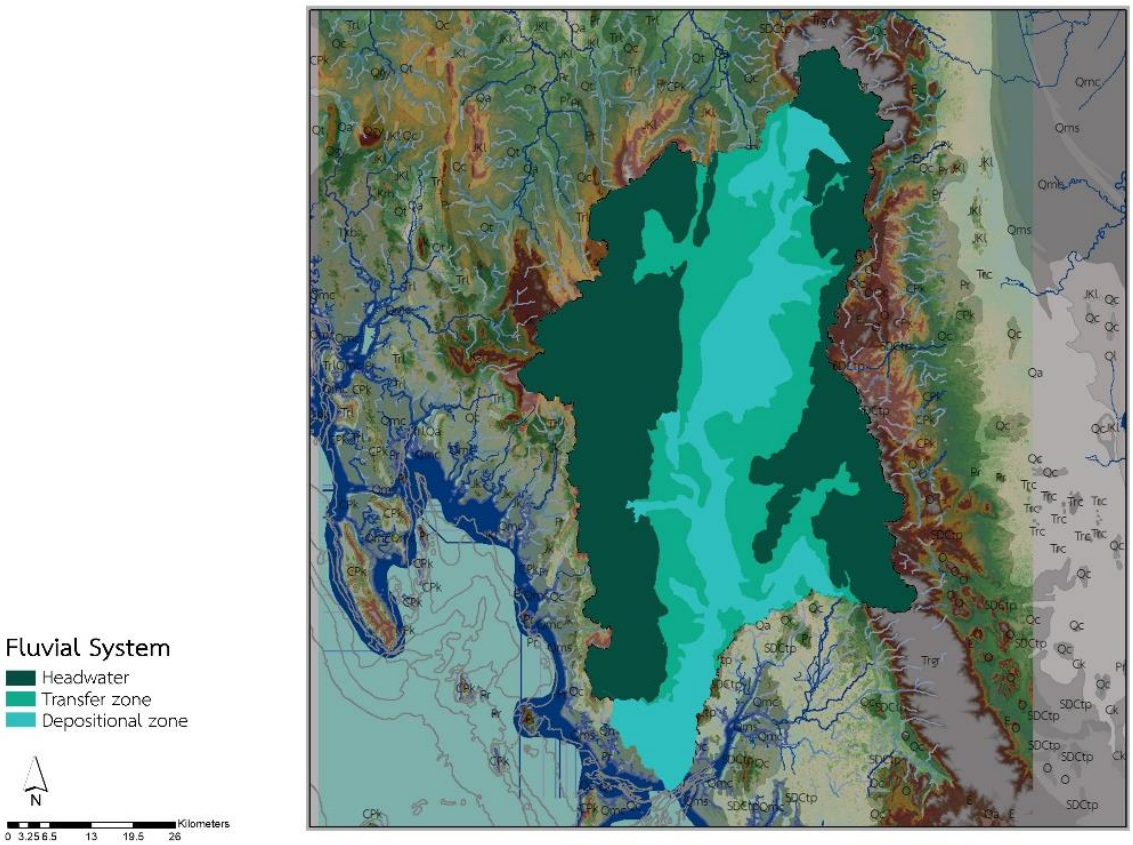
3) โครงสร้างลุ่มน้ำตรังส่วนสะสมตัวของตะกอน มีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนธารน้ำพา (Qa) ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบ ลักษณะทางอุทกวิทยาเป็นส่วนปลายน้ำก่อนออกสู่ทะเล โดยลำน้ำจากส่วนถ่ายโอนตะกอนไหลมารวมกันเป็นลำน้ำใหญ่ในรูปแบบขนนก ทำหน้าที่สะสมตะกอนของระบบลุ่มน้ำโดยชะวากทะเลแม่น้ำตรังเป็นส่วนหนึ่งในพื้นที่นี้



ภาพที่ 40 การซ้อนทับข้อมูลเพื่อระบุแผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง

ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

จากการจำแนกโครงสร้างของลุ่มน้ำตรังเห็นได้ว่าลักษณะทางธรณีวิทยา ภูมิประเทศ และอุทกวิทยาในระดับลุ่มน้ำ เป็นรูปแบบที่แสดงถึงขอบเขตของกระบวนการที่เกิดขึ้นในภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง โดยมีกระบวนการทางน้ำเป็นปัจจัยหลัก ทั้งกระบวนการไหลของน้ำฝนตามลำน้ำ กระบวนการผสมกันของน้ำจืดและน้ำทะเล และกระบวนการเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังมีลักษณะเป็นลอนลูกฟูกหินปูน ซึ่งเป็นพื้นที่ราบสลับเนินเรียกว่า ควน และที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง และพบลักษณะทางธรณีสัณฐานชายฝั่งที่ราบใต้ระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Supratidal Flat) ที่ราบน้ำขึ้นถึง (Intertidal Flat) ที่ราบใต้ระดับน้ำลง (Subtidal Flat) หาดทรายเดิม (Old Sandy Beach) และหาดทรายปัจจุบัน (Young Sandy Beach)



ภาพที่ 41 แผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง
ดัดแปลงจาก Schumm (1977)

กระบวนการทางน้ำทำให้เกิดกระบวนการสะสมตัวของตะกอนซึ่งเป็นบทบาทหน้าที่สำคัญของภูมินิเวศชะวากทะเลในระดับลุ่มน้ำ ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังจึงเป็นแหล่งสะสมตะกอนจากลำน้ำและทะเล ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะพืชพรรณและสิ่งมีชีวิตในภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ทำให้มีความหลากหลายและมีคุณสมบัติในการปรับตัวสูง ดังนั้น ผลผลิตจากภูมินิเวศชะวากทะเลเหล่านี้จึงให้นิเวศบริการและเป็นทรัพยากรในการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์

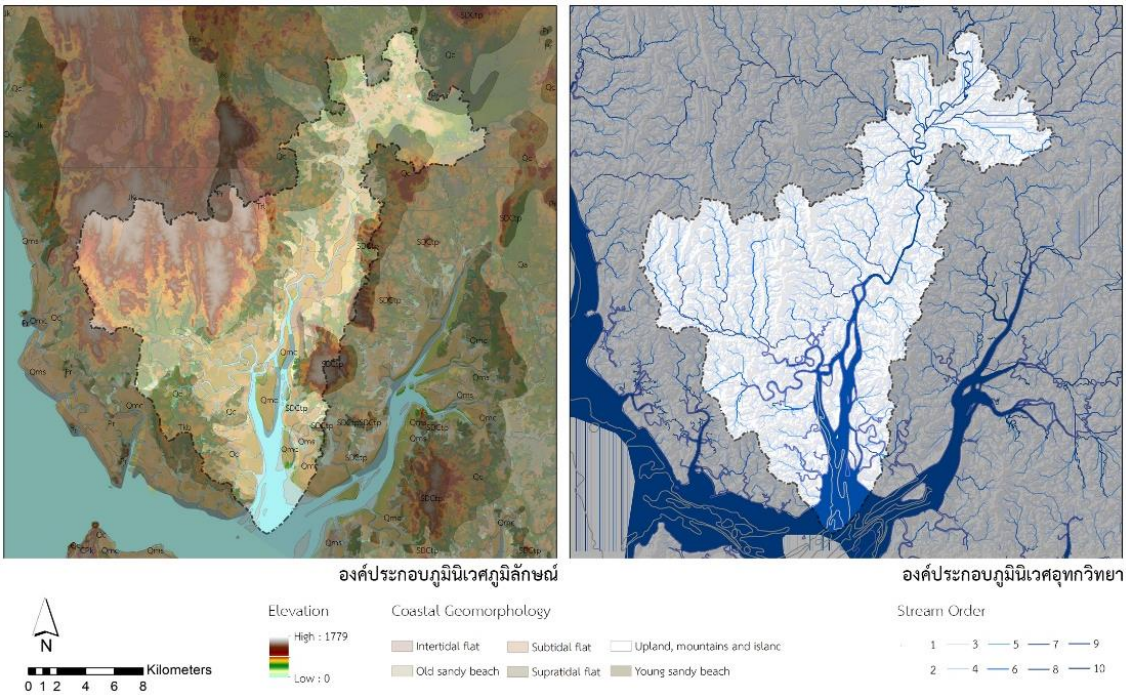
5.2 ระดับชะวากทะเล

5.2.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศชะวากทะเล

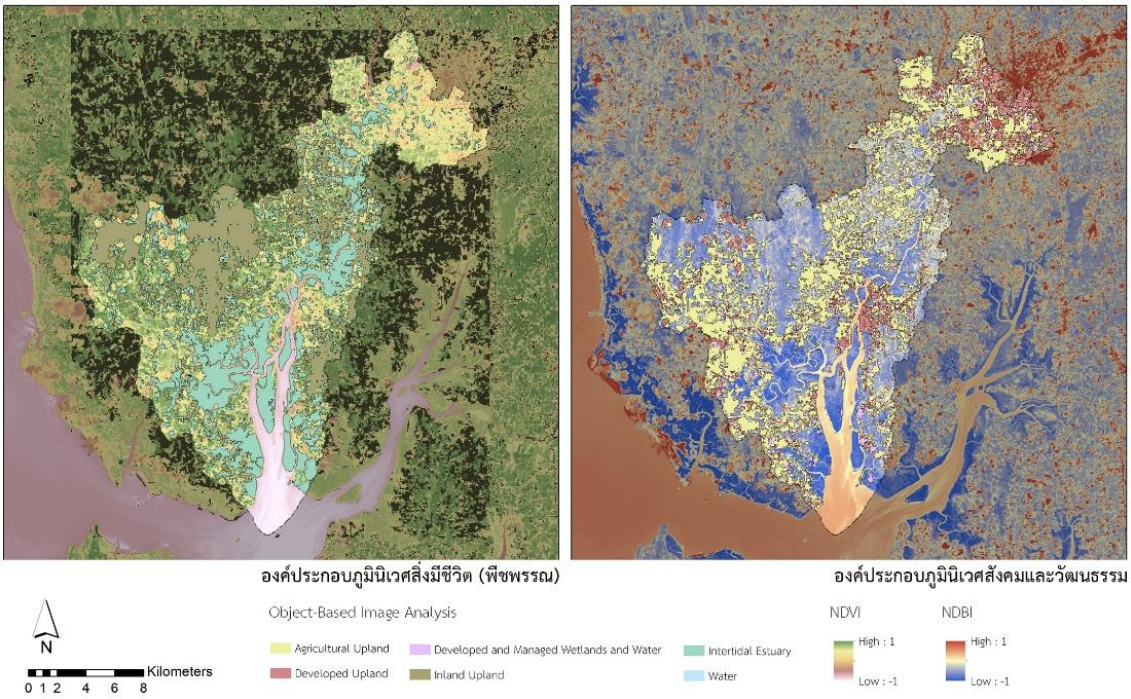
จากการการวิเคราะห์และเปรียบเทียบทฤษฎีการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเล และการสังเคราะห์แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประยุกต์ใช้กับบริบทของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง และวิธีการซ้อนทับข้อมูลทำให้สามารถจำแนกโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเป็น 3 โครงสร้าง ได้แก่ สิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (CLC) ถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (EH) และถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (UH) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบ

ทางธรณีสัณฐาน องค์ประกอบอุทกวิทยา องค์ประกอบสิ่งมีชีวิต (พืชพรรณ) และองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรม โดยแต่ละองค์ประกอบนำมาประกอบกันเพื่ออธิบายโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ดังภาพที่ 44 โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) โครงสร้างสิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (CLC) ประกอบด้วยธรณีสัณฐานที่มีระดับความสูงเหนือการเกิดอุทกพลวัต อยู่ระหว่างโครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเลและโครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง เป็นพื้นที่มนุษย์อยู่อาศัยสร้างสังคมและวัฒนธรรม
2) โครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (EH) ประกอบด้วยธรณีสัณฐานที่มีระดับความสูงต่ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง เกิดอุทกพลวัตสูง พืชพรรณที่พบเป็นป่าชายเลนและป่าจาก
3) โครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (UH) ประกอบด้วยธรณีสัณฐานที่มีระดับความสูงเหนือชะวากทะเล มีความชันมาก พืชพรรณที่พบเป็นป่าทึบและป่าโปร่ง



ภาพที่ 42 องค์ประกอบภูมินิเวศธรณีสัณฐาน และองค์ประกอบภูมินิเวศอุทกวิทยา ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) กรมทรัพยากรธรณี (2545) กรมพัฒนาที่ดิน (2554) และสร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

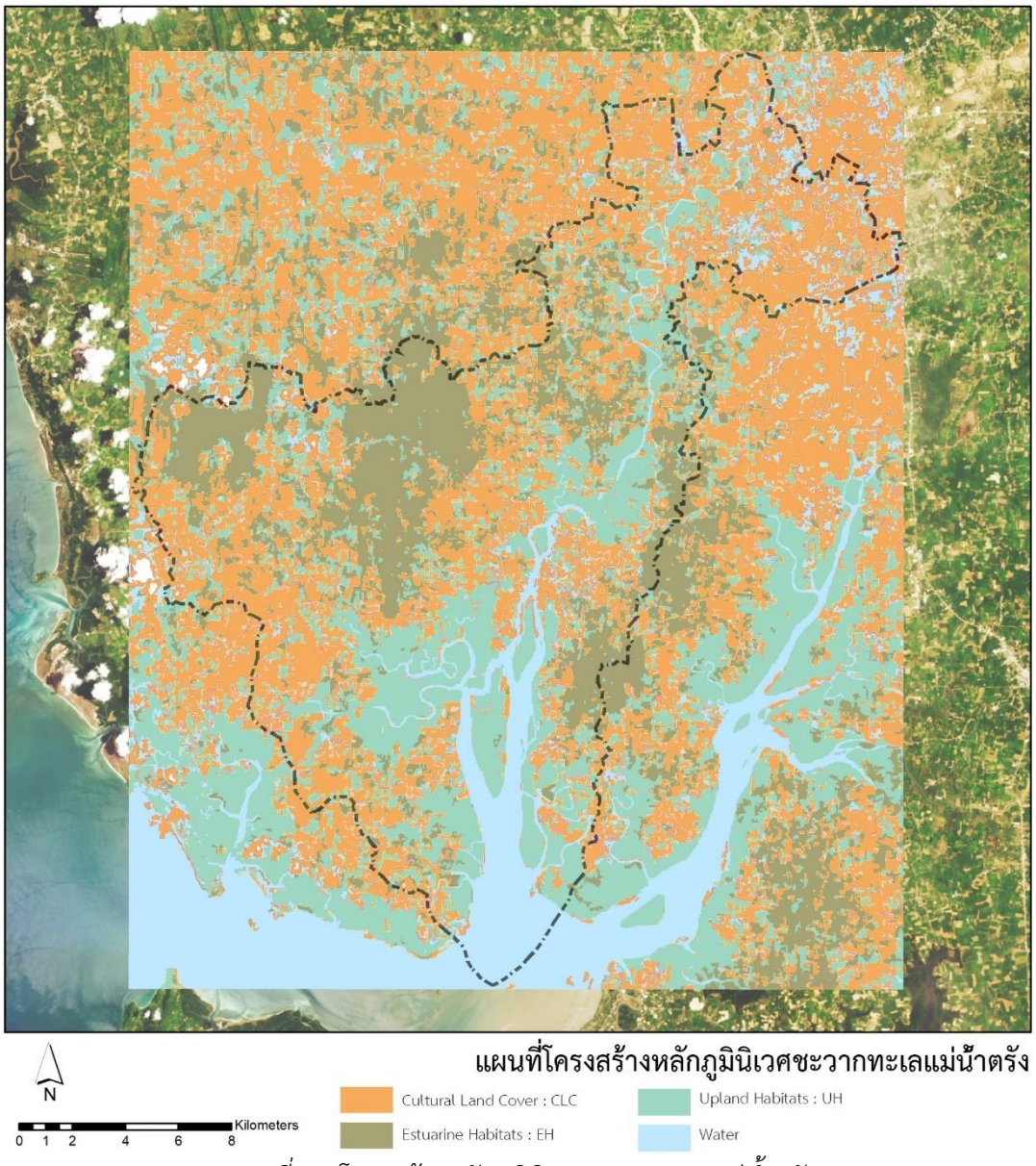


ภาพที่ 43 องค์ประกอบภูมินิเวศสิ่งมีชีวิต (พืชพรรณ) และองค์ประกอบภูมินิเวศสังคมและวัฒนธรรม ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) กรมทรัพยากรธรณี (2545) กรมพัฒนาที่ดิน (2554) และสร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

การจำแนกโครงสร้างย่อยดังภาพที่ 45 เพื่อแสดงรายละเอียดของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ประกอบด้วย

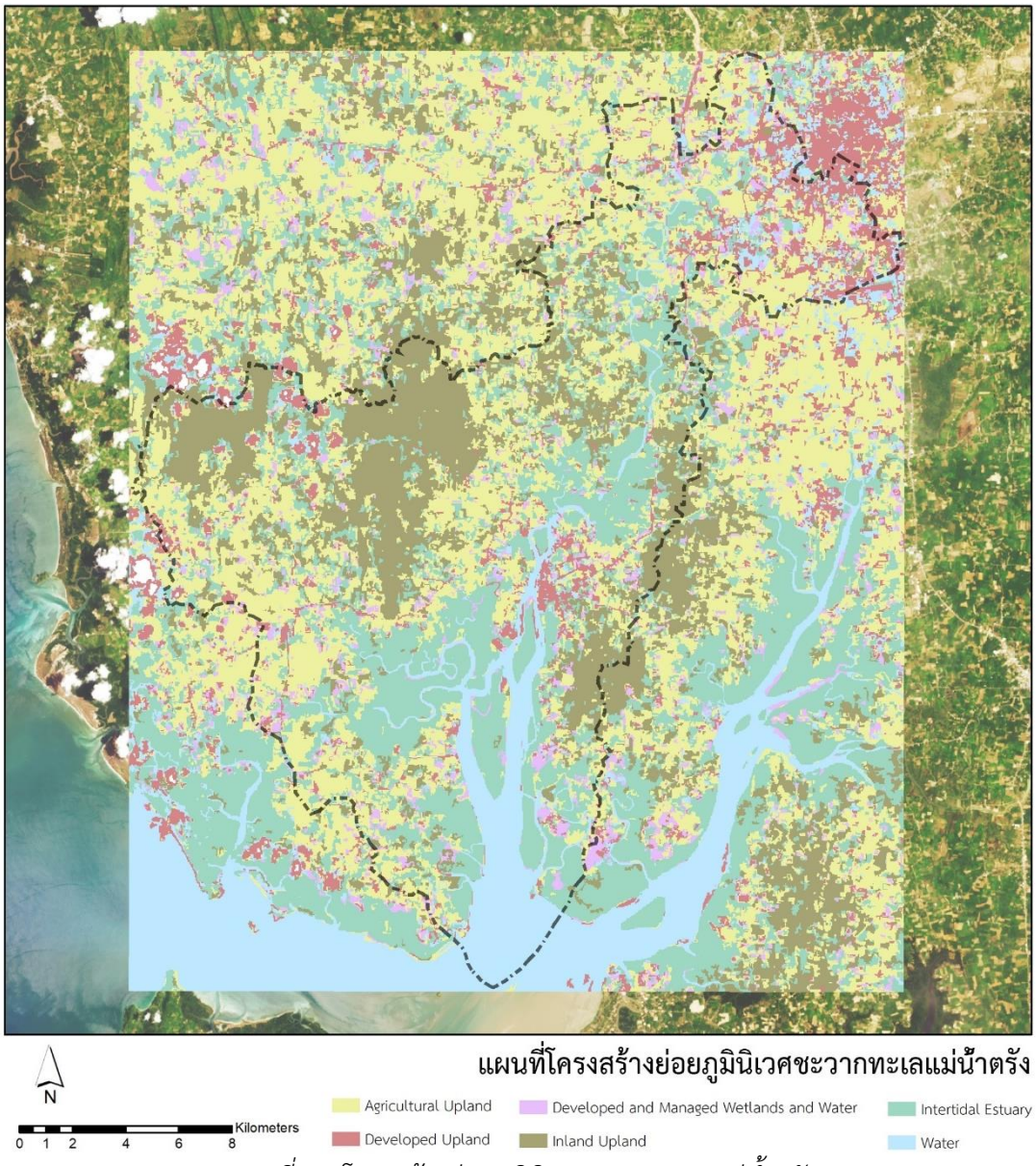
1) โครงสร้างสิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (CLC) จำแนกเป็นโครงสร้างย่อยเพื่อบ่งชี้การใช้งานพื้นที่แต่ละประเภทของมนุษย์ ประกอบด้วย พื้นที่พัฒนา (เมือง) พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา
2) โครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (EH) จำแนกเป็นโครงสร้างย่อยเพื่อบ่งชี้ถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตและพืชพรรณที่อาศัยภายใต้อุทกพลวัตของชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ประกอบด้วย พื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง
3) โครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (UH) จำแนกเป็นโครงสร้างย่อยเพื่อบ่งชี้ถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตและพืชพรรณที่อาศัยเหนืออิทธิพลอุทกพลวัตของชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ประกอบด้วย พื้นที่สูงในแผ่นดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 44 โครงสร้างหลักภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)



ภาพที่ 45 โครงสร้างย่อยภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

การเรียงตัวของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นขององค์ประกอบทางภูมินิเวศชะวากทะเลแบบซ้อนทับ (McHarg, 1992; Ndubisi, 2002) ซึ่งโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลเหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงลักษณะเฉพาะและถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในชะวากทะเล ทำให้เข้าใจถึงนิเวศบริการ (World Health Organization, 2005) ของภูมินิเวศชะวากทะเล (Barbier et al., 2011) ซึ่งเป็นสิ่งบ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ และนำไปสู่การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Norton, 2006) ดังนั้น หากความสัมพันธ์ของโครงสร้างเสียไป นิเวศบริการก็จะเสียไปด้วย

5.2.2 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศซึ่งสัมพันธ์เชื่อมโยงกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไป

แนวตัด A1-6 เลือกจากลักษณะโครงสร้างของภูมินิเวศชะวากทะเลที่สามารถบ่งบอกความสัมพันธ์กับการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ ประกอบด้วย

1) ระยะห่างจากทะเล บ่งบอกถึงตำแหน่งที่ตั้งและการเข้าถึงการใช้งานของมนุษย์

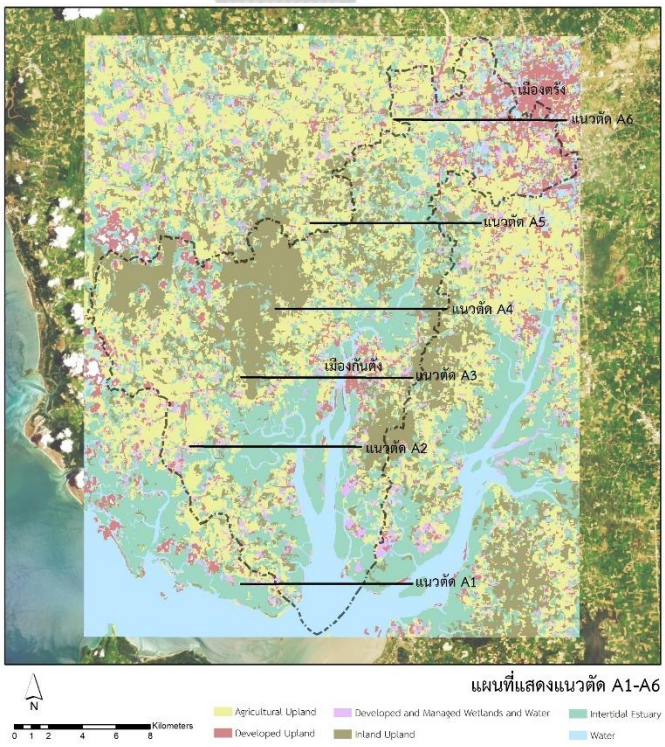
2) ลักษณะภูมิประเทศ บ่งบอกถึงความสูงต่ำของพื้นที่ และเงื่อนไขการตั้งถิ่นฐาน

3) ความหนาแน่นของการใช้งานพื้นที่ บ่งบอกถึงลักษณะการตั้งถิ่นฐานของ 2 เมือง ได้แก่ เมืองกันตังและเมืองตรัง

การเปรียบเทียบแผนที่และรูปตัด ประกอบด้วยโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง องค์ประกอบภูมินิเวศอุทกวิทยา และองค์ประกอบภูมินิเวศธรณีสัณฐาน กับภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-8 ปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) แผนที่ทางภูมิศาสตร์ชุด L7018 ปี พ.ศ. 2552 และปี พ.ศ. 2540 ตามข้อจำกัดของข้อมูล และแผนที่ทางภูมิศาสตร์ชุด L708 ปี พ.ศ. 2505-2506 และรูปตัด โดยตัดจากฝั่งทะเลไปสู่แม่น้ำ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

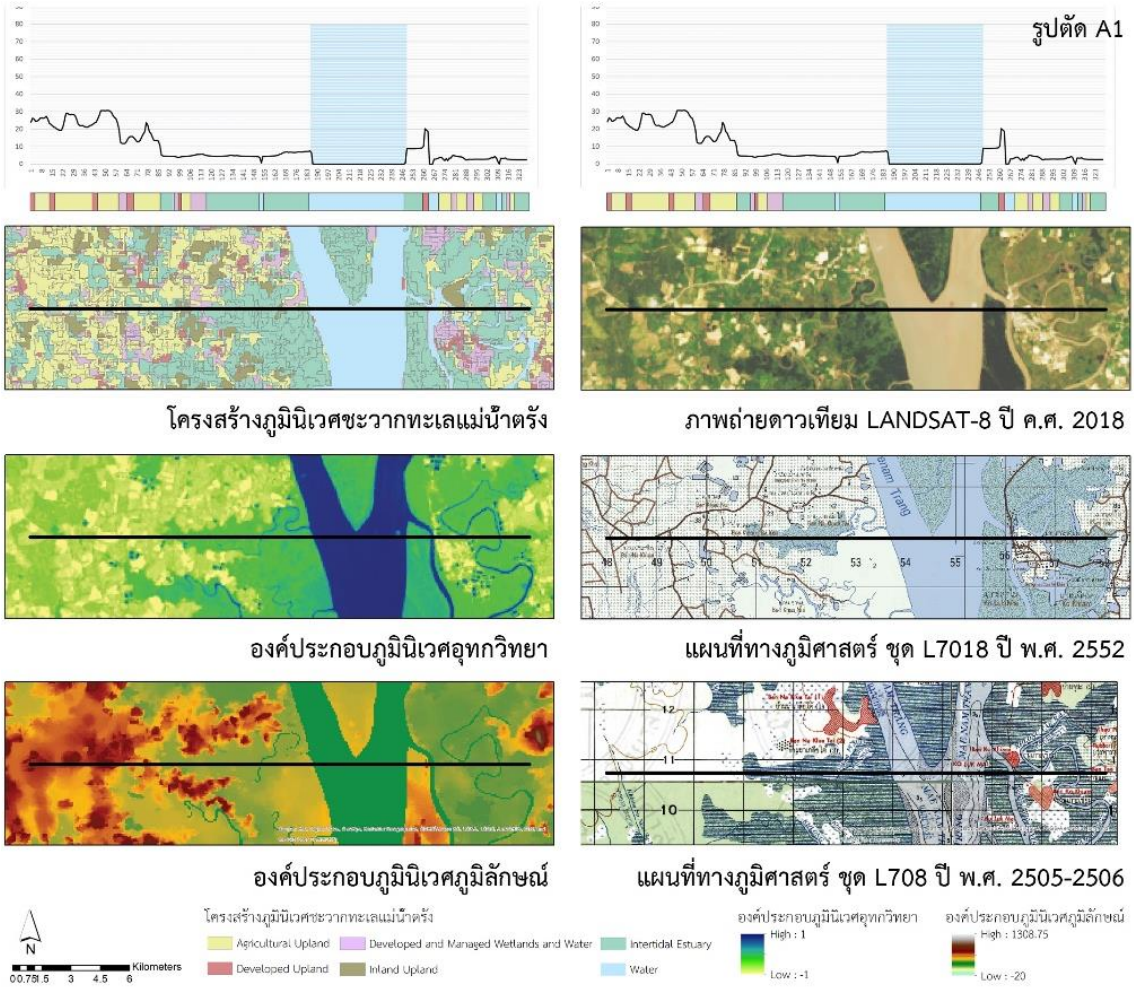
1) กลุ่มรูปตัด A1-A3 แสดงการตั้งถิ่นฐานของเมืองกันตัง

2) กลุ่มรูปตัด A4-A6 แสดงการตั้งถิ่นฐานของเมืองตรัง



ภาพที่ 46 แนวตัด A1-A6

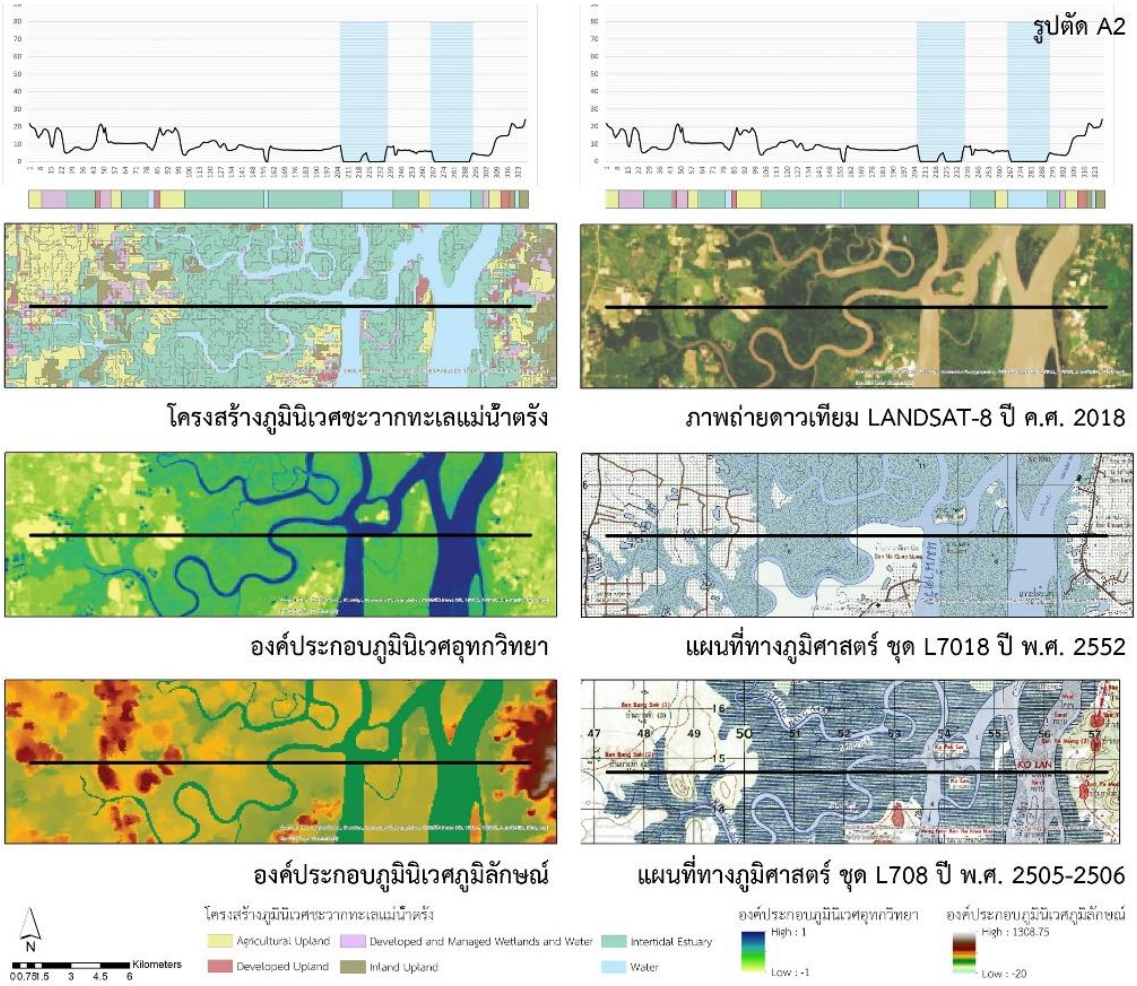
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)



ภาพที่ 47 รูปตัด A1 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)
ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

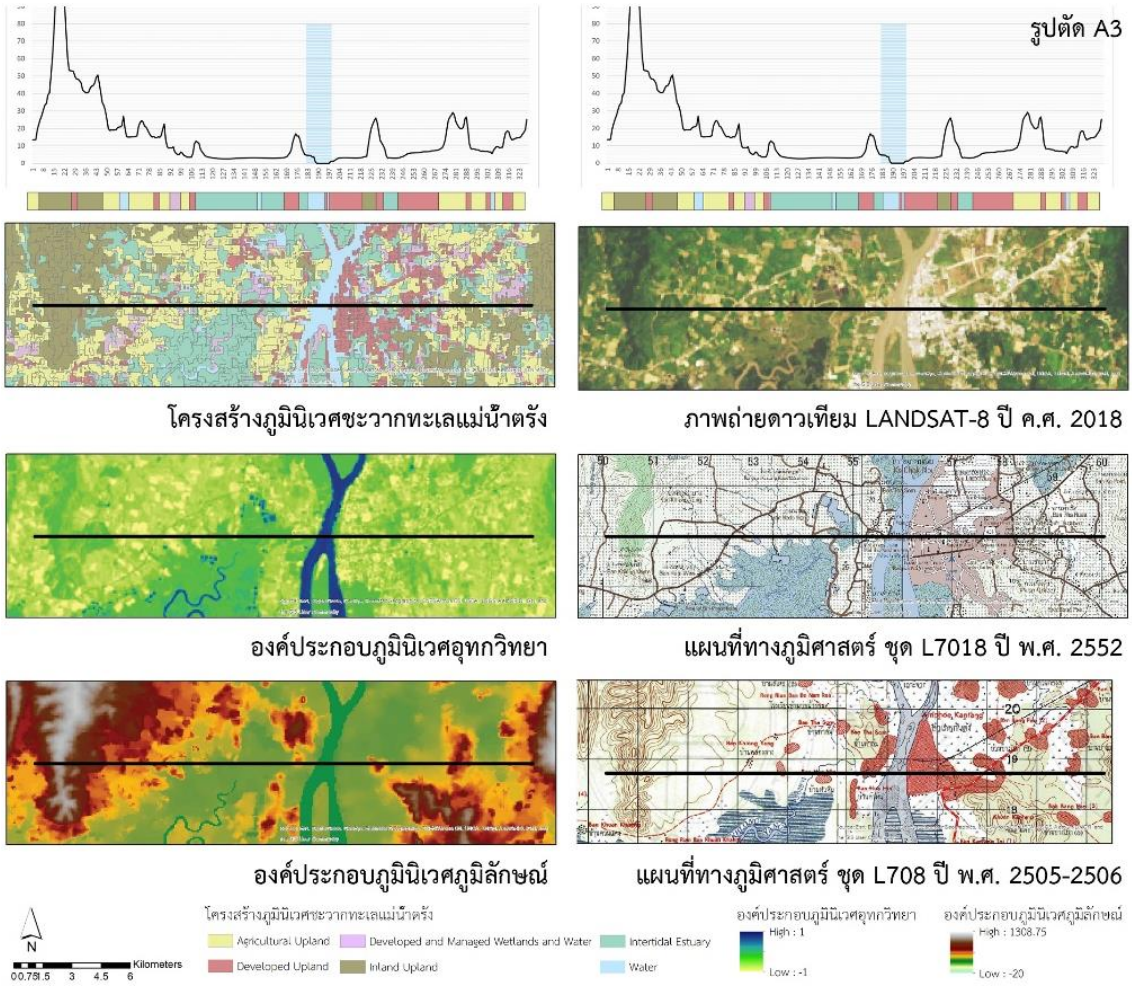
รูปตัด A1 ส่วนปากแม่น้ำ จะเห็นว่าโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลส่วนนี้ แม่น้ำขนาดกว้าง และพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแผ่ขยายใหญ่ เป็นพื้นที่ป่าชายเลนหนาแน่น และถัดออกไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและหมู่บ้าน



ภาพที่ 48 รูปตัด A2 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)
ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปตัด A2 ลึกจากปากแม่น้ำ เป็นส่วนชะวากทะเลที่แม่น้ำแตกเป็นสองสาย มีเกาะแก่งและแม่น้ำสายย่อยในพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลง เป็นส่วนที่ชะวากทะเลแผ่ขยายกว้างที่สุด และเนื่องจากพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงเป็นพลวัตอย่างสม่ำเสมอจึงไม่สามารถอยู่อาศัยได้



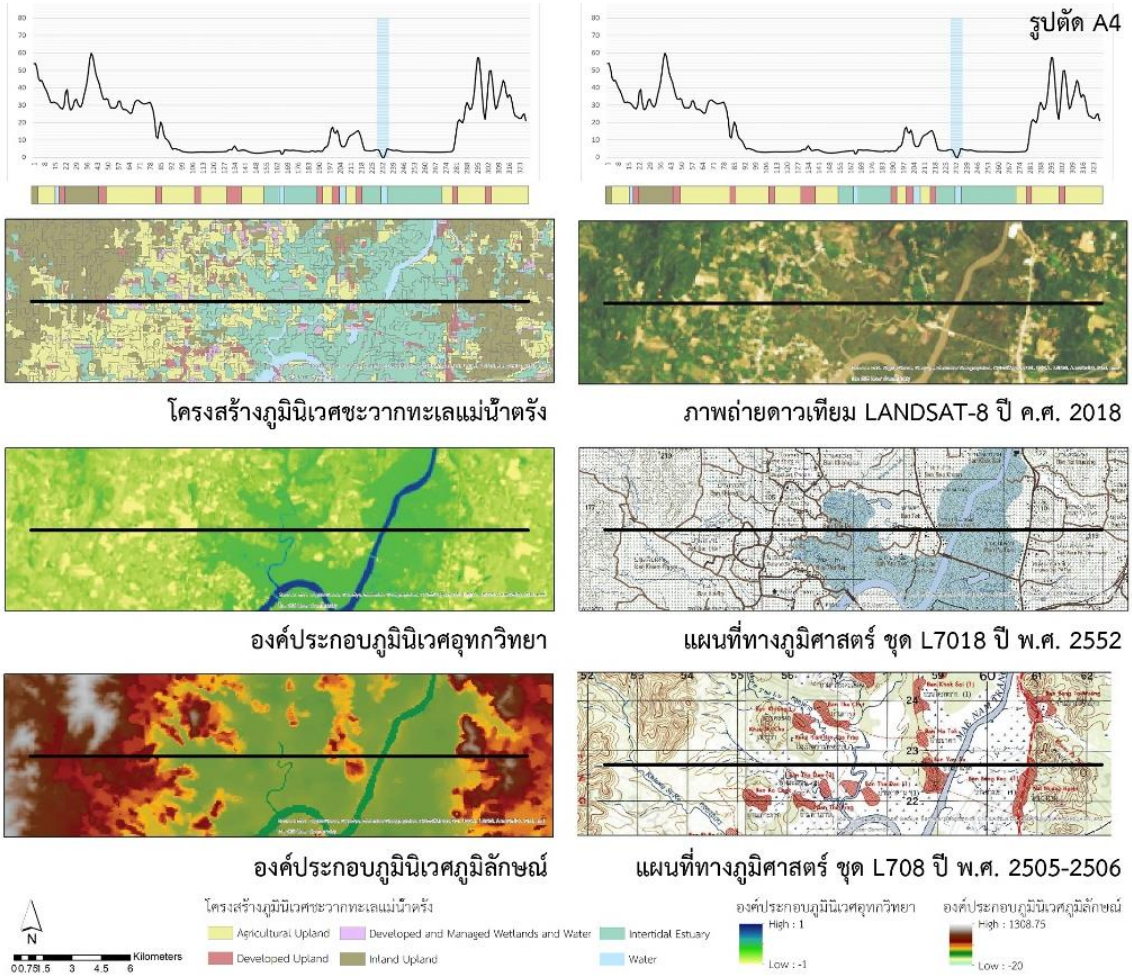
ภาพที่ 49 รูปตัด A3 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

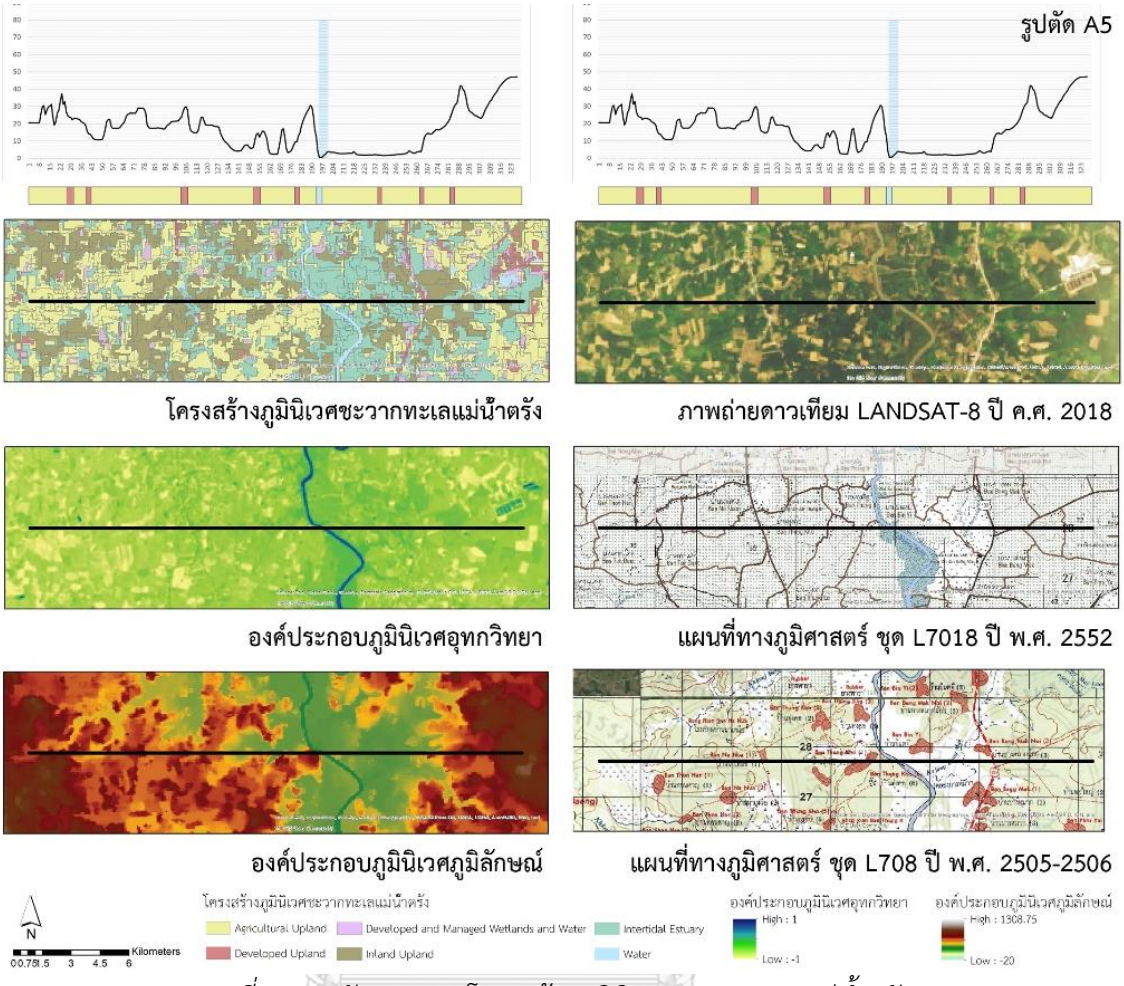
รูปตัด A3 ตัดผ่านเมืองกันตัง โดยตัวเมืองตั้งติดกับแม่น้ำและอยู่ในพื้นที่ซึ่งอาจเกิดน้ำขึ้นน้ำลงเดิม แต่ด้วยการสร้างท่าเรือและเขื่อนกั้นน้ำทำให้พื้นที่เปลี่ยนแปลงไป จากระยะการเข้าถึงและเป็นช่วงที่แม่น้ำแผ่ขยายน้อยเนื่องจากมีภูเขา (ควน) มากั้น จึงทำให้สามารถสร้างเมืองได้ แต่ด้วยพลวัตของชะวากทะเลทำให้เมืองไม่สามารถขยายได้มากนัก



ภาพที่ 50 รูปตัด A4 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)
ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปตัด A4 เป็นส่วนที่แม่น้ำเหลือเพียงสายหลักสายเดียว แต่ยังมีการแผ่ขยายของพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงเป็นบริเวณกว้าง โดยถูกกั้นขอบเขตจากภูเขาสูง พื้นที่เชิงเขาก่อนถึงพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงจึงใช้ในการเกษตรกรรมและหมู่บ้าน



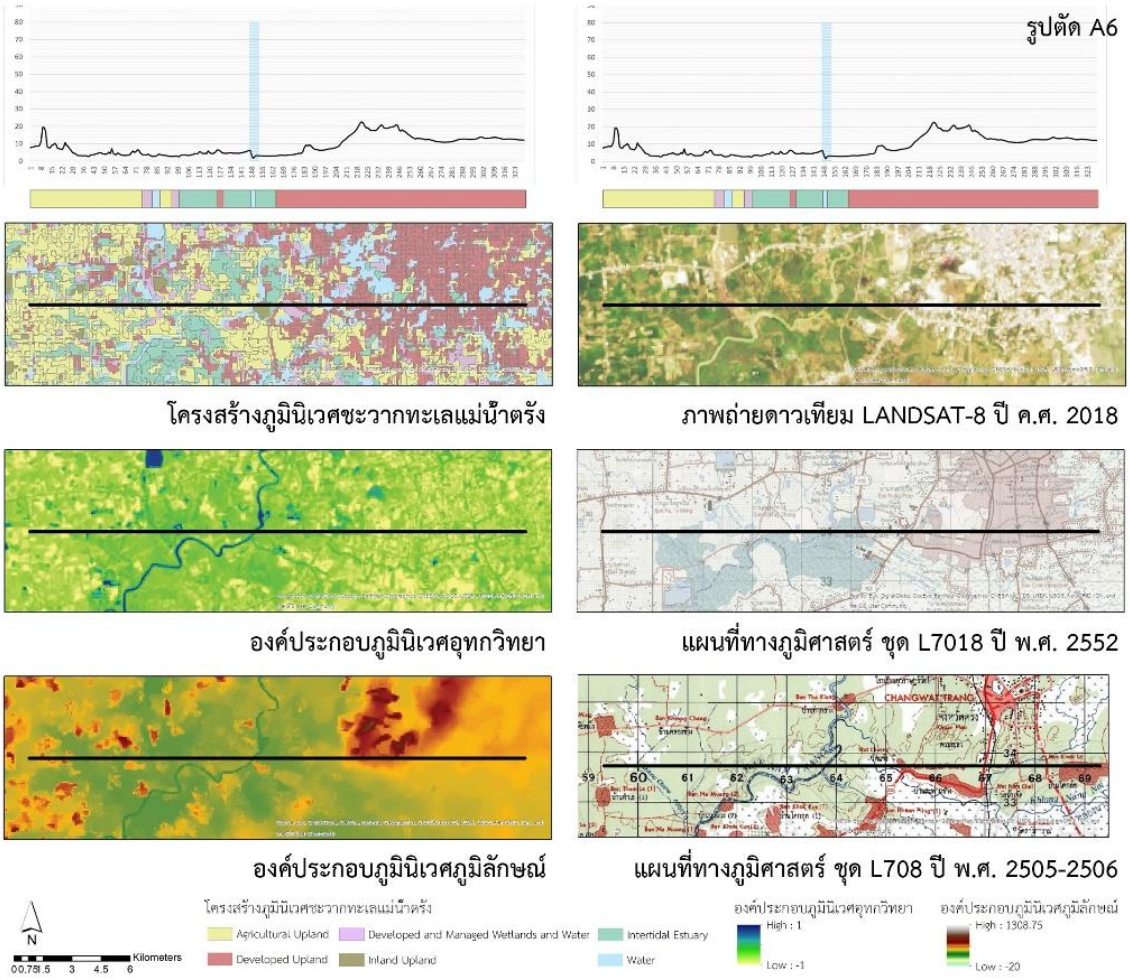
ภาพที่ 51 รูปตัด A5 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปตัด A5 เป็นส่วนที่แม่น้ำตรังแผ่ขยายน้อยและความกว้างแม่น้ำไม่มาก พื้นที่โดยรอบใช้งานเป็นเกษตรกรรมและหมู่บ้าน



ภาพที่ 52 รูปตัด A6 ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง
สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)
ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปตัด A6 เป็นส่วนที่ลึกที่สุดที่คาดว่าได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงของชะวากทะเล จากการใช้ป่าชายเลนเป็นตัวบ่งชี้ และอยู่ใกล้เมืองตรัง โดยเมืองตรังตั้งอยู่บนพื้นที่สูง เมืองขยายตัวมาก และพื้นที่เกิดน้ำขึ้นน้ำลงแผ่ขยายน้อยรวมถึงมีการเปลี่ยนแปลงตลิ่งแม่น้ำ ป่าชายเลนบริเวณพื้นที่จึงเหลือน้อยจากการเปลี่ยนแปลงการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ พื้นที่โดยรอบใช้เป็นเกษตรกรรมเป็นหลัก เนื่องจากเป็นพื้นที่ลุ่มบริเวณกว้าง

ชุดรูปตัดแสดงให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างกันของชะวากทะเล โดยส่งผลต่อลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันของมนุษย์ จากรูปตัดทั้ง 2 กลุ่ม โดยกลุ่ม 1 แสดงการตั้งถิ่นฐานของเมืองกันตัง และกลุ่ม 2 แสดงการตั้งถิ่นฐานของเมืองตรัง ทำให้เห็นถึงการเลือกที่ตั้งเมืองซึ่งให้ความสำคัญกับตำแหน่ง การเข้าถึง และสภาพภูมิประเทศ (เกียรติ จิวะกุล, 2556)

โดยตำแหน่งการเข้าถึง ยิ่งใกล้ทะเล ยิ่งมีข้อจำกัดมาก เนื่องจากอุทกพลวัตของชะวากทะเล เมืองกันตังในกลุ่ม 1 เป็นเมืองท่า เคยเป็นเมืองหลวงจังหวัดตรังในอดีต (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) แต่ไม่สามารถขยายเมืองได้ ในทางตรงข้าม เมืองตรังในกลุ่ม 2 ตั้งอยู่บนพื้นที่สูง ทำให้เมืองขยายตัวได้มากกว่า และพัฒนาพื้นที่ได้อย่างเต็มที่

โครงสร้างปากแม่น้ำชะวากทะเลเป็นพื้นที่เกิดพลวัตสูง ทำให้ยากต่อการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์จึงมีการใช้งานพื้นที่น้อย แต่พื้นที่เหนือจากขอบเขตการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มจึงมีการใช้งานเป็นเกษตรกรรมและหมู่บ้าน และสุดท้ายพื้นที่ภูเขาสูงเป็นป่า นอกจากนี้หมู่บ้านที่อยู่อาศัยแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันตามแหล่งทรัพยากรที่ใกล้หมู่บ้าน เช่น ติดทะเลเป็นหมู่บ้านชาวประมง ติดป่าจากเป็นหมู่บ้านที่ทำเครื่องสาน โครงสร้างชะวากทะเลจึงส่งผลต่อการใช้งานมนุษย์ทั้งในแง่การตั้งถิ่นฐาน และในแง่สังคมและวัฒนธรรม

อุทกพลวัต เป็นลักษณะเด่นของภูมินิเวศชะวากทะเล มีทั้งประโยชน์ที่ดึงดูดให้มนุษย์อยู่อาศัยและตั้งถิ่นฐานเป็นเมืองเรียกว่า นิเวศบริการ (World Health Organization, 2005) และเป็นข้อจำกัดที่ส่งผลต่อการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ ดังนั้น การทำความเข้าใจเงื่อนไขของโครงสร้างภูมินิเวศเหล่านี้จึงเป็นพื้นฐานความเข้าใจและนำไปสู่การวางแผนการจัดการภูมินิเวศชะวากทะเลต่อไป

5.3 ระดับเมือง

5.3.1 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่

ภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง เป็นพื้นที่อาศัยอยู่อย่างหนาแน่นของมนุษย์ที่ตั้งอยู่ในภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง การพัฒนาเมืองและการใช้งานพื้นที่ทำให้ภูมินิเวศชะวากทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งจากการกระทำของมนุษย์และธรรมชาติ โดยในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงได้ทำการเปรียบเทียบจากข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552 และแผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) เปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) โดยข้อมูลทั้งสองใช้วิธีการจำแนกและวิธีการดำเนินการที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่

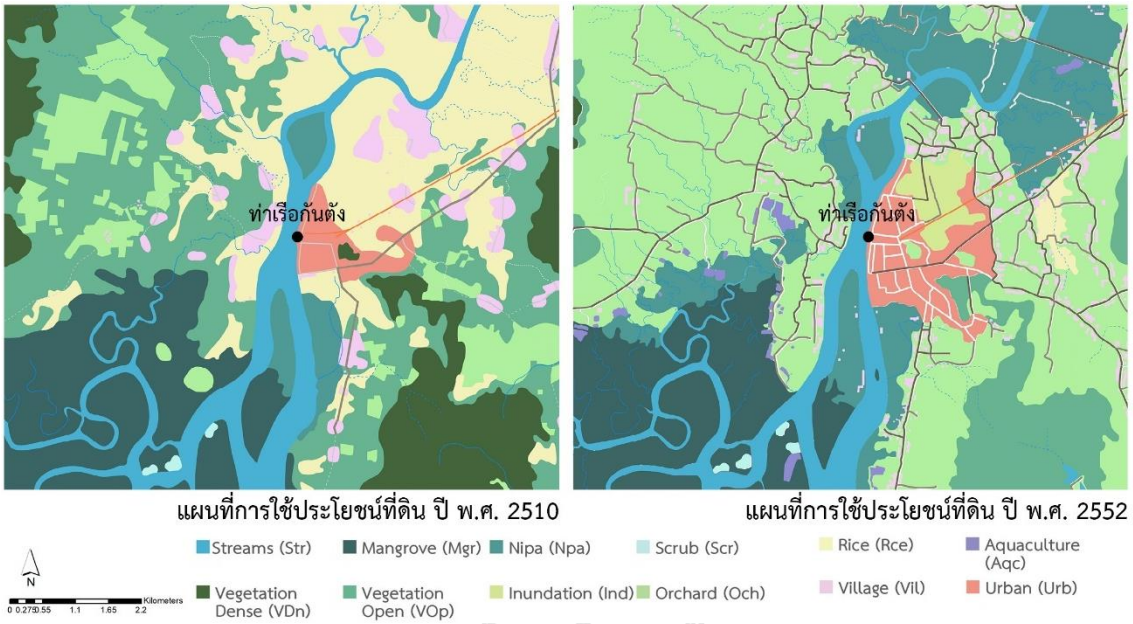
แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552 ประกอบด้วยประเภทการใช้ที่ดิน 12 ประเภท ได้แก่ พื้นที่น้ำ (Str) พื้นที่ป่าชายเลน (Mgr) พื้นที่ป่าจาก (Npa) พื้นที่ป่าพุ่ม (Scr) พื้นที่ป่าทึบ (VDn) พื้นที่ป่าโปร่ง (VOp) พื้นที่น้ำท่วมถึง (Ind) พื้นที่

พืชสวนพืชไร่ (Och) พื้นที่นา (Rce) พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ (Aqc) พื้นที่หมู่บ้าน (Vil) และพื้นที่เมือง (Urb) ทำการจัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ

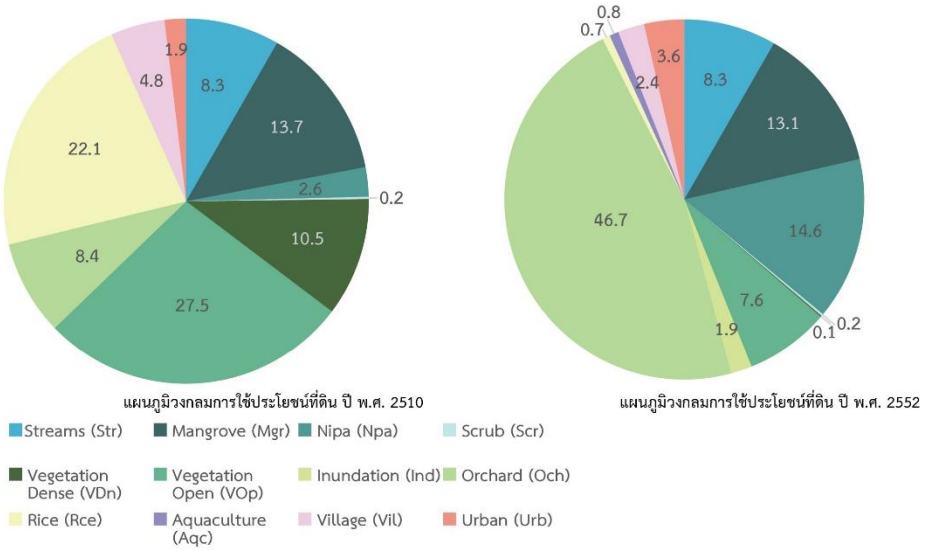
1) กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ ประกอบด้วย พื้นที่น้ำ (Str) พื้นที่ป่าชายเลน (Mgr) พื้นที่ป่าจาก (Npa) พื้นที่ป่าพุ่ม (Scr) พื้นที่ป่าทึบ (VDn) พื้นที่ป่าโปร่ง (VOp) พื้นที่น้ำท่วมถึง (Ind)

2) กลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ ประกอบด้วย พื้นที่พืชสวนพืชไร่ (Och) พื้นที่นา (Rce) พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ (Aqc)

3) กลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ประกอบด้วย พื้นที่หมู่บ้าน (Vil) และพื้นที่เมือง (Urb)



ภาพที่ 53 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552 สร้างจากข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด L708 (กรมแผนที่ทหาร, 2505-2506) ข้อมูลแผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด L7018 (กรมแผนที่ทหาร, 2552) ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, 2510) และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Google Earth, 2019)



ภาพที่ 54 แผนภูมิวงกลมการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2552

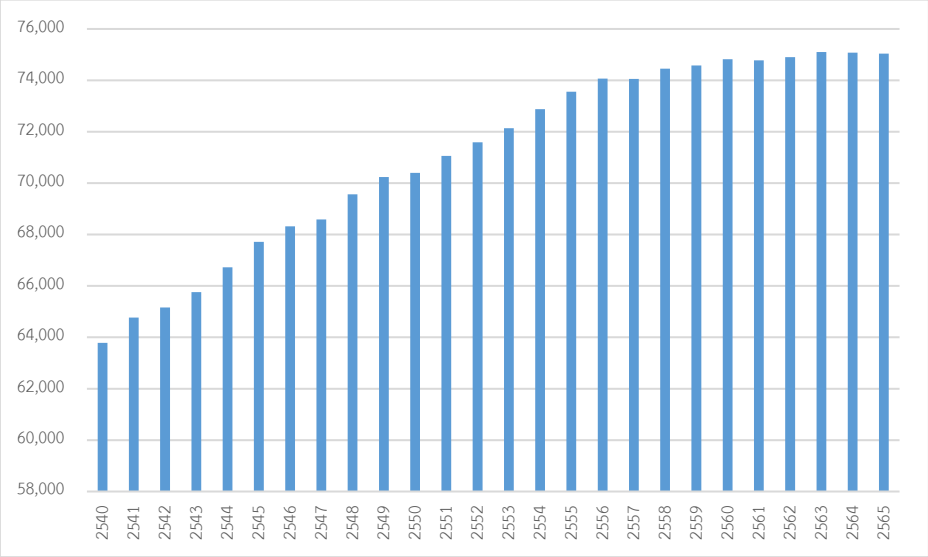
จากการเปรียบเทียบแผนที่และจัดทำแผนภูมิแสดงร้อยละการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 และปี พ.ศ. 2552 พบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศจากการใช้ประโยชน์ภูมินิเวศของคนในพื้นที่ โดยอธิบายเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้

1) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ

พบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่า ทั้งป่าชายเลน ป่าทึบ และป่าโปร่ง โดยพื้นที่ป่าชายเลนลดลง จากร้อยละ 13.7 เป็นร้อยละ 13.1 พื้นที่ป่าจากเพิ่มมากขึ้น จากร้อยละ 2.6 เป็นร้อยละ 14.6 พื้นที่ป่าทึบลดลง จากร้อยละ 10.5 เป็นร้อยละ 0.1 และพื้นที่ป่าโปร่งลดลง จากร้อยละ 27.5 เป็นร้อยละ 7.6 กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติรวมทั้งหมดลดลงจากร้อยละ 62.8 เป็นร้อยละ 45.8 ซึ่งคิดเป็นลดลงร้อยละ 17

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติมีสาเหตุมาจากการขยายตัวของประชากร ดังภาพที่ 55 และการพัฒนาพื้นที่เมืองเพื่อเศรษฐกิจ ทำให้มีการปรับเปลี่ยนพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่กึ่งธรรมชาติ ได้แก่ พื้นที่พืชสวนพืชไร่ และพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ โดยพื้นที่พืชสวนพืชไร่จะปรับเปลี่ยนมาจากพื้นที่ป่าทึบและป่าโปร่ง ส่วนพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำจะปรับเปลี่ยนมาจากพื้นที่ป่าชายเลนและป่าจาก เนื่องจากป่าทึบและป่าโปร่งอยู่พื้นที่สูงเหนืออุทกพลวัตทำให้สามารถควบคุมดูแลผลผลิตได้ง่าย ส่วนป่าชายเลนและป่าจากเป็นพื้นที่ต่ำและน้ำท่วมถึงจึงปรับเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ง่าย แต่เนื่องจากพื้นที่ป่าชายเลนและป่าจากอยู่ภายใต้อิทธิพลของอุทกพลวัต ทำให้การบุกรุกพื้นที่ทำได้เพียงชายขอบของพื้นที่ป่าชายเลนและป่าจากเท่านั้น

นอกจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่กึ่งธรรมชาติแล้ว พบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติเป็นพื้นที่สิ่งปลูกสร้างอีกด้วย ได้แก่ การขยายและกระจายตัวของพื้นที่หมู่บ้าน การสร้างถนน การสร้างท่าเทียบเรือ การประมงเชิงพาณิชย์ และการขุดลอกร่องน้ำ โดยการสูญเสียพื้นที่ธรรมชาติเหล่านี้ ทำให้นิเวศบริการที่ชะวากทะเลเคยให้แก่มนุษย์ลดลงหรือสูญหายไป รวมทั้งการบริการเชิงการผลิต การบริการเชิงควบคุม การบริการเชิงวัฒนธรรม และการบริการเชิงเกื้อหนุน ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการดำรงชีพของคนในพื้นที่



ภาพที่ 55 แผนภูมิแท่งสถิติจำนวนประชากรอำเภอกันตัง ปี พ.ศ. 2540-2565 ดัดแปลงจากสำนักบริหารทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย (2540-2565)

Chulalongkorn University

2) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ

พบการปรับปรุงพื้นที่เพื่อประโยชน์ใช้สอยของมนุษย์ ได้แก่ พื้นที่พืชสวน พืชไร่เพิ่มมากขึ้น จากร้อยละ 8.4 เป็นร้อยละ 46.7 พื้นที่นาลดลง จากร้อยละ 22.1 เป็นร้อยละ 0.7 และพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น จากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 0.8 กลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติรวมทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 30.5 เป็นร้อยละ 48.2 ซึ่งคิดเป็นเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.7

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่กึ่งธรรมชาติมีสาเหตุมาจากความต้องการทางเศรษฐกิจ เพื่อผลิตสินค้าทางการเกษตรและอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้มีการทิ้งของเสียลงสู่ชะวากทะเล โดยการเพิ่มผลผลิตทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมมีการใช้

สารเคมี ทำให้ชะวากทะเลเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีที่แพลงก์ตอนพืช เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดมลพิษต่อระบบนิเวศ

3) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง

จากการเพิ่มขึ้นของประชากรดังภาพที่ 55 ทำให้มีการอยู่อาศัยอย่างหนาแน่นมากขึ้นในภูมินิเวศชะวากทะเล โดยพบว่า พื้นที่หมู่บ้านลดลง จากร้อยละ 4.8 เป็นร้อยละ 2.4 และพื้นที่เมืองเพิ่มมากขึ้น จากร้อยละ 1.9 เป็นร้อยละ 3.6 แสดงถึงการขยายตัวและการพัฒนาพื้นที่เมือง ทำให้พื้นที่จากเดิมเป็นหมู่บ้านพัฒนากลายเป็นเมืองมากขึ้นด้วยการปรับระดับพื้นที่ การสร้างสิ่งปลูกสร้าง และการสร้างถนน

นอกจากการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้างส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง โดยอธิบายเป็น 2 ประเด็น ได้แก่

3.1) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมขอบน้ำ

พื้นที่ริมขอบน้ำ (Riparian Zone) จากเดิมเป็นตลิ่งธรรมชาติ พื้นที่ป่าชายเลน และป่าจากเปลี่ยนเป็นเขื่อนป้องกันตลิ่ง ทำให้การเชื่อมต่อระหว่างภูมินิเวศบกและน้ำหายไป ขัดขวางการไหลของปริมาณตะกอนและปริมาณน้ำ รวมถึงธาตุอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลเหล่านี้ส่งผลต่อทั้งกายภาพ ชีวภาพ และเคมีของน้ำในชะวากทะเล

3.2) การสร้างท่าเรือ

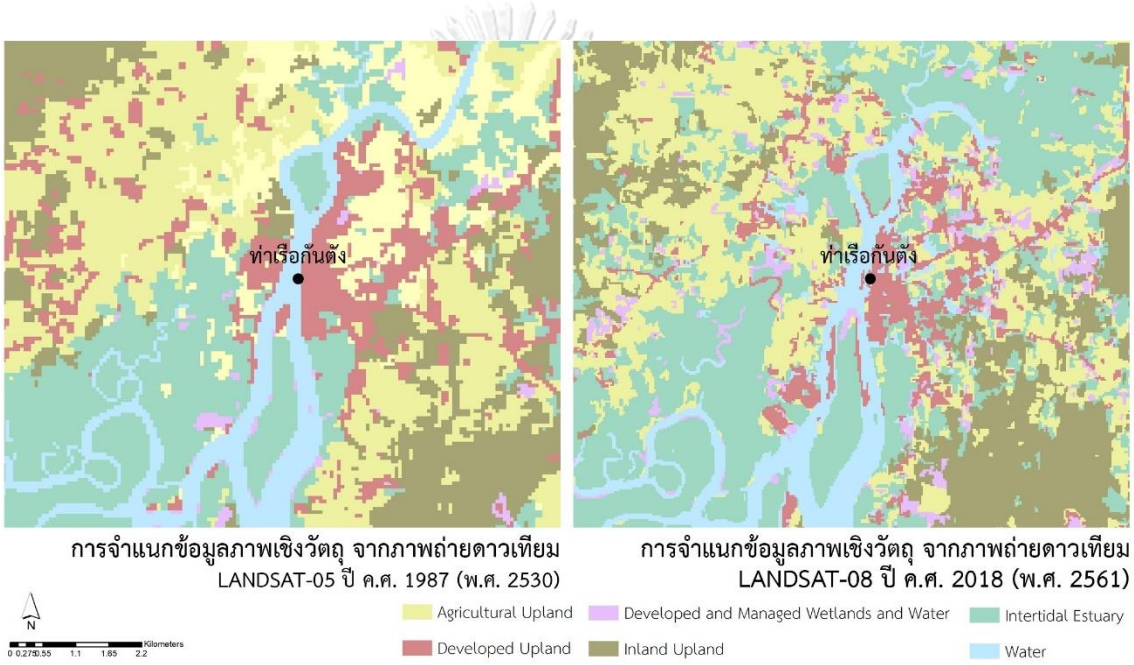
ท่าเรือกันตัง ประกอบด้วย 3 ท่าเทียบเรือ ได้แก่ ท่าเทียบเรือ 1 เชิงพาณิชย์ สร้างปี พ.ศ. 2444-2456 ท่าเทียบเรือ 2 ส่วนขยาย สร้างปี พ.ศ. 2539-2542 และท่าเทียบเรือ 3 ท่าเทียบเรือใหม่ สร้างปี พ.ศ. 2550-2551 โดยปัจจุบันปล่อยทิ้งร้าง เนื่องจากมีสินค้านำเข้าส่งออกน้อยลง

โครงสร้างท่าเรือยื่นลงแม่น้ำส่งผลต่ออุทกพลวัตของชะวากทะเล โดยเปลี่ยนทิศทางของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ส่งผลต่อการสะสมตะกอนท้องน้ำและกระบวนการสะสมและกัดเซาะของตะกอนในระบบ

นอกจากนั้น การดำเนินกิจการท่าเรือและการเดินเรือ ทำให้ชะวากทะเลได้รับมลพิษจากเรือขนส่งสินค้า ซึ่งเป็นน้ำเสียที่ปนเปื้อน และการขุดลอกแม่น้ำตรังเพื่อการเดินเรือ ทำให้เกิดการแพร่กระจายตะกอน ส่งผลต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และการลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัย

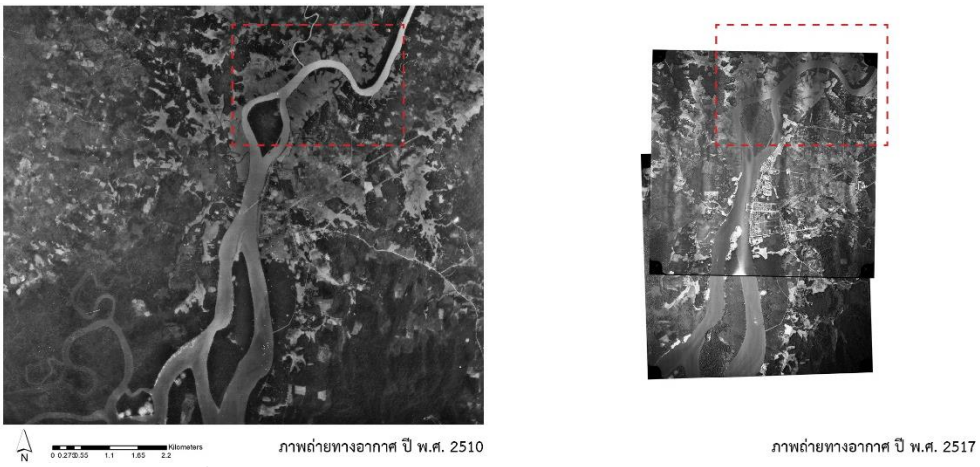
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) เปรียบเทียบกับปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) ประกอบด้วยประเภทสิ่งปกคลุมผิวดิน 7 ประเภท ได้แก่ 1) พื้นที่สูงในแผ่นดิน 2) พื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง 3) แหล่งน้ำธรรมชาติ 4) พื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา 5) พื้นที่เกษตรกรรม (นา) 6) พื้นที่เกษตรกรรม (พืชสวนพืชไร่) 7) พื้นที่พัฒนา (เมือง) ทำการจัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ ประกอบด้วย พื้นที่สูงในแผ่นดิน พื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง และแหล่งน้ำธรรมชาติ กลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ ประกอบด้วย พื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา พื้นที่เกษตรกรรม (นา) และพื้นที่เกษตรกรรม (พืชสวนพืชไร่) และกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ประกอบด้วย พื้นที่พัฒนา (เมือง)

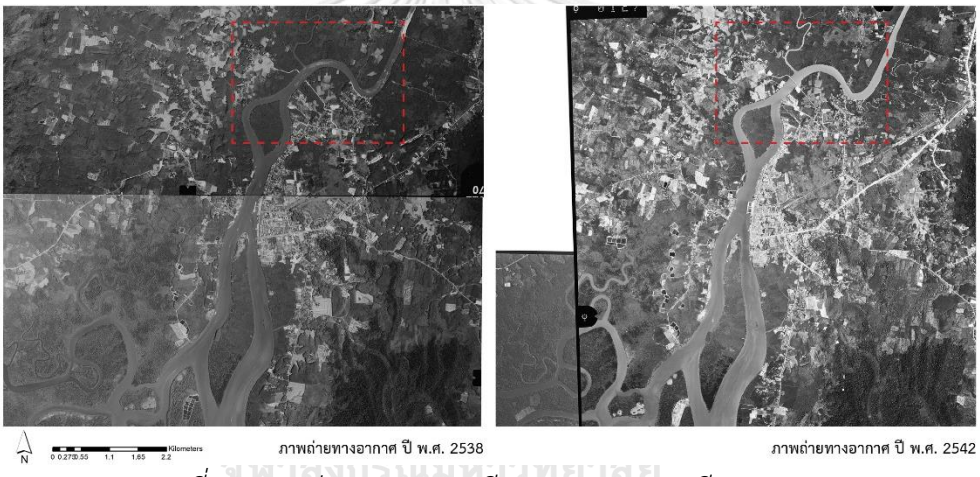


ภาพที่ 56 แผนที่การจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดินปี พ.ศ. 2530 เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2561 สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 1987, 2018a)

ด้วยข้อจำกัดและความแตกต่างของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 และ LANDSAT-8 ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบร้อยละการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมผิวดินได้ แต่สามารถแสดงให้เห็นภาพรวมด้วยตาได้ โดยพบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรม (นา) จากปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) กลายเป็นพื้นที่พื้นที่น้ำขึ้นน้ำลงในปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติกลับไปเป็นกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ คาดว่าเกิดจากเงื่อนไขทางพลวัตของภูมินิเวศชะวากทะเล ซึ่งส่งผลต่อการใช้งานของคนในพื้นที่ทำให้ไม่สามารถคงสภาพเป็นนาได้ หรือนาไม่ให้ผลผลิตตามที่ต้องการ จึงถูกปล่อยรกร้าง และกลับคืนสู่สภาพธรรมชาติ แสดงถึงศักยภาพในการฟื้นฟูของภูมินิเวศชะวากทะเลดังภาพที่ 56



ภาพที่ 57 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510 และ ปี พ.ศ. 2517
ดัดแปลงจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, 2510, 2517)



ภาพที่ 58 ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2538 และ ปี พ.ศ. 2542
ดัดแปลงจากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ (กรมแผนที่ทหาร, 2538, 2542)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
Chulalongkorn University

จากข้อมูลทั้งสองชุด จะเห็นความเชื่อมโยงของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและการจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน แสดงให้เห็นจากการจัดกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่กึ่งธรรมชาติ และพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ซึ่งมีความสอดคล้องกันและแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดที่แตกต่างกัน โดยแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถนำไปคำนวณเพื่อบ่งชี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศ และแผนที่สิ่งปกคลุมผิวดินเป็นการแสดงสิ่งปกคลุมผิวดินในภาพรวมด้วยตา ซึ่งจำแนกรายละเอียดมากกว่าแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.3.2 ผลการบ่งชี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เชื่อมโยงของภูมินิเวศและการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศที่เปลี่ยนแปลงในพื้นที่ชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

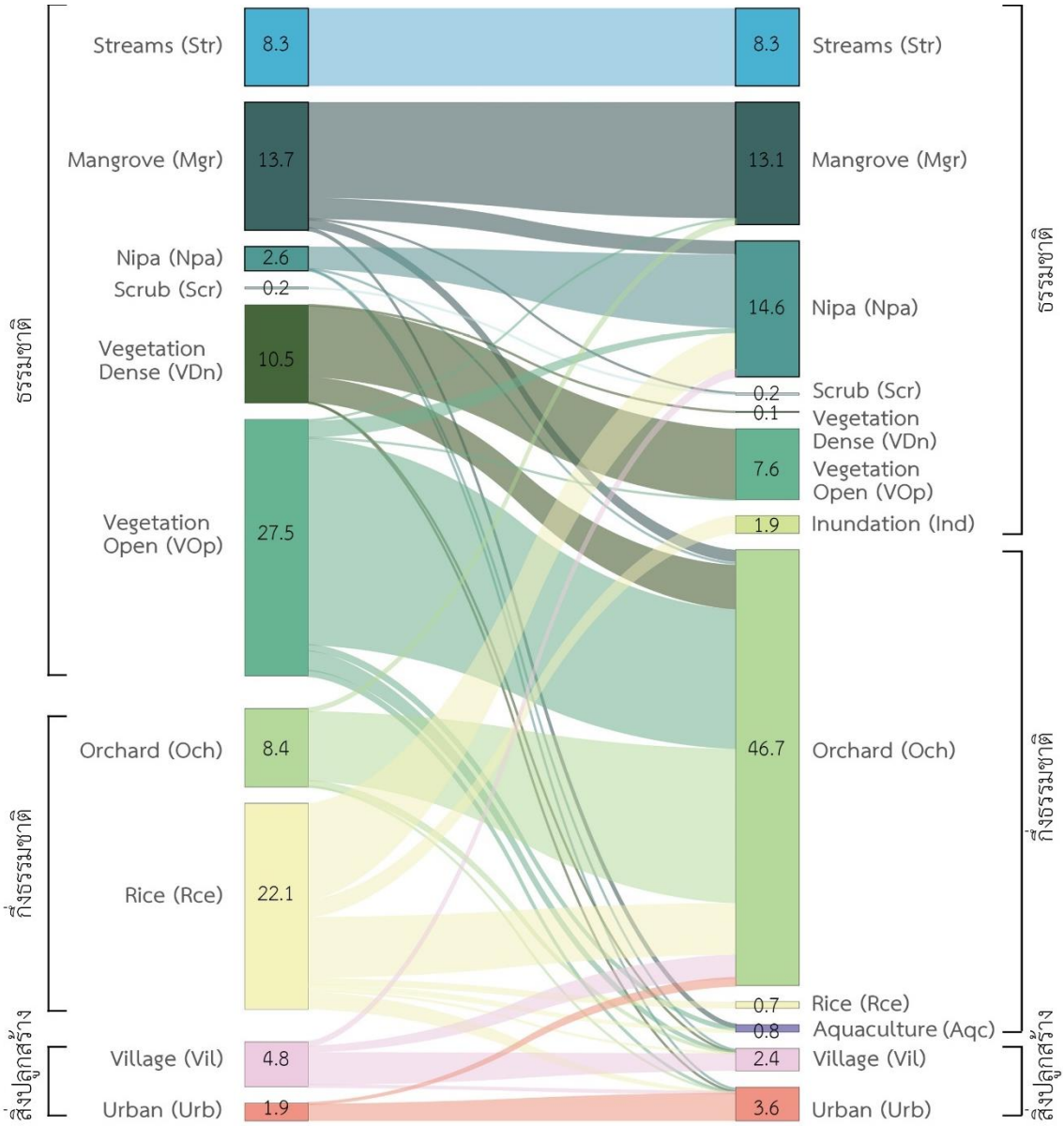
การพัฒนาและการใช้งานพื้นที่ทำให้ภูมินิเวศชะวากทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งจากการกระทำของมนุษย์และธรรมชาติ โดยภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังให้นิเวศบริการแก่ภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง การบ่งชี้ผลการทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศเมืองกันตังจึงวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง

2552 → / 2510 ↓	น้ำ	ป่าชายเลน	ป่าจาก	ป่าพุ่ม	ป่าทึบ	ป่าโปร่ง	น้ำท่วมถึง	พืชสวน	นา	เลี้ยงสัตว์น้ำ	หมู่บ้าน	เมือง
น้ำ	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ป่าชายเลน	0	74.6	16.6	0.3	0	0	0	7	0	1.5	0	0
ป่าจาก	0	0	93.2	0	0	0	0	1.1	0	0	2.4	3.3
ป่าพุ่ม	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
ป่าทึบ	0	0	0	0	0.8	72.9	0	25.6	0	0	0.5	0.2
ป่าโปร่ง	0	0.7	6.4	0	0	0.2	0	80.8	0	1.9	8.1	1.9
น้ำท่วมถึง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
พืชสวน	0	3.5	0	0	0	0	0	89.2	0	0	6.5	0.8
นา	0	0	46.7	0	0	0	8.4	29.8	3.3	1.5	1.8	8.5
เลี้ยงสัตว์น้ำ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
หมู่บ้าน	0	0	8.3	0	0	0	0	14.8	0	0	73.2	3.7
เมือง	0	0	0	0	0	0	0	4.2	0	0	0	95.8

วิธีการอ่านเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง อ่านแถวแนวนอนเพื่อบอกร้อยละของการเปลี่ยนแปลงการใช้งานที่ดินแต่ละประเภทของปี พ.ศ. 2510 เปลี่ยนเป็นปี พ.ศ. 2552 โดยช่องสีเทาเข้มเป็นประเภทการใช้งานที่ดินประเภทเดิมซึ่งคงอยู่จากปี พ.ศ. 2510 ถึงปี พ.ศ. 2552 ยกตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2510 พื้นที่ป่าชายเลน (Mgr) ในปี พ.ศ. 2552 คงเดิมร้อยละ 74.6 เปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ป่าจากร้อยละ 16.6 พื้นที่ป่าพุ่มร้อยละ 0.3 พื้นที่พืชสวนพืชไร่ร้อยละ 7 และพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำร้อยละ 1.5

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตังด้วยตารางที่ 6 สามารถจัดกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศกับการใช้ประโยชน์จากภูมินิเวศของคนในพื้นที่เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ กลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ และกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ดังภาพที่ 59 โดยความหนาของเส้นเชื่อมสัมพันธ์กับร้อยละของขนาดพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตังจากปี พ.ศ. 2510 เป็นปี พ.ศ. 2552

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถบ่งชี้โดยใช้นิเวศบริการที่การใช้งานที่ดินแต่ละประเภทให้แก่ภูมินิเวศชะวากทะเลในการวิเคราะห์และอธิบายผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1ตารางที่ 7 ซึ่งแสดงนิเวศบริการของกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติให้แก่มนุษย์หลากหลายและมากมาย เพียงพอต่อการเกื้อหนุนสังคมมนุษย์ให้เลือกตั้งถิ่นฐานและอยู่อาศัยในพื้นที่ นิเวศบริการของกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติน้อยและหลากหลายรองลงมา และนิเวศบริการจากกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้างมีเพียงการบริการเชิงวัฒนธรรมเท่านั้น หากเมืองต้องการสร้างนิเวศบริการด้านอื่นต้องมีการสร้างระบบขึ้นมาเพิ่มเติม

ตารางที่ 7 นิเวศบริการของการใช้งานที่ดินแต่ละประเภท
ที่มา Barbier et al. (2011); Brandon (2014); Burkhard and Maes (2017); Chivenge et al. (2020); Custódio, Villasante, Calado, and Lillebø (2020); Demestihas, Plénet, Génard, Raynal, and Lescourret (2017)

ประเภทพื้นที่		การบริการเชิงการผลิต			การบริการเชิงควบคุม					การบริการเชิงวัฒนธรรม			การบริการเชิงเกื้อหนุน		
		อาหาร	น้ำ	ชีวมวล	กันน้ำท่วม	บำบัดน้ำ	กันกัดเซาะ	สภาพอากาศ	กักเก็บคาร์บอน	นันทนาการ	ความงาม	จิตวิญญาณ	วัฏจักรสารอาหาร	ที่อยู่	หลากหลายสิ่งมีชีวิต
ธรรมชาติ	น้ำ	●	●		●	●		●		●	●	●	●	●	●
	ป่าชายเลน	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ป่าจาก	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ป่าพุ่ม	●		●			●		●	●	●	●	●	●	●
	ป่าทึบ	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ป่าโปร่ง	●				●	●		●	●	●	●	●	●	●
	น้ำท่วมถึง	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
กึ่งธรรมชาติ	พืชสวน	●					●	●		●	●	●	●	●	
	นา	●			●	●			●	●	●	●		●	
	เลี้ยงสัตว์น้ำ	●								●	●	●		●	
สร้าง	หมู่บ้าน									●	●	●			
	เมือง									●	●	●			

การใช้ประโยชน์ที่ดินส่งผลกระทบต่อภูมินิเวศชะวากทะเลทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยผลกระทบทางตรง เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลทั้งกายภาพและอุทกพลวัต เช่น เขื่อนป้องกันตลิ่ง การสร้างโครงสร้างยื่นลงในแม่น้ำ การขุดลอก และผลกระทบทางอ้อม เช่น การเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต การไหลของสารอาหารจากการเกษตรกรรม และความงามของชะวากทะเล

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศซึ่งมีบทบาทหน้าที่สำคัญของภูมินิเวศชะวากทะเล และเกื้อหนุนการอยู่อาศัยของสังคมมนุษย์ การสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนทำให้นิเวศบริการที่มนุษย์เคยได้รับลดลงทั้งปริมาณและความหลากหลายดังตารางที่ 8 โดยประกอบด้วยการบริการเชิง

การผลิต ได้แก่ วัตถุดิบและอาหาร (Barbier et al., 2011) การบริการเชิงควบคุม ได้แก่ การเป็นแนวป้องกันชายฝั่งทะเล ป้องกันการกัดเซาะ การบำบัดน้ำ ทำให้น้ำสะอาด และการสะสมคาร์บอน (Barbier et al., 2011) การบริการเชิงวัฒนธรรม ได้แก่ วิถีชีวิตชาวประมง การท่องเที่ยว นันทนาการ การศึกษา การวิจัย (Barbier et al., 2011) และการบริการเชิงเกื้อหนุน ได้แก่ การเป็นแหล่งอนุบาลและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบนิเวศบริการของป่าชายเลนกับพื้นที่อื่นซึ่งเปลี่ยนแปลงจากป่าชายเลน ที่มา Barbier et al. (2011); Burkhard and Maes (2017); Custódio et al. (2020); Demestihas et al. (2017)

ประเภทพื้นที่		การบริการเชิงการผลิต			การบริการเชิงควบคุม					การบริการเชิงวัฒนธรรม			การบริการเชิงเกื้อหนุน		
		อาหาร	น้ำ	ชีวมวล	กันน้ำท่วม	บำบัดน้ำ	กันกัดเซาะ	สภาพอากาศ	กักเก็บคาร์บอน	นันทนาการ	ความงาม	จิตวิญญาณ	วัฏจักรสารอาหาร	ที่อยู่	หลากหลายสิ่งมีชีวิต
ธรรมชาติ	ป่าชายเลน	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ป่าจาก	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	ป่าพุ่ม	●		●			●		●	●	●	●	●	●	●
กึ่ง	พืชสวน	●					●	●		●	●	●	●	●	
	เลี้ยงสัตว์น้ำ	●								●	●	●		●	

นิเวศบริการจากภูมินิเวศชะวากทะเล เป็นรากฐานของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเล กันตัง การลดลงของพื้นที่ธรรมชาติ การปรับปรุงพื้นที่เพื่อประโยชน์ใช้สอย และการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองทำให้ขีดความสามารถของภูมินิเวศชะวากทะเลลดลงจากการสูญเสียนิเวศบริการ และส่งผลกลับไปสู่มนุษย์ผู้อาศัยความอุดมสมบูรณ์จากภูมินิเวศชะวากทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการวิจัยสามารถตอบคำถามที่ตั้งไว้ 3 ข้อ ได้แก่

6.1.1 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง อธิบายด้วยโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และพลวัตการเปลี่ยนแปลง

ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง เป็นพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งน้ำจืดจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเลมาบรรจบและเกิดการผสมผสานกัน ทำให้ภูมินิเวศชะวากทะเลเป็นระบบที่ซับซ้อน เป็นพลวัต อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพ (Day Jr. et al., 1989) ซึ่งเป็นผลมาจากหลายปัจจัยที่ทำงานร่วมกันผ่านมิติเวลาและพื้นที่ (Perillo, 1995; Wolanski & McLusky, 2011) เกิดเป็นรูปแบบ กระบวนการ และลักษณะเฉพาะของภูมินิเวศชะวากทะเล โดยอธิบายผ่านโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และพลวัตการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง เป็น 3 ระดับเพื่อแสดงรายละเอียดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง

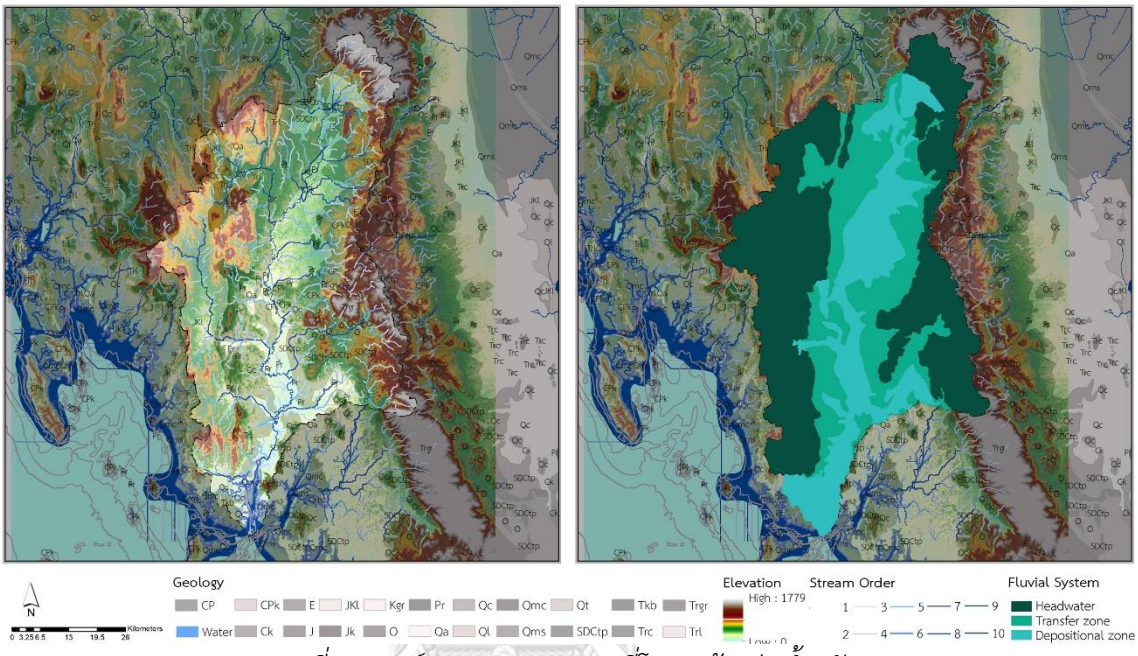
1) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับลุ่มน้ำ

ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเกิดจากความสัมพันธ์ของพื้นที่หลายระดับตั้งแต่ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันทั้งโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โครงสร้างของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเป็นส่วนหนึ่งของระบบลุ่มน้ำตรัง โดยมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นตะกอนธารน้ำพา ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบ ลาดชันน้อย และลักษณะอุทกวิทยา ลำดับธารน้ำแสดงถึงการรวมตัวกันของธารน้ำ และเพิ่มลำดับไปอย่างต่อเนื่องจนถึงส่วนปลายน้ำและออกสู่ทะเล จากการจำแนกตามระบบธารน้ำ (Fluvial System) โดย Schumm (1977) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังอยู่ในส่วนสะสมตัวของตะกอน (Depositional zone) ทำหน้าที่สะสมตะกอน จากพื้นที่ส่วนต้นน้ำ (Headwaters) และส่วนถ่ายโอนตะกอน (Transfer zone) เป็นพื้นที่ระบายน้ำและปล่อยน้ำทิ้งออกสู่ทะเล (FISRWG, 1998) บ่งชี้ถึงบทบาทหน้าที่ในการสะสมตะกอนของลุ่มน้ำตรัง กล่าวคือ หากพื้นที่ส่วนต้นน้ำ หรือส่วนถ่ายโอนตะกอน เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งลักษณะทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี จะส่งผลกระทบถึงส่วนสะสมตะกอน ชะวาก

ทะเล ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง และนิเวศบริการที่เคยให้เปลี่ยนไป ดังนั้น การวางแผนเพื่อทำนุบำรุงชะวากทะเลจึงต้องดำเนินการในหลายระดับ ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงชะวากทะเล



ภาพที่ 60 องค์ประกอบและแผนที่โครงสร้างลุ่มน้ำตรัง
ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี (2550) และ Schumm (1977)
สร้างจากข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

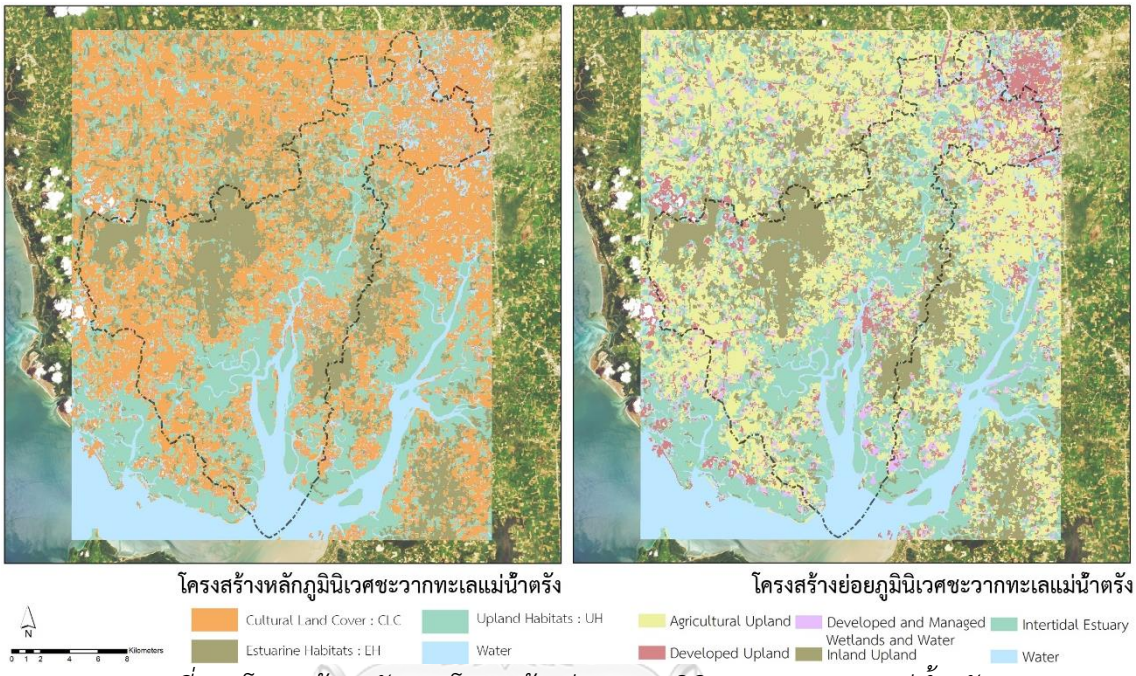
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับชะวากทะเล

โครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง แสดงถึงลักษณะเฉพาะและถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในชะวากทะเล สามารถจำแนกเป็น 3 โครงสร้าง ได้แก่ สิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม (CLC) ถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล (EH) และถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง (UH) ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบทางธรณีสัณฐาน องค์ประกอบอุทกวิทยา องค์ประกอบสิ่งมีชีวิต (พืชพรรณ) และองค์ประกอบทางสังคมและวัฒนธรรม โดยแต่ละองค์ประกอบจะส่งผลต่อกันและประกอบกันเป็นโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง (Isaak Samuel Zonneveld, 1995)

การเรียงตัวของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแสดงถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นขององค์ประกอบทางภูมินิเวศชะวากทะเลแบบซ้อนทับ (McHarg, 1992; Ndubisi, 2002) ประกอบกันเป็นภูมินิเวศซึ่งให้นิเวศบริการแก่มนุษย์ผู้อยู่อาศัย (Barbier et al.,

2011; World Health Organization, 2005) เป็นบทบาทหน้าที่สำคัญของภูมินิเวศชะวากทะเล และเป็นรากฐานความอุดมสมบูรณ์ซึ่งนำไปสู่การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ (Norton, 2006) ดังนั้น หากความสัมพันธ์ของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเสียไป นิเวศบริการก็จะเสียไปด้วย



ภาพที่ 61 โครงสร้างหลักและโครงสร้างย่อยของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังในระดับเมือง

เมืองเป็นส่วนหนึ่งของภูมินิเวศชะวากทะเล แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลโดยกิจกรรมของมนุษย์ จากการเปรียบเทียบแผนที่และจัดทำแผนภูมิแสดงร้อยละการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2510 และปี พ.ศ. 2552 พบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศจากการใช้ประโยชน์ภูมินิเวศของคนในพื้นที่ โดยอธิบายเป็น 3 กลุ่ม

1) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ พบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ธรรมชาติทำให้สูญเสียนิเวศบริการ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญในการดำรงชีพ
2) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ พบการปรับปรุงพื้นที่เพื่อประโยชน์ใช้สอยของมนุษย์ ทำให้มีการทิ้งของเสียลงสู่ชะวากทะเล โดยการใช้สารเคมี ทำให้ชะวากทะเลเสี่ยงต่อการเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเล

เปลี่ยนสีที่แพลงก์ตอนพืช เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดมลพิษต่อระบบนิเวศ

3) การเปลี่ยนแปลงกลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง พบการขยายตัวและการพัฒนาพื้นที่เมือง ทำให้พื้นที่จากเดิมเป็นหมู่บ้านพัฒนากลายเป็นเมืองมากขึ้น ด้วยการปรับระดับพื้นที่ การสร้างสิ่งปลูกสร้าง และการสร้างถนน

3.1) การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ริมขอบน้ำ (Riparian Zone) พื้นที่ริมขอบน้ำจากเดิมเป็นตลิ่งธรรมชาติ พื้นที่ป่าชายเลน และป่าจากเปลี่ยนเป็นเขื่อนป้องกันตลิ่ง ทำให้การเชื่อมต่อระหว่างภูมินิเวศบกและน้ำหายไป ขัดขวางการไหลของปริมาณตะกอนและปริมาณน้ำ รวมถึงธาตุอาหาร ซึ่งเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ

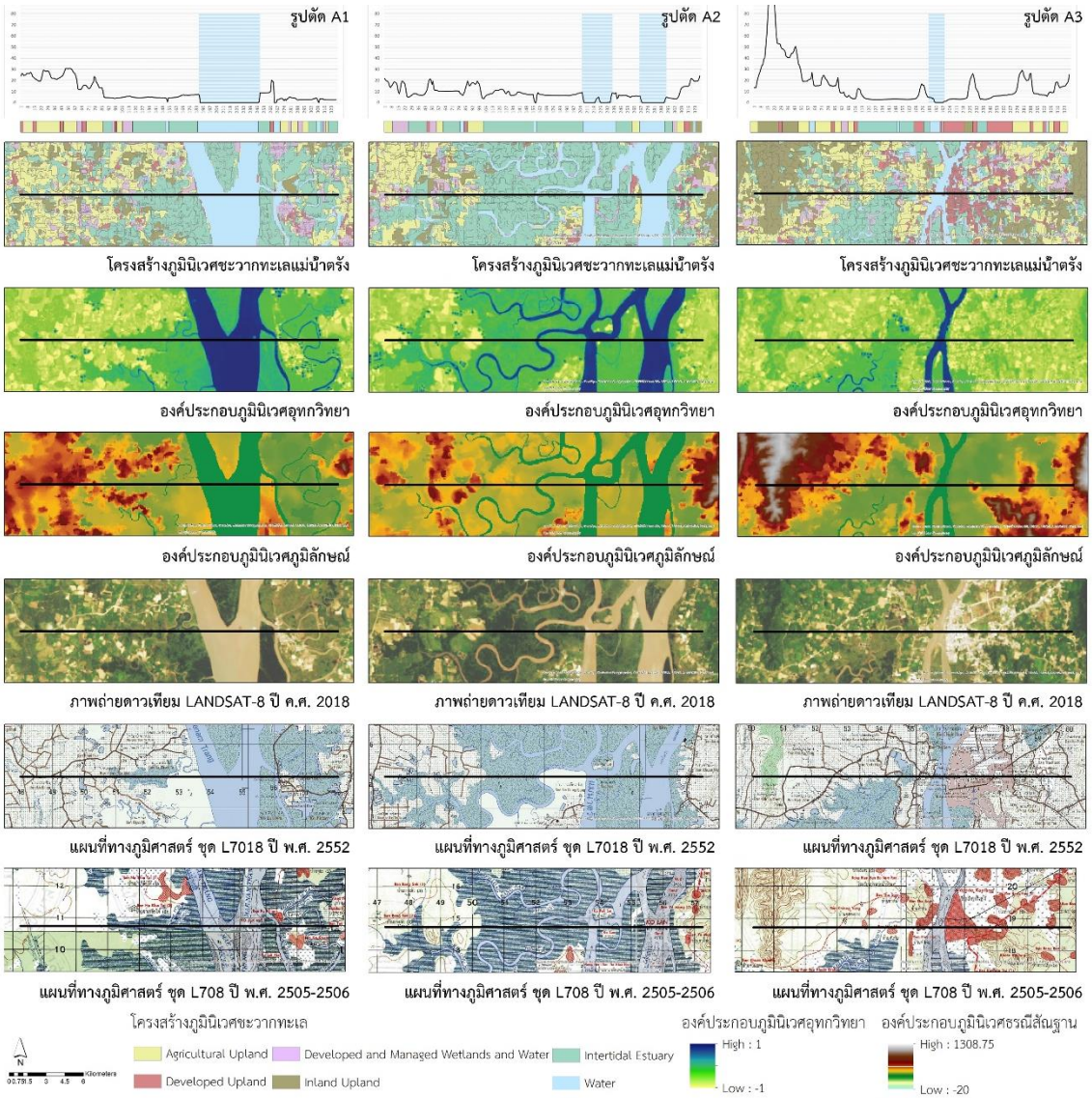
3.2) การสร้างท่าเรือ โครงสร้างท่าเรือยื่นลงแม่น้ำส่งผลต่ออุทกพลวัตของชะวากทะเล โดยเปลี่ยนทิศทางของกระแสน้ำขึ้นน้ำลง ส่งผลต่อการสะสมตะกอนท้องน้ำ และกระบวนการสะสมและกัดเซาะของตะกอนในระบบ การดำเนินกิจการท่าเรือและการเดินเรือปล่อยเสียที่ปนเปื้อนทำให้เกิดมลพิษ การขุดลอกแม่น้ำ ทำให้เกิดการแพร่กระจายตะกอน ส่งผลต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และการลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัย

การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและรูปแบบของลักษณะทางภูมินิเวศที่พบ เป็นการเปลี่ยนแปลงภูมินิเวศโดยมนุษย์ ซึ่งสร้างผลกระทบต่อกระบวนการทางนิเวศวิทยาทั้งโครงสร้างทางกายภาพ อุทกวิทยา เคมี และสิ่งมีชีวิต โดยมนุษย์เป็นหนึ่งในสิ่งมีชีวิตผู้ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเล

6.1.2 ภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเชื่อมโยงกับการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ ทั้งประโยชน์และข้อจำกัดของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง

โครงสร้างที่แตกต่างกันของชะวากทะเล ส่งผลต่อลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันของมนุษย์ โดยการตั้งถิ่นฐานของเมืองกันตังดัง (ภาพที่ 62) อยู่ใกล้ทะเล และเป็นเมืองท่า เคยเป็นเมืองหลวงจังหวัดตรังในอดีต (คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2544) แต่ไม่สามารถขยายเมืองได้ ในทางตรงข้ามการตั้งถิ่นฐานของเมืองตรัง (ภาพที่ 63) ตั้งอยู่บนพื้นที่สูง ทำให้เมืองขยายตัวได้มากกว่าและพัฒนาพื้นที่ได้อย่างเต็มที่ แต่ไม่สามารถคมนาคมทางเรือได้

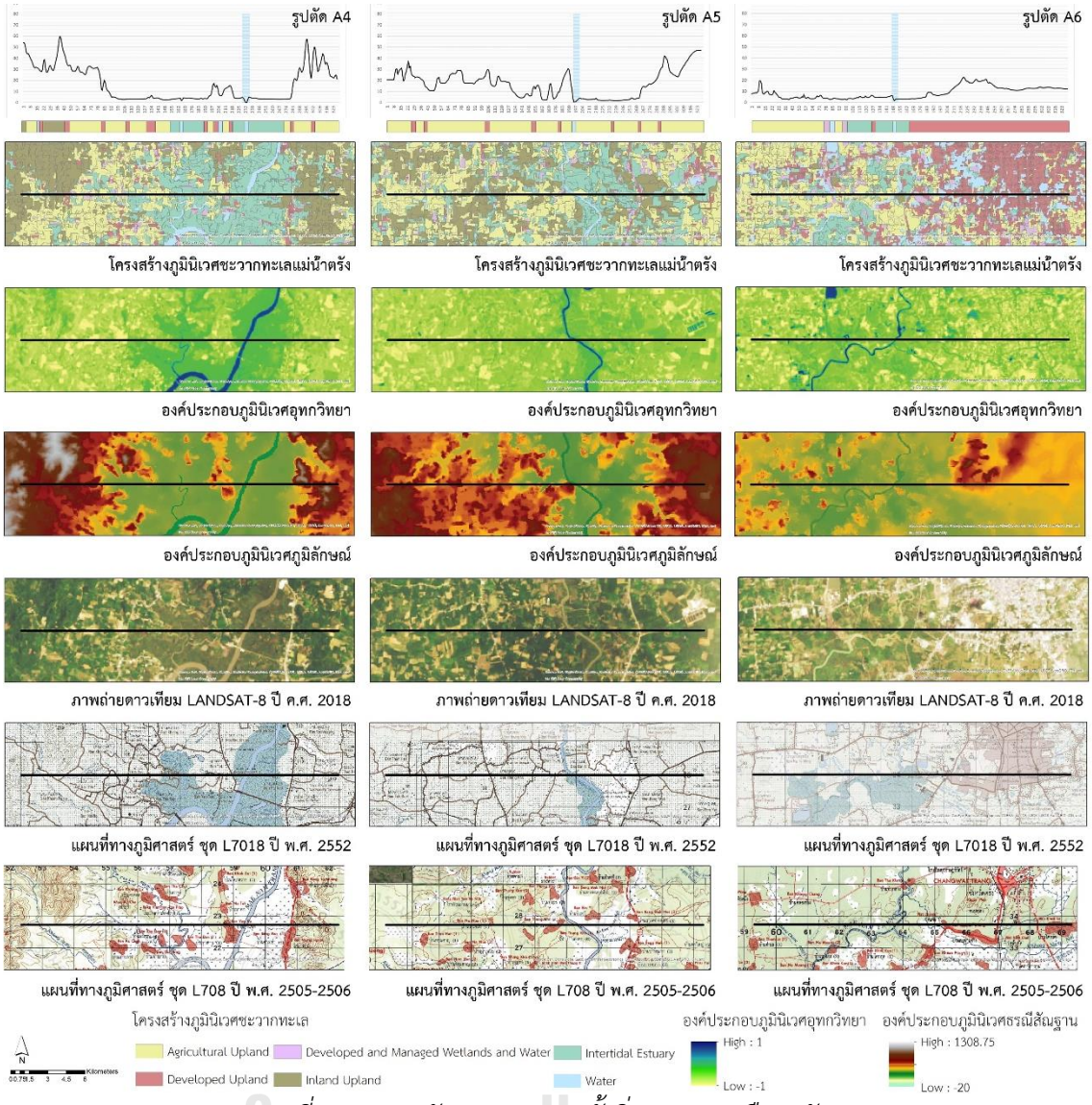
การเลือกที่ตั้งเมืองที่แตกต่างกันของสองเมืองแสดงให้เห็นถึงความสำคัญกับตำแหน่ง การเข้าถึง และสภาพภูมิประเทศ (เกียรติ จิวะกุล, 2556) โดยตำแหน่งการเข้าถึง ยิ่งใกล้ทะเล ยิ่งมีข้อจำกัดมาก เนื่องจากอุทกพลวัตของชะวากทะเล ดังนั้น อุทกพลวัตของภูมินิเวศชะวากทะเลเป็นทั้งประโยชน์ที่ดึงดูดให้มนุษย์อยู่อาศัย ตั้งถิ่นฐานเป็นเมือง ซึ่งเรียกว่า นิเวศบริการ (World Health Organization, 2005) และข้อจำกัดที่ส่งผลต่อการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์



ภาพที่ 62 ชุดรูปตัด A1-A3 การตั้งถิ่นฐานของเมืองกันตัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)



ภาพที่ 63 ชุดรูปตัด A4-A6 การตั้งถิ่นฐานของเมืองตรัง

สร้างจากข้อมูล LANDSAT (USGS, 2018a) และข้อมูล FABDEM (Hawker et al., 2022)

ดัดแปลงจากกรมแผนที่ทหาร (2505-2506) และกรมแผนที่ทหาร (2552)

6.1.3 การเปลี่ยนแปลงของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ทั้งการเปลี่ยนแปลงตามพลวัตและโดยมนุษย์ ส่งผลกระทบต่อการตั้งถิ่นฐานและการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงตามพลวัตของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรัง มีอุทกพลวัตเป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดที่ส่งผลต่อการใช้งานพื้นที่ของมนุษย์ ทำให้มนุษย์เลือกตั้งถิ่นฐานเพื่อใช้นิเวศบริการของชะวากทะเล และการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์ ได้แก่ การรุกล้ำพื้นที่ธรรมชาติ การเกษตรกรรม การเลี้ยงสัตว์น้ำ และการสร้างสิ่งปลูกสร้าง ส่งผลให้นิเวศบริการที่ได้รับจากภูมินิเวศชะวากทะเลลดลงทั้งปริมาณและความหลากหลายดังตารางที่ 7

เนื่องจากนิเวศบริการของภูมินิเวศชะวากทะเลเป็นรากฐานของภูมินิเวศเมืองชายฝั่งทะเลกันตัง การลดลงของพื้นที่ธรรมชาติ การปรับปรุงพื้นที่เพื่อประโยชน์ใช้สอย และการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองทำให้ขีดความสามารถของภูมินิเวศชะวากทะเลลดลงจากการสูญเสียนิเวศบริการ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังโดยมนุษย์จึงส่งผลกลับไปสู่มนุษย์ผู้อาศัยความอุดมสมบูรณ์จากภูมินิเวศชะวากทะเล

6.2 การอภิปรายผลการศึกษา

ผลการศึกษาสามารถอภิปราย 2 ประเด็น ได้แก่

6.2.1 ความสามารถในการฟื้นฟูของภูมินิเวศชะวากทะเล

ศักยภาพในการฟื้นฟูของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังเป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่ทำให้ระบบนิเวศชะวากทะเลให้ผลิตผลมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลก (Day Jr. et al., 1989) และเป็นที่มาของนิเวศบริการชะวากทะเล (Barbier et al., 2011) โดยในพื้นที่ศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรกรรม (นา) จากปี ค.ศ. 1987 (พ.ศ. 2530) กลายเป็นป่าจากในปี ค.ศ. 2018 (พ.ศ. 2561) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงจากกลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติกลับไปเป็นกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ จากเงื่อนไขทางพลวัตของภูมินิเวศชะวากทะเล

ความสามารถในการฟื้นฟู (Regeneration) ของภูมินิเวศชะวากทะเล สามารถนำไปต่อยอดในการวางแผนจัดการภูมินิเวศเพื่ออนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ธรรมชาติ ซึ่งเป็นรากฐานของนิเวศบริการชะวากทะเล โดยสามารถประยุกต์ใช้กับแนวความคิดการฟื้นฟูมนุษย์ร่วมกับธรรมชาติซึ่งวิวัฒนาการร่วมกันเป็นระบบองค์รวม (Reed, 2007)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2.2 การบริการเชิงวัฒนธรรมของภูมินิเวศชะวากทะเล

ในอดีตการพัฒนาเมืองกันตังเป็นการใช้นิเวศบริการเพียงบางส่วนของชะวากทะเลแม่น้ำตรัง ได้แก่ การเกษตรกรรม การคมนาคม การค้าขายส่งออก และการประมงเชิงพาณิชย์ ซึ่งปัจจุบันอุตสาหกรรมเหล่านี้เสื่อมถอยลง และส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและนิเวศบริการของชะวากทะเล เช่น การเกษตรกรรม เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้งานที่ดินทำให้ชนิดพืชพรรณปกคลุมผิวดินเป็นชนิดเดียว ทำให้ลดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ทำให้ขีดความสามารถของภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังลดลงจากการสูญเสียนิเวศบริการทั้งปริมาณและความหลากหลาย

การบริการเชิงวัฒนธรรมจากภูมินิเวศชะวากทะเล เช่น ความงาม อาหาร วิถีชีวิตและวัฒนธรรม เป็นนิเวศบริการที่สามารถดึงดูดและส่งเสริมเศรษฐกิจได้โดยการนันทนาการและการท่องเที่ยว ดังนั้น นิเวศบริการเชิงวัฒนธรรม สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นหลักในการ

พัฒนาเมืองกันตังต่อไป โดยมีภูมินิเวศเป็นพื้นฐานเพื่อเกื้อหนุนนิเวศบริการ เนื่องจากนิเวศบริการเชิงวัฒนธรรม เป็นผลจากนิเวศบริการเชิงการผลิต การบริการเชิงควบคุม และการบริการเชิงเกื้อหนุน ทั้งความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต อุทกพลวัต และฤดูกาล

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะแนวทางการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและวางผัง

การออกแบบและวางผังภูมินิเวศชะวากทะเลสามารถนำแนวความคิดการแก้ไขปัญหาโดยมีธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution) มาประยุกต์ใช้ โดยพิจารณา 3 ประเด็น เพื่อวิเคราะห์และจำแนกพื้นที่สำหรับแนวทางการจัดการและออกแบบพื้นที่ (Cassin, 2021) ได้แก่

1) ระดับพื้นที่ ประกอบด้วย ระดับลุ่มน้ำ ระดับชะวากทะเล และระดับเมือง
2) นิเวศบริการของพื้นที่แต่ละประเภท
3) ระดับการจัดการหรือการออกแบบ

จากผลการวิจัยสามารถจำแนกพื้นที่เบื้องต้นตามระดับความเข้มข้นในแนวทางการจัดการและออกแบบพื้นที่ แบ่งเป็น 4 พื้นที่ (Cassin, 2021) ประกอบด้วย

1) พื้นที่อนุรักษ์ ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์
2) พื้นที่ฟื้นฟู ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ธรรมชาติที่ถูกรบกวน
3) พื้นที่จัดการระบบ ได้แก่ กลุ่มพื้นที่กึ่งธรรมชาติ เกษตรกรรม และการเลี้ยงสัตว์จัดการให้มีความสอดคล้องกับภูมินิเวศ
4) พื้นที่สร้างระบบ ได้แก่ กลุ่มพื้นที่สิ่งปลูกสร้าง เมือง ปรับเปลี่ยนระบบให้สอดคล้องกับพื้นที่ธรรมชาติ โดยแนวความคิดโครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (Green Infrastructure)

รายละเอียดการออกแบบต้องมีการเฝ้าสังเกตและติดตามประเมินผลภูมินิเวศชะวากทะเลเพื่อประเมินพื้นที่ในระดับท้องที่ต่อไป

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการนำวิธีการศึกษาไปประยุกต์ใช้

ชะวากทะเลสามารถจำแนกได้หลายวิธี โดยแต่เดิมจะจำแนกตามลักษณะทางกายภาพ และต่อมามีการพัฒนาโดยการใช้ข้อมูลหลายองค์ประกอบในการจำแนก โดยแตกต่างตามวัตถุประสงค์การวิจัย สามารถนำแนวทางการจำแนกชะวากทะเลประยุกต์ใช้กับบริบทในภูมิอากาศเขตร้อน โดยมีข้อคำนึงถึงเพิ่มเติม ดังนี้

4) พลวัตและฤดูกาล หรือ อุทกพลวัต ส่งผลอย่างมากต่อความเค็มและความอุดมสมบูรณ์ (Day Jr. et al., 1989; Donald S. McLusky, 1989; Wolanski & McLusky, 2011)

5) ป่าไม้และรายละเอียดชนิดพืชพรรณ (Hoanh et al., 2010)

6) ความหลากหลายและพันธุ์สิ่งมีชีวิต เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา (Hoanh et al., 2010)

แนวทางการจำแนกภูมินิเวศชะวากทะเลแม่น้ำตรังดัดแปลงจาก NERRS (Kutcher et al., 2008) ดังภาพที่ 30 สามารถจำแนกเป็น 3 โครงสร้างหลัก ได้แก่ สิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม ถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล และถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง โดยมีแนวทางการจำแนกข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลทางกายภาพ ได้แก่ ธรณีวิทยา ภูมิประเทศ และดิน ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบทางธรณีสัณฐาน จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่พื้นที่สูง ซึ่งประกอบด้วย พื้นที่สูงเหนือน้ำขึ้นน้ำลง และพื้นที่สูงในแผ่นดิน

2) ข้อมูลอุทกวิทยาและภูมิอากาศ ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบภูมินิเวศทางอุทกวิทยา จำแนกได้เป็นโครงสร้างถิ่นที่อยู่ชะวากทะเล ประกอบด้วย พื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นน้ำลง และพื้นที่น้ำขึ้นน้ำลง

3) ข้อมูลทางชีวภาพ ได้แก่ พืชพรรณและสัตว์ป่า ซ้อนทับข้อมูลได้เป็นองค์ประกอบภูมินิเวศทางสิ่งมีชีวิต ประกอบกับข้อมูลเชิงสังคมและวัฒนธรรมเพื่อจำแนกสิ่งปกคลุมผิวดิน ได้เป็นโครงสร้างสิ่งปกคลุมผิวดินเชิงวัฒนธรรม ได้แก่ พื้นที่พัฒนา (เมือง) พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ชุ่มน้ำและแหล่งน้ำที่มีการจัดการและพัฒนา

การจำแนกโครงสร้างเหล่านี้มีเงื่อนไขที่สำคัญของชะวากทะเลคือ อุทกพลวัต (Day Jr. et al., 1989) เป็นตัวกำหนดโครงสร้างที่ทำให้เกิดคุณค่าและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในชะวากทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.3 ข้อจำกัดในการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลและดำเนินการวิจัยในระหว่างสถานการณ์โรคระบาดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) และด้วยระยะเวลาที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถลงพื้นที่ภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูลและสัมภาษณ์คนในพื้นที่ได้ จึงเลือกใช้วิธีการรับรู้ระยะไกลและข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานภาครัฐเป็นหลักในการดำเนินการศึกษาและการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงเลือกใช้ข้อมูลที่มีการจัดเก็บครบถ้วนและสามารถเปรียบเทียบกับชุดข้อมูลอื่นได้ ทำให้ชุดข้อมูลบางประเภทมิได้เป็นปัจจุบันที่สุด ในการศึกษาต่อยอดควรมีการเฝ้าสังเกตและเก็บรายละเอียดข้อมูลบางส่วนเพิ่มเติมจากการลงพื้นที่ภาคสนามและการสัมภาษณ์คนในพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบันที่สุด

บรรณานุกรม

รายการภาษาไทย

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). ลุ่มน้ำตรัง. Retrieved from https://km.dmcr.go.th/c_218/s_222#:~:text=%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%A5%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%B5,%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%9E%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%A1

กรมทรัพยากรธรณี. (2545). แผนที่ธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล [*Shapefile*]. Retrieved from: https://data.dmr.go.th/sv/dataset/gm-coastal

กรมทรัพยากรธรณี. (2550). แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดตรัง [*Shapefile*].

กรมแผนที่ทหาร. (2505-2506). แผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด *L*708.

กรมแผนที่ทหาร. (2510). ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2510.

กรมแผนที่ทหาร. (2517). ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2517.

กรมแผนที่ทหาร. (2538). ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2538.

กรมแผนที่ทหาร. (2542). ภาพถ่ายทางอากาศ ปี พ.ศ. 2542.

กรมแผนที่ทหาร. (2552). แผนที่ทางภูมิศาสตร์ ชุด *L*7018

กรมพัฒนาที่ดิน. (2554). แผนที่ชุดดิน [*Shapefile*].

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2547-2555). ข้อมูลปริมาณน้ำฝน.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). เกณฑ์อากาศ. Retrieved from https://www.tmd.go.th/info/%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A8

กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ. (2560-2561). ข้อมูลน้ำจริงรายชั่วโมงสถานีกันตัง.

เกียรติ จิวะกุล. (2556). แนวความคิดเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาเมืองและโครงข่ายในภูมิภาคของไทย. In จ. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (Ed.), ความคิด 8 ทศวรรษ สถาปัตย์จุฬาฯ (pp. 446-450). กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (2544). วัฒนธรรม พัฒนาการทางประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์และภูมิปัญญา จังหวัดตรัง. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร.

ดีบุก เต็มมาศ. (2015). พระพิมพ์ดินดิบที่พบในถ้ำบริเวณ พื้นที่ลุ่มแม่น้ำตรัง. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts),* 8(3), 118-131.

ถนอม พูนวงศ์. (2560). ประวัติศาสตร์เมืองตรัง (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.): โอเดียนสโตร์.

เทศบาลเมืองกันตัง. (2564). แผนพัฒนาท้องถิ่น (พ.ศ. 2566 - 2570) ของเทศบาลเมืองกันตัง.

ศูนย์ภูมิอากาศ กองพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา. (2566). ภูมิอากาศจังหวัดตรัง. Retrieved from http://www.marine.tmd.go.th/thai/tus_type/trang.html

สยามรัฐออนไลน์. (2564). ตรังดันท่าเรือพาณิชย์กันตังเป็นท่าเทียบเรือเพื่อการท่องเที่ยวบูมอันดามัน. Retrieved from https://siamrath.co.th/n/277800

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2542). ทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติและระดับชาติของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักบริหารทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. (2540-2565). ข้อมูลสถิติจำนวนประชากรอำเภอกันตัง Retrieved from https://stat.bora.dopa.go.th/new_stat/webPage/statByYear.php

สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. (2554). รายงานการสำรวจดินเพื่อการเกษตร จังหวัดตรัง: กรมพัฒนาที่ดิน.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการภาษาอังกฤษ

Ahlhorn, F. (2018). *Integrated Coastal Zone Management: Status, Challenges and Prospects*: Springer Vieweg Wiesbaden.

Anderson J. R., H., E. E., Roach, J. T., and Witmer, R. E. (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. USGS: US Government Printing Office.

Balasubramanian, A. (2017). Digital elevation model (DEM) in GIS. *University of Mysore*.

Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs,* 81(2), 169-193.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. The Conservation Fund: Island press.

Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing,* 65(1), 2-16.

Brandon, K. (2014). *Ecosystem services from tropical forests: review of current science*. Retrieved from https://www.files.ethz.ch/isn/184673/CGD_Forest_Climate_Series_7_Brandon_Ecosystem_Services_0.pdf

Burgess, R., Chancy, C., Campbell, D., Detenbeck, N., Engle, V., Hill, B., . . . Norberg-King, T. (2004). *Classification framework for coastal systems*. Retrieved from

Burkhard, B., & Maes, J. (2017). Mapping ecosystem services. *Advanced books,* 1, e12837.

Butler, K. (2013). Band Combinations for Landsat 8. *ArcGIS Blog.* Retrieved from https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/

Carloni, A. S., & Crowley, E. L. (2005). *Rapid guide for missions: analysing local institutions and livelihoods: guidelines*: Institutions For Rural Development, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Cassin, J. (2021). Chapter 2 History and development of nature-based solutions: Concepts and practice. In J. H. M. Jan Cassin, Elena Lopez Gunn (Ed.), *Nature-based Solutions and Water Security : An Action Agenda for the 21st Century* (pp. 19-34): Elsevier.

Chivenge, P., Angeles, O., Hadi, B., Acuin, C., Connor, M., Stuart, A., . . . Johnson-Beebout, S. (2020). Chapter 10 Ecosystem services in paddy rice systems. In *The role of ecosystem services in sustainable food systems* (pp. 181-201): Elsevier.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges* (Vol. 97): IUCN: Gland, Switzerland.

Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F. & LaRoe, E. (1979). *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*: US Fish and Wildlife Service, US Department of the Interior.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Cowell, P. J., & Thom, B. G. (1995). Chapter 2 Morphodynamics of coastal evolution. In R. W. G. C. a. C. D. Woodroffe (Ed.), *Coastal evolution: Late Quaternary shoreline morphodynamics* (pp. 33-86): Cambridge University Press.

Custódio, M., Villasante, S., Calado, R., & Lillebø, A. I. (2020). Valuation of Ecosystem Services to promote sustainable aquaculture practices. *Reviews in Aquaculture,* 12(1), 392-405.

Dalrymple, R. W., Zaitlin, B. A., & Boyd, R. (1992). Estuarine facies models; conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Research,* 62(6), 1130-1146.

Davidson-Arnott, R., Bauer, B., & Houser, C. (2019). *Introduction to coastal processes and geomorphology*: Cambridge university press.

Day Jr., J. W., Hall, C. A., Kemp, W. M., & Yanez-Arancibia, A. (1989). *Estuarine ecology* (1st ed.). New York: John Wiley & Sons.

Demestihas, C., Plénet, D., Génard, M., Raynal, C., & Lescourret, F. (2017). Ecosystem services in orchards. A review. *Agronomy for Sustainable Development,* 37, 12.

Dunne, T., & Leopold, L. B. (1978). *Water in environmental planning*: W. H. Freeman.

ESRI. (n.d.). What is ArcMap? Retrieved from https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/main/what-is-arcmap-.htm

Fairbridge, R. W. (1980). The estuary: its definition and geodynamic cycle. *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*(1-36).

FISRWG. (1998). *Stream corridor restoration: Principles, processes, and practices*: Federal Interagency Stream Restoration Working Group, National Service Center for Environmental Publications (NSCEP).

Forman, R. T. T. (1981). Interaction among landscape elements: a core of landscape ecology. In *Proc. Int. Congr. Neth. Soc. Landscape Ecol.* (pp. 35-48): Veldhoven. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.

Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics : The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press.

Forman, R. T. T. (2014). *Urban ecology : science of cities*. Cambridge: Cambridge University Press.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. New York: John Wiley & Sons.

Google Earth. (2019). *Satellite Imagery in Google Earth*.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment,* 202, 18-27.

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2012). Common international classification of ecosystem services (CICES, Version 4.1). *European Environment Agency,* 33, 107.

Hansen, D. V., & Rattray Jr, M. (1966). New dimensions in estuary classification. *Limnology and oceanography,* 11(3), 319-326.

Hawker, L., Uhe, P., Paulo, L., Sosa, J., Savage, J., Sampson, C., & Neal, J. (2022). A 30 m global map of elevation with forests and buildings removed. *Environmental Research Letters,* 17(2), 024016.

Hoanh, C. T., Szuster, B. W., Kam, S. P., Ismail, A. M., & Noble, A. D. (2010). *Tropical Deltas and Coastal Zones : Food Production, Communities, and Environment at the Land-water Interface*. Wallingford, Oxfordshire, UK: CABI Publishing.

Horning, N. (2004). *Land cover classification methods, Version* 1.0: Center for Biodiversity and Conservation at the American Museum of Natural History.

Hume, T. M., Snelder, T., Weatherhead, M., & Liefting, R. (2007). A controlling factor approach to estuary classification. *Ocean & coastal management,* 50(11-12), 905-929.

IEM. (n.d.). Wind Roses for Trang 1973-2022. Retrieved from https://mesonet.agron.iastate.edu/sites/windrose.phtml?station=VTST&network=TH__ASOS

Jordan, S. J. (2012). *Estuaries : Classification, Ecology, and Human Impacts*. Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers, Inc.

Kennish, M. J. (1986). *Ecology of Estuaries: Volume* 1: *Physical and Chemical Aspects*: CRC press.

Kshetri, T. (2018). NDVI, NDBI & NDWI calculation using Landsat 7, 8. *GeoWorld,* 2, 32-34.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Kutcher, T., Garfield, N., Walker, S., Nieder, C., Van Dyke, E., & Reed, T. (2008). Habitat and land cover classification scheme for the National Estuarine Research Reserve System. *The National Estuarine Research Reserve System (NERRS)*.

Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.-U., Tischendorf, L., & Walz, U. (2015). Understanding and quantifying landscape structure–A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling,* 295, 31-41.

Masselink, G., Hughes, M., & Knight, J. (2011). *Introduction to coastal processes and geomorphology* (2nd ed.): Routledge.

McHarg, I. L. (1992). *Design with nature* (25th anniversary ed. ed.). New York: John Wiley & Sons.

McLusky, D. S. (1989). The Estuarine Environment. In *The Estuarine Ecosystem* (pp. 1-48). Dordrecht: Springer Netherlands.

McLusky, D. S., & Elliott, M. (2004). *The estuarine ecosystem: ecology, threats and management*. Oxford: Oxford University Press.

Meinig, D. W. (1979). The beholding eye: Ten versions of the same scene. In *The interpretation of ordinary landscapes: Geographical essays* (pp. 33-48): Oxford University Press.

Miller, G. (1990). *Living in the environment: An introduction to environmental Science* (6th ed.). Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.

Naveh, Z., & Lieberman, A. S. (1990). *Landscape Ecology: Theory and Application*. New York: Springer New York.

Naveh, Z., & Lieberman, A. S. (1994). *Landscape ecology: theory and application*: Springer Science & Business Media.

Ndubisi, F. (2002). *Ecological Planning : A Historical and Comparative Synthesis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Norton, W. (2006). *Cultural geography : environments, landscapes, identities, inequalities* (2nd ed.). Don Mills, Ont.: Oxford University Press.

Odum, H., & Copeland, B. (1974). A functional classification of the coastal systems of the United States. *Coastal ecological systems of the United States,* 1, 5-84.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Paine, D. P., & Kiser, J. D. (2012). *Aerial photography and image interpretation*: John Wiley & Sons.

Perillo, G. M. (1995). Chapter 1 Geomorphology and sedimentology of estuaries: an introduction. In *Developments in sedimentology* (Vol. 53, pp. 1-16): Elsevier.

Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., & McGrath, B. (2013). *Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities* (Vol. 3): Springer Science & Business Media.

Prandle, D. (2009). *Estuaries : Dynamics, Mixing, Sedimentation and Morphology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Pritchard, D. W. (1967). What is an estuary: physical viewpoint. In G. H. Lauff (Ed.), *Estuaries* (Vol. 1, pp. 149-176). Washington DC: American Association for the Advancement of Science.

Redman, C. L., Grove, J. M., & Kuby, L. H. (2004). Integrating social science into the long-term ecological research (LTER) network: social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems,* 7(2), 161-171.

Reed, B. (2007). Shifting from 'sustainability'to regeneration. *Building Research & Information,* 35(6), 674-680.

Risser, P. G. (1987). Landscape ecology: state of the art. *Landscape heterogeneity and disturbance*, 3-14.

Schumm, S. A. (1977). *The fluvial system*: Wiley-Interscience, John Wiley & Sons.

Solomon, A. E., & Crane, J. R. (2009). *Estuaries : Types, Movement Patterns and Climatical Impacts*. New York: Nova Science Publishers, Inc.

Steiner, F. R. (2008). *The Living Landscape, Second Edition : An Ecological Approach to Landscape Planning* (2nd ed.). Washington, DC: Island Press.

Stommel, H., & Former, H. G. (1952). *On The Nature of Estuarine Circulation. Part I (Chapters* 3 *and* 4). Woods Hole, Massachusetts: Woods Hole Oceanographic Institution.

Thaitakoo, D. (1998). *The application and integration of landscape spatial structure analysis and modeling in the planning and design of nature reserves.* (PhD). University of California, Berkeley,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Trimble Geospatial. (n.d.). What is eCognition? Retrieved from https://geospatial.trimble.com/what-is-ecognition

Tudor, C. (2014). An approach to landscape character assessment. *Natural England*.

Turner, M. G., & Gardner, R. H. (2015). Introduction to landscape ecology and scale. In *Landscape ecology in theory and practice* (pp. 1-32): Springer.

USGS. (1987). Landsat 5 TM C1 Level-1 Data Products. Retrieved from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (2018a). Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 Data Products. Retrieved from https://earthexplorer.usgs.gov/

USGS. (2018b). What are the band designations for the Landsat satellites. Retrieved from https://www.usgs.gov/faqs/what-are-band-designations-landsat-satellites

Venice System. (1958). the Venice System for the classification of marine waters according to salinity, Symposium for the classification of brackish waters. *Archives for Oceanography and Limnology,* 11, 243-245.

Wiens, J. A. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater biology,* 47(4), 501-515.

Wolanski, E., & Elliott, M. (2015). *Estuarine ecohydrology: an introduction* (2nd ed.): Elsevier.

Wolanski, E., & McLusky, D. S. (2011). *Treatise on estuarine and coastal science*: Academic Press.

World Health Organization. (2005). *Ecosystems and human well-being : health synthesis : a report of the Millennium Ecosystem Assessment*. Geneva: World Health Organization.

Yang, X. (2008). *Remote sensing and geospatial technologies for coastal ecosystem assessment and management*: Springer Science & Business Media.

Zonneveld, I. S. (1982). Land (scape) ecology, a science or a state of mind. In *Perspectives in landscape ecology* (pp. 312-313): Pudoc.

Zonneveld, I. S. (1995). *Land ecology: an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation*: SPB Academic Publishing.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ญาณิศา ปิยะกมลนิรันดร์
วัน เดือน ปี เกิด	2 พฤษภาคม 2540
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	ภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	90/47-51 ถนนราชปรารภ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University