การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาลและแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งอันดามัน: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่

น.ส.อลิษา สหวัชรินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Spatio-Temporal Analysis and Modeling for Sustainability of Andaman Coastal City and Forest : A Case Study of Krabi Province

Miss Alisa Sahavacharin

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Science
Inter-Department of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาลและแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งอันดามัน: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่
โดย	น.ส.อลิษา สหวัชรินทร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ หนูจักร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรรศนีย์ พฤกษาสิทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร.ดนัย ทายตะคุ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อลิษา สหวัชรินทร์ : การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาลและแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งอันดามัน: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่. (Spatio-Temporal Analysis and Modeling for Sustainability of Andaman Coastal City and Forest : A Case Study of Krabi Province) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ. ดร.ดนัย ทายตะคุ

การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล และแบบจำลองเพื่อการจัดการพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน เป็นงานวิจัยสหสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาภูมิทัศน์ ผังเมือง และการจัดการชายฝั่ง เพื่อนำเสนอแนวทางการทำงานด้านสิ่งแลดล้อม โดยใช้มุมมองทางภูมิสถาปัตยกรรม เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง วิเคราะห์โครงสร้างและรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการทำงานของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง และเสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน โดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลมาแปลความลักษณะของสิ่งปกคลุมดิน ด้วยโปรแกรม ArcGIS และวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแบบแผนปริภูมิในระดับภูมิภาคชายฝั่งอันดามันทั้ง 6 จังหวัดและระดับภูมิภาคเมืองกระบี่ แล้วนำเสนอกระบวนการวางผังภูมินิเวศ ที่ช่วยบรรเทาปัญหาสิ่งแวดล้อมเชิงพื้นที่จากการขยายเมือง บรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ ลดความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสามารถรับมือกับความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ โดยประยุกต์ใช้ยุทธศาสตร์การวางผัง ร่วมกับการวิเคราะห์ศักยภาพและข้อจำกัดของระบบนิเวศเมืองในการบริการระบบนิเวศ รวบรวมผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นแบบจำลองทางเลือกในการพัฒนาภูมิภาคเมืองชายฝั่งที่จะเป็นแนวทางพื้นฐานของการวางผังภูมิภาคเมืองชายฝั่ง โดยยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เป็นแบบจำลองการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพในการทำงานของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศสูงสุด และสามารถนำไปมาพัฒนาพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ ในรูปแบบผังภูมิทัศน์ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำ ระบบพื้นที่สีเขียว และระบบเมือง แต่ละระบบมีกลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนา 4 รูปแบบ เป็นลำดับขั้นได้แก่ พัฒนาผืนระบบนิเวศ พัฒนาทางเชื่อมนิเวศ พัฒนาเป็นโครงข่าย และพัฒนาแบบองค์รวม แต่ละรูปแบบมีบทบาทหน้าที่ คุณลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน ที่สามารถนำไปกำหนดทิศทางการพัฒนาและประยุกต์ใช้กับเมืองชายฝั่งอื่นๆ เพื่อความยั่งยืนของทั้งเมืองและสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5687867120 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORD: coastal city, urban region, spatial pattern, ecological plan, spatio-temporal analysis

Alisa Sahavacharin : Spatio-Temporal Analysis and Modeling for Sustainability of Andaman Coastal City and Forest : A Case Study of Krabi Province. Advisor: Asst. Prof. PENJAI SOMPONGCHAIYAKUL, Ph.D. Co-advisor: Danai Thaitakoo, Ph.D.

This dissertation is a multidisciplinary research that integrated environmental sciences, landscape ecology, urban planning, and coastal management in order to propose an environmental approach from landscape architect perspective. The research aims to 1) study factors affecting coastal area changes 2) study the relationship between spatial pattern and process of coastal cities and landscape, and 3) present an alternative model for the coastal city landscape planning to achieve sustainable coastal development. The method applies the ArcGIS computer software and landscape metrics to interpret characteristics of land coverage from remote sensing data. The landscape pattern of the Andaman coast, including six provinces, and the urban region of Krabi municipality, is comparable to detect the changes and their spatial patterns. Then the ecological planning process are applied in order to 1) mitigate the spatial environmental problems from urban sprawling, 2) relieve the severity of natural disasters, 3) reduce the conflict of land utilization, and 4) enhance coping capacity to dealing with the uncertainty of climate change. It applies the planning strategies together with the potential analysis of the urban ecosystem in ecosystem services. Finally, an alternative model is proposed which will be the basic guidance of the coastal city planning. That can lead development direction of coastal cities planning for the sustainability of both the city and the coastal environment.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Field of Study:	Environmental Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2019	Advisor's Signature .....
		Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาลและแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งอันดามัน: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่” นี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาชี้แนะและช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ในหลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ดูแลและชี้แนะตลอดทุกขั้นตอนในการเรียนและการวิจัย รวมทั้งส่งเสริมให้นำงานวิจัยไปการนำเสนอทั้งในระดับชาติและนานาชาติ เพิ่มประสบการณ์และขยายเครือข่ายทางวิชาการอันเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการอภิปรายผลในงานวิจัยและต่อการทำงานในอนาคต

อาจารย์ ดร. ดนัย ทายตะคุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์รอง ที่อาจารย์กรุณาชี้แนะตั้งแต่ยังเป็นนิสิตปริญญาตรีจนถึงปัจจุบัน ทุกคำสอน คำแนะนำ และข้อเสนอแนะได้หยั่งลึกลงไปสร้างฐานคิดและความเข้มแข็งของงานภูมิสถาปัตยกรรมที่เกี่ยวเนื่องสู่ศาสตร์ด้านอื่นๆ ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทั้งต่องานวิทยานิพนธ์และต่อมุมมองในฐานะครูผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้นี้ต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรรศนีย์ พฤกษาสิทธิ์ ผู้เป็นทั้งผู้อำนวยการหลักสูตร ผู้ประสานงานรายวิชาสัมมนา และเป็นประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คำแนะนำและกระบวนการสอนตลอดหลักสูตรช่วยส่งเสริมให้เกิดความก้าวหน้าและพัฒนาการในงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมฤดี จิตประไพ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้สอนรายวิชาการจัดการชายฝั่ง ซึ่งวิธีที่ใช้ในการเรียนการสอน และเนื้อหาในรายวิชา ช่วยสร้างกรอบแนวคิดและช่วยในการวิเคราะห์และอภิปรายผลการวิจัยได้อย่างดี อีกทั้งทุกครั้งที่อาจารย์สื่อสารกลับมา เป็นกำลังใจที่ช่วยในการผ่านช่วงเวลาที่ท้อแท้ได้อย่างดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เสาวนีย์ วิจิตรโกสุม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่มีความเข้าใจในความซับซ้อนและความยากของงานวิจัยเชิงพื้นที่ อาจารย์กรุณาชี้แนะและสละเวลาในการให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำงานวิจัย การเขียนงานวิชาการ และงานพัฒนาเมือง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ผู้ทรงคุณวุฒิและกรรมการภายนอก ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในมุมมองที่กว้างและชัดเจน ข้อเสนอแนะของท่านช่วยกรอบภาพรวมของงานให้ชัดเจนตั้งแต่ขั้นเริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้าย อันเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ประสบการณ์งานสอนและงานวิชาการที่สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่สร้างพื้นฐานองค์ความรู้ด้านกระบวนการทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธรรมชาติ ภูมินิเวศวิทยา และการออกแบบภูมิสถาปัตยกรรม ทั้งด้านวิชาการและการสื่อสารองค์ความรู้ให้เข้าใจได้ง่าย ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสื่อสารงานวิจัยที่ซับซ้อนและเป็นสหสาขาวิชาให้สังคมเข้าใจ

ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่เป็นต้นแบบในการทำงานด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเล พันธุ์พืชและสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ตลอดชีวิตที่เติบโตมาในบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ได้ ปลูกจิตสำนึกสร้างความตระหนักถึงคุณค่าและเคารพต่อสิ่งแวดล้อม ขอบคุณครอบครัวสหวัชรินทร์ และครอบครัวแจ่มใสที่ส่งเสริมสนับสนุนและให้กำลังใจในการหาข้อมูล ลงพื้นที่ และผลิตผลงานจนงานวิจัยสำเร็จด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขออุทิศคุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากผลของงานวิจัยนี้ ขอน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาและบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนวิชาความรู้ และให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และเป็นกำลังใจสำคัญ ที่ทำให้การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

อลิษา สหวัชรินทร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญของปัญหา 6
1.2 วัตถุประสงค์ 11
1.3 คำถามและสมมติฐานการวิจัย 11
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 12
1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา 12
1.4.2 ขอบเขตเนื้อหาในการศึกษา 13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 15
1.6 เค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์ 15
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 17
2.1 ระบบนิเวศทางธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน 19
2.1.1 ป่าบก 20
2.1.2 เนินทราย หาดทราย และป่าชายหาด 21
2.1.3 หาดหิน 21
2.1.4 พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ปากแม่น้ำ หาดเลน และป่าชายเลน 22
2.1.5 แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง 26
2.2 ระบบนิเวศชายฝั่งอันดามันที่ถูกปรับเปลี่ยนโดยมนุษย์ 32

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 ชุมชนพื้นถิ่น 33
2.2.2 การเกษตรกรรม 34
2.2.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 35
2.2.4 ชุมชนเมือง 36
2.3 ภัยคุกคามชายฝั่งอันดามัน 37
2.3.1 เมืองและการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน 41
2.4 การบริการระบบนิเวศชายฝั่ง 42
2.5 ภูมินิเวศวิทยา 44
2.5.1 ภูมิภาคเมือง 47
2.5.2 การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ 49
2.5.3 ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ 52
2.5.4 การแตกกระจายของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง 54
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 56
2.6.1 ดัชนีพืชพรรณ 56
2.6.2 ดัชนีน้ำและความชื้น 56
2.6.3 ดัชนีเมือง 57
2.7 การจัดการพื้นที่ชายฝั่ง 61
2.8 แนวคิดการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน 62
2.9 ภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม 64
บทที่ 3 กรอบแนวคิดและวิธีดำเนินการวิจัย 66
3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 66
3.2 พื้นที่ศึกษาวิจัย 68
3.2.1 ชายฝั่งอันดามัน 69
3.2.2 ภูมิภาคเมืองกระบี่ 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 ระเบียบวิธีการศึกษา 70
3.3.1 การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ 70
3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ 72
3.3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ 73
3.3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ 76
3.3.3 การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน 76
3.3.4 การตรวจสอบความถูกต้อง 77
3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่ 77
บทที่ 4 การขยายตัวของเมืองกับประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง 79
4.1 บทนำ 79
4.1.1 ระบบนิเวศชายฝั่ง: ภูมิทัศน์ของผืนแผ่นดินและทะเล 80
4.1.2 การขยายเมืองบนพื้นที่ชายฝั่งทะเล 80
4.1.3 ความสำคัญของการศึกษา 82
4.2 ระเบียบวิธีวิจัย 83
4.3 ผลการวิจัย 85
4.3.1 ผลทางสถิติ 85
4.3.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่ง 87
4.3.2.1 การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ (landform change) 90
4.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน (land cover change) 92
4.3.2.3 การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ (waterway modification) 96
4.3.2.4 การก่อสร้างบนชายฝั่ง (coastal structure or construction) 98
4.3.3 การกระจายตัวของกิจกรรมชายฝั่งทะเล 105
4.3.3.1 กิจกรรมบนผืนแผ่นดิน 105
4.3.3.2 กิจกรรมมนุษย์หนาแน่นบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.4 บทสรุป 107
บทที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาลเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน 110
5.1 บทนำ 111
5.2 ระเบียบวิธีวิจัย 112
5.3 ผลการวิจัย 117
5.3.1 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามัน 117
5.3.1.1 การเปลี่ยนแปลงระดับภูมิภาค 117
5.3.1.2 การเปลี่ยนแปลงระดับจังหวัด 119
5.3.2 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งอันดามัน 122
5.3.3 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน 129
5.3.4 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่ธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน 131
5.3.5 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรชายฝั่งอันดามัน 132
5.4 อภิปรายผล 135
5.4.1 แบบแผนปริภูมิของภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง 135
5.4.2 ลำดับเวลาการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน 136
5.4.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการรุกล้ำเมืองชายฝั่ง 142
5.4.3.1 ปัจจัยด้านประวัติศาสตร์-ภูมิศาสตร์ 142
5.4.3.2 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ 142
5.4.3.3 ปัจจัยด้านนโยบาย 143
5.4.3.4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน 144
5.4.3.5 ปัจจัยการเพิ่มขึ้นของประชากร 144
5.4.4 ผลกระทบจากการรุกล้ำของเมืองชายฝั่ง 145
5.4.4.1 ผลกระทบต่อโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง 146
5.4.4.2 ผลกระทบต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ชายฝั่ง 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5 บทสรุป 151
บทที่ 6 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ 154
6.1 บทนำ 154
6.2 ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดกระบี่ 156
6.1.1 ภูมิประเทศ 158
6.1.2 ภูมิอากาศ 158
6.1.3 ระบบน้ำ 160
6.1.4 ระบบนิเวศ 162
6.1.5 ลักษณะทางสังคมวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ การตั้งถิ่นฐาน 162
6.1.6 แนวโน้มการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม 164
6.1.6.1 การเกษตร 164
6.1.6.2 การท่องเที่ยว 165
6.1.6.3 อุตสาหกรรม 166
6.2 ระเบียบวิธีวิจัย 167
6.2.1 การเตรียมข้อมูล 169
6.2.2 การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล 169
6.2.3 การตรวจสอบความถูกต้อง 172
6.2.4 การประเมินความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ 173
6.3 ผลการวิจัยและอภิปราย 176
6.3.1 การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน 176
6.3.2 ความถูกต้องแม่นยำ 179
6.3.3 ความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ 185
6.3.3.1 ความขัดแย้งระหว่างป่ากับเมือง 185
6.3.3.2 ความขัดแย้งระหว่างน้ำกับเมือง 187

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.3.3 ความขัดแย้งระหว่างเมืองกับเมือง 193
6.5 บทสรุป 199
6.5.1 การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นอาศัย (habitat loss) 200
6.5.2 การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ (landscape fragmentation) 200
6.5.3 เมืองแนวเส้นขวางทางไหลของน้ำ (blocking the flow) 200
6.5.4 การรบกวนบริเวณขอบผืนป่าชายเลน (edge effect) 201
6.5.5 ระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง (coastal squeeze) 201
6.5.6 การอยู่อย่างโดดเดี่ยวของป่าเขาหินปูน (patch isolation) 202
6.5.7 การเปลี่ยนสภาพลำน้ำ (channelization) 202
6.5.8 การลดลงของพื้นที่รับน้ำ หน่วงน้ำ และซึมน้ำ (low infiltration capacity) 203
บทที่ 7 การวางผังภูมินิเวศเพื่อการพัฒนาเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน 204
7.1 การวางผังภูมินิเวศ 204
7.2 เป้าหมายการวางผังภูมินิเวศชายฝั่ง 205
7.2.1 บรรเทาผลกระทบจากการขยายเมือง 205
7.2.2 บรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ 206
7.2.3 ลดความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ 206
7.2.4 รับมือกับความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 209
7.3 ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศเมืองชายฝั่ง 210
7.3.1 ยุทธศาสตร์ “ปกป้องรักษา” ผืนระบบนิเวศที่สมบูรณ์ (S1) 210
7.3.2 ยุทธศาสตร์ “สร้างเกราะป้องกัน” เขตกันชนล้อมรอบผืนระบบนิเวศ (S2) 211
7.3.3 ยุทธศาสตร์ “ซ่อมต่อเชื่อมเติม” เชื่อมโยงผืนระบบนิเวศด้วยทางเชื่อม (S3) 212
7.3.4 ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ (S4) 212
7.4 การประเมินยุทธศาสตร์ผังภูมินิเวศทางเลือก 214
7.5 ศักยภาพและข้อจำกัดการบริการระบบนิเวศชายฝั่งของภูมิทัศน์เมือง 218

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.5.1 การบริการจากระบบภูมินิเวศน้ำ 218
7.5.2 การบริการของระบบภูมินิเวศพืชพันธุ์ 221
7.5.3 การบริการของระบบภูมินิเวศเมือง 224
7.6 แบบจำลองทางเลือกในการพัฒนาภูมิภาคเมืองกระบี่ 226
7.6.1 ระบบภูมินิเวศน้ำ 228
7.6.1.1 การพัฒนาพื้นที่แหล่งน้ำในเมือง 228
7.6.1.2 การพัฒนาทางเชื่อมน้ำ 229
7.6.1.3 การพัฒนาโครงข่ายน้ำ 230
7.6.1.4 การพัฒนาเมืองน้ำ 231
7.6.2 ระบบภูมินิเวศพืชพันธุ์ 233
7.6.2.1 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมือง 233
7.6.2.2 การพัฒนาทางเชื่อมต่อสีเขียว 234
7.6.2.3 การพัฒนาโครงข่ายสีเขียว 236
7.6.2.4 การพัฒนาเมืองสีเขียว 237
7.6.3 ระบบภูมินิเวศเมือง 239
7.6.3.1 การพัฒนาสิ่งก่อสร้างในเมือง 239
7.6.3.2 การพัฒนาทางเชื่อมเมือง 239
7.6.3.3 การพัฒนาโครงข่ายเมือง และโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ 240
7.6.3.4 การพัฒนาเมืองเชิงนิเวศ 240
บทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 242
8.1 บทสรุปของการศึกษา 242
8.1.1 พื้นที่ชายฝั่ง: แบบแผนปริภูมิที่ถูกเปลี่ยนแปลง 242
8.1.2 ชายฝั่งอันดามัน: รูปแบบเชิงกาลของการขยายเมือง 243
8.1.3 เมืองชายฝั่งอันดามัน: ขยายตัวบนความสัมพันธ์ที่ถูกตัดขาด 243

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

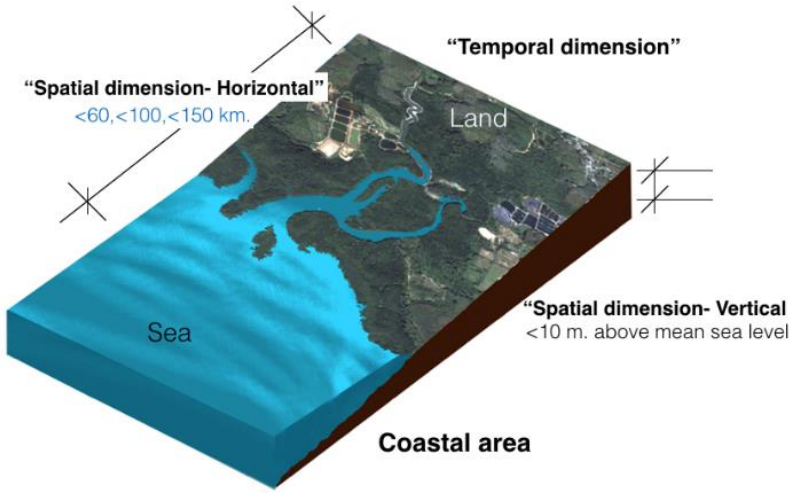
8.1.4 เมืองกระบี่: อดีต ปัจจุบัน และแนวทางสู่อนาคต 244
8.2 ข้อจำกัดของการศึกษา 245
8.3 ข้อเสนอแนะ 246
8.3.1 ลำดับขั้นการพัฒนาผังภูมินิเวศ 246
8.3.2 การประยุกต์ใช้ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ในการวางผังภูมินิเวศ 248
8.3.3 การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล 249
8.3.4 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 250
8.3.4.1 การอนุรักษ์ระบบนิเวศชายฝั่ง 251
8.3.4.2 การฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่ง 252
8.3.4.3 การพัฒนาเมืองชายฝั่งโครงสร้างพื้นฐานภูมินิเวศ 252
8.3.5 การพัฒนาด้านอื่น ๆ 253
เอกสารอ้างอิง 255
บรรณานุกรม 287
ประวัติผู้เขียน 289

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ชายฝั่งคือพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างแผ่นดินและทะเล รวมถึงระบบนิเวศธรรมชาติและระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างแต่สัมพันธ์กันทั้งกระบวนการ ระบบนิเวศ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ พื้นที่ชายฝั่งมีอาณาเขตทั้งบนบกและในทะเล มีความกว้างไม่แน่นอนผันแปรตามอิทธิพลของกระบวนการทางธรรมชาติ และการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ (สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์, 2555) แม้ขอบเขตชายฝั่งทะเลจะไม่ได้มีเส้นแบ่งที่ชัดเจน (Scialabba, 1998) แต่อาจใช้เกณฑ์ในการแบ่งระยะเขตชายฝั่งแตกต่างกันทั้งมิติด้านพื้นที่ และมิติทางเวลา (ภาพที่ 1-1) แต่เกณฑ์ร่วมที่นำมาพิจารณาคือชายฝั่งเป็นพื้นที่ที่มีความเชื่อมต่อกันระหว่างแผ่นดินและทะเล โดยทั้งแผ่นดินและทะเลต่างมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ (สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์, 2555) ที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นลม ความเค็ม การขึ้นลงของระดับน้ำทะเล การไหลของน้ำ การทับถมตะกอนจากบนบก ในการศึกษาขอบเขตชายฝั่งทะเล มีการใช้มิติด้านพื้นที่ระยะแนวราบจากแนวชายฝั่งถึงแผ่นดินในระยะ 60 กม. (Haslett, 2008) ระยะ 100 กม. (MEA, 2003; Small & Nicholls, 2003) และระยะ 150 กม. ส่วนมิติด้านพื้นที่ทางแนวดิ่ง นับที่ระดับความสูงน้อยกว่า 10 เมตร (McGranahan, Balk, & Anderson, 2007) หรือน้อยกว่า 100 เมตร (Small & Nicholls, 2003) จากระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือถึงพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพื้นที่อย่างชัดเจน ส่วนมิติทางเวลาคือการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทั้งในช่วงวัน ช่วงฤดูกาลใน 1 รอบปี และช่วงระยะหลายปี

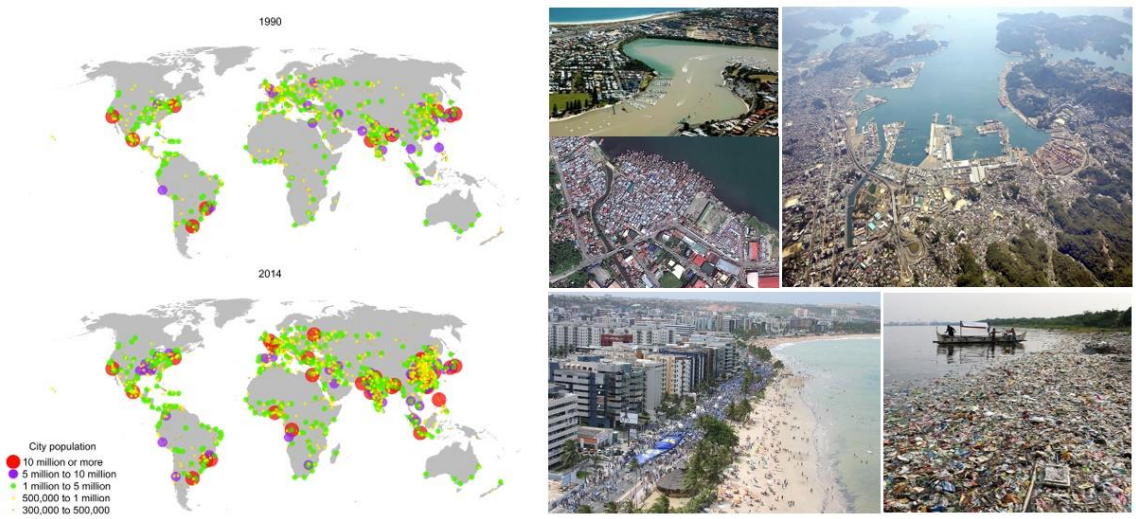
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 1-1 มิติทางพื้นที่และมิติทางเวลาของชายฝั่ง

สรุปได้ว่าขอบเขตชายฝั่งถูกกำหนดด้วย 2 เกณฑ์ คือการกำหนดขอบเขตชายฝั่งเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific boundary) หรือเชิงนิเวศ (ecological boundary) ที่ใช้เกณฑ์ทางสภาพพื้นที่ เช่น ลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่าง สันปันน้ำของลุ่มน้ำที่ไหลลงทะเลเขตที่ความเค็มรุกเข้าไปในแผ่นดิน เป็นต้น และขอบเขตเชิงนโยบาย (political boundary) หรือขอบเขตเชิงการจัดการ (administrative boundary) เช่น เขตเศรษฐกิจการใช้ประโยชน์พื้นที่ หรือเขตการปกครอง เป็นต้น

ชายฝั่งเป็นระบบนิเวศที่ซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงเป็นพลวัตจากกระบวนการต่าง ๆ แต่สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสำคัญของพื้นที่ชายฝั่งในศตวรรษที่ผ่านมาเป็นไปด้วยผลจากกิจกรรมมนุษย์ เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่สำคัญคือแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร ความปลอดภัย และการดำรงเลี้ยงชีพ ชายฝั่งหรือพื้นที่ราบใกล้ทะเลจึงเป็นพื้นที่ที่มนุษย์เลือกในการตั้งถิ่นฐานและพัฒนาเป็นเมือง และเพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น จึงเกิดเป็นเมืองชายฝั่ง (coastal city) ขนาดใหญ่ทั่วโลก การขยายตัวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งเชิงพื้นที่และจำนวนประชากรเมืองชายฝั่ง (UN, 2018) (ภาพที่ 1-2) และมีผลทำให้เกิดปัญหามลพิษ ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรและระบบนิเวศชายฝั่ง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสู่ความเป็นเมืองนี้ งานวิจัยของ The Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management (CRTR) คาดว่าในอีก 30 ปีข้างหน้า ชายฝั่งมากกว่าร้อยละ 91 จะได้รับผลกระทบจากการพัฒนาเมือง (Sale et al., 2009)



ภาพที่ 1-2 แนวโน้มการขยายตัวของเมืองชายฝั่งทั่วโลก พ.ศ.2533 (1990) และ พ.ศ.2556 (2014) และตัวอย่างปัญหาจากการขยายตัวของเมือง ดัดแปลงจาก UN (2018)

เมืองชายฝั่งทั่วโลกมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ด้วยความต้องการการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มากขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้น ประเทศไทยก็เช่นกัน มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินชายฝั่งเพื่อการพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ ทั้งชายฝั่งอ่าวไทย และชายฝั่งอันดามัน ซึ่งมีผลต่อลักษณะทางนิเวศ พืชพันธุ์ สิ่งมีชีวิต และการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ตัวอย่างการพัฒนาชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง ได้แก่ การถางป่าชายเลนเพื่อทำเกษตรกรรมและนากุ้ง การก่อสร้างท่าเรือขนาดใหญ่และนิคมอุตสาหกรรม การพัฒนาเพื่อรองรับการท่องเที่ยว โครงสร้างพื้นฐาน โรงไฟฟ้า การสร้างโครงสร้างป้องกันชายฝั่ง และการสร้างสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ

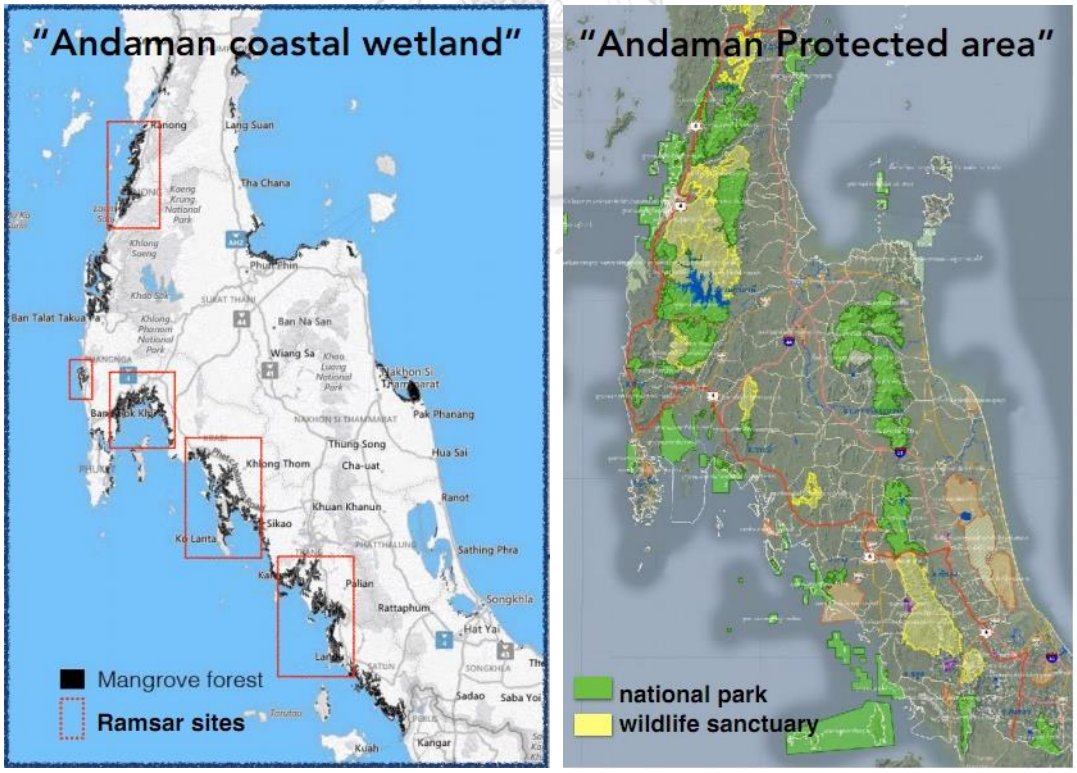
ทะเลอันดามันเป็นส่วนหนึ่งของมหาสมุทรอินเดีย ชายฝั่งอันดามันเป็นชายฝั่งที่ต่อเนื่องจากทางตอนใต้ของสหภาพเมียนมาร์ ภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย ถึงทางตะวันตกของคาบสมุทรมาลายู โดยชายฝั่งอันดามันของประเทศไทยตั้งอยู่ในแนวเหนือใต้ระยะทางยาว 954 กม. รวมชายฝั่งหมู่เกาะมีระยะทาง 1,093 กม. ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล เริ่มต้นจากแม่น้ำกระบุรี จังหวัดระนอง จนถึงชายแดนไทย-มาเลเซีย จังหวัดสตูล โดยชายฝั่งอันดามันมีภูมิสัณฐานเป็นทิวเขาสูงติดชายฝั่งทะเล ลักษณะชายฝั่งแบบยุบตัวเกิดเป็นแนวฝั่งใหม่ที่ถอยร่นจากแนวฝั่งเดิมเข้ามาในแผ่นดิน ฝั่งทะเลจึงมีลักษณะเว้าแหว่ง โดยมีเกาะริมทวีป (continental island) และเกาะขวางกั้น (barrier island) กระจายตัวตลอดแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน แนวชายฝั่งยังมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งในรูปแบบของการกัดเซาะและการทับถม โดยมีตัวการที่สำคัญคือ คลื่น ลม และกระแสน้ำทำให้เกิดเป็นลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งที่แตกต่างกันออกไป

ชายฝั่งอันดามันประกอบด้วยระบบนิเวศที่มีคุณค่ามากมาย ประกอบด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับโลก และพื้นที่อุทยานแห่งชาติทางทะเล พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ ซึ่งได้รับการแต่งตั้งตามอนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar Convention) หรืออนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำจำนวน 5 แห่ง (ภาพที่ 1-3 ซ้าย) ได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำปากแม่น้ำกระบี่จังหวัดกระบี่ พื้นที่ชุ่มน้ำอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม-เขตห้ามล่าสัตว์ป่าหมู่เกาะลิบง–ปากน้ำตรัง จังหวัดตรัง พื้นที่ชุ่มน้ำอุทยานแห่งชาติแหลมสน-ปากแม่น้ำกระบุรี–ปากคลองกะเปอร์จังหวัดระนอง พื้นที่ชุ่มน้ำอุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา จังหวัดพังงา และพื้นที่ชุ่มน้ำเกาะระเกาะพระทอง จังหวัดพังงา มีพื้นที่รวมประมาณ 2,720 ตร.กม. ส่วนอุทยานแห่งชาติทางทะเลชายฝั่งอันดามัน ในการดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชรวม 17 แห่ง ได้แก่ อุทยานแห่งชาติตะรุเตา อุทยานแห่งชาติทะเลบัน อุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ อุทยานแห่งชาติเขาสิรินาถ อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม อุทยานแห่งชาติแหลมสน อุทยานแห่งชาติหาดนพรัตน์ธารา-หมู่เกาะพีพี อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะเภตรา อุทยานแหล่งชาติธารโบกขรณี อุทยานแห่งชาติเขาลำปี-หาดท้ายเหมือง อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะลันตา อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน

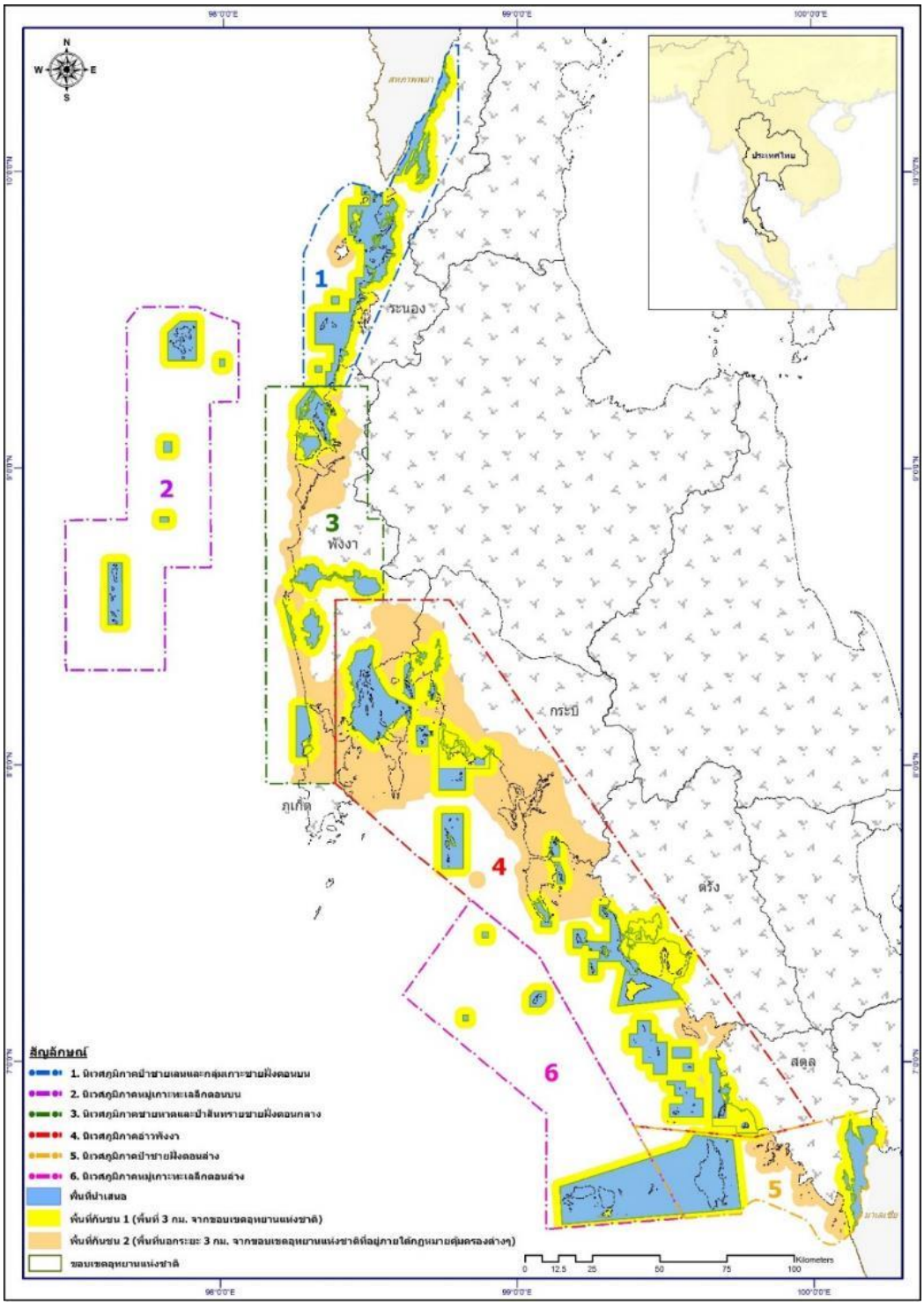
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

อุทยานแห่งชาติลำน้ำกระบุรี อุทยานแห่งชาติเกาะระนอง และอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะระ-เกาะพระทอง (ภาพที่ 1-3 ขวา) รวมพื้นที่ 5,106 ตร.กม.

ด้วยชายฝั่งอันดามันมีคุณค่าทั้งทางด้านภูมิศาสตร์และนิเวศวิทยา จึงมีการเสนอขึ้นทะเบียนพื้นที่แหล่งอนุรักษ์ทะเลอันดามันเพื่อขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลก โดยโครงการศึกษาจัดทำเอกสารพื้นที่แหล่งอนุรักษ์ทะเลอันดามัน ประกอบด้วยแผนพื้นที่ของพื้นที่เขตกันชนพื้นที่มรดกโลก เป็นกรอบตามกลุ่มนิเวศภูมิภาค (ภาพที่ 1-4) ประกอบด้วย นิเวศภูมิภาคป่าชายเลนและกลุ่มเกาะชายฝั่งอันดามัน นิเวศหมู่เกาะทะเลลึกตอนบน นิเวศภูมิภาคชายหาดและป่าระเบียงชายฝั่งตอนกลาง นิเวศภูมิภาคอ่าวพังงา นิเวศภูมิภาคป่าชายเลนและกลุ่มเกาะรังนกตอนล่าง และนิเวศภูมิภาคหมู่เกาะทะเลลึกตอนล่าง โดยนิเวศภูมิภาคแต่ละพื้นที่เหล่านี้แสดงลักษณะพิเศษเฉพาะของพืชและสัตว์ที่เป็นองค์ประกอบโดยรวมของชีวภูมิศาสตร์ทะเลอันดามัน ซึ่งเป็นระบบที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ บริเวณนี้เป็นเพียงหนึ่งในสองบริเวณในโลกที่มีการเชื่อมต่อกันของเส้นศูนย์สูตรกับเขตร้อนทางเหนือ ซึ่งของประเทศไทยมีกำเนิดมานานกว่า 200 ล้านปี คาบสมุทรไทยนั้นมีลักษณะทางชีวภูมิศาสตร์ที่ซับซ้อน และเป็นศูนย์รวมการกระจายพันธุ์ที่สำคัญที่สุดแห่งหนึ่งของโลก ทำให้ชีวภูมิภาคอันดามันมีคุณค่าโดดเด่นทางวิทยาศาสตร์และในเชิงชีววิทยาของโลก



ภาพที่ 1-3 พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับโลก (ซ้าย) พื้นที่อนุรักษ์ชายฝั่งอันดามัน (ขวา)
ดัดแปลงจากแผนที่พื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมายในความรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช



ภาพที่ 1-4 ชีวภูมิภาคอันดามัน (Andaman biogeography)

จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2553)

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ปรากฏการณ์การขยายตัวอย่างรวดเร็วของความเป็นเมืองที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก แม้ว่าอัตราการเกิดของประชากรโลกจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง แต่พื้นที่เมืองยังคงเติบโตโดยเฉลี่ยสองเท่าของการเติบโตประชากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ชายฝั่ง ดังนั้นที่ดินและระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งที่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัดแต่มีความต้องการในการตั้งถิ่นฐาน และการใช้ประโยชน์มากขึ้น จากประโยชน์มากมายในรูปแบบการบริการระบบนิเวศ (ecosystem services) ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลคิดเป็น 10% ของประชากรโลกและคาดการณ์ว่าจะขยายเป็นสองเท่าในช่วงอีก 30 ปีข้างหน้า การที่เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็วและซ้อนทับบนพื้นที่ชายฝั่ง ย่อมจะมีผลต่อโครงสร้างการทำงาน และประสิทธิภาพของการบริการระบบนิเวศ เนื่องจากระบบนิเวศชายฝั่งและทางทะเลเป็นระบบที่ซับซ้อนและมีพลวัต ประกอบด้วยองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพที่มีความสัมพันธ์กัน มีการหมุนเวียนแลกเปลี่ยนพลังงาน ธาตุอาหาร น้ำ ซึ่งกันและกัน

ชายฝั่งอันดามันมีความสำคัญทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ เป็นพื้นที่ที่มีทรัพยากรสำคัญทั้งระดับภูมิภาคและระดับท้องถิ่น มีความโดดเด่นด้านธรณีสัณฐาน เป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างสองนิเวศจากบนคาบสมุทรมลายูกับมหาสมุทรอินเดีย และระหว่างป่าดิบเขตศูนย์สูตรกับเขตป่าดิบแล้ง (ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง และปิ่นสักก์ สุรัสวดี, 2555) เป็นพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ มีระบบนิเวศที่สมบูรณ์และเป็นเอกลักษณ์ ด้วยความอุดมสมบูรณ์ของฐานทรัพยากรธรรมชาติ ทำให้เกิดการตั้งถิ่นฐานตั้งแต่อดีต เกิดเป็นแหล่งวัฒนธรรม ชุมชนประมงพื้นบ้านที่มีวิถีชีวิตแบบอยู่ร่วมกันกับธรรมชาติ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากชายฝั่งอันดามันนอกจากทางสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมชุมชนแล้ว ปัจจุบันการท่องเที่ยวชายฝั่งอันดามันส่งเสริมเศรษฐกิจประเทศทำรายได้กว่า 4 แสนล้านบาทต่อปี หรือเกือบ 1 ใน 3 ของรายได้ประเทศไทย (สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559) และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาเมืองชายฝั่ง เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การบุกรุกพื้นที่เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและแผ้วถางเพื่อทำการเกษตร การก่อสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายฝั่ง จากการใช้ประโยชน์จากชายฝั่งที่มากเกินไป มลพิษจากเมืองสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และการขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เหตุปัจจัยเหล่านี้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งมากมาย ทั้งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของป่าชายเลน แนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเล เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง และระบบนิเวศถูกทำลาย

ชายฝั่งอันดามันมีระบบนิเวศสำคัญ ได้แก่ ป่าชายเลน ป่าเนินทรายหรือป่าชายหาด หาดโคลน แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง อีกทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหายากและสิ่งมีชีวิตเฉพาะถิ่นจำนวนมาก จากสถิติพบว่าป่าชายเลนริมฝั่งทะเลอันดามันซึ่งเป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่ยังคงความสมบูรณ์อยู่ ถูกทำลายลงอย่างต่อเนื่อง จนเหลือพื้นที่ป่าชายเลนเพียง 1,104,893 ไร่ ในปี 2552

พื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกทำลายเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นที่อยู่อาศัย การท่องเที่ยวและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ส่วนป่าชายหาดปรากฏอยู่ทั่วไปตามชายทะเลที่เป็นหาดทรายเก่าน้ำท่วมไม่ถึง แต่เนื่องจากสังคมป่าชนิดนี้ต้องอยู่ชิดทะเลจึงถูกทำลายและเปลี่ยนสภาพเป็นแหล่งท่องเที่ยว บ้านเมืองและชุมชน คงเหลือเป็นผืนป่าขนาดเล็กที่มีสภาพเสื่อมโทรม (สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559) แนวปะการังบริเวณชายฝั่งอันดามันอยู่ในสภาพสมบูรณ์ปานกลางแต่ความเสี่ยงต่อการถูกทำลายจากการท่องเที่ยวและมลพิษทางน้ำ เช่นเดียวกับหญ้าทะเล ซึ่งถูกคุกคามอย่างหนักจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง น้ำทิ้งชุมชน การทำประมงบางประเภท ส่งผลให้พื้นที่แหล่งหญ้าทะเลลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการลดลงและเสื่อมโทรมลงของระบบนิเวศชายฝั่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหายาก จากการสำรวจเต่าทะเลของสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและป่าชายเลน พ.ศ.2557 พบพ่อแม่เต่าทะเลที่สมบูรณ์เพศมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง เช่นเดียวกับปริมาณของพะยูน

จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแสดงให้เห็นว่าชายฝั่งอันดามันถูกคุกคามทั้งทางตรงและทางอ้อม ภัยคุกคามทางตรงเกิดจากจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะชายฝั่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากมนุษย์ การตัดถางป่าชายเลนและป่าชายหาด การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นเกษตรกรรม สวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นเมือง ส่วนภัยคุกคามทางอ้อม ได้แก่ จากมลพิษทางน้ำ นอกจากนี้แล้วในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศยังเป็นปัจจัยคุกคามสำคัญอีกประการหนึ่ง ซึ่งหากไม่มีนโยบายหรือแผนการจัดการพื้นที่อย่างเหมาะสม ประเทศไทยจะสูญเสียทรัพยากรอันมีค่า เนื่องจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคมด้วยนโยบายต่าง ๆ ของภาครัฐก่อให้เกิดการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรม การขยายตัวของเมือง และเขตอุตสาหกรรม (ภาพที่ 1-5) ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา กระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลกเป็นไปอย่างรวดเร็วและในหลากหลายมิติทำให้ภูมิทัศน์ของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงและภาวะคุกคามต่อระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 1-5 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

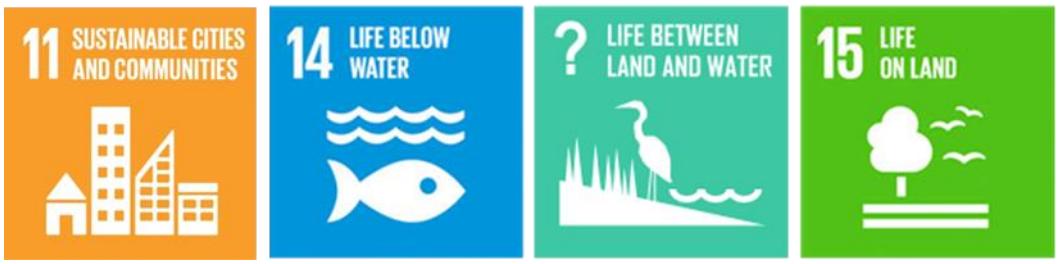
ชายฝั่งมีทรัพยากรมากมายที่สำคัญต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในขณะเดียวกันก็เป็นระบบนิเวศที่มีความเสี่ยง เปราะบางต่อการถูกทำลายจากการขยายตัวของเมือง การเกษตร การท่องเที่ยว อุตสาหกรรม และการประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่ทำให้เกิดผลกระทบและเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรชายฝั่ง ตามธรรมชาติแล้วหากระบบนิเวศถูกทำลายเป็นบางส่วน เช่น การถาง หรือการปรับระดับดิน ระบบก็สามารถที่จะฟื้นฟูตัวเองด้วยกลไกการทดแทน (succession) แต่หากระบบนิเวศถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง เช่นการพัฒนาเป็นเมืองและอุตสาหกรรม การสร้างอาคาร โครงสร้างและพื้นที่ดาดแข็ง (hardscape) ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านลงสู่ดินไม่ได้ ระบบนิเวศและพืชพันธุ์ถูกตัดขาดความสัมพันธ์กับพื้นที่อย่างสิ้นเชิง ทำให้การบริการทางระบบนิเวศ ของพื้นที่ที่พัฒนาไปเป็นเมืองนั้นสูญเสียไป มนุษย์ที่ดำรงชีวิตพึ่งพิงทรัพยากรชายฝั่งจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงนี้

ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมกับการพัฒนาเป็นปัญหาสำคัญระดับโลก ในการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืน (the United Nations Conference on Sustainable Development) หรือการประชุม Rio+ 20 ในปี ค.ศ.2012 ที่ประเทศบราซิล โดยผ่านกระบวนการสร้างการมีส่วนร่วมในทุกระดับ ตั้งแต่ผู้นำและตัวแทนของรัฐต่าง ๆ ไปจนถึงการระดมความเห็นและเสียงจากคนยากจนและกลุ่มที่เปราะบางที่สุดกลุ่มต่าง ๆ ในโลกผ่านกลไกขององค์กรพัฒนาเอกชนและองค์กรภาควิชาการต่าง ๆ ร่วมกันกำหนด Sustainable Development Goals (SDGs) หรือ เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ประกอบด้วย 17 เป้าหมาย ที่ใช้เป็นพันธกิจร่วมของประเทศ 193 ประเทศสมาชิกสหประชาชาติ รวมทั้งประเทศไทย ที่ภาครัฐและเอกชน ใช้ในการกำหนดนโยบายขับเคลื่อนพัฒนาประเทศในอนาคต

เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการพัฒนาเมือง คือ เป้าหมายที่ 11 Sustainable cities and communities ทำให้เมืองและการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มีความครอบคลุม ปลอดภัย มีภูมิต้านทานและยั่งยืน มีเป้าประสงค์ครอบคลุมในหลายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเมืองและชุมชน เช่น การเข้าถึงที่อยู่อาศัยและบริการพื้นฐาน การยกระดับชุมชนแออัด การเข้าถึงคมนาคมขนส่งที่ยั่งยืน ปลอดภัย และคำนึงถึงคนทุกกลุ่ม รวมถึงการวางแผนของบริหารจัดการการเมืองและชุมชนอย่างมีส่วนร่วม บูรณาการและยั่งยืน ปกป้องและคุ้มครองมรดกทางวัฒนธรรมและทางธรรมชาติของโลก ลดความเสียหายจากภัยพิบัติโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับน้ำ โดยมุ่งปกป้องคนจนและคนเปราะบาง การจัดการมลพิษทางอากาศและของเสีย การพัฒนาและเข้าถึงพื้นที่สีเขียวสำหรับคนกลุ่มต่าง ๆ แม้ว่าเป้าหมายที่ 11 นี้จะถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Prosperity หรือกลุ่มด้านเศรษฐกิจและความมั่งคั่งตามการแบ่งขององค์กรสหประชาชาติ แต่อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมด้านการพัฒนาก็ต้องสอดคล้องกับองค์ประกอบหลักของการพัฒนาที่ยั่งยืนคือ มิติด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในเชิงทรัพยากรพื้นที่ มีการระบุถึงทรัพยากรทางทะเล และทรัพยากรบนผืนแผ่นดิน ในเป้าหมายที่ 14 Life below water อนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากมหาสมุทร ทะเล และทรัพยากรทางทะเลอย่างยั่งยืนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็นหลายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับทะเลและมหาสมุทร ทั้งด้านมลพิษ การบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรประมง ความเท่าเทียมกันในการเข้าถึงทรัพยากรประมง และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเป้าหมายที่ 15 Life on land ปกป้อง ฟื้นฟู และสนับสนุนการใช้ระบบนิเวศบนบกอย่างยั่งยืน จัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน ต่อสู้กับการกลายสภาพเป็นทะเลทราย หยุดการเสื่อมโทรมของที่ดินและฟื้นสภาพกลับมาใหม่ และหยุดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ มีเป้าประสงค์ที่ครอบคลุมประเด็นหลายประเด็น ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับพื้นที่ชายฝั่งที่ครอบคลุมทั้งระบบนิเวศทางทะเลและระบบนิเวศบนบก (ภาพที่ 1-6)



ภาพที่ 1-6 เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 11 เมืองและถิ่นฐานมนุษย์อย่างยั่งยืน เป้าหมายที่ 14 ทรัพยากรทางทะเล และเป้าหมายที่ 15 ทรัพยากรบนผืนแผ่นดิน ซึ่งในงานวิจัยนี้คือการเติมช่องว่างของเป้าหมายในการพัฒนาทั้ง 3 เป้าหมาย เพื่อการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนบนพื้นที่ชายฝั่งระหว่างบกและทะเล

ในระดับชาติมีการกำหนดแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติในประเด็นพื้นที่และเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ (พ.ศ.2561-2580) โดย 1 ใน 6 ประเด็นยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มี 2 แผนย่อย ได้แก่ การพัฒนาเมืองน่าอยู่อัจฉริยะ และพัฒนาพื้นที่เมือง ชนบท เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ มุ่งเน้นความเป็นเมืองที่เติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยระบุให้มีการจัดทำแผนผังภูมินิเวศเพื่อการพัฒนาเมือง ชนบท พื้นที่เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม รวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ตามศักยภาพ และความเหมาะสมทางภูมินิเวศอย่างเป็นเอกภาพ พัฒนาพื้นที่มีการบริหารจัดการตามแผนผังภูมินิเวศ อย่างยั่งยืน โดยที่ปัจจุบันยังไม่มีแผนผังภูมินิเวศทั้งในระดับ (ภูมิ) ภาค ระดับลุ่มน้ำ และระดับจังหวัด เป้าหมายคือให้มีแผนผังภูมินิเวศ 1 พื้นที่ภายใน 5 ปีแรก (พ.ศ.2561-2565) นอกจากการพัฒนาเมืองขนาดใหญ่นั้น ยังมีแผนการพัฒนาเมืองขนาดกลางให้เป็นเมืองน่าอยู่ที่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคมและการบริการให้กับพื้นที่โดยรอบ ซึ่งพื้นที่เมืองกระบี่เป็นเมืองขนาดกลางที่ถูกระบุเป็นเป้าหมายในการพัฒนาในช่วงปีที่ 16-20 (พ.ศ.2575-2580)

จังหวัดกระบี่เป็นตัวอย่างหนึ่งของการพัฒนาเมืองชายฝั่งจากฐานทรัพยากรชายฝั่งที่สมบูรณ์ ป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่เป็นป่าชายเลนผืนใหญ่และเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ ที่ผ่านมาเมืองกระบี่เติบโตและป่าชายเลนถูกคุกคามจากการขยายตัวของเมือง โดยที่จังหวัดกระบี่มีแนวโน้มการท่องเที่ยวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ.2556 มีรายได้จากการท่องเที่ยวมากกว่า 60,000 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 80,000 ล้านบาทในปี พ.ศ.2558 (องค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดกระบี่, 2558) ซึ่งหากการพัฒนานี้ดำเนินต่อไปโดยขาดการวิเคราะห์และวางแผนโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนแล้ว อาจทำให้ระบบนิเวศชายฝั่งบริเวณปาก

แม่น้ำกระบี่นี้ถูกทำลายลงจนไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาได้ และมีผลต่อเนื่องถึงระบบนิเวศชายฝั่งอันดามันในระดับภูมิภาคต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์ปัจจัยสำคัญเชิงปริภูมิและเชิงกาล ต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง

2. วิเคราะห์แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง

3. เสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

1.3 คำถามและสมมติฐานการวิจัย

ในวัตถุประสงค์ที่ 1 วิเคราะห์ปัจจัยสำคัญเชิงปริภูมิและเชิงกาล ต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง สู่ความเป็นเมืองนั้น มีคำถามสำคัญของการศึกษาคือ กิจกรรมมนุษย์ทำให้พื้นที่ชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพพื้นที่ชายฝั่งมีผลอย่างไรต่อระบบนิเวศชายฝั่ง สมมติฐานคือความเป็นเมืองจะขยายตัวเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินชายฝั่ง มีสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบนพื้นที่ชายฝั่งเหล่านี้ มีผลทำให้ปริมาณระบบนิเวศทางธรรมชาติลดลง และเสื่อมคุณภาพลง

ในวัตถุประสงค์ที่ 2 วิเคราะห์แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการ ของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง มีคำถามสำคัญของการศึกษาคือ แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลนและเมืองชายฝั่งเป็นอย่างไร และแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการของระบบนิเวศมีรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างกันอย่างไร สมมติฐานคือ แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลนมีลักษณะเป็นผืนป่าขนาดใหญ่ติดกับชายฝั่งและปากแม่น้ำ แต่เมื่อเมืองชายฝั่งขยายตัวเพิ่มขึ้นตามเวลา และมีรูปแบบการขยายตัวแบบกระจายตามแนวชายฝั่ง มีรูปแบบความสัมพันธ์คือพื้นที่เมืองเข้าไปแทนที่และทำให้แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลนมีขนาดเล็กลง และแตกกระจายมากขึ้น เมื่อแบบแผนปริภูมิเปลี่ยนแปลงมีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการของระบบนิเวศ

ในวัตถุประสงค์ที่ 3 เสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน มีคำถามสำคัญของการศึกษาคือ โครงสร้างภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง รูปแบบใดที่จะสามารถบรรเทาหรือแก้ปัญหาความไม่เชื่อมต่อหรือแตกกระจายของระบบนิเวศชายฝั่งได้ สมมติฐานคือมีความเป็นไปได้หลากหลายทางเลือก โดยแต่ละ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ทางเลือกมีประโยชน์และข้อจำกัดการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม กับการคงอยู่ของระบบนิเวศ ในอัตราที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแนวทางการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ธรรมชาติที่มีอยู่ของประเทศไทยขาดการคำนึงถึงหลักการภูมินิเวศวิทยา ซึ่งหากจัดการด้วยองค์ความรู้แบบบูรณาการนอกจากจะป้องกันการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งแล้ว จะทำให้การพัฒนาพื้นที่เมืองชายฝั่งได้ประโยชน์สูงสุดทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ ป่าชายเลนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูง ในขณะที่เมืองเป็นระบบที่มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนสูงเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงด้านสังคมเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นภัยคุกคามระบบนิเวศชายฝั่งที่ต้องการการวางแผนเพื่อบรรเทาผลกระทบและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งป่าชายเลนมีศักยภาพในการส่งเสริมการพัฒนาเมืองชายฝั่ง หากการพัฒนาเมืองชายฝั่งประยุกต์ใช้การเชื่อมต่อผืนนิเวศ (ภาพที่ 2-7) การสร้างโครงข่ายสีเขียว และโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ (landscape infrastructure) ในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง และวางแผนพัฒนาชายฝั่งให้ทั้งระบบนิเวศเมืองและป่าชายเลนพัฒนาร่วมกันอย่างยั่งยืน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล และแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลาและเชิงพื้นที่ชายฝั่งอันดามันโดยมีขอบเขตการศึกษาดังนี้

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ชายฝั่งอันดามันใน 2 ระดับพื้นที่ คือระดับภูมิภาค (regional scale) และระดับท้องถิ่น (local scale) มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและกลไกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากอดีตถึงปัจจุบัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้การเชื่อมต่อผืนนิเวศในการวางแผนจัดการทรัพยากร ดัดแปลงจาก Van der Sluis, Bloemmen & Bouwma, 2004)

ระดับภูมิภาคในขั้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์พื้นที่ ใช้ชายฝั่งอันดามันที่ครอบคลุมพื้นที่ 6 จังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามันของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล เป็นตัวแทนข้อมูลระดับภูมิภาค โดยมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อบทบาทหน้าที่เชิงภูมินิเวศจากอดีตถึงปัจจุบันจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลทุติยภูมิ แผนที่ดิจิตอล และข้อมูลจากการสำรวจพื้นที่

ส่วนในระดับท้องถิ่น ศึกษาพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ โดยใช้เป็นตัวแทนข้อมูลระดับท้องถิ่น ซึ่งประกอบด้วยเมืองกระบี่ซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำกระบี่ และพื้นที่โดยรอบ ครอบคลุมอำเภอเมืองและอำเภอเหนือคลอง เป็นตัวแทนการวิเคราะห์บทบาทหน้าที่และความสัมพันธ์ของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง และวิเคราะห์ความขัดแย้งเชิงพื้นที่ ศักยภาพและข้อจำกัดการในพัฒนาทางกายภาพ เพื่อเสนอแผนภูมิทัศน์ในการจัดการชายฝั่งอย่างยั่งยืน

1.4.2 ขอบเขตเนื้อหาในการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภูมินิเวศวิทยา การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินชายฝั่งจากพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าชายเลนเปลี่ยนเป็นเมือง โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเชิงเวลา ระหว่างองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยวิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูล (McHarg, 1971) ด้วย

เครื่องมือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analyst tools) โปรแกรม ArcGIS Pro และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสู่ความเป็นเมืองจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระดับภูมิภาค ประกอบด้วย ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงเวลา พ.ศ.2523 (Landsat 3-MSS), 2533 (Landsat 5-TM), 2543 (Landsat 5-TM), 2553 (Landsat 7-ETM+), และ 2017 (Landsat 7-ETM+) รายละเอียดจุดภาพขนาด 30-80 เมตร นำเข้าข้อมูลจาก USGS web-portals (https://glovis.usgs.gov/) เลือกชุดภาพ (scenes) ที่ระวาง path/row WRS 129/54, 129/55, 130/52, 130/53, และ130/54 ซึ่งมีเมฆปกคลุมไม่เกินร้อยละ 10 ครอบคลุมทั้งพื้นที่ศึกษา นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro โดยมีชุดข้อมูลชั้นแผนที่ฐาน ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยการตีความภาพถ่ายดาวเทียมแบบวิธีผสม ระหว่างการแปลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ (computer assisted interpretation) และการแปลภาพด้วยสายตา (visual interpretation) การแปลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้การจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ประเภทข้อมูลภาพแบบควบคุม (supervised classification) แล้ววิเคราะห์บทบาทหน้าที่ทางภูมินิเวศของพื้นที่ป่าชายเลน และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนต่อเมืองชายฝั่ง โดยใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ (landscape metrics) ซึ่งเป็นการประเมินสถานภาพพื้นที่ป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่ง ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นการประเมินด้วยตัวเลข

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาระดับท้องถิ่น ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลการสำรวจระยะไกล และข้อมูลจากการลงพื้นที่ เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เนื่องจากเป็นดาวเทียมล่าสุดในชุดดาวเทียม Landsat มีข้อมูลความต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2556 จนถึงปัจจุบัน ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เป็นระบบที่ใช้แปลความจากช่วงคลื่นได้หลากหลายจากระบบ Sensors 2 ชุด คือระบบ OLI (Operational Land Imager) 9 ช่วงคลื่น and TIRS (Thermal Infrared Sensor) 2 ช่วงคลื่น รวม 11 ช่วงคลื่น ประเภท Level-1 Data ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น visible, NIR, SWIR 30 เมตร ช่วงคลื่น thermal 100 เมตร และ panchromatic 15 เมตร ขนาดภาพครอบคลุมพื้นที่พื้นผิวโลกขนาด 170x185 กม. download ข้อมูลจาก USGS web-portals ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการปรับแก้ความผิดพลาดของข้อมูลทั้งในเชิงรังสี (radiometric) และเชิงเรขาคณิต (geometric) แล้ว ตำแหน่งระวาง path 129, row 54 ทำการศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ นำเข้าข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro แปลความภาพด้วยเครื่องมือ raster calculation แยกพืชพรรณ น้ำ และเมือง ด้วย ดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ดัชนีน้ำและความชื้น แบบ MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) (Xu, 2007) ซึ่งพัฒนามาจาก NDWI (Normalized Difference Water Index) และดัชนีสิ่งก่อสร้าง NDBI

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(Normalized Difference Built Index) แล้วจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification method) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยอัตโนมัติด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ (Statistical Grouping หรือ Clustering) โดยในงานวิจัยนี้ใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล เป็นการจำแนกโดยใช้หลักวิธีการคิดแบบจัดกลุ่มของข้อมูลมาใช้ สำหรับการจำแนกหรือมาแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นประเภทต่าง ๆ ของกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท โดยอาศัยลักษณะเชิงคลื่นที่เหมือนกัน มาใช้ในการแบ่งกลุ่ม โดยใช้เทคนิคแบ่งการจัดกลุ่ม (Clustering) แล้วตัดเฉพาะส่วนพื้นที่ศึกษานำมาเปรียบเทียบส่วนข้อมูลจากการลงสำรวจพื้นที่ เพื่อสอบทานความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

แบบจำลองภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา ที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะสามารถนำไปเป็นกรอบในการวางแผนและนโยบายการอนุรักษ์และจัดการป่าชายเลนชายฝั่งอันดามัน และเป็นกรอบการพัฒนาเมืองชายฝั่งเพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

1.6 เค้าโครงเล่มวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์เรื่องการวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาลและแบบจำลองเพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน: กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในหลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เนื้อหาเริ่มด้วยบทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหาการพัฒนาเมืองและกิจกรรมมนุษย์บนพื้นที่ชายฝั่ง วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตงานวิจัย และประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัยนี้ บทที่ 2 เป็นการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ชายฝั่ง ระบบนิเวศและองค์ประกอบในระบบนิเวศชายฝั่งที่สำคัญ ทั้งระบบทางธรรมชาติและระบบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ภัยคุกคามชายฝั่ง โดยมีแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพื้นที่ชายฝั่งและการพัฒนาเมือง รวมถึงทฤษฎีการวิเคราะห์พื้นที่ชายฝั่งด้วยหลักการทางภูมินิเวศวิทยา บทที่ 3 เป็นการอธิบายวิธีดำเนินการวิจัย ส่วนบทที่ 4-7 เป็นส่วนผลการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นบทย่อย ๆ เพื่ออธิบายกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยโดยละเอียด

บทที่ 4 การขยายตัวของเมืองกับประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง โดยการสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ (systematic mapping) ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่ง ทำความเข้าใจรูปแบบการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง รวบรวมปัจจัยและผลกระทบที่เกี่ยวเนื่องของการกระทำของมนุษย์ต่อการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และผลกระทบต่อระบบ

นิเวศชายฝั่ง จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดทิศทางการบริหารจัดการ และกำหนดตัวชี้วัดในการประเมินคุณภาพการพัฒนาชายฝั่ง

บทที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาล เมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน เป็นการทำความเข้าใจและอธิบายปรากฏการณ์การขยายตัวของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน จากการวิเคราะห์รูปแบบกายภาพและการเปลี่ยนแปลงของความเป็นเมือง โดยการแปลความภาพถ่ายดาวเทียม และวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ พื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างหรือผืนเมือง (urban patch) ด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro เพื่อติดตามลักษณะการเปลี่ยนแปลง และอัตราการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน ทั้งในระดับภูมิภาค และระดับรายจังหวัด

บทที่ 6 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ เป็นการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น คือระบบพื้นที่สีเขียว ระบบพื้นที่น้ำ และระบบพื้นที่เมือง เมื่อนำชุดข้อมูลทั้ง 3 ระบบมาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับกันเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ทำให้สามารถแสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่

บทที่ 7 การวางผังภูมินิเวศเพื่อการพัฒนาเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน แสดงลำดับขั้นการวางผังการพัฒนา การกำหนดเป้าหมาย ยุทธศาสตร์ ศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่เมืองต่อการบริการระบบนิเวศ สรุปเป็นแนวทางเลือกในการพัฒนาภูมิภาคเมืองกระบี่

และบทที่ 8 บทสรุปและข้อเสนอแนะ กล่าวถึงบทสรุปสำคัญที่ได้จากการศึกษา ข้อจำกัดในการศึกษา และข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล และแบบจำลองเพื่อการจัดการพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขอบเขตพื้นที่ชายฝั่งทะเล มีหลากหลายนิยามที่อธิบายถึงพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากบกและทะเล โดยมีการใช้มิติด้านพื้นที่ทางแนวราบจากการกำหนดระยะจากแนวเส้นชายฝั่งเข้ามาในแผ่นดิน มิติด้านพื้นที่ทางแนวดิ่งนับจากแนวเส้นระดับน้ำทะเลปานกลางถึงพื้นที่ที่มีระดับความสูง โดยนิยามพื้นที่ชายฝั่งในการศึกษานี้ ศึกษาพื้นที่แผ่นดินและระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ของชายฝั่งทะเลอันดามันที่มีลักษณะแคบยาว ตั้งอยู่ในแนวเหนือใต้ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย พื้นที่จากระดับน้ำทะเลต่ำสุดตลอดความยาวชายฝั่งของผืนแผ่นดิน 937 กม. เมื่อรวมแนวชายฝั่งของเกาะเป็นความยาว 1,093 กม. ครอบคลุมพื้นที่เขตบกและระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งของทั้ง 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล ซึ่งเป็นเขตพื้นที่ชายฝั่งภายใต้นิยามทั้งทางแนวราบและแนวดิ่ง เป็นเขตที่ได้รับอิทธิพลจากทะเลอันดามัน ซึ่งแบ่งโดยขอบเขตทางธรรมชาติคือแนวสันทิวเขาภูเก็ตและทิวเขานครศรีธรรมราช พิจารณาร่วมกับขอบเขตการปกครองระดับจังหวัดมาช่วยในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน

ธรณีวิทยาของภาคใต้มีแนวรอยเลื่อนสำคัญ 2 แนว คือรอยเลื่อนระนอง และรอยเลื่อนคลองมะรุ่ย เป็นตัวควบคุมลักษณะธรณีสัณฐานและชายฝั่ง ภูเขาหิน หัวแหลม และหินที่พบบริเวณชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิต หินปูน และหินตะกอน ธรณีสัณฐานชายฝั่งอันดามันสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน สภาพพื้นที่เดิมนอกชายฝั่งเคยเป็นลานแร่ (placer deposit) แหล่งแร่เศรษฐกิจสำคัญ พบอยู่ในตะกอนน้ำพารูปพัดเก่าที่มีแหล่งตะกอนมาจากแนวเทือกเขาที่พัดพามาสะสมตั้งแต่ตอนปลายยุคไพลสโตซีน (Pleistocene) ซึ่งระดับน้ำทะเลอยู่ต่ำกว่าปัจจุบัน 25 เมตร เมื่อระดับน้ำทะเลสูงขึ้นในสมัยโฮโลซีน (Holocene) ตะกอนน้ำพาเหล่านี้ได้ถูกพัดมาสะสมตัวในรูปของแนวเนินทรายในบริเวณอ่าวและชายหาดตรง ทำให้มักพบสายแร่ในตะกอนเนินทรายและตะกอนน้ำพาจากอิทธิพลของทะเล (มนตรี ชูวงษ์, 2554)

ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีปริมาณฝนผันแปรตั้งแต่ 1,600 มม. จนถึงประมาณ 4,400 มม. โดยมีปริมาณน้ำฝนทั้งปีเฉลี่ยประมาณ 2,558.9 มม. ช่วงฤดูฝนเฉลี่ย 2,345.8 มม. ช่วงฤดูแล้งเฉลี่ย 213.1 มม. มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน 34.69 ลิตร/วินาที/ตร.กม. รวมเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 23,396 ล้าน ลบ.ม. ลักษณะการผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยสูงสุดที่เดือนกันยายน 3,553 ล้าน ลบ.ม. และต่ำสุดที่เดือนมกราคม 252 ล้าน ลบ.ม. การแบ่งลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตก อ้างอิงจากการศึกษาของโครงการศึกษาสำรวจออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ของกรมทรัพยากรน้ำ ซึ่งแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกออกเป็น 13 ลุ่มน้ำสาขา ครอบคลุมพื้นที่รับน้ำ 11.7 ล้านไร่ (สำนักวิจัย พัฒนา และอุทกวิทยา, 2552) ประกอบด้วยแม่น้ำสายสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำกระบุรี คลองบางใหญ่ คลองตะกั่วป่า คลองกระบี่ใหญ่ คลองปะเหลียน แม่น้ำตรัง คลองบำบัง

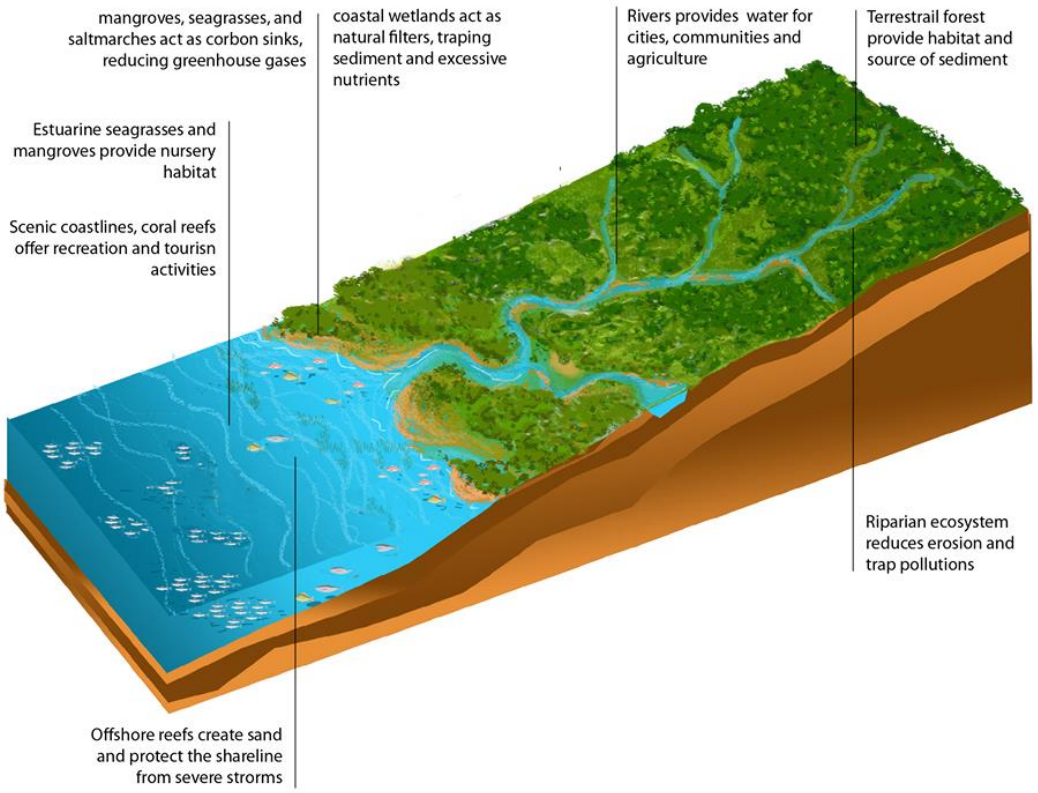
พื้นที่ชายฝั่งอันดามันมีลักษณะทางธรณีแบบหินปูน (karst topography) มีภูมิสัณฐานเป็นทิวเขาสูงเสมือนกระดูกสันหลังของคาบสมุทร แล้วลาดลงสู่ที่ราบชายฝั่งทะเล ลักษณะชายฝั่งแบบยุบตัว (submerged shoreline) เกิดเป็นแนวชายฝั่งใหม่ที่ถอยร่นจากแนวชายฝั่งเดิมเข้ามาในแผ่นดิน ฝั่งทะเลมีลักษณะเว้าแหว่ง ประกอบด้วยเกาะริมทวีป (continental island) และเกาะขวางกั้น (barrier island) กระจายตัวตลอดแนวชายฝั่ง มีแม่น้ำสายสั้น ๆ ไหลจากแนวเขาตอนกลางของแผ่นดินลงทะเลอันดามัน แนวชายฝั่งยังมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งในรูปแบบของการกัดเซาะและการทับถม โดยมีตัวการที่สำคัญคือ คลื่น ลม และน้ำ เกิดเป็นลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งที่ประกอบไปด้วยประเภทของชายฝั่งทะเลที่เป็นแนวหาดทรายระหว่างหัวแหลม ชายฝั่งหิน ที่ราบน้ำขึ้นถึงบริเวณสองฝั่งของปากแม่น้ำ และแนวเกาะต่าง ๆ ตลอดชายฝั่ง ถัดเข้ามาในแผ่นดินเป็นที่ราบเชิงเขา หุบเขาและลาดเขาต่อเนื่องไปถึงแนวเทือกเขากลางคาบสมุทร ด้วยลักษณะพื้นที่ที่เป็นคาบสมุทรขนานด้วยทะเลทั้งสองฝั่ง มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่มีความชื้นสูง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนตุลาคม จึงเป็นช่วงที่มีฝนตกชุก และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มีลักษณะแห้งและเย็น ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ในบริเวณนี้มีเพียง 2 ฤดู ฤดูคือฤดูร้อน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน และฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคมและเมษายน 28.2-28.7 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดช่วงเดือนธันวาคม 26.2-26.8 องศาเซลเซียส ยกเว้นจังหวัดสตูลที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในเดือนตุลาคม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1 ระบบนิเวศทางธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน

ด้วยลักษณะธรณีสัณฐานและภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการอาศัยของสิ่งมีชีวิต พื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันจึงมีความสมบูรณ์ของธรรมชาติและความหลากหลายของระบบนิเวศชายฝั่ง จากต้นน้ำถึงปลายน้ำพื้นที่ชายฝั่งอันดามันประกอบไปด้วยป่าประเภทต่างๆ พื้นที่ชุ่มน้ำ ปากแม่น้ำ ระบบหาด แหล่งหญ้าทะเลและแนวปะการัง ซึ่งแต่ละระบบมีลักษณะที่ตั้งและองค์ประกอบทางกายภาพแตกต่างกัน และมีบทบาทหน้าที่หรือการทำงานในการหมุนเวียนพลังงาน ธาตุอาหาร ตะกอน และชีวมวล ผ่านองค์ประกอบในระบบนิเวศที่มีความหลากหลาย (ภาพที่ 2-1) และแต่ละระบบมีความแตกต่างของกระบวนการ สัณฐาน ลักษณะดินตะกอน การหมุนเวียนน้ำ แร่ธาตุ สารอาหาร พลังงาน พืชพันธุ์ สัตว์ การใช้ประโยชน์และภัยคุกคาม (ตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1)



ภาพที่ 2-1 ภูมิทัศน์ชายฝั่งตามธรรมชาติ แต่ละระบบมีบทบาทหน้าที่และการทำงานร่วมกัน

2.1.1 ป่าบก

ระบบนิเวศบนบกที่สำคัญในพื้นที่ประกอบด้วย ป่าดิบ ป่าเบญจพรรณ และป่าเขาหินปูน

ป่าดิบเป็นป่าประเภทไม่ผลัดใบ มีพืชปกคลุมเขียวตลอดทั้งปี สภาพป่ารกทึบ มักจะพบป่าชนิดนี้ขึ้นอยู่ตามบริเวณหุบเขา เนินเขา พื้นที่ริมห้วย แม่น้ำ ลำธารต่าง ๆ หรือบริเวณที่อยู่บนภูเขาที่มีความชื้นสูง เป็นบริเวณที่มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ที่สามารถเก็บความชุ่มชื้นได้นาน ต้นไม้จะไม่ผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ค่อนข้างสูง เป็นป่าที่อยู่ในเขตมรสุมพัดผ่านเกือบตลอดทั้งปี ต้นไม้ที่มีอยู่ในป่าชนิดนี้ จะมีลำต้นใหญ่ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น แสงสว่างส่องไม่ถึงพื้น ทำให้อากาศในป่านี้ชุ่มชื้นอยู่ตลอดเวลา มีอุณหภูมิอยู่ในระดับสม่ำเสมอ สังคมพืชแบบหลายชั้น มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง พันธุ์ไม้เด่นส่วนใหญ่เป็นวงศ์ยาง เช่น ยางนา ยางเสียน เป็นต้น พันธุ์ไม้อื่น เช่น ไม้ตะเคียน กะบาก อบเชย จำปาป่า ส่วนไม้ชั้นรอง คือ พวกไม้ก่อ เช่น ก่อน้ำ ก่อเดือย และไม้ชั้นล่างจะเป็นพวกปาล์ม ไผ่ ระกำ หวาย บุกขอน เฟิร์น มอส กล้วยไม้ป่า และเถาวัลย์ชนิดต่าง ๆ พบมากทั่วทั้งบริเวณชายฝั่งอันดามัน เช่น ป่าเขาพนมเบญจา จังหวัดกระบี่

ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผลัดใบผสม ลักษณะทั่วไปเป็นป่าโปร่ง พื้นที่ป่าไม้ไม่รกทึบ ซึ่งมีไม้หลักคือ ประดู่ ตะแบก มะค่า และยังมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไป พื้นที่ดินมักเป็นดินร่วนปนทราย พบได้ทั่วไปบริเวณที่เป็นที่ราบ หรือเนินเขา และมักอยู่ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50 เมตร ถึง 800 เมตร ที่มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย หรือความชื้นในดินขาดแคลน จึงมีช่วงที่แล้ง และมีไฟ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สังคมป่าชนิดนี้ดำรงอยู่ได้ พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่มีการปรับตัวในหลายรูปแบบเพื่อให้ดำรงอยู่ได้ภายใต้อิทธิพลของไฟป่า ที่ช่วยกำจัดวัชพืชและอินทรีย์วัตถุบนผิวดิน และยังมีส่วนช่วยในการกระตุ้นการงอกของเมล็ดไม้หลายชนิด

ป่าเขาหินปูน เป็นรูปแบบป่าผลัดใบ ที่ขึ้นอยู่บนเขาหินปูน (limestone outcrops) บริเวณชายฝั่งอันดามันมีเขาหินปูนกระจายอยู่หลายพื้นที่ทั่วภูมิภาค ลักษณะเป็นเขาโดด ยอดแหลมคม มีถ้ำ บนเขาหินปูนมีป่าผลัดใบ ที่มีพรรณไม้ขนาดเล็กขึ้นอยู่ มักมีลักษณะแคระแกร็น เนื่องจากปริมาณดิน อินทรียวัตถุ และธาตุอาหารที่จำกัด รวมทั้งต้องทนทานต่อแรงลม พายุชายฝั่ง เขาหินปูนเป็นแหล่งอาศัย และหลบภัยของนกหลายชนิดที่หลบหนีจากการทำลายป่าในที่ราบขึ้นไปอาศัย หรืออพยพมาแวะพัก นอกจากนี้ยังมีนกหลายชนิดที่อาศัยเขาหินปูนเป็นสถานที่สร้างรังและวางไข่

2.1.2 เนินทราย หาดทราย และป่าชายหาด

หาดทรายคือ บริเวณชายหาดที่เป็นทรายหรือดินปนทราย จากส่วนที่น้ำทะเลขึ้นถึงจนถึงระดับน้ำทะเลสูงสุด เป็นส่วนหาดเปียก ถัดเข้าไปในแผ่นดินเป็นส่วนหาดแห้ง ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากกระแสคลื่นน้ำทะเลโดยตรง เนินทรายบริเวณชายหาดอยู่เหนือชายหาดส่วนแห้งขึ้นไป เป็นระบบที่มีพลวัต มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนทรายจากแรงลม มักมีพืชคลุมดิน และพรรณไม้ที่มีทนลมและความเค็มอาจไอทะเลได้ ได้แก่ สนทะเล โพธิ์ทะเล นอกจากนี้หาดทรายที่สงบเงียบยังเป็นแหล่งสร้างรังและวางไข่ของนกหลายชนิด

ป่าชายหาด เป็นป่าไม่ผลัดใบ ลักษณะพื้นที่ป่าแคบยาวขนาดแนวชายฝั่ง บริเวณชายหาดทราย หรือหาดทรายปนหิน ที่น้ำทะเลท่วมไม่ถึง แต่ยังได้รับอิทธิพลจากลมและไอเค็มจากทะเล ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดสังคมสิ่งมีชีวิตของป่าชายหาดคือ ละอองไอเค็มจากทะเล ลมทะเล และดินที่เป็นทราย ซึ่งองค์ประกอบสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมีของแต่ละโซนมีความแตกต่างกันตามระยะทางจากทะเล (ภาพที่ 2-2) เช่น ขนาดอนุภาคทรายใกล้ทะเลจะหยาบกว่า และมีอัตราการพัดพาสูง อนุภาคขนาดเล็กถูกลมพัดพาสูงขึ้นไปสะสมตัวเป็นเนินทราย พื้นที่ใกล้ทะเลจะได้รับไอเค็มจากทะเล แต่มีอัตราการสะสมอินทรียสารและธาตุอาหารต่ำกว่า พืชพรรณส่วนใหญ่ของเนินทรายเป็นพืชที่ปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมจนมีลักษณะพิเศษ ได้แก่ พืชทนเค็ม กิ่งสั้น แตกกิ่งก้านมาก ลำต้นคดงอเหนียว ทนทานต่อแรงลม ใบเล็ก แข็ง เป็นหนาม ทนแล้ง สามารถแบ่งสังคมพืชเนินทรายออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ สังคมพืชเบิกน้ำ (pioneers) ส่วนใหญ่เป็นพืชเลื้อยคลุมดิน (creeping grasses) เช่น หญ้าลิงลม ผักบุ้งทะเล ถัดมาเป็นสังคมพืชพุ่มเตี้ย (dune heath) (Groot et al., 2017; McLachlan, 1991) เช่น รักทะเล ปอทะเล สังคมพืชพุ่มหนาทึบ (scrub-thicket) เช่น พลองขี้นก ชะแมบ ปอทะเล การะเกด และปรงทะเล และสังคมป่าชายหาด เช่น ต้นหูกวาง โพทะล โพกริ่ง และกระทิง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.1.3 หาดหิน

เป็นลักษณะชายหาดในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง มีหินเป็นโครงสร้างหลักทางกายภาพ โดยมักจะพบหาดหินตามเกาะต่าง ๆ หรือตามชายฝั่งทะเลที่เชื่อมติดต่อกับภูเขา ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของระบบนิเวศหาดหิน คือ คลื่นลม น้ำขึ้น-น้ำลง การเปลี่ยนแปลงความเค็ม อุณหภูมิและสภาวะการสูญเสียน้ำ มีการกระจายของพืชและสัตว์ทะเลเป็นการรวมกลุ่มเป็นแนวตามระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล การผุพังจากการกัดเซาะของน้ำทะเลทำให้เกิดซอกหินขนาดเล็กจำนวนมาก เป็นแหล่งอาศัยและหลบภัยอย่างดีสำหรับสิ่งมีชีวิต

หาดหินในแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบสังคมสิ่งมีชีวิตของหาดหิน คือ อิทธิพลของคลื่น และน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 3 เขตย่อย ได้แก่ เขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด เขตระหว่างน้ำขึ้นและน้ำลง และเขตต่ำกว่าระดับลงต่ำสุด สิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแต่ละบริเวณก็จะมีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตบริเวณหาดหินต้องมีการปรับตัวทางด้านรูปร่างและหน้าที่การทำงานของอวัยวะเพื่อให้สามารถอาศัยในบริเวณนี้ได้ เช่น เพรียงหิน หอยนางรม จะยึดติดอยู่กับหิน มีเปลือกหนาปิดได้สนิท ลดการสูญเสียน้ำในร่างกาย พวกที่มีเส้นใยหรืออวัยวะช่วยในการยึดเกาะกับหิน เช่น หอยแมลงภู่ สาหร่ายเห็ดหูหนูและสาหร่ายบางชนิด นอกจากนี้เมื่อน้ำลงทำให้มีน้ำทะเลที่ค้างอยู่ตามแอ่งซอกกิน เราเรียกแอ่งหิน (tide pool) พืชและสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในแอ่งน้ำนี้ต้องมีการปรับตัวได้ดีมากต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม อุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนในรอบ 24 ชั่วโมง สัตว์ทะเลที่พบมากในแอ่งหินได้แก่ ปูหิน ปูเสฉวน ฟองน้ำ ดอกไม้ทะเล กุ้งและหอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ

2.1.4 พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ปากแม่น้ำ หาดเลน และป่าชายเลน

พื้นที่ลุ่มต่ำหลังแนวเนินทราย เกิดจากเนินทรายสะสมตัวขนานชายฝั่งไปกีดขวางการไหลของน้ำลงทะเล จึงเกิดเป็นพื้นที่น้ำขัง มีหลากหลายลักษณะ เช่น บึงน้ำจืด บึงน้ำเค็ม พรุ มาบ เป็นต้น ซึ่งมีระยะเวลาท่วมขัง ความลึกของน้ำ ลักษณะพันธุ์ไม้ แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม ได้แก่ ดิน ความเค็มของน้ำ ปริมาณน้ำ สังคมพืช ทะเลสาบหรือบึงน้ำ (lake, lagoon) เป็นระบบนิเวศน้ำนิ่ง (lentic ecosystem) พื้นที่น้ำขังอยู่ตลอดปี อาจเป็นน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มขึ้นอยู่กับลักษณะการเชื่อมต่อกับทะเล มาบหรือบึงน้ำตื้น (salt marsh) คือพื้นที่น้ำขัง แบบน้ำตื้น อาจเป็นที่ลุ่มต่ำที่มีน้ำขังบางฤดูกาลเท่านั้น มีพืชไม้พุ่มและไม้คลุมดินที่ทนเค็ม ทนน้ำท่วมขัง และทนแล้งได้ เช่น ชะคราม ขลู่ ผักเบี้ย พรุหรือป่าบึง (swamp forest) พื้นที่น้ำขัง แบบน้ำตื้น ไม่มีส่วนที่เชื่อมต่อทะเลโดยตรง ส่วนใหญ่เป็นน้ำจืด มีพืชไม้ยืนต้นขึ้นปกคลุม แต่พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งมักถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็วจากการไม่เห็นประโยชน์และการเปลี่ยนแปลงการไหลของระบบน้ำ

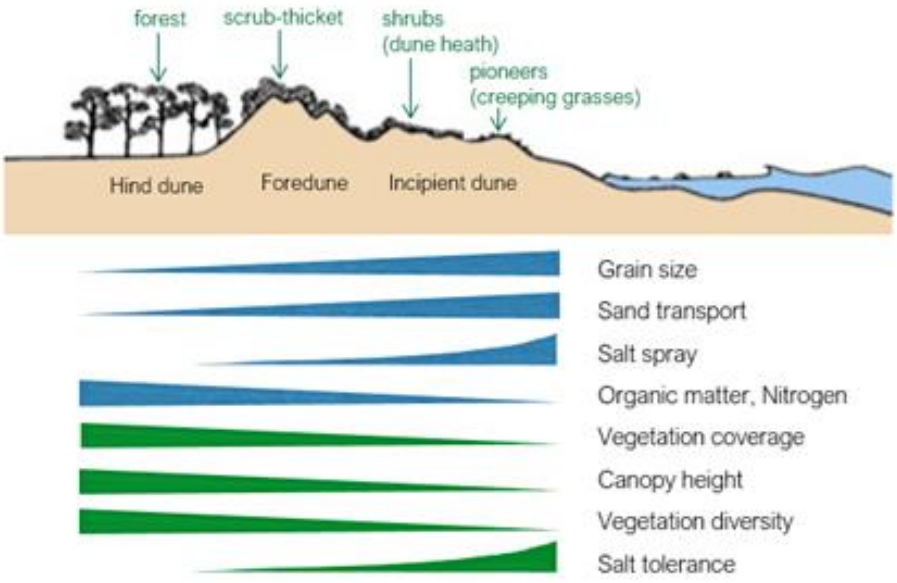
พื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำไหลออกสู่ทะเล น้ำเค็มถูกเจือจางด้วยน้ำจืดที่ไหลมา ทำให้เป็นบริเวณที่มีน้ำกร่อยเกิดเป็นชุมชนรอยต่อระหว่างชุมชนน้ำจืดและน้ำเค็ม ลักษณะพิเศษที่เกิดขึ้นคือ มีสภาพทางชีววิทยาที่เอื้ออำนวยที่จะให้ผลผลิตอย่างสูงต่อสังคมมนุษย์ ปากน้ำที่มีขนาดกว้างจากการทรุดตัวของพื้นที่จนมีลักษณะคล้ายอ่าว เรียกว่าชะวากทะเล ปากแม่น้ำมีภูมิประเทศเฉพาะ และมีลักษณะทางธรณีที่สำคัญคือมีการเจริญเติบโตของผืนแผ่นดินจากตะกอนที่ไหลและตกจมบริเวณปากน้ำ อุณหภูมิ กระแสน้ำ และประมาณออกซิเจนบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล วัน และชั่วโมง โดยได้รับอิทธิพลโดยตรงจากการขึ้นลงของน้ำทะเล น้ำบริเวณปากน้ำมีความ

เค็มอยู่ระหว่าง 1-34 ppt. ในขณะที่น้ำทะเลมีระดับความเค็ม 35 ppt. มีปริมาณแร่ธาตุสูง เนื่องจากความสมบูรณ์ของสารอินทรีย์และการสะสมของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรคุณลักษณะเหล่านี้ทำให้บริเวณปากน้ำมีผลผลิตสูง มีสังคมสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอน ปู หอย ปลา และตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตทะเลมากมาย

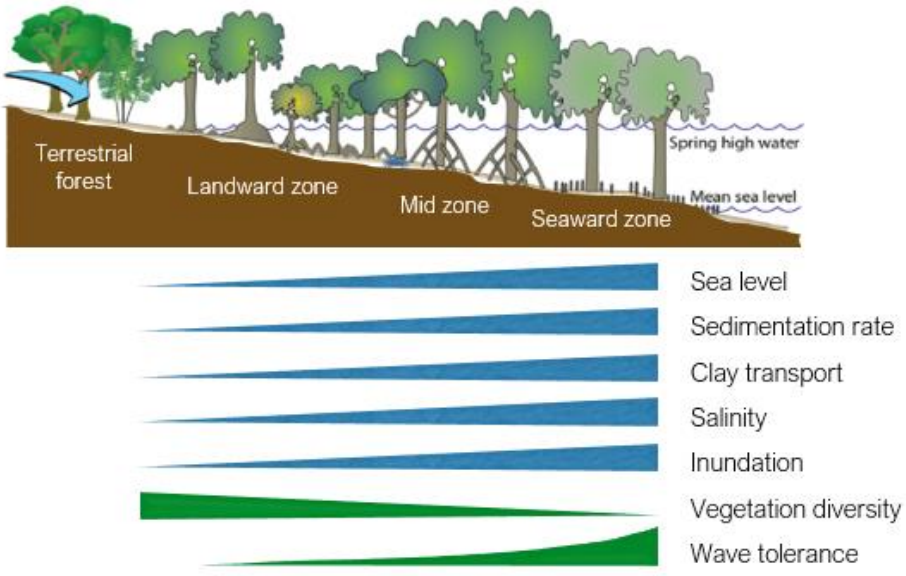
หาดเลน หรือที่ราบน้ำขึ้นถึง ซึ่งมีน้ำจืดไหลลงมารวมกับน้ำทะเลอยู่เกือบตลอดเวลา ทำให้น้ำเป็นน้ำกร่อย น้ำจืดจากแม่น้ำพัดพาเอาแร่ธาตุและสารอินทรีย์ไหลลงทะเล ร่วมกันตะกอนดินโคลนแขวนลอยปนมากับน้ำไหลมาสะสมอยู่ที่หาดเลน ทำให้มีความอุดมสมบูรณ์ เป็นชายฝั่งทะเลที่มีตะกอนโคลนหรือโคลนปนทราย ทรายแป้งเป็นโครงสร้างหลักทางกายภาพ มักเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ จึงทำให้ตะกอนเลนที่มีขนาดเล็กและเบา มีโอกาสตกตะกอนได้มากกว่าพื้นทะเลบริเวณอื่น เกิดอยู่ใกล้ปากแม่น้ำ เกิดการสะสมตัวของตะกอนเลนที่พัดพามาจากปากแม่น้ำ มีพลวัต การสะสมตัวของตะกอนเลนยังไม่เสถียร บริเวณหาดโคลนบางส่วนที่น้ำทะเลท่วมถึง แต่ไม่ตลอดเวลาทำให้มีพืชขนาดเล็กและลำต้นเตี้ยขึ้นอยู่ได้ ในช่วงเวลาน้ำลดจะเป็นแหล่งหากินของนกชายเลนหลายชนิด รวมทั้งนกที่อพยพย้ายถิ่นมาในฤดูหนาว

ป่าชายเลน คือหาดเลนที่พัฒนาจนถูกปกคลุมด้วยพืชยืนต้น มักอยู่กับหาดเลนด้านชายฝั่ง ป่าชายเลนสามารถแบ่งตามลักษณะสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ป่าชายเลนขึ้นอยู่ได้ 2 ประเภท คือ 1) ป่าชายเลนที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำกร่อย อยู่ตามริมแม่น้ำและร่องน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมาก โดยพื้นที่ป่าชายเลนด้านที่ติดกับทะเล จะมีต้นไม้ขึ้นอยู่หนาแน่น และมีจำนวนชนิดต้นไม้มากกว่าบริเวณที่ห่างจากทะเลขึ้นไป หรืออยู่ทางด้านต้นน้ำจืด และ 2) ป่าชายเลนที่อยู่ริมทะเล จะพบตามบริเวณชายฝั่ง น้ำส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็ม พื้นที่ป่าชายเลนประเภทนี้มักเป็นป่าชายเลนที่พบขึ้นตามเกาะต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดเล็ก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2-2 การแบ่งเขตและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของเนินทรายและป่าชายหาด
ดัดแปลงจาก Groot et al., (2017) และ McLachlan (1991)



ภาพที่ 2-3 การแบ่งเขตและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของป่าชายเลน
ดัดแปลงจาก Waycott et al. (2011)

รูปแบบโครงสร้างของป่าชายเลน สามารถแบ่งได้เป็น 5 แบบ ได้แก่ 1) Fringe forests เป็นลักษณะของป่าชายเลนที่อยู่บนชายฝั่งที่มีความลาดชันน้อย พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งของแผ่นดินใหญ่และเกาะใหญ่ ๆ มักพบป่าประเภทนี้อยู่บริเวณที่เป็นอ่าวเปิด และได้รับอิทธิพลจากคลื่นลมไม่แรง ป่าชายเลนประเภทนี้ถ้าพบบนเกาะจะอยู่เหนือระดับน้ำทะเลสูงสุด 2) Basin forests เป็นลักษณะป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่ต่ำ น้ำท่วมและขังอยู่ มักพบขึ้นอยู่บนฝั่งที่ติดป่าบก สัมผัสกับน้ำจืดจากบนบกและน้ำกร่อยนานกว่าป่าชายเลนที่อยู่ตามชายฝั่ง ป่าชายเลนประเภทนี้มีพืชอิงอาศัยขึ้นอยู่มาก เช่น กล้วยไม้ 3) Riverine forests เป็นลักษณะป่าชายเลนที่ขึ้นบนร่องน้ำ หรือทางน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล 4) Overwash forests เป็นลักษณะป่าชายเลนที่ขึ้นบนที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง และได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นลงอย่างสม่ำเสมอ และ 5) Dwarf forests เป็นลักษณะป่าชายเลนที่ขึ้นบนบริเวณที่มีปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโต โดยทั่วไปจะเป็นไม้พุ่มเตี้ย ๆ ประมาณ 2 เมตร มักพบในบริเวณที่แห้งแล้งกว่าบริเวณอื่น

พืชในป่าชายเลน มีหลากหลายชนิด พืชพรรณส่วนใหญ่เป็นพืชที่ปรับตัวกับกระแสน้ำทะเลที่ขึ้นลง มักมีโคนต้นและรากที่มีลักษณะการปรับตัวให้อยู่ในสภาวะพิเศษได้ มีรากอากาศ รากค้ำยัน หรือรากพูพอน ซึ่งรากในลักษณะนี้จะช่วยกักเก็บตะกอนและอินทรียสารที่ถูกแม่น้ำพามาทำให้พื้นดินในบริเวณป่าชายเลนมีปริมาณสารอาหารสำหรับหาดทะเลสูงกว่าหาดเลนธรรมดาที่ไม่มีป่าปกคลุม โดยมีชนิดหลักที่พบเห็นมาก ได้แก่ โกงกาง แสม ลำพู และจาก เป็นต้น เอกลักษณ์ของป่าชายเลนที่ทำให้แตกต่างจากป่าบกอย่างชัดเจน คือการแพร่กระจายของพืชพรรณที่มีลักษณะแบ่งออกเป็นแนวเขต (zonation) จากเขตเหนือระดับน้ำทะเลต่ำสุด จนถึงเขตน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (ภาพที่ 2-3) และต่อเนื่องถึงป่าบก โดยพรรณไม้แต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตที่ค่อนข้างแน่นอน แต่การแบ่งเขตของพืชในพื้นที่แต่ละแห่งจะแตกต่างกันไป โดยขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพและเคมีภาพของดิน ความเค็มของน้ำ การท่วมถึงของน้ำทะเล ความเปียกชื้นของดิน การสะสมตะกอน (Sreelekshmi et al., 2018; Waycott et al., 2011))

ป่าชายเลนและป่าบกเชื่อมต่อกันด้วยป่าเชิงทรง หรือพื้นที่รอยต่อระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก หรือป่าชายหาด พืชในป่าเชิงทรง เช่น ปรงทะเล ซึ่งจากการศึกษาความหลากชนิดนก ในอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม ปี พ.ศ.2558 ของศูนย์นวัตกรรมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่คุ้มครองทางทะเล จังหวัดตรังพบว่า บริเวณป่าเชิงทรงมีความหลากชนิด (biodiversity) และความมากชนิด (species richness) สูงกว่าป่าชายหาด ป่าพรุ และป่าชายเลน (ศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเล ที่ 3 จังหวัดตรัง, 2558)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามจากความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุ สารอาหาร และแพลงตอนพืช ทำให้ป่าชายเลนเป็นพื้นที่ที่อุดมสมบูรณ์จะเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์มากมายหลายชนิด กลุ่มประชากรสัตว์ในระบบนิเวศป่าชายเลนประกอบด้วยสัตว์ทะเลหน้าดิน สัตว์น้ำซึ่งมี 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อาศัยอยู่อย่างถาวร กลุ่มที่เข้ามาบางช่วงเวลาเพื่อหาอาหาร ผสมพันธุ์หรือวางไข่และอนุบาลตัวอ่อน กลุ่มผู้ล่า และกลุ่มที่เข้ามาบางฤดูกาล ยังเป็นแหล่งที่หลบภัยของสัตว์นานาชนิดนอกจากนี้ยังมีสัตว์ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ นกชนิดต่าง ๆ สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความหลากหลายของกลุ่มประชากรสัตว์ในระบบนิเวศป่าชายเลน ได้แก่ พรรณไม้หลากหลายชนิดซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของประชากรสัตว์ความอุดมสมบูรณ์ของป่าและการปรับตัวของกลุ่มประชากรสัตว์ในป่าชายเลน เช่น ปูก้ามดาบ ซึ่งสามารถปรับตัวให้ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในบริเวณป่าชายเลนได้เป็นอย่างดี แต่ต้องอาศัยลักษณะความชุ่มชื้นในดินและลักษณะร่มเงาจากต้นไม้

2.1.5 แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง

หญ้าทะเลเจริญเติบโตบริเวณน้ำตื้น เป็นผู้ผลิตขั้นต้น มักพบหญ้าทะเลบริเวณต่อเนื่องมาจากพื้นที่ป่าชายเลน หรือขึ้นปะปนในพื้นที่ป่าชายเลน จึงทำให้ระบบนิเวศทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างซับซ้อนต่อกัน แหล่งหญ้าทะเลเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่มีความสมบูรณ์ยิ่ง เนื่องจากปริมาณผลผลิตที่สูงของหญ้าทะเล ส่งผลให้เกิดผลผลิตทางการประมงที่สูงตามไปด้วย เพราะหญ้าทะเลเหล่านี้เป็นแหล่งอาหารสำคัญของสัตว์กินพืชและสัตว์กินซาก ซึ่งเป็นพื้นฐานของห่วงโซ่อาหาร

ฝั่งทะเลอันดามันพบหญ้าทะเลในพื้นที่ชายทะเลและเกาะต่าง ๆ ทุกจังหวัด ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล โดยแหล่งหญ้าทะเลผืนใหญ่ที่สุดคือ บริเวณเกาะลิบง จังหวัดตรัง ปัจจุบันชายฝั่งอันดามันความหลากหลายของชนิดหญ้าทะเล 11 ชนิด มีพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลรวม 86,100 ไร่ (สผ., 2558)

ปะการังมีความเปราะบางและต้องการสภาพเฉพาะในการดำรงชีวิตและเจริญเติบโต ปัจจัยสำคัญของแนวปะการังคือแสงอาทิตย์และอุณหภูมิน้ำ ปริมาณของแสงอาทิตย์จำกัดความลึกที่ปะการังขึ้นอยู่ ปะการังส่วนมากพบในบริเวณชายฝั่งน้ำตื้นที่มีความลึกน้อยกว่า 50 เมตร ปะการังจะก่อแนวหินปะการังเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 18 องศาเซลเซียส ปะการังเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สร้างขึ้นจากแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งมีสีขาว มีความสัมพันธ์กับแร่หินปูน

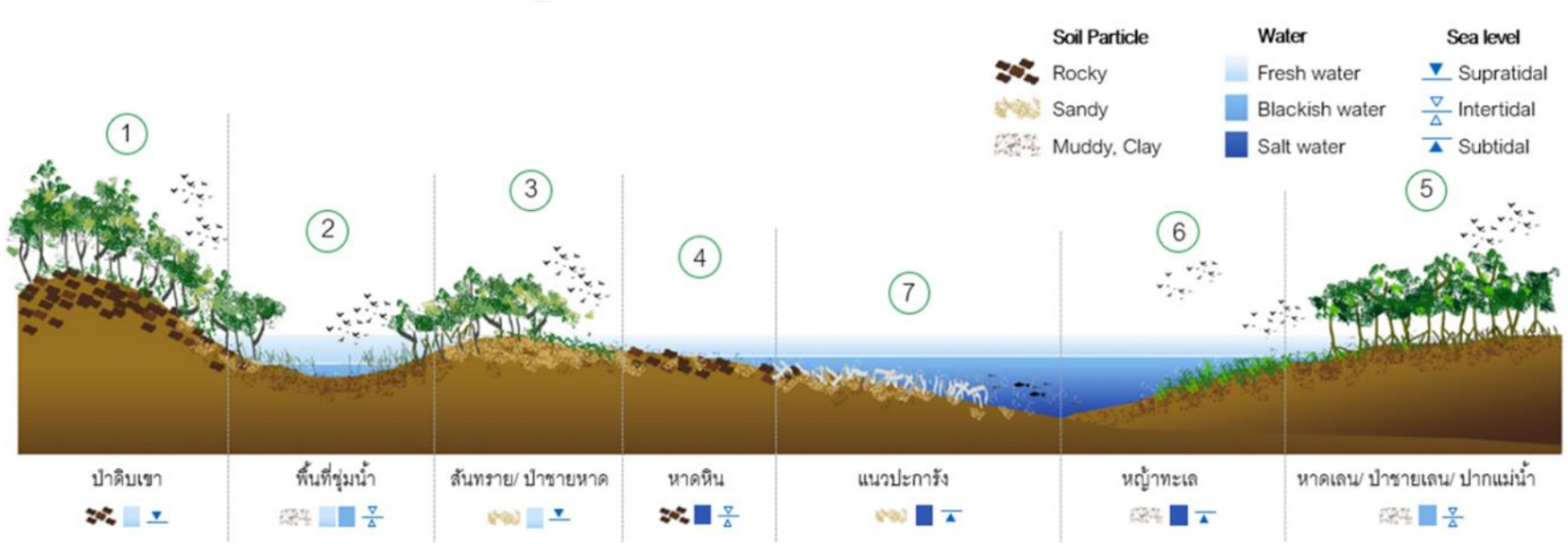
แนวปะการังจะมีรูปแบบตามลักษณะทางภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ปัจจัยหลักที่เป็นตัวกำหนดรูปแบบและตำแหน่งของแนวปะการังคือทิศทางของลม ทิศทางของลมจะเป็นตัวกำหนดทิศของคลื่น และผลกระทบของคลื่นจะเป็นตัวแบ่งลักษณะภูมิประเทศซึ่งได้รับผลจากคลื่นจากมากไป

น้อย พื้นที่ในแนวปะการังทั่วไปจะแบ่งเป็น 3 ลักษณะ 1) ปะการังแนวลาดชัน (reef slope) เป็นบริเวณที่มีความหลากหลายของปะการังสูง เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากคลื่นน้อย และปะการังอยู่ใต้น้ำตลอดเวลา ไม่ค่อยได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ และมีการไหลผ่านของกระแสน้ำ ทำให้ช่วยพัดพาตะกอนออกจากแนวปะการัง สภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเติบโตของปะการังหลาย ๆ ชนิด ส่งผลให้บริเวณนี้ มีความหลากหลายของรูปร่าง และขนาดของปะการังสูง 2) ปะการังแนวสัน (reef crest หรือ reef edge) เป็นบริเวณที่รับผลกระทบจากคลื่นมาก ปะการังในบริเวณนี้จะมีลักษณะกิ่งสั้น ทรงเตี้ย และแข็งแรง เพื่อที่จะสามารถทนต่อแรงของคลื่นได้ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณน้ำตื้น และจะโผล่พ้นน้ำเมื่อน้ำลงต่ำสุด และสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงบ่อย ปะการังบริเวณนี้จะเติบโตเร็ว มีการหมุนเวียนของชนิดปะการังมาก และ 3) ปะการังแนวราบ (reef flat) เป็นบริเวณที่น้ำตื้นมาก และมักจะโผล่พ้นน้ำในช่วงที่น้ำลงต่ำสุด น้ำมีความร้อนสูงในช่วงกลางวัน ในช่วงที่ฝนตกน้ำทะเลจะถูกเจือจาง ส่งผลให้ความเค็มลดลง พืชและสัตว์ที่อาศัยบริเวณนี้จึงต้องสามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในสภาพที่น้ำน้อย และความเค็มแปรปรวน อาจพบสาหร่ายและหญ้าทะเลเติบโต บริเวณพื้นทรายและโคลนใกล้กับชายฝั่ง

สัตว์ที่อาศัยในบริเวณต่าง ๆ ของแนวปะการัง ก็จะมีความแตกต่างกัน เช่น สัตว์ที่สามารถทนทานต่อคลื่นสูง จะสามารถอาศัยในบริเวณปะการังแนวสันได้

แนวปะการังในประเทศไทยเป็นแบบ Fringing reefs เป็นแนวปะการังที่เกิดขึ้นอยู่ติดชายฝั่ง บริเวณแนวลาดชันบนไหล่ทวีปหรือรอบ ๆ เกาะ แนวปะการังนี้จะเป็นแนวอยู่ตามแนวชายฝั่ง ซึ่งเกิดจากการเติบโตของปะการังในน้ำตื้นใกล้ชายฝั่ง ปัจจุบันสถานภาพพื้นที่แนวปะการังชายฝั่งอันดามัน รวมทั้งพื้นที่ปะการัง พื้นที่ทราย และพื้นที่เศษปะการัง คงเหลือ 65,776 ไร่ (สผ., 2558) โดยแนวปะการังมีการเปลี่ยนแปลงสภาพตลอดเวลา ซึ่งอาจเปลี่ยนเป็นในทางที่ดีขึ้นหรือแย่ลง จากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ เช่น พายุพัดทำลาย การอุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มขึ้นสูงกว่าปกติ การระบาดของดาวมงกุฎหนาม หรือจากกิจกรรมของมนุษย์โดยเฉพาะกับแนวปะการังใกล้ชายฝั่ง เนื่องจากอยู่ใกล้กับชายฝั่งและง่ายต่อการเข้าถึงปัญหาจากตะกอน สารอาหาร และน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล สามารถทำให้เกิดความเสียหายต่อปะการังได้ เช่น การประมงผิดวิธีในแนวปะการัง การท่องเที่ยว การลักลอบจับปลาในแนวปะการังหรือลักลอบเก็บปะการัง กิจกรรมจากบนฝั่ง การฟื้นตัวของแนวปะการังสู่สภาพเดิมส่วนใหญ่ใช้เวลานาน ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมหรือยับยั้ง รวมทั้งระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้นด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2-4 ภาพตัดขวางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบนิเวศชายฝั่งรูปแบบต่าง ๆ โดยที่แต่ละระบบมีความสัมพันธ์เชื่อมต่อกันกับระบบข้างเคียง

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบองค์ประกอบที่แตกต่างกันของระบบนิเวศชายฝั่ง

ระบบนิเวศ	สัณฐาน	วัสดุตะกอน	น้ำ	พืช	สัตว์	การใช้ประโยชน์	ภัยคุกคาม
1.ป่าบก และป่าเขาหินปูน	ภูเขาหินโดด ปลายยอดแหลม ถ้ำ	หินปูน การสะสมตัวของดิน แร่ธาตุ และอินทรียวัตถุต่ำ	แหล่งน้ำหลักมาจากน้ำฝน	พืชทนแล้ง ผลัดใบ ส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ขนาดเล็ก มีลักษณะแคระแกร็น รากมีแรงยึดเกาะสูง	นก ค้างคาว สัตว์ขนาดเล็ก	แหล่งวางไข่ แวะพักของนก และสัตว์	การทำเหมืองหิน การท่องเที่ยว
2.เนินทรายและป่าชายหาด	บนเนินทรายชายฝั่งหรือที่ราบชายฝั่ง	องค์กระกอบหลักคือทราย อาจมีหินปะปนอัตราการสะสมแร่ธาติต่ำ	อยู่เหนือระดับน้ำทะเล แต่อยู่ในเขตอิทธิพลของลมและไอทะเล	พืชทนแล้ง ทนเค็ม กิ่งสั้น แตกกิ่งก้านมาก ลำต้นคดงอเหนียว ทนทานต่อแรงลม ใบเล็ก แข็งเป็นหนาม	สัตว์ป่าที่อาศัยอยู่ส่วนใหญ่ไม่อยู่ประจำแต่มีการเคลื่อนย้ายอยู่ตลอดเวลา	รักษาเสถียรภาพเนินทรายและชายฝั่ง เชื่อมต่อบกและทะเล บรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ	ชุมชน ท่าเทียบเรือ ท่องเที่ยว การขยายตัวของเมือง และเขตอุตสาหกรรมในบริเวณชายฝั่ง
3.หาดหิน	ที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง	หิน การสะสมตัวของดิน แร่ธาตุ และอินทรียวัตถุต่ำ ถูกพัดพาไปโดยแรงคลื่น	อยู่ในเขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด ถึงเขตต่ำกว่าระดับลงต่ำสุด	สาหร่าย แพลงตอน พืช	ปรับตัวต่อความเค็ม อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนในช่วงน้ำขึ้นลง มีความสามารถในการยึดเกาะ	รักษาเสถียรภาพแนวชายฝั่ง	โครงสร้างชายฝั่ง

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ระบบนิเวศ	สัณฐาน	วัสดุตะกอน	น้ำ	พืช	สัตว์	การใช้ประโยชน์	ภัยคุกคาม
4.พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ปากแม่น้ำ หาดเลน และป่าชายเลน	ที่ลุ่มต่ำ หลังแนวเนินทราย น้ำขังตลอดเวลาหรือบางช่วงเวลาของปี ที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงบริเวณที่แม่น้ำบรรจบกับทะเล	hydric soils มีการสะสมตัวของสารอินทรีย์มาก ตะกอนเลน ทราย แป้ง ที่แม่น้ำพัดพาเอาแร่ธาตุและสารอินทรีย์มากมายมาทับถม มีอัตราการสะสมคาร์บอนตะกอน อินทรียวัตถุและแร่ธาตุสูง	น้ำจืดหรือน้ำกร่อยอยู่ระหว่างระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดและลงต่ำสุด ได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล	สาหร่าย แพลงตอนพืช พืชพืชยืนต้นลักษณะทนเค็ม ทนกระแสน้ำ ใบมัน พืชทนน้ำท่วมขัง มีรากหรืออวัยวะช่วยยึดเกาะดิน	สัตว์น้ำ สัตว์ชายน้ำ นก สัตว์หน้าดิน ตัวอ่อนสัตว์ทะเล	กักเก็บน้ำ กรองตะกอนและแร่ธาตุ รักษาเสถียรภาพแนวชายฝั่ง แหล่งที่อยู่อาศัย วางไข่ อนุบาลตัวอ่อน	การขยายตัวของเมืองและเขตอุตสาหกรรม เขื่อน น้ำเสีย การขุดลอกทางน้ำ การทำนากุ้งหรือบ่อเลี้ยงปลา การตัดไม้เผาถ่าน การทำเหมืองแร่ในทะเล การขยายตัวของเมืองและเขตอุตสาหกรรมในบริเวณชายฝั่ง
5.แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง	ชายฝั่งน้ำตื้น	ทรายปนเลน ทราย ซากปะการัง	น้ำเค็ม ใส แสงส่องถึง	หญ้าทะเล สาหร่าย แพลงตอนพืช	สัตว์กินพืช กินหญ้าทะเล ปะการัง สัตว์ทะเล	แหล่งอาหารสำคัญในห่วงโซ่อาหาร บรรเทาแรงคลื่น ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต	กิจกรรมการท่องเที่ยว การเหยียบย่ำ สิ่งก่อสร้าง ท่าเรือ การขุดลอกทางน้ำ น้ำเสียชุมชน

ภาครัฐมีแนวทางในการอนุรักษ์ระบบนิเวศทางธรรมชาติที่มีความสำคัญ โดยมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ประกอบด้วย พื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรุกขชาติ ป่าเพื่อการอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี เป็นป่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็นพื้นที่ต้นน้ำชั้น 1 ป่าชายเลนเขตอนุรักษ์ และป่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็นป่าอนุรักษ์เพิ่มเติม โดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มีภารกิจในการอนุรักษ์ ส่งเสริมและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชในเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ โดยการควบคุม ป้องกันพื้นที่ป่าอนุรักษ์เดิมที่มีอยู่ และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้กลับสมบูรณ์ด้วยกลยุทธ์การส่งเสริม กระตุ้นและปลุก จิตสำนึกให้ชุมชนมีความหวงแหนและการมีส่วนร่วมในการดูแลทรัพยากรท้องถิ่น เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า แหล่งอาหาร แหล่งนันทนาการและการท่องเที่ยวทางธรรมชาติของประชาชน

นอกจากพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในการดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ยังมีการประกาศเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม ที่ถูกกำหนดขึ้นตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เพื่อป้องกัน อนุรักษ์ บำรุง รักษา คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ได้อย่างสมดุลตามระบบนิเวศธรรมชาติ และคงความสมบูรณ์เพื่ออนุชนรุ่นหลังได้ใช้ต่อไปในอนาคต รวมทั้งแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และเป็นมาตรการเสริมให้กฎหมายอื่นในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ทางทะเล มีการกำหนดพื้นที่รักษาพืชพันธุ์สัตว์น้ำ พื้นที่กำหนดมาตรการในการทำประมงที่ประกาศใช้เพื่อห้ามใช้เครื่องมือประมงบางประเภทในระหว่างฤดูวางไข่และผสมพันธุ์ของสัตว์น้ำสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นพื้นที่คุ้มครองที่จัดตั้งขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติประมง พ.ศ.2490 (แก้ไขเพิ่มเติม เมื่อ พ.ศ.2496 และ พ.ศ.2528)

นอกจากการอนุรักษ์โดยการกำหนดใช้กฎหมาย ยังมีในรูปแบบความร่วมมือจากอนุสัญญาแรมซาร์ หรืออนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นข้อตกลงระหว่างรัฐบาล ซึ่งกำหนดกรอบการทำงานสำหรับความร่วมมือระหว่างประเทศ เพื่อการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ และระดับประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์และยับยั้งการสูญหายของพื้นที่ชุ่มน้ำในโลกซึ่งจะต้องมีการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาด

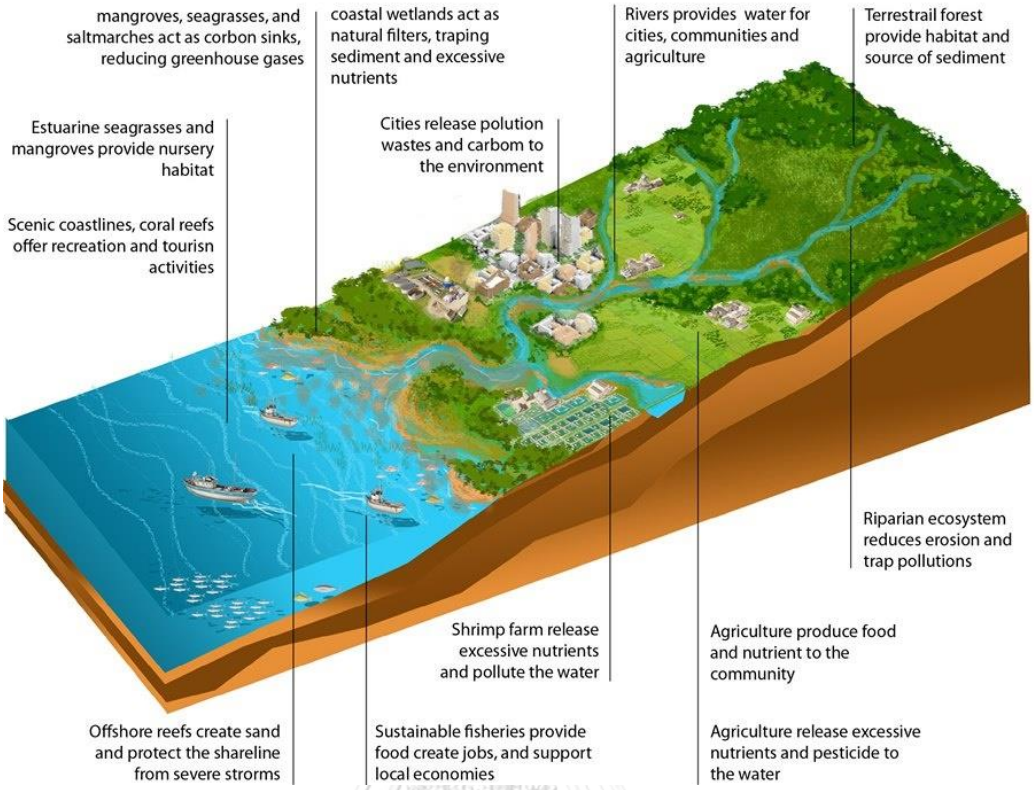
2.2 ระบบนิเวศชายฝั่งอันดามันที่ถูกปรับเปลี่ยนโดยมนุษย์

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอันดามันเริ่มชัดเจนเมื่อกลางสมัยรัตนโกสินทร์ จากในอดีตมีเพียงชุมชนขนาดเล็ก เจริญเติบโตเป็นชุมชนบ้านเมืองขนาดใหญ่เริ่มขึ้นจากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรแร่ ชาวจีนและชาวตะวันตกเริ่มอพยพเข้ามาตั้งถิ่นฐานเป็นหลักแหล่งเพื่อทำเหมืองแร่ เกิดเมืองท่าและหัวเมืองชายทะเลที่สำคัญ ได้แก่ เมืองระนอง ตะกั่วป่า ตะกั่วทุ่ง ท้ายเหมือง กระบี่ และภูเก็ต ปัจจุบันยังปรากฏอาคารสิ่งก่อสร้างรูปแบบอิทธิพลชิโนโปรตุกีสแสดงความเจริญของเมืองในยุคนั้น นอกจากเหมืองแร่แล้ว ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญและเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเมือง จากที่ตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณที่ราบลุ่มริมชายฝั่งทะเล ได้มีการขยายการครอบครองที่ดินขึ้นไปในแผ่นดินที่ราบเชิงเขา พื้นที่ที่เคยเป็นปกคลุมด้วยป่าไม้ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมสวนยางพารา

นโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ทำให้เกิดโครงข่ายเส้นทางคมนาคมระดับภูมิภาค ถนน ท่าเรือ สนามบิน โครงสร้างพื้นฐาน อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว รัฐบาลได้บรรจุแผนพัฒนาการท่องเที่ยวเข้าไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 ปี (พ.ศ. 2520-2524) โดยเฉพาะช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) ที่อุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทยขยายตัวอย่างมาก และการประกาศปีการส่งเสริมการท่องเที่ยวไทย พ.ศ. 2541-2542 หรือ Amazing Thailand เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งผลจากการดำเนินงานได้รับความสำเร็จเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านธุรกิจการบริการ (hospitality business) และสิ่งอำนวยความสะดวกนักท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 รายได้มากกว่าร้อยละ 20 ของการท่องเที่ยวรวมทั้งประเทศมาจากแหล่งท่องเที่ยวในกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันโดยเฉพาะจังหวัดภูเก็ต กระบี่ พังงา ซึ่งเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวทางทะเลที่มีชื่อเสียงระดับนานาชาติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยกิจกรรมมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิทัศน์ จากภูมิทัศน์ทางธรรมชาติ เป็นภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงบางส่วน (modified landscape) ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การขุดเหมือง ชุมชนแบบไม่หนาแน่น และภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง (highly modified landscape) ได้แก่ พื้นที่อุตสาหกรรมหรือพื้นที่เมืองหนาแน่น ซึ่งทำให้พื้นที่ทางธรรมชาติลดลง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรรม การประมงเพาะเลี้ยง การขยายตัวของเมือง ปลดปล่อยของเสียออกสู่ระบบ เป็นการเพิ่มภาระการทำงานให้กับระบบนิเวศทางธรรมชาติ (ภาพที่ 2-5)



ภาพที่ 2-5 ภูมิทัศน์ชายฝั่งหลังการเปลี่ยนแปลงโดยกิจกรรมมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.1 ชุมชนพื้นถิ่น

กลุ่มของสิ่งก่อสร้าง ที่มีขนาดเล็ก หรือกระจายอยู่ห่าง ๆ กัน สัดส่วนพื้นที่ดาดแข็งน้อยกว่า 50% ของพื้นที่ มักมีองค์ประกอบสร้างด้วยวัสดุพื้นถิ่น อาจจำแนกเป็นกลุ่มชุมชนชาวเล และกลุ่มชุมชนเกษตร

ชุมชนชาวเล ไทยมุสลิม ประกอบอาชีพด้วยการทำประมง มักมีกลุ่มของชุมชนอยู่ติดทะเล หรือกับทางน้ำที่ออกสู่ทะเล ในอดีตนิยมสร้างเป็นแบบเรือนพื้นบ้านชั่วคราวประเภทเรือนเครื่องผูก อยู่ใกล้ชิดป่าชายเลน ส่วนมากสืบทอดอาชีพประมงชายฝั่งมาตั้งแต่ในอดีต มีการถือครองที่ดินแปลงขนาดเล็ก เฉพาะสำหรับใช้สร้างที่อยู่อาศัย มักจะเลือกที่ตั้งในดงป่าไม้ริมน้ำ ซึ่งสามารถหลบลมพายุที่พัดมาเป็นประจำได้ โดยจะเลือกตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ที่มีระบบนิเวศชายฝั่งที่อุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลาย มีแหล่งน้ำจืด เลือกตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ราบบริเวณชายฝั่งทะเลที่สามารถรองรับกิจกรรมที่หลากหลาย ในพื้นที่ที่มีความลาดชันของชายฝั่งทะเลและมีร่องน้ำที่เหมาะสมกับการจอดเรือ (อัมพิกา อำลอย, 2560) ปรากฏเป็นชุมชนชายน้ำขนาดเล็กอยู่ใกล้ป่าชายเลนหรือโครงข่ายคูคลอง มีท่าเรือ

ชุมชนเพื่อจอดเรือหลบลมพายุ มีพื้นที่ส่วนกลางสำหรับทำกิจกรรม บางชุมชนอยู่กันแออัดไม่มีพื้นที่บริเวณของบ้าน เมื่อขยายครอบครัวใหญ่ขึ้น ลูกหลานมีความต้องการที่ดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกิน เกษตรกรรม ประมง ก็มักขยายพื้นที่รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลน

ชุมชนเกษตร ไทยพุทธ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรทำสวน โดยมีพืชหลักคือยางพารา ปาล์มน้ำมัน หรือกาแฟ มักปลูกบ้านอยู่ในบริเวณสวน นิยมปลูกเป็นเรือนโดดเดี่ยวไม่มีส่วนระเบียงนอกชายคาเนื่องจากมีฝนตกชุกทำให้เรือนผุเร็ว เรือนในยุคแรกมักสานเป็นฝาขัดแตะด้วยไม้ไผ่เป็นลวดลาย ไม่นิยมเจาะช่องเปิด เสาทุกต้นวางบนแท่งหินหรือแท่งซีเมนต์ เพื่อป้องกันความชื้น ปลวก และอันตรายจากสัตว์มีพิษขึ้นตัวบ้าน ใต้ถุนไม่สูง กลุ่มบ้านเป็นแบบเกาะกลุ่มกันอย่างหลวม ๆ มีวัดเป็นศูนย์กลางหมู่บ้าน แต่ละบ้านมีบริเวณบ้านของตนเอง มีสวนไม้ผลหรือสวนสมรมรอบตัวบ้าน ในอดีตจะมีพื้นที่นาอยู่รอบนอกบริเวณหมู่บ้าน (วงศกร อุดมโภชน์, 2554) แต่ในปัจจุบันการทำนาลดน้อยลงมาก ต่อมาเมื่อครอบครัวขยายขึ้น บางหลังสร้างบ้านใหม่ในบริเวณพื้นที่ของสวนรอบบ้านเดิม มีการแบ่งที่ดินให้ลูกหลาน มีถนนตัดเข้าถึงหมู่บ้าน กลายเป็นชุมชนหนาแน่นเกาะกับแนวถนน

2.2.2 การเกษตรกรรม

ภาคเกษตรของกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามันมีมูลค่าการผลิต 90,103 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 26.3 ของผลิตภัณฑ์ภาค (Gross Regional Product: GRP) สาขาเกษตรของภาคใต้ สินค้าเกษตรสำคัญคือ ได้แก่ ปาล์มน้ำมัน ยางพารา และกาแฟ พื้นที่ปลูกยางพารารวมทั้งภูมิภาค พ.ศ.2556 ประมาณ 3.3 ล้านไร่ ซึ่งจังหวัดตรังเป็นจังหวัดที่มีบทบาทสำคัญในการผลิตยางพาราด้วย (1.5 ล้านไร่) ทั้งนี้ เนื่องจากผลตอบแทนต่อไร่ของการปลูกปาล์มน้ำมันนั้นสูงกว่ายางพารา และนาข้าว ประกอบกับนโยบายส่งเสริมการปลูกปาล์มเพื่อผลิตเป็นไบโอดีเซล จึงเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากขึ้นเป็นพื้นที่ปลูกรวมประมาณ 0.4 ล้านไร่ พื้นที่ที่ปลูกปาล์มน้ำมันมากที่สุดและเป็นฐานการผลิตคือจังหวัดกระบี่ ตามมาด้วย สตูลและตรัง พื้นที่ปลูกกาแฟรวม 58,000 ไร่ โดยแหล่งปลูกใหญ่ที่สุดอยู่ที่จังหวัดระนอง แต่มีแนวโน้มลดลงเนื่องจากเปลี่ยนไปปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นที่สร้างรายได้สูงกว่า

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560) พืชหลักของภาคใต้ฝั่งอันดามัน คือ การเกษตรแบบสวนไม้ยืนต้น คิดเป็นพื้นที่ปลูก 94.95% ของพื้นที่เกษตรทั้งหมด พืชหลักคือ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และกาแฟ ไม่พบการปลูกพืชไร่ในภูมิภาคนี้ พื้นที่เกษตรอื่น ๆ 3.45% พื้นที่นาข้าว 1.30% และพื้นที่สวนผักหรือสวนไม้ดอกไม้ประดับ 0.30% (ตารางที่ 2-2) โดยจังหวัดภูเก็ตมีขนาดของฟาร์มเฉลี่ยสูงสุดที่ขนาด 56.70 ไร่ ตามมาด้วยกระบี่ 42.88 ไร่ พังงา 34.78 ไร่ ระนอง 23.03 ไร่ ตรัง 21.13 ไร่ และสตูล 18.93 ไร่

ตารางที่ 2-2 พื้นที่การประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร รายจังหวัด ปี พ.ศ. 2560

จังหวัด	พื้นที่เกษตรรวม (ไร่)	นาข้าว (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	สวนไม้ผลไม้ยืนต้น (ไร่)	สวนผัก/ไม้ดอก (ไร่)	การเกษตรอื่น ๆ (ไร่)
ระนอง	542,478	1,167	0	508,668	2,808	29,835
พังงา	1,128,921	2,585	0	1,100,122	129	26,085
ภูเก็ต	109,406	122	0	103,984	678	4,622
กระบี่	1,840,594	5,803	0	1,776,491	6,318	51,982
ตรัง	1,827,898	21,489	0	1,735,286	5,066	66,057
สตูล	668,550	48,119	0	584,115	4,012	32,304
รวม	6,117,847	79,285	0	5,808,666	19,011	210,885

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2560)

การเป็นเมืองท่องเที่ยว มูลค่าที่ดินมีราคาแพงขึ้น และพื้นที่การเกษตรโดยส่วนใหญ่ของภูมิภาคถูกปรับเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปลูกปาล์ม ปลูกยางพารา และไม้ผล ทำให้พื้นที่ปลูกข้าวในภูมิภาคนี้ลดลงอย่างมากโดยเฉพาะจังหวัดภูเก็ต คงเหลือนาผืนสุดท้ายอยู่ที่บ้านไม้ขาว ตำบลไม้ขาว อำเภอถลาง จังหวัดภูเก็ต ในจังหวัดระนองมีพื้นที่ปลูกข้าวที่บ้านนาพรุใหญ่ ต.กำพวน อ.สุขสำราญ จ.ระนอง และข้าวไร่ที่บ้านคลองวัน ตำบลมะมุ อำเภอกระบุรี จังหวัดระนอง ในจังหวัดพังงา พื้นที่ปลูกข้าวส่วนใหญ่อยู่ที่เกาะยาวใหญ่และเกาะยาวน้อย ในจังหวัดกระบี่ พื้นที่ปลูกข้าวอยู่ที่บ้านเกาะกลาง ตำบลคลองประสงค์ อำเภอเมือง และบางส่วนที่บ้านคลองหมาก ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

กุ้งทะเลเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลักที่สร้างรายได้จากการส่งออกสินค้าประมงให้กับประเทศไทยมาก เป็นอันดับหนึ่งนับตั้งแต่ปี พ.ศ.2534 เป็นต้นมา เนื่องจากเป็นสัตว์น้ำที่ได้รับความนิยมบริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งผลผลิตกุ้งทะเลส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยง โดยพันธุ์กุ้งที่นิยมคือ กุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ มีรูปแบบการเลี้ยง 3 รูปแบบ 1) แบบธรรมชาติ การปล่อยน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเข้านากุ้ง เพื่อรับเอาลูกกุ้งและอาหารธรรมชาติเข้ามากักไว้ในบ่อเลี้ยง เป็นการเลี้ยงแบบดั้งเดิม ใช้พื้นที่ค่อนข้างมาก ขนาดของบ่อส่วนใหญ่จะมากกว่า 25 ไร่ ขึ้นไป แต่หลังปี พ.ศ.2555 ไม่มีการเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ 2) แบบกึ่งพัฒนา พัฒนาจากแบบธรรมชาติ แต่มีการปรับปรุงรูปแบบบ่อ ขนาดบ่อโดยเฉลี่ยประมาณ 10-25 ไร่ เพิ่มลูกพันธุ์จากโรงเพาะฟักปล่อยเสริม มีการให้อาหาร และอาจมีเครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจน และ 3) แบบพัฒนาเป็นระบบปิด ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้าช่วยในการจัดการ ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมโรค ขนาด

ของบ่อประมาณ 1-10 ไร่ ใช้พันธุ์กุ้งจากโรงเพาะฟักเท่านั้น โดยปล่อยในอัตราค่อนข้างหนาแน่น ให้อาหารทุกวัน ใช้เครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจน โดยลักษณะความลึกบ่อประมาณ 1.2-1.5 เมตร

การเลี้ยงกุ้งเริ่มขยายเข้ามาในพื้นที่ชายฝั่งอันดามันช่วงปี พ.ศ.2532 ที่จังหวัดสตูล เป็นการเลี้ยงแบบธรรมชาติ และเพิ่มพื้นที่ขึ้นอย่างรวดเร็ว ช่วงปี พ.ศ.2533-2534 จนพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งในช่วงปี พ.ศ. 2545 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นมากจาก 27,580 ไร่ เป็นสูงสุดที่ 43,523 ไร่ ในปี พ.ศ.2553 และจังหวัดที่มีการเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือจังหวัดตรัง ตามมาด้วยสตูลและกระบี่ เนื่องจากที่ดินยังมีราคาถูก แต่แนวโน้มพื้นที่เลี้ยงลดลงเรื่อย ๆ จากปัญหาโรคกุ้งและราคา จนในปี พ.ศ. 2555 เหลือพื้นที่บ่อเลี้ยง 40,278 ไร่ และลดลงเหลือ 22,618 ไร่ ในปี พ.ศ. 2557 (กรมประมง, 2560) มีการเพาะเลี้ยงทำบ่อกุ้ง เกือบตลอดแนวชายป่าชายเลน ซึ่งพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งส่วนมากมีพื้นที่รุกล้ำเข้าไปในเขตป่าชายเลนมากน้อยต่างกัน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดน้อยลง และการเลี้ยงกุ้งมีการปล่อยน้ำเสียเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลนโดยไม่มีการบำบัด ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่ป่าชายเลน

2.2.4 ชุมชนเมือง

เมืองมีหลากหลายทางความหมายและประเภท อาจนิยามจากขอบเขตการปกครอง (administrative boundaries) (Aguilar, Ward & Smith, 2003; Hartshorne, 1933) จากความเชื่อมโยงทางสังคมและเศรษฐกิจ (functional boundaries หรือ metropolitan areas) (Douglass, 2543; Hidle, Farsund, & Lysgård, 2009) และจากลักษณะขอบเขตทางกายภาพ (morphological boundaries) (Benediktsson, Pesaresi, & Arnason, 2003; Rashed & Weeks, 2003) นิยามความเป็นเมืองในงานวิจัยนี้ จำแนกเฉพาะจากลักษณะทางกายภาพ (urban agglomeration) ของพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้าง (built-up area, BUA) หมายรวมถึง ที่อยู่อาศัย พาณิชยกรม อุตสาหกรรม โครงสร้าง อาคาร และพื้นที่ดาดแข็ง ที่ปกคลุมพื้นที่มากกว่า 50% ที่ปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (heterogeneous) กับภูมิทัศน์โดยรอบ ปรากฏเป็นความแตกต่างของรูปร่าง (form) แบบแผน (pattern) ทำเลที่ตั้ง (location) ขนาด (size) และการกระจายตัว (distribution)

รูปแบบการตั้งถิ่นฐานหรือกลุ่มเมือง (city cluster) มีหลากหลายรูปแบบโดยในประเทศไทยสามารถแยกได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ แบบรวมศูนย์กลางเดียว (star-shape) แบบเส้น (linear) แบบหลายศูนย์กลาง (polygonal) และแบบกระจาย (scattered) (Angel et al., 2005) ซึ่งเมืองมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพโดยมีรูปแบบการพัฒนาเมืองมี 3 ลักษณะ ได้แก่ การพัฒนาช่องว่างในเมือง (infilling) การพัฒนาออกชานเมือง (edge-expansion) การพัฒนาขึ้นใหม่นอกเขตเมืองเดิม (outlying) (Forman, 1995; Wilson et al., 2003)

ชุมชนชาวจีน มักสร้างอาคารเรือนแถวแบบเตี้ยมฉู่ และสถาปัตยกรรมจีนผสมตะวันตกหรือสถาปัตยกรรมชิโนโปรตุกีส เป็นตึกแถวสำหรับกิจกรรมการค้าขายร่วมกับการอยู่อาศัย ทำหนาที่รองรับการพักอาศัย และการพาณิชยในอาคารหลังเดียวกัน โดยปลูกสรางอยูริมถนน พื้นที่ชั้นลางตัวอาคารดานหนาใช้ทำการคาหรือธุรกิจ และครอบครัวจะอยูอาศัยในตัวอาคารดานหลังและพื้นที่ชั้นสองของบาน ปลูกสร้างอยู่บริเวณย่านการค้าหรือตัวเมือง รูปลักษณ์ของอาคารตึกแถวติดถนนหลักของเมือง จึงเป็นสิ่งที่สามารถบ่งบอกถึงลักษณะความเป็นเมืองได้เป็นอย่างดี มักเกิดร่วมสมัยกับความรุ่งเรืองของธุรกิจการค้าเหมืองแร่ รูปแบบอาคารเป็นแบบผสมผสานรวบรวมเอาองคประกอบทางสถาปตยกรรมหลากยุค หลากรูปแบบมาแสดงออกภายในอาคารหลังเดียวกัน ซึ่งกลุมวัฒนธรรมหลักที่มีอิทธิพลตอรูปแบบสถาปัตยกรรมนี้คือจีนและอังกฤษ โดยมีเอกลักษณ์คือทางเดินในรมหรืออาเขต เพื่อสรางพื้นที่รมเงา จากแดดและฝนสำหรับผูสัญจรไปมา สอดคลองกับสภาพภูมิอากาศในเขตมรสุมใกลเสนศูนยสูตรและชายฝงทะเลที่มีความแปรปรวนของภูมิอากาศ (ปัทม์ วงค์ประดิษฐ์, เกรียงไกร เกิดศิริ, และ อรศิริ ปาณินท์, 2558) พบเห็นได้ที่ศูนย์กลางเมืองเก่า ในทั้ง 6 จังหวัดชายฝั่งอันดามัน โดยเฉพาะถนนถลาง จังหวัดภูเก็ต ตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ทับเที่ยง กันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งอาคารส่วนใหญ่สร้างในสมัยของพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) ในช่วงรัชสมัยรัชกาลที่ 5 โดยกลุ่มนักธุรกิจชาวจีนที่ร่ำรวยจากการทำเหมืองแร่ดีบุก

2.3 ภัยคุกคามชายฝั่งอันดามัน

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา กระแสการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในโลกเป็นไปอย่างรวดเร็วและในหลากหลายมิติทำให้ภูมิทัศน์ของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงและภาวะคุกคามต่อระบบนิเวศและความอยู่ของมนุษย์ ชายฝั่งมีทรัพยากรมากมายที่สำคัญต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในขณะเดียวกันก็เป็นระบบนิเวศที่มีความเสี่ยง เปราะบางต่อการถูกทำลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากกิจกรรมของมนุษย์ การขยายตัวของเมือง การเกษตร การท่องเที่ยว อุตสาหกรรม และการประมงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่ทำให้เกิดผลกระทบและเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรชายฝั่ง (ตารางที่ 2-3) (Naish & Warn, 2001) และถ้าทรัพยากรถูกใช้มากเกินระบบจะสูญเสียความสามารถที่จะฟื้นฟูตัวเอง มนุษย์ที่ดำรงชีวิตพึ่งพิงทรัพยากรชายฝั่ง จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงด้านสังคมเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างรุนแรง

ตารางที่ 2-3 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์และปัญหาของชายฝั่ง

กิจกรรมมนุษย์	ผลกระทบ	ปัญหาความเสื่อมโทรมของพื้นที่ชายฝั่ง
การรขยายเมืองและการคมนาคม	• การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน • ความหนาแน่นของการใช้พื้นที่ • ตะกอนจากการขุดลอกและขยะจากกิจกรรมท่าเรือ • น้ำเสียและขยะ	• การรบกวนระบบนิเวศชายฝั่ง สูญเสียแหล่งที่อยู่และความหลากหลายทางชีวภาพ • การรบกวนทัศนียภาพ • ลดระดับน้ำใต้ดิน • การรุกล้ำของน้ำเค็ม • น้ำเสียและ มลภาวะจากธาตุอาหารพืช (eutrophication)
การเกษตร การทำประมงชายฝั่ง	• การถมทะเล • ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง • การขุดลอกเปลี่ยนทางน้ำ • การจับสัตว์น้ำมากเกินไป	• การรบกวนการเคลื่อนของตะกอนชายฝั่ง เร่งการกัดเซาะ และการพัดพา • เพิ่มความเสี่ยงน้ำท่วม • เพิ่มการทรุดตัวของแผ่นดิน
การท่องเที่ยวและนันทนาการ	• การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นสนามกอลฟ์ ท่าเรือขนาดใหญ่	• มลพิษจากการสัญจร • การกัดเซาะชายฝั่ง
การพัฒนาอุตสาหกรรม	• มลพิษ • การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เป็นโรงงานอุตสาหกรรม • การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ • การใช้น้ำในการหล่อเย็นเครื่องจักร • เขื่อนกั้นน้ำ กักเก็บน้ำ	• ภาวะมลพิษความร้อน จากการระบายความร้อนลงสู่แหล่งน้ำ • กักตะกอนที่จะไหลออกสู่ทะเล • การปนเปื้อนของคราบน้ำมัน
การประมงเพาะเลี้ยง	• ของเสียจากบ่อเลี้ยง	• การประมงเกินขีดจำกัด • ขยะและมลพิษ • เปลี่ยนแปลงโครงสร้างสิ่งมีชีวิตทางทะเล

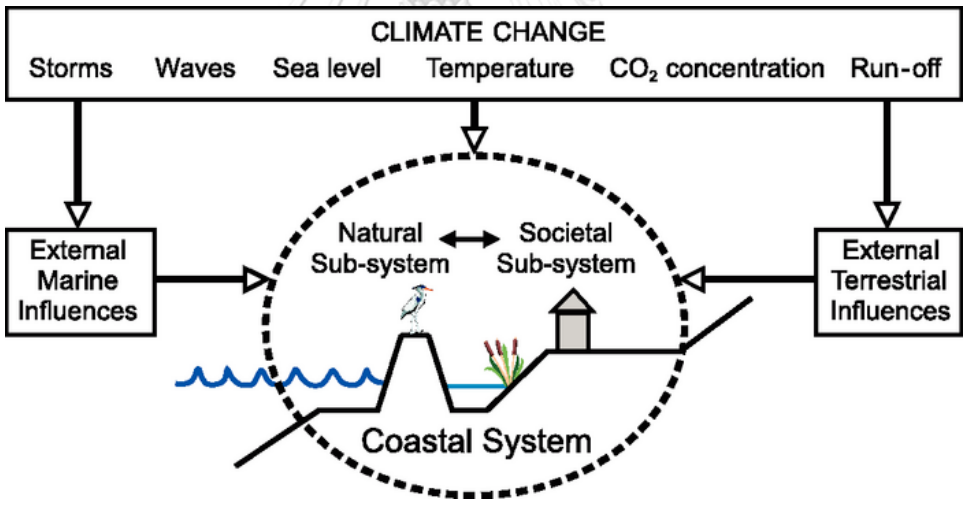
ที่มา: Naish & Warn (2001)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

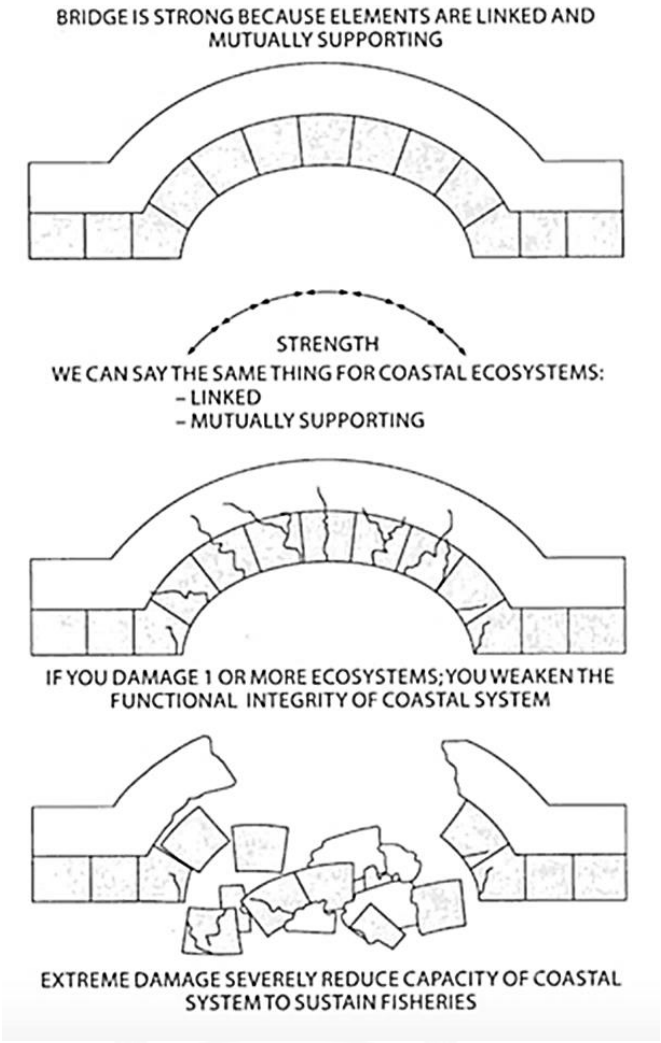
การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ มีผลต่อระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น โดยระดับน้ำทะเลเฉลี่ยสูงขึ้นอยู่ในอัตรา 3.5 มม./ปี โดยการคาดการณ์ด้วยแบบจำลองทางภูมิอากาศ (climate model) ด้วยปัจจัยอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของมนุษย์สู่ชั้นบรรยากาศระหว่างมีผลให้ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น 0.1-2.3 เมตรในปี ค.ศ.2500 หรืออีก 84 ปี จากแบบจำลองการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ระดับกลาง (Hamlington et al.,2019) การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลมี 2 ตัวการหลักคือการขยายตัวของมวลน้ำจากการสะสมความร้อนและการละลายของแผ่นน้ำแข็งขั้วโลก ซึ่งมีผลต่อระบบนิเวศชายฝั่งและเมืองชายฝั่ง ทำให้เกิดความรุนแรงของการกัดเซาะชายฝั่ง น้ำท่วม การแพร่เข้ามาของน้ำเค็มในแหล่งน้ำจืด (saltwater intrusion) การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศยังมีผลทำให้ความเป็นกรดของน้ำทะเลสูงขึ้น (acidification) จากการที่คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศละลายลงไปในน้ำทะเล ทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลและระบบความมั่งคงทางอาหาร

ป่าชายเลนเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูง ในขณะที่เมืองเป็นระบบที่มีอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนสูงเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงด้านสังคมเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นภัยคุกคามระบบนิเวศชายฝั่ง (ภาพที่ 2-6) ที่ต้องการการวางแผนเพื่อบรรเทาผลกระทบและปรับตัวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีหลากหลายเมืองชายฝั่งที่ประยุกต์ใช้ศักยภาพของป่าชายเลนมาเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเมืองชายฝั่ง เพื่อเก็บรักษาพื้นที่สีเขียว ใช้โครงสร้างภูมิทัศน์ (landscape infrastructure) ในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น สิงคโปร์ และฮ่องกง ในรูปแบบสวนสาธารณะ และพื้นที่บำบัดน้ำ เป็นต้น

ระบบนิเวศชายฝั่งเป็นระบบที่มีความเปราะบาง แต่ละองค์ประกอบของระบบนิเวศเชื่อม (linked) และสนับสนุน (mutually support) ซึ่งกันและกัน เปรียบเสมือนสะพานหินโค้งที่เรียงตัวและคงสภาพอยู่ได้ แต่หากองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งถูกกระทบ จะทำให้ทั้งระบบอ่อนแอลงและผลคือการถูกทำลายลงอย่างสิ้นเชิง และไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาได้ (ภาพที่ 2-7)



ภาพที่ 2-6 ผลกระทบจากปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกับระบบนิเวศชายฝั่ง จาก IPCC (Parry et al., 2007)



ภาพที่ 2-7 แผนภาพแสดงความเปราะบางของระบบนิเวศชายฝั่ง (Salomons et al, 2012)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม การขยายตัวของเมือง และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการเติบโตของเมือง ทำให้เกิดตามความต้องการการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร ที่อยู่อาศัย ถนน ระบบสาธารนูปโภคและระบบสาธารนูปการ ทำให้เกิดการเปิดพื้นที่ป่าชาดหาดและป่าชายเลน เปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ จำนวนประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้การบริโภคและความต้องการการใช้ทรัพยากรสูงขึ้น ก่อให้เกิดมลพิษ ขยะของเสียที่ลงสู่ระบบธรรมชาติ (Naish & Warn, 2001) แต่การเสื่อมโทรมลงของทรัพยากรชายฝั่งก็อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมภายนอกพื้นที่ชายฝั่ง (FAO, 1998) ได้เช่นกัน

2.3.1 เมืองและการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน

ปัจจัยที่มีผลต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ที่สำคัญคือแหล่งน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร ความปลอดภัย และการดำรงเลี้ยงชีพ การพัฒนาลักษณะของการตั้งถิ่นฐานบริเวณชายฝั่งอันดามัน ได้พัฒนาจากเป็นเมืองบริเวณเมืองท่าและชายฝั่งทะเล ที่ตั้งอยู่ตามเส้นทางคมนาคม มาเป็นเมืองแหล่งท่องเที่ยวที่ขยายตัวตามแนวชายฝั่งในปัจจุบัน

ชายฝั่งอันดามันมีหลักฐานตั้งต้นของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์โบราณบริเวณแอ่งกระบี่ ที่ปรากฏหลักฐานลิงสยาม (35 ล้านปีก่อน) มนุษย์วานร (500,000 ปีก่อน) พัฒนาการมาจนถึงมนุษย์โบราณยุคไพลสโตซีน (ช่วง 43,000-27,000 ปีก่อน) ตามลำดับ แต่การพัฒนาการเป็นเมืองของพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันเริ่มชัดเจนในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุก ทำให้เกิดชุมชนเมืองที่มีการพัฒนาในระดับสูง เกาะตัวอยู่ตามแนวชายฝั่งทะเล โดยยุควิวัฒนาการการเป็นเมืองของพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามันมีความเชื่อมโยงกับความเจริญรุ่งเรืองของอารยธรรมนครศรีธรรมราช มีการเดินทางแลกเปลี่ยนค้าขายกับจีน อินเดีย และอาหรับ โดยมีเมืองนครศรีธรรมราชเป็นศูนย์กลางความเจริญฝั่งอ่าวไทย ตะกั่วป่าเป็นศูนย์กลางฝั่งอันดามัน และมีหัวเมืองย่อยกระจายไปตามแนวฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง อีกยุคที่มีการพัฒนาความเจริญเข้ามาคือยุคพัฒนาการเส้นทางรถไฟสู่ภาคใต้ ในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 ทำให้เกิดความเจริญเกาะตัวตามเส้นทางรถไฟมีศูนย์กลางอยู่ที่เมืองหาดใหญ่ ต่อมาเมื่อถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (เพชรเกษม) แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2510 การกระจายความเจริญจึงนำไปสู่การขยายตัวเมืองตามเส้นทางถนนที่เชื่อมต่อ (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน, 2553) จากการพัฒนาตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ.2504-2509) ที่เน้นการลงทุนสร้างปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจของประเทศ ได้แก่ การพัฒนาระบบคมนาคม สาธารณูปการ ส่งเสริมการลงทุนด้านอุตสาหกรรม ทำให้เศรษฐกิจของประเทศรวมทั้งภาคใต้มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การขยายตัวของเมืองชายฝั่งโดยเฉพาะจากนโยบายการส่งเสริมการท่องเที่ยว แต่อย่างไรก็ตามแนวโน้มการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเมืองของกลุ่มภาคใต้ฝั่งอันดามันมีความแปรผันจากพลวัตตามบริบทภายนอกค่อนข้างสูง (สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน, 2560) ทั้งจากสภาพเศรษฐกิจโลก และสภาพอากาศแปรปรวน

การขยายตัวของเมืองชายฝั่งมีผลต่อระบบนิเวศชายฝั่งและป่าชายเลนทั้งทางตรงและทางอ้อม การก่อสร้างมีผลโดยตรงต่อการลดลงของถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงทางน้ำและคุณภาพน้ำ มีผลทางอ้อมต่อระบบน้ำ การสะสมตะกอน น้ำท่าจากเมืองมีผลต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ การขยายตัวของเมืองมีผลทำให้ปริมาณน้ำผิวดินสูงขึ้นและสัมประสิทธิน้ำท่า (runoff coefficient) สูงขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการซึมน้ำต่ำ น้ำท่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อ 4

องค์ประกอบสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำและป่าชายเลย ได้แก่ ระบบน้ำ คุณภาพน้ำ ดิน และสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน และแต่ละองค์ประกอบมีผลต่อเนื่องในระบบด้วย การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ส่งผลกระทบต่อการแบ่งแยกพื้นที่ธรรมชาติ (habitat fragmentation) (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553) ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพและนำไปการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต (Wilcox & Murphy, 1985) การเปลี่ยนแปลงเป็นเมือง เป็นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ไปโดยสิ้นเชิง เนื่องจากการดาดแข็งและสิ่งก่อสร้างบนดินนั้นไปขัดขวางกระบวนการแทนที่ทางธรรมชาติ (succession) ทำให้ระบบนิเวศสูญเสียความสามารถในการฟื้นฟูตัวเอง (ecosystem integrity)

2.4 การบริการระบบนิเวศชายฝั่ง

การบริการระบบนิเวศ คือประโยชน์ที่มนุษย์ได้จากระบบนิเวศทั้งประโยชน์ทางตรงและประโยชน์ทางอ้อม เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดยนักเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม เพื่อประเมินประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมให้สามารถเปรียบเทียบคุณค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเป็นมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ได้ ในการประเมินระบบนิเวศแห่งสหัสวรรษ (Millennium Ecosystem Assessment) ได้นิยามการบริการระบบนิเวศโดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (provisioning services) หมายถึง การให้บริการวัตถุดิบในการผลิต เช่น น้ำสะอาด แร่ธาตุ แหล่งอาหาร ไม้ เชื้อเพลิง และวัตถุดิบอื่น ๆ เป็นต้น

2) บริการด้านการควบคุม (regulating services) หมายถึง การควบคุมปรากฏการณ์และกระบวนการทางธรรมชาติของระบบนิเวศ เช่น การควบคุมสภาพภูมิอากาศ การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง การป้องกันน้ำท่วม และการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) บริการด้านการสนับสนุน (supporting services) หมายถึง กระบวนการทางธรรมชาติที่สนับสนุนบริการอื่น ๆ เช่น เป็นแหล่งธาตุอาหาร เป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร และเป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์วัยอ่อน เป็นต้น และ

4) บริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) หมายถึง ประโยชน์ทางนามธรรมที่ดำรงคุณค่าทางสังคมและวัฒนธรรม เช่น ประเพณี การพักผ่อนหย่อนใจ ความเพลิดเพลินจากความงดงามของธรรมชาติ เป็นต้น

การบริการทั้ง 4 ด้าน เชื่อมโยงถึงความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ (human well-being) ปัจจุบันหลักการประเมินประสิทธิภาพสิ่งแวดล้อมโดยการบริการระบบนิเวศโดย (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) เป็นที่ยอมรับและมีการศึกษาอย่างแพร่หลายกับระบบนิเวศทั่วโลก เช่น การบริการระบบนิเวศของพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตร พื้นที่ชุ่มน้ำ ป่าชายเลน แนวปะการัง เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่เป็นประเมินระบบนิเวศบนบก (terrestrial ecosystem) (Bueren, Bohemen, & Visscher, 2012) และระบบนิเวศทางทะเล (marine ecosystem) (Mega, 2016; Nagelkerken, 2009) มีเพียงส่วนน้อยที่ศึกษาระบบนิเวศชายฝั่ง (coastal ecosystem) (Molnar et al., 2009) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด เมืองชายฝั่งทั่วโลกขยายตัวอย่างรวดเร็ว รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายฝั่งที่ทำลายระบบนิเวศทางธรรมชาติ

เมืองขนาดใหญ่ที่สำคัญหลายเมืองในโลกที่ตั้งอยู่บริเวณปากน้ำ ซึ่งมีประชากรและกิจกรรมการขนส่งและอุตสาหกรรมหนาแน่น ปากแม่น้ำในปัจจุบันจึงมีความกดดันจากการขยายเมือง และปัญหาขยะ มลพิษ คุณภาพน้ำ จนปากแม่น้ำหลายแห่งได้สูญเสียการบริการระบบนิเวศไป ในปี พ.ศ. 2552 ชายฝั่งอันดามันมีพื้นที่ป่าชายเลนทั้งสิ้น 1,104,893 ไร่ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าชายเลนบริเวณนี้ในอดีตเกิดจากการใช้ประโยชน์มากเกินกว่ากำลังผลิตของป่า จากการให้สัมปทานทำไม้เพื่อการเผาถ่าน โดยไม่ปลูกทดแทนตามเงื่อนไขสัมปทาน ทำให้ป่าชายเลนเสื่อมโทรม โครงสร้างของป่าและพันธุ์ไม้เปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง ตั้งแต่ พ.ศ.2539 คณะรัฐมนตรีได้มีมติยกเลิกการให้สัมปทานทำไม้ในเขตป่าชายเลน และสิ้นสุดสัมปทาน พ.ศ.2546 ปัญหาจึงเปลี่ยนเป็นการเข้าบุกรุกทำลายเพื่อการอยู่อาศัย ทำการเกษตรและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเนื่องจากบริเวณนี้มีหาดทรายที่สวยงามเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดภูเก็ตและกระบี่ ที่ดินมีราคาแพง จึงมีการสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน การตัดถนนเลียบชายฝั่งเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยว ทำให้เกิดการบุกรุกเข้าทำประโยชน์ในพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้น

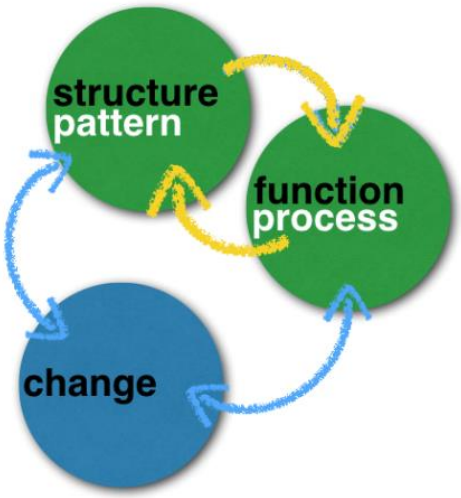
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5 ภูมินิเวศวิทยา

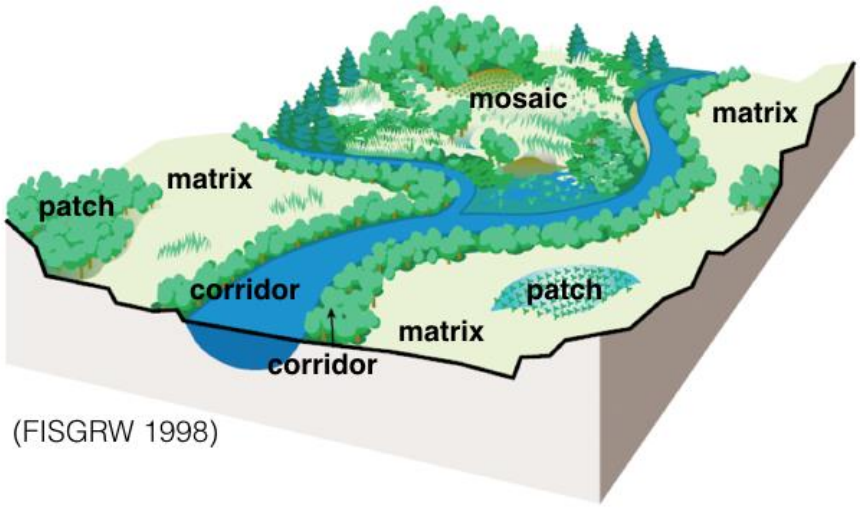
ภูมินิเวศวิทยา (landscape ecology) เป็นการศึกษาเชิงระบบ (systematic approach) โดยการนำภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมข้อมูลภูมิสารสนเทศ และแบบจำลองเชิงปริภูมิ (spatial modeling) มาประยุกต์ใช้กับการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกายภาพ ชีวภาพ การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยมีความคำนึงถึงความสัมพันธ์และปฏิสัมพันธ์ทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (spatial and temporal) จาก 3 องค์ประกอบหลัก ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน ได้แก่ โครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง (Forman & Gordon, 1986) (ภาพที่ 2-8)

ลักษณะเชิงโครงสร้างของระบบนิเวศแบ่งเป็นโครงสร้างเชิงขนาดพื้นที่ (landscape ecological structure) และโครงสร้างเชิงรูปแบบพื้นที่ (landscape ecological pattern) หรือแบบแผนปริภูมิ โดยที่โครงสร้างเชิงขนาดพื้นที่ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ mosaic, sub-mosaic, และ unit ส่วนโครงสร้างเชิงรูปแบบพื้นที่ ประกอบด้วย ผืนหรือหย่อมนิเวศ (patch) ทางเชื่อมต่อนิเวศ (corridor) และ บริบทนิเวศ (matrix) (ภาพที่ 2-9)

ผืนนิเวศ คือ ลักษณะพื้นที่นิเวศที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneities) ซึ่งแตกต่างจากพื้นที่โดยรอบ มีลักษณะที่แบ่งได้เป็น 4 ประเภทได้แก่ 1) disturbance patch ผืนนิเวศที่ถูกรบกวน 2) remnant patch ผืนนิเวศที่เหลือจากการถูกรบกวน 3) introduce patch ผืนนิเวศที่ถูกสร้างหรือนำเข้ามาโดยมนุษย์ และ 4) environment patch ผืนนิเวศทรัพยากรธรรมชาติ อีกโครงสร้างเชิงรูปแบบคือ แนวนิเวศ (corridor) ลักษณะแคบยาวเป็นตัวเชื่อมหรือแนวขวางกั้น อาจเป็นแนวต้นไม้ ลำน้ำหรือ ถนนที่มนุษย์สร้างขึ้นก็ได้ แบ่งได้เป็น 1) line corridor แนวเส้น 2) strip corridor แถบกว้าง 3) stream corridor แนวลำน้ำ และ 4) network corridor โครงข่ายแนวนิเวศ และแมทริกซ์ (matrix) คือภาพรวมของพื้นที่ โดยแบบแผนปริภูมิของภูมิทัศน์ มีคุณลักษณะทางกายภาพ (characteristics) ที่แตกต่างทั้งในแง่ลักษณะองค์ประกอบภูมิทัศน์ (composition) และคุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ (configuration) ได้แก่ จำนวน ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งที่ตั้ง ซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างเชิงรูปแบบภูมิทัศน์มีผลต่อบทบาทหน้าที่ และความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศ (Forman & Gordon, 1986)



ภาพที่ 2-8 การศึกษาภูมินิเวศวิทยาประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ โครงสร้าง บทบาท หน้าที่ และการเปลี่ยนแปลง ซึ่งทุกองค์ประกอบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน



ภาพที่ 2-9 โครงสร้างเชิงรูปแบบพื้นที่ หรือแบบแผนปริภูมิของระบบนิเวศ ประกอบด้วย ผืนหรือหย่อมนิเวศ (patch) ทางเชื่อมต่อนิเวศ (corridor) และ บริบทนิเวศ (matrix) จาก Federal Interagency Stream Resoration Working Group (1998)

การปฏิสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันระหว่างองค์ประกอบในโครงสร้างทางภูมิทัศน์มีกระบวนการทางนิเวศวิทยา ได้แก่ การถ่ายทอดพลังงาน การแลกเปลี่ยนแร่ธาตุ การหมุนเวียนสสาร และการกระจายพันธุ์สิ่งมีชีวิต ซึ่งมีผลต่อการกระบวนการทดแทน และการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (Forman, 1995) โดยแบ่งบทบาทหน้าที่ทางนิเวศตามโครงสร้างเชิงรูปแบบและคุณลักษณะได้ดังตารางที่ 2-4

ในทุกระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยกลไกในการปรับสภาวะตัวเอง (self-regulation) จากอดีตถึงปัจจุบันภูมิทัศน์ถูกเปลี่ยนแปลงจากปัจจัยหลักคือกิจกรรมของมนุษย์ (Sanderson & Harris, 2543) ระบบนิเวศไม่หยุดนิ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทั้งจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ โดยการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นในพื้นที่ (spatial) และระยะเวลา (temporal) ที่แตกต่างกัน โดยระบบมีกลไกทางธรรมชาติเป็นกระบวนการพลวัตเพื่อปรับสู่ภาวะเข้าใกล้สมดุล อย่างไรก็ตามระบบนิเวศเป็นสิ่งที่ซับซ้อน มีหลายองค์ประกอบและปัจจัย ซึ่งเป็นผลกระทบต่อกันเป็นวงจรสะท้อนกลับ (feedback loops) อย่างมีความเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผล (causal link) โดยพื้นที่ชายฝั่งเป็นพื้นที่สำคัญที่มีผลซึ่งกันระหว่างระบบป่าชายเลนและระบบเมืองชายฝั่ง โดยความสัมพันธ์ของ 2 ระบบมีการแลกเปลี่ยนแร่ธาตุ สารอาหาร มวลตะกอน น้ำ และสิ่งมีชีวิตระหว่างกัน

ตารางที่ 2-4 บทบาทหน้าที่ทางนิเวศและคุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบในภูมิทัศน์

	บทบาทหน้าที่	**คุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ**	**ปฏิสัมพันธ์**
ผืนนิเวศ (patch)	ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต	ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งที่ตั้ง ทิศทางการจัดวางระยะห่างระหว่างกัน ความแตกต่างกับบริบท	มีระหว่างบริบทโดยรอบและผืนนิเวศและทางเชื่อมนิเวศที่อยู่ใกล่เคียง
ทางเชื่อมนิเวศ (corridor)	เป็นเส้นทางเคลื่อนย้าย ส่งต่อ ปิดกั้น คัดกรอง เชื่อมโยงระบบ และเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต	ขนาด ความกว้าง ลักษณะทางกายภาพ ความต่อเนื่อง ระบบโครงข่าย	มีกับผืนนิเวศที่อยู่ติดกันและบริบท
บริบทนิเวศ (matrix)	ควบคุมการไหลเวียนสสาร พลังงานในระบบ เชื่อมโยงภาพรวมของทั้งพื้นที่	ขนาด การกระจายตัว dispersion, ความหนาแน่น ความแตกกระจาย ความโดดเดี่ยว ความต่อเนื่อง	มีภายในบริบท เป็นการควบคุมบทบาทหน้าที่และการเปลี่ยนแปลงในภูมิทัศน์

ดัดแปลงจาก ดนัย ทายตะคุ (2548)

ระบบนิเวศชายฝั่ง ป่าชายหาด ป่าชายเลน เป็นระบบที่มีการบริการทางระบบนิเวศ เป็นประโยชน์กับมนุษย์ในการผลิตอาหาร คุณภาพน้ำ ให้แก่เมืองชายฝั่ง ในขณะที่เมืองชายฝั่งก็เป็นแหล่งตะกอน สารอาหาร กลับสู่ระบบนิเวศชายฝั่ง และวงจรความสัมพันธ์นี้หากดำเนินไปอย่างสมดุลต่อเนื่อง ทั้ง 2 ระบบจะได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน (ภาพที่ 2-10) แต่หากมีการใช้ประโยชน์ทรัพยากรมากเกินความสามารถของระบบที่จะฟื้นฟูตัวเอง เช่นมลพิษทางน้ำ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การพัฒนาเป็นเมือง ซึ่งจะมีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบนิเวศชายฝั่งในการป้องกันพายุคลื่นลม ลดลงไปด้วย

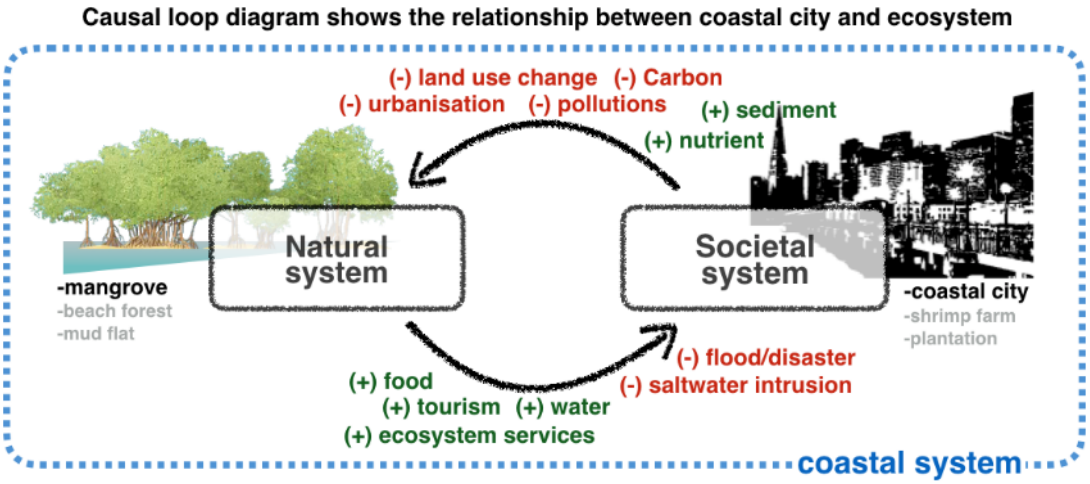
2.5.1 ภูมิภาคเมือง

ภูมิภาคเมือง (Urban region) คือเขตพื้นที่ของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเมืองและพื้นที่โดยรอบของเมือง เป็นระบบเชิงพื้นที่ที่ต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ประกอบไปด้วยเขตเมืองหลักที่อยู่เป็นศูนย์กลาง เขตพื้นที่ชานเมืองที่เป็นเมืองขยายออกรอบ ๆ พื้นที่เขตเมือง พื้นที่สีเขียวลักษณะเป็นวงแหวนโดยรอบเมือง (ภาพที่ 2-11) พื้นที่วงแหวนสีเขียวรอบเมืองซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมนี้มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (mosaic) และมีกลุ่มชุมชนย่อย ๆ กระจายตัวอยู่

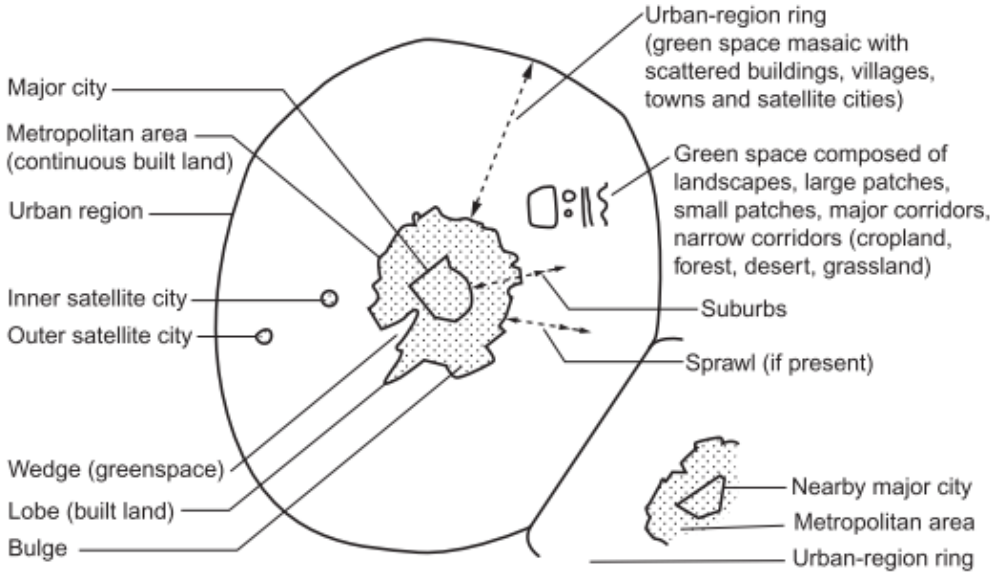
พื้นที่สีเขียวมีบทบาทหน้าที่หลายประการที่สำคัญ ได้แก่ สนามกีฬาและนันทนาการ พื้นที่ชุ่มน้ำ ซึมน้ำ บรรเทาน้ำท่วม ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นทางเชื่อมให้ร่มเงาแก่เมือง และพื้นที่ผลิตอาหาร ผักและผลไม้ให้กับเมือง พื้นที่สีเขียวนับรวมตั้งแต่สวนสาธารณะขนาดเล็กในเมืองถึงผืนป่าไม้ขนาดใหญ่ และจากรูปร่างเป็นผืนไปจนถึงลักษณะแคบยาว เช่น พื้นที่ริมแม่น้ำ ซึ่งพื้นที่สีเขียวเหล่านี้จะสามารถจำแนกได้จากภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ความหลากหลายของพื้นที่สีเขียวมีประโยชน์กับเมืองเช่นเดียวกันกับความหลากหลายของสิ่งก่อสร้างในเขตเมือง (Forman, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมืองจะคงอยู่ได้ต้องประกอบไปด้วยเมืองและพื้นที่สีเขียวโดยรอบ ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงประโยชน์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นการวางผังเมือง การวางผังภาค การวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการวางแผนการอนุรักษ์จึงต้องวางแผนโดยคำนึงถึงระบบธรรมชาติและระบบเมืองควบคู่กัน



ภาพที่ 2-10 ความสัมพันธ์และบริการทางระบบนิเวศชายฝั่งและเมืองชายฝั่ง



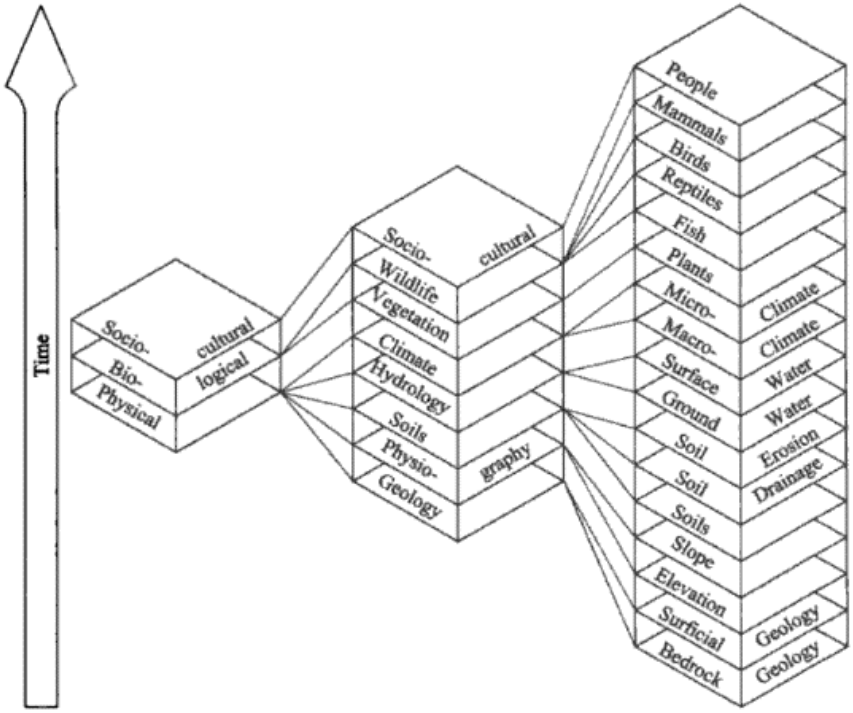
ภาพที่ 2-11 องค์ประกอบของภูมิภาคเมือง (Forman, 2008)

2.5.2 การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ

การวิเคราะห์เชิงปริภูมิคือชุดของกระบวนการหรือวิธีการในการแปลงจากข้อมูลดิบเชิงพื้นที่ไปเป็นสารสนเทศหรือข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อได้ การวิเคราะห์เชิงปริภูมิแบ่งออกเป็น 6 ลักษณะ ได้แก่ 1) queries and reasoning เป็นการวิเคราะห์พื้นฐานเพื่อหาคำตอบ เหตุและผล โดยไม่มีข้อมูลใหม่จากการวิเคราะห์นี้ 2) measurements การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ออกมาเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น การวัดระยะ คำนวณขนาดพื้นที่ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในพื้นที่ 3) transformations เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ที่แปลงชุดข้อมูลดิบออกมาเป็นชุดข้อมูลใหม่โดยการรวมชุดข้อมูลหรือเปรียบเทียบชุด เป็นการวิเคราะห์ที่สามารถแปลงข้อมูลแบบจุดภาพ ให้เป็นข้อมูลเชิงจุดเส้น หรือทั้งสองรูปแบบข้อมูล 4) descriptive summaries การวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ 5) optimization การวิเคราะห์เพื่อหาตำแหน่งพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดตามเกณฑ์ที่กำหนด และ 6) hypothesis testing การทดสอบสมมติฐานวิเคราะห์โดยมุ่งที่กระบวนการในการหาข้อสรุปจากจำนวนตัวอย่างที่จำกัด (Longley, Barnsley, & Donnay, 2543)

เหตุผลสำคัญที่ทำให้งานด้านสิ่งแวดล้อมไม่มีบทบาทมากนักในการวางแผนและออกแบบเกิดจากการที่ไม่มีวิธีการวัดปริมาณและแสดงข้อมูลเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีความซับซ้อน ในวิธีที่สามารถสื่อความหมายอย่างมีประสิทธิภาพ (McHarg, 1971) การแปลปฏิสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติและสังคมวัฒนธรรม ออกมาในรูปแบบแผนที่เฉพาะเรื่อง (thematic map) ที่เมื่อเอามาซ้อนทับกัน สามารถนำข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นไปประยุกต์ใช้กับการแปลความพื้นที่วางแผนและออกแบบสภาพแวดล้อมได้อย่างกว้างขวาง (Steiner, 2004) พัฒนาการของการศึกษาและการแสดงผลระบบนิเวศ “Mcharg’s layer cake model” (ภาพที่ 2-12) เป็นการแยกสิ่งแวดล้อมที่มีความซับซ้อนออกมาเป็น 3 ระบบ ได้แก่ องค์กระกอบทางกายภาพหรือสิ่งไม่มีชีวิต (physical environments) ได้แก่ ธรณีสัณฐาน ลักษณะดิน ระบบน้ำ องค์ประกอบทางชีวภาพ (biological environments) ได้แก่ สังคมพืช สัตว์ และองค์ประกอบทางสังคมวัฒนธรรม อันเกิดจากมนุษย์ ได้แก่ สิ่งก่อสร้าง เส้นทางสัญจร ประวัติศาสตร์ การปกครอง ย่านชุมชน เป็นต้น ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบเป็นชั้นข้อมูลที่เมื่อซ้อนทับกัน สามารถแสดงความสัมพันธุ์เชิงพื้นที่ ศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2-12 แบบจำลองการซ้อนทับกันขององค์ประกอบภูมิทัศน์ (McHarg, 1996)

แบบจำลองเป็นอีกแนวทางในการแปลแนวความคิดที่ซับซ้อนออกมาเป็นแผนภาพ หรือรูปแบบง่าย ๆ ที่มีความชัดเจนเพื่อศึกษาตามวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือสื่อความเฉพาะเรื่องที่ต้องการสื่อสาร ซึ่งไม่สามารถครอบคลุมทุกมิติได้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ ในปัจจุบันเป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการศึกษาเพื่ออ่านและทำความเข้าใจกับภูมิทัศน์ นำไปสู่การวางแผนและตัดสินใจเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

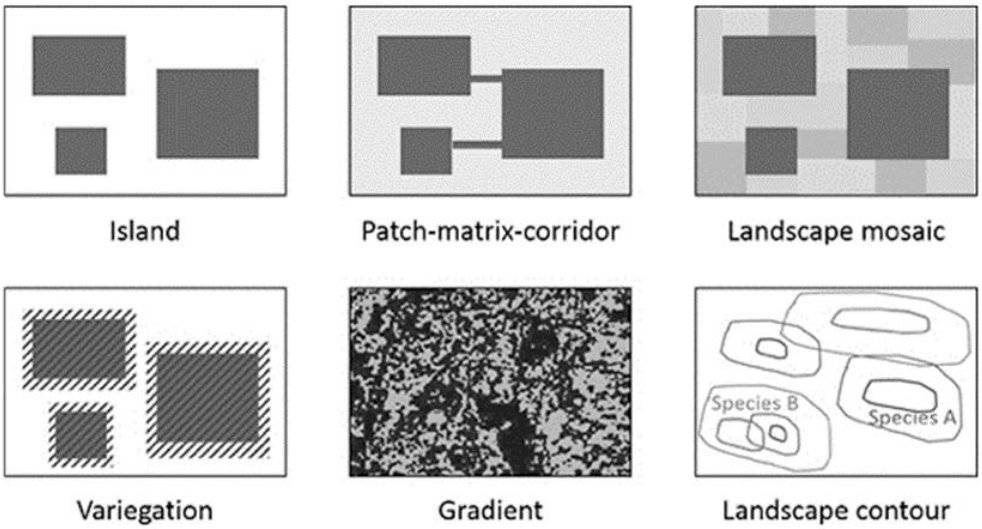
การวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิ เป็นวิธีการในการศึกษา ทำความเข้าใจ และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงพื้นที่ในระบบนิเวศ โดยข้อมูลภูมิสารสนเทศ (geographic information system) ประกอบด้วยภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่ดิจิตอล โดยการแปรความข้อมูลเชิงพื้นที่ไปเป็นข้อมูลรูปภาพ จุด เส้น ระนาบ และตารางข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่สัมพันธ์กับตำแหน่ง (attribute) ซึ่งการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิเป็นเครื่องมือสำคัญในการวางแผนภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อม เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจในการวางแผน นำไปใช้วิเคราะห์เพื่อเป็นแนวทาง การสร้างเกณฑ์ในการวางแผนพื้นที่ วิเคราะห์ศักยภาพและข้อจำกัดในการวางแผนภูมิทัศน์และสภาพแวดล้อม (ดนัย ทายตะคุ, 2548)

รูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่มี 2 รูปแบบ ได้แก่ ข้อมูลเชิงจุดเส้น (vector data) และข้อมูลเชิงภาพ (raster data) ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบมีระบบอ้างอิงพิกัดเหมือนกัน แต่ข้อแตกต่างคือข้อมูลเชิงจุดเส้นใช้สัญลักษณ์ในการแสดงข้อมูล ได้แก่ จุด (points) เส้น (lines) และระนาบ (polygons) ซึ่งรูปแบบและความละเอียดของสัญลักษณ์ขึ้นอยู่กับมาตราส่วนในแผนที่และข้อมูลที่ต้องการแสดง วัตถุประสงค์เพื่อย่อยข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความซับซ้อนให้ง่ายต่อการอ่านและสื่อสาร อีกทั้งสามารถแสดงข้อมูลที่มองไม่เห็นด้วยตาออกมาได้ ส่วนข้อมูลเชิงภาพ ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม พื้นผิวแสดงค่าความสูง เป็นข้อมูลที่แสดงด้วยจุดสีมาเรียงต่อกันคล้ายตาราง (cell matrix) แต่ละจุดสีจะสัมพันธ์กับค่าเชิงปริมาณหรือค่าเชิงคุณภาพซึ่งนำไปวิเคราะห์ต่อได้ ข้อมูลเชิงภาพ

การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองภูมิทัศน์มีหลากหลายวิธีการและรูปแบบ (ภาพที่ 2-13) พัฒนาจากการวิเคราะห์ด้วยมือ ซึ่งจำกัดด้วยเทคนิคและปริมาณข้อมูล จนพัฒนามาใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมาก ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมกับความง่ายในการเข้าถึงและแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านระบบดิจิตอล ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลา ซึ่งแบ่งเป็นแบบจำลอง 2 แนวทางตามรูปแบบข้อมูล ได้แก่ แบบจำลองเชิงจุดเส้นและแบบจำลองเชิงจุดภาพ

แบบจำลอง Patch-corridor-matrix แปลความภูมิทัศน์ที่ซับซ้อนผ่านองค์ประกอบเชิงพื้นที่ 3 ลักษณะ ได้แก่ ผืนระบบนิเวศ เส้นทางเชื่อมต่อระบบนิเวศ และบริบทโดยรวมของพื้นที่ แบบจำลองนี้พัฒนาโดย Forman (1995) เป็นแบบจำลองที่ใช้อย่างแพร่หลายในงานศึกษาติดตามวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์และการอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากง่ายต่อการสื่อความหมาย อย่างไรก็ตามการสร้างแบบจำลองยังมีข้อจำกัดของการวิเคราะห์และแสดงผล ในการทดสอบสมมติฐานทางสถิติในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่มีความซับซ้อนหลายมิติ ซึ่งการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิจะสะท้อนผลตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เท่านั้น ไม่ได้ครอบคลุมทุกมิติ (Longley et al., 2543) และข้อจำกัดด้านการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ซึ่งอาจทำให้การแปลความผิดไปเนื่องจากข้อมูลเชิงพื้นที่แสดงด้วยองค์ประกอบในแผนภาพที่เป็นตัวแทนในการสื่อข้อมูล ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลที่แท้จริง ในการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเชิงปริภูมิจึงต้องคำนึงถึงประเด็นเหล่านี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2-13 ตัวอย่างรูปแบบที่หลากหลายของแบบจำลองภูมิทัศน์ (Sirami, 2016)

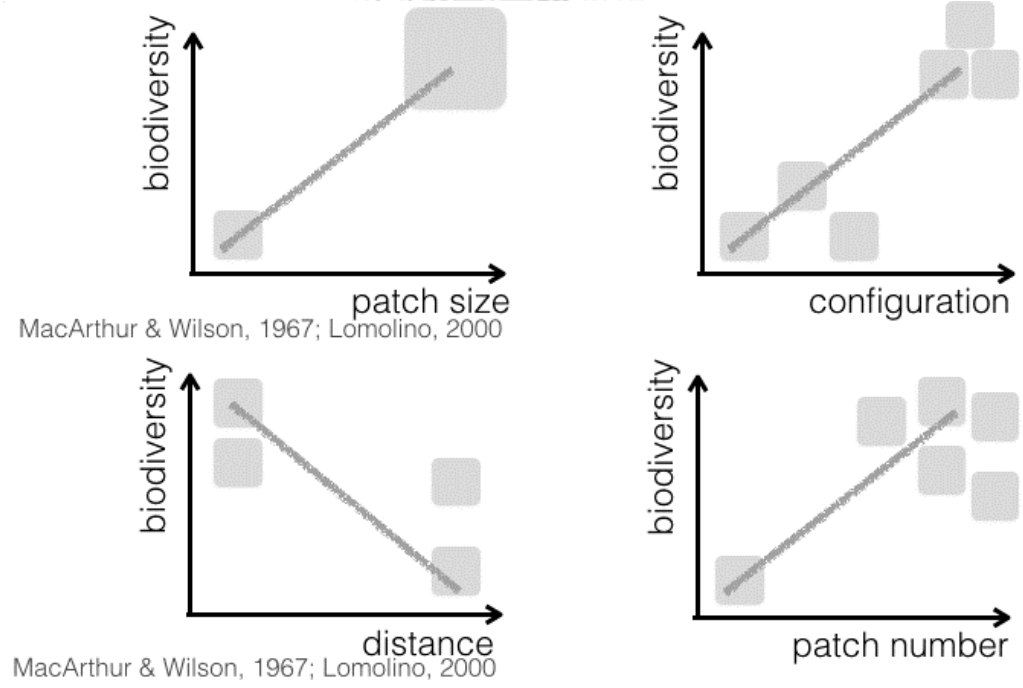
2.5.3 ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ (landscape metrics) เป็นค่าเชิงปริมาณที่ใช้แสดงและวัดคุณลักษณะภูมิทัศน์ (landscape characteristics) และโครงสร้างระบบนิเวศที่มีความซับซ้อน เพื่อช่วยในการทำความเข้าใจกับการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ โดยการคำนวนร่วมกับระบบข้อมูลภูมิสารสนเทศ แผนที่ดิจิตอล โดยใช้ดัชนีชี้วัด การคำนวนคุณลักษณะภูมิทัศน์ 2 ส่วนคือลักษณะองค์ประกอบภูมิทัศน์ (composition) ประกอบด้วย จำนวนความมากชนิด ความสม่ำเสมอและความหลากหลาย และคุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ (configuration) ได้แก่ ขนาด รูปร่าง เส้นรอบรูปหรือลักษณะขอบ พื้นที่แก่นกลางผืนนิเวศ ระยะห่าง ความแตกต่างจากบริบทโดยรอบ และความต่อเนื่องเชื่อมต่อ (ตารางที่ 2-5) ซึ่งดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์สามารถแสดงคุณลักษณะภูมิทัศน์เหล่านี้ออกมาเป็นเชิงปริมาณได้ คุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ ขนาดของผืนนิเวศ ที่มีขนาดเพิ่มขึ้นและจำนวนของผืนนิเวศที่เชื่อมต่อกัน มีความสัมพันธ์กับความหลากหลายทางชีวภาพ ในขณะที่ระยะห่างระหว่างผืนนิเวศมีผลทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศนั้นลดลง (ภาพที่ 2-14)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการและรูปแบบในระบบนิเวศ

Process ⟷ Pattern =		Interaction
Characteristic	Characteristic composition / configuration	Characteristic
• topography • soil formation • climate • tidal, wave • hydrology • succession • land use	• patch number • richness • evenness • diversity • patch size • patch shape • perimeter/area • core area • distance • contrast • connectivity	Indicators
	landscape metrics	Metrics
	Patch-Corridor-Matrix model	Model
FRAGSTATS, ArcGIS		Tools



ภาพที่ 2-14 ความหลากหลายทางชีวภาพกับคุณลักษณะภูมิทัศน์

ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์สามารถคำนวนได้ด้วยเครื่องมือ spatial analyst tools ในโปรแกรม ArcGIS และโปรแกรม FRAGSTATS ซึ่งเป็นโปรแกรมเฉพาะในการคำนวนรูปแบบพื้นที่ ค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มีค่าเป็นเชิงปริมาณ ง่ายต่อการประเมินและตีความสถานะภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จากค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้มีผลกระทบกับพื้นทีป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่งน้อยที่สุด เช่น การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสม ทั้งในส่วนของการใช้ประโยชน์จากป่าชายเลนและการใช้พื้นที่โดยรอบ แต่ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพข้อมูลที่นำมาคำนวน

แนวคิดหลักการภูมินิเวศวิทยา การศึกษาโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวางผังภูมิทัศน์เพื่อการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ธรรมชาติของประเทศไทย โดยมีเป้าหมายเพื่อปกป้องรักษาความสมบูรณ์ของถิ่นที่อยู่ ส่งเสริมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต สร้างพื้นที่กันชนและความเชื่อมต่อผืนป่า และจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบพื้นที่ธรรมชาติ และอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศที่ถูกทำลายไป

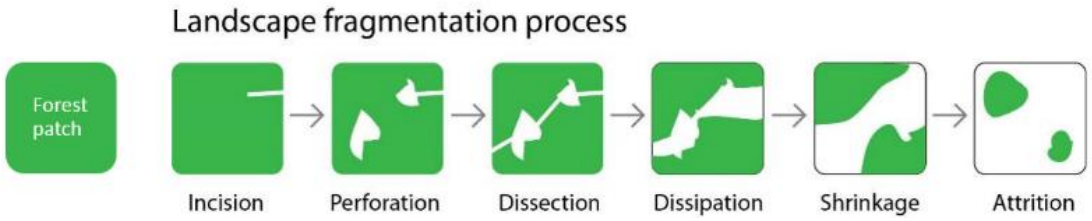
2.5.4 การแตกกระจายของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง

การแตกกระจายของผืนป่า มักอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของผืนป่าบก (terrestrial forest) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นอาศัย การเพิ่มขึ้นของระดับความโดดเดี่ยวของถิ่นอาศัย (habitat isolation) และการแตกกระจายของกลุ่มป่า มีผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งในระดับท้องถิ่น และระดับภูมิภาค ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่ป่าหรือพื้นที่ธรรมชาติที่เคยเชื่อมติดต่อกันเป็นผืนนิเวศขนาดใหญ่ ที่ถูกรบกวนจนแตกกระจายเป็นหย่อมป่า ที่อยู่ท่ามกลางภูมิทัศน์รูปแบบอื่น ๆ การลดลงของขนาดผืนป่ายังเป็นการเพิ่มพื้นที่ขอบป่า (edge) รอบต่อกับพื้นที่อื่น ๆ ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการรบกวนจากปัจจัยคุกคามจากโดยรอบ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตคือการจำกัดการเคลื่อนย้ายระหว่างถิ่นอาศัยตามทฤษฎีชีวภูมิภาคของเกาะ (Island biogeography theory)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กระบวนการเกิดการแตกกระจายของผืนป่ามีขั้นตอนเป็นลำดับขั้น (Forman, 1995) คือ 1) การผ่า (Incision) การพัฒนาเส้นทางคมนาคม ถนน สร้างโอกาสในการเข้าถึง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัย 2) การทำให้เป็นรู (perforation) การรบกวนทำลาย จากการถางป่า ไฟไหม้ป่า ทำเกษตรกรรม ทำให้ผืนป่าเป็นแผล 3) การตัดผ่าน (dissection) การพัฒนาเส้นทางคมนาคม ถนน เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ในผืนป่า ตัดแบ่งผืนป่าขนาดใหญ่ให้กลายเป็นผืนย่อย 4) การลดขนาด (dissipation) เมื่อการรบกวนพื้นที่ขยายออกจากเส้นทาง ทำให้ระยะห่างระหว่างผืนห่างออกจากมากขึ้น 5) การหดเล็กลง (shrinkage) ผืนป่าถูกรบกวนจากโดยรอบ จนทำให้ผืนป่าที่ขาดออกจากกันเป็นผืนย่อยมีขนาดเล็กลง 6) การลดจำนวนลง (attrition) ผืนป่าที่หดเล็กลงเรื่อย ๆ จนลดจำนวนผืนลง และถูกทำลายไปทั้งหมด (ภาพที่ 2-15)

การศึกษาการแตกกระจายของผืนป่ามีส่วนสำคัญต่อการทำความเข้าใจแหล่งที่อยู่อาศัยและสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมทั้งทำให้เกิดองค์ความรู้ในการอนุรักษ์และจัดการแหล่งที่อยู่อาศัยของสตว์ป่า เช่น การสร้างแนวเชื่อมต่อสัตว์ป่า (wildlife corridor) และสะพานเชื่อมป่า (land bridge) แต่เนื่องจากรูปแบบโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของผืนระบบนิเวศชายฝั่งมีความแตกต่างจากผืนระบบนิเวศบก และการศึกษารูปแบบการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศชายฝั่งยังไม่แพร่หลายเท่าการศึกษาผืนป่าบก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงประยุกต์แนวคิดการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ เข้ากับระบบนิเวศชายฝั่ง เพื่อหาแนวทางอนุรักษ์และจัดการชายฝั่งอย่างยั่งยืน



ภาพที่ 2-15 ลำดับขั้นในกระบวนการแตกกระจายของผืนป่า (ปรับปรุงจาก Forman, 1995)

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และคุณสมบัติของสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้คุณสมบัติของค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นำมาสร้างภาพใหม่โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ โดยมีดัชนีที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ที่ได้ค่าที่ใกล้เคียงความถูกต้องมากขึ้น

2.6.1 ดัชนีพืชพรรณ

ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation indexes) คำนวณค่าสีเขียวจากคลอโรฟิลล์ในพืชมีคุณสมบัติในการดูดซับช่วงแสงที่ตามองเห็น และใบพืชสะท้อนช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ ในอัตราที่แตกต่างกัน จึงอาศัยคุณสมบัติค่าความแตกต่างของค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ (Ghosh et al., 2012) กับช่วงคลื่นสีแดง (Flores-Cárdenas et al., 2108) มาคำนวนดัชนีพืชพรรณ ซึ่งผลการคำนวนจะเป็นค่าที่บอกสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิว ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้งานที่สุด คือดัชนีความต่างพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) (Rouse et al., 1974) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 อย่างไรก็ตามทุกดัชนีมีข้อจำกัด NDVI ยังมีความไวต่อผลจากดินและบรรยากาศ จึงมีการพัฒนารูปแบบการคำนวนดัชนีพืชพรรณแบบอื่น ๆ เพื่อใช้ร่วม ให้ผลการวิเคราะห์พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชถูกต้องแม่นยำมากขึ้นกับลักษณะพื้นที่ และลักษณะพืชพรรณที่หลากหลาย ดัชนีที่ earth observing system แนะนำให้ใช้ร่วมกับ NDVI ได้แก่ SAVI, ARVI, EVI, GCL, SIPI, และ NBR ดังรายละเอียดการเปรียบเทียบในตารางที่ 2-6

2.6.2 ดัชนีน้ำและความชื้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดัชนีความแตกต่างของความชื้น (Normalized Difference Water Index, NDWI) พัฒนาโดย McFeeters (1996) เป็นดัชนีที่ใช้ในการตรวจสอบระดับความชื้นในดินหรือพืชพรรณ จากปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ที่สะท้อนมาจากดินหรือพืชพรรณในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Ghosh et al.) และอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR) หากมีปริมาณน้ำในดินหรือพืชพรรณมาก จะทำให้รังสีในช่วง SWIR ถูกดูดซับมากและมีการสะท้อน รังสีออกมาน้อยลง ส่งผลให้ดัชนี NDWI ที่คำนวณได้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 วิธีนี้สามารถจำแนกพื้นที่ผิวน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว และง่ายกว่าวิธีจำแนกอื่น ๆ จึงเป็นที่นิยมใช้ (Du et al., 2014) แม้ต่อมามีการพัฒนารูปแบบการคำนวนเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องแม่นยำในการจำแนกขอบเขตพื้นที่น้ำ ซึ่งมีความถูกต้องแม่นยำมากกว่า NDWI (Du et al., 2014) ได้แก่ Modified Normalized Difference Water Index, MNDWI (Xu, 2007) และจำแนกพื้นที่น้ำในบริบทประเทศไทยได้ดี (Kongsang, Vongphet, & Chompuchan, 2019) ค่า NDWI และ MNDWI อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 โดยพื้นผิวน้ำจะมีค่าอยู่ที่ >0.5

นอกจากนั้นยังมีดัชนีอื่น ๆ ที่ใช้ในการจำแนกขอบน้ำ ดังรายละเอียดการเปรียบเทียบในตารางที่ 2-7

2.6.3 ดัชนีเมือง

ดัชนีเมือง (Built-up indexes) มักใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมือง อุณหภูมิพื้นผิวเมือง ปรากฏการณ์เกาะความร้อนเมือง เช่น PanTex (Pesaresi et al., 2011), Corner density Built-up Index (Gueguen, Soille, & Pesaresi, 2012), Index-based built-up index (Habibi et al.; Xu, 2008) ค่าความแตกต่างระหว่างพื้นผิวเมืองและพื้นดินเปล่า (As-syakur et al., 2012) แต่โดยทั่วไปค่าดัชนี Normalized Difference Built-up Index (NDBI) ก็สามารถใช้แยกพื้นผิวเมืองและพื้นที่ดินเปล่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ตารางที่ 2-8)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2-6 เปรียบเทียบการคำนวนค่าดัชนีพืชพรรณ

Indexes	Equation	advantages
Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Rouse et al., 1974)	$NDVI = \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4)}$	Standard index that widely use in vegetation coverage analysis but sensitive to the effects of soil and atmosphere
The Soil Adjusted Vegetation Index (Baltsavias, 2004; Huete, 1988)	$SAVI = \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4 + L)} \times (1 + L)$ L= 0 or 1	minimize soil brightness influences better use for arid regions or young crops area
Optimized Soil Adjusted Vegetation Index (OSAVI) (Rondeaux, Steven, & Baret, 1996; Steven, 1998)	$OSAVI = \frac{(B5 - B4)}{(B5 + B4 + 0.16)}$	optimized for agricultural monitoring, areas where the vegetation density is high
The Atmospherically Resistant Vegetation Index (Surjan et al., 2016)	$ARVI = \frac{(B5 - (2 \times Red) + Blue)}{(B5 + (2 \times Red) + Blue)}$	prone to atmospheric factors (such as aerosol) better use for regions with high content of atmospheric aerosol
The Enhanced Vegetation Index (EVI) (Huete, et al., 2002)	$EVI = 2.5 \times \left(\frac{(B5 - B4)}{(B5 + (6 \times B4) - (7.5 \times B2) + L)}\right)$	minimize atmospheric influences and soil background signals, better use for analyzing areas with large amounts of chlorophyll and preferably with minimum topographic effects.
The Green Chlorophyll Index (GCL) (Gitelson et al., 2003)	$GCI = B5/B3 - 1$	Better use for monitoring the impact of seasonality, environmental stresses, applied pesticides on plant health.
The Structure Insensitive Pigment Index (SIPI)	$SIPI = \frac{(B5 - B2)}{(B5 - B4)}$	It estimates the ratio of carotenoids to chlorophyll. Better for monitoring plant health
The Normalized Burn Ratio (NBR) (García & Caselles, 1991)	$NBR = \frac{(B5 - B7)}{(B5 + B7)}$	Better for agriculture and forestry is detection of active fires, analysis of burn severity, and monitoring of vegetation survival after the burn.

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2-7 เปรียบเทียบการคำนวนค่าดัชนีน้ำและความชื้น

Indexes	Equation	advantages
Normalized Difference Water Index (NDWI) (McFeeters, 1996)	$NDWI = \frac{(B3 - B5)}{(B3 + B5)}$ $NDWI = \frac{(B5 - B6)}{(B5 + B6)}$	enhance the presence of water features while eliminating the presence of soil and terrestrial vegetation features.
the modified normalized difference water index (MNDWI) (Xu, 2007)	$MNDWI = \frac{(B3 - B6)}{(B3 + B6)}$ MIR is a middle infrared band	more contrast between water and built-up land compared with the NDWI
Normalized Difference Moisture Index (NDMI) (Xu, 2006)	$NDMI = \frac{(B5 - B7)}{(B5 + B7)}$	
the Automated Water Extraction Index (AWEI) (Feyisa et al., 2014)	$AWEI = 4 \times (B3 - B6) - (0.25 \times B5 + 2.75 \times B6)$	maximize separability of water and non-water pixels

ตารางที่ 2-8 เปรียบเทียบการคำนวนค่าดัชนีเมือง

Indexes	Equation	note
Normalized Difference Built-up Index (NDBI)	$NDBI = \frac{(B6 - B5)}{(B6 + B5)}$	Built-up area 0.1-0.3 Barren land >0.3
Normalized Difference Barren Index (NDBaI)	$NDBaI = \frac{(B6 - B10)}{(B6 + B10)}$	barren land >-0.15
an index-based built-up index (Habibi et al., 2008)	$IBI = \frac{[NDBI - (SAVI + MNDWI)/2]}{[NDBI + (SAVI + MNDWI)/2]}$	Built-up area 0.02-0.31 Barren land >0.31
The Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) (As-syakur et al., 2012)	$EBBI = \frac{(B6 - B5)}{\sqrt[10]{B6 + B10}}$	Built-up area 0.1-0.35 Barren land >0.35
The Bare soil Index (BI)	$BI = \frac{(B6 + B4) - (B5 + B2)}{(B6 + B4) + (B5 + B2)}$	
Built-up Index (BU)	$BU = NDBI - NDVI$	

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 การจัดการพื้นที่ชายฝั่ง

กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2550) กำหนดแนวทางในการดำรงไว้ซึ่งการบริการระบบนิเวศของป่าชายเลน การจัดการและกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ ประกอบด้วยการแบ่งเขตการจัดการและกำหนดการใช้ประโยชน์พื้นที่ของอุทยานแห่งชาติ จะประกอบด้วยเกณฑ์ด้านพื้นที่และเกณฑ์ด้านกิจกรรม ด้านพื้นที่เป็นการกำหนดจากสภาพของระบบนิเวศ โดยกำหนดให้พื้นที่ที่มีความเปราะบางที่สุดเป็นเขตหวงห้าม (strict nature reserve zone) พื้นที่ที่มีสภาพระบบนิเวศสมบูรณ์รองลงมาเป็นพื้นที่ปกป้องเขตสงวนสภาพธรรมชาติ (primitive zone) สำหรับบริเวณอื่น ๆ ที่ไม่มีระบบนิเวศที่สำคัญ จัดเป็นเขตใช้ประโยชน์ทั่วไป (general use zone) ส่วนเกณฑ์ด้านกิจกรรม ได้แก่ เขตฟื้นฟูสภาพธรรมชาติ เขตการพักผ่อนนันทนาการ เขตเพื่อการศึกษาวิจัย เขตการให้บริการนักท่องเที่ยว เขตกิจกรรมพิเศษ และเขตกันชน ซึ่งเกณฑ์ด้านพื้นที่สอดคล้องกับหลักการอนุรักษ์โดยมีการกำหนดพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นพื้นที่ไข่แดง (core area) และพื้นที่โดยรอบเป็นเขตกันชน (buffer area) เพื่อปกป้องพื้นที่ที่มีระบบนิเวศสมบูรณ์ ในประเทศไทย กำหนดระยะอ้างอิงของพื้นที่แนวกันชน โดยใช้ระยะ 3 กม. กับการจัดการระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเล ซึ่งทางทะเลได้แก่ เขตกันชนพื้นที่รอบแหล่งอนุรักษ์ทะเลอันดามัน และเขตอนุรักษ์ประมงชายฝั่งจากแนวชายฝั่ง และล่าสุดเขตพื้นที่กันชนในแผนเสนอชายฝั่งอันดามันเป็นมรดกโลก

จากแนวคิดการจัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน ถ้าได้นำมาบูรณาการกับแนวคิดการพัฒนาเมืองโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา การวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง โดยผสานแผนการจัดการเชิงพื้นที่ที่คำนึงถึงทั้งป่าชายเลนและความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างป่าชายเลนและเมือง จะทำให้เกิดประสิทธิภาพของเมืองชายฝั่งที่ยังคงการบริการทางระบบนิเวศของพื้นที่ป่าชายฝั่งไว้ได้

Chulalongkorn University

แนวคิดการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ (Integrated Coastal Zone Management : ICZM) คือกระบวนการจัดการการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชายฝั่งให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับความจำเป็นในการเลี้ยงชีพและความคุ้มทุนในการประกอบกิจการทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีจัดสรรการใช้ประโยชน์อย่างเป็นธรรมและร่วมรับผิดชอบความเสียหายที่เกิดขึ้น ภายใต้ความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศชายฝั่ง (carrying capacity) ซึ่งรวมถึงการสงวนรักษา (reservation) คุ้มครอง (protection) และฟื้นฟู (rehabilitation/ restoration) ระบบนิเวศชายฝั่ง ให้สามารถรักษาศักยภาพในการผลิตทรัพยากรชายฝั่งได้ดังเดิมหรือพัฒนาศักยภาพให้สูงขึ้น ด้วยการบูรณาการองค์ความรู้สหสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องมาวางแผนการจัดการและดำเนินงานโดยการมีส่วนร่วมจากทุกกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยเป็นการมีส่วนร่วมในรูปแบบที่เหมาะสมกับสถานภาพและบทบาทของแต่ละฝ่ายในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการ รวมทั้งมีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ดีทางสังคม วัฒนธรรม ระบบ

เศรษฐกิจ โครงสร้างการปกครอง และนโยบายทางการเมือง (Billé, 2008; ชาญ ชัยธนาวุฒิ และเชาวน์ ยงเฉลิมชัย, 2556)

แนวคิดของการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเล (Marine Spatial Planning: MSP) เป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งในยุคใหม่ที่มีแนวทางการจัดการแบบองค์รวม (Holistic approach) เช่นเดียวกับการจัดการชายฝั่งแบบบูรณาการ แนวคิดนี้เป็นการกำหนดแผนเชิงยุทธศาสตร์ในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรทะเลอย่างมีระเบียบแบบแผน ผนวกกับเครื่องมือในการบริหารจัดการอื่น ๆ เช่นการจัดการทะเลและชายฝั่งอย่างบูรณาการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านเศรษฐกิจและสังคม เน้นความสำคัญของการบูรณาการทั้งด้านยุทธศาสตร์หรือนโยบายจากระดับประเทศถึงระดับท้องถิ่น รวมทั้งการบูรณาการในมิติของพื้นที่เกี่ยวกับสถานภาพของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม รูปแบบการใช้ประโยชน์ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตลอดจนประเด็นปัญหาเฉพาะเรื่องต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความสมดุลระหว่างการพัฒนาและรักษาไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของระบบนิเวศอย่างยั่งยืน โดยจำกัดผลกระทบและกำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ ในอดีตที่ผ่านมาการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ให้ความสำคัญอย่างมากกับภาคเศรษฐกิจและมีการกำหนดเขตแบบแยกส่วน (sectoral zoning) แต่ในปัจจุบันที่ความต้องการในการใช้ประโยชน์พื้นที่ทะเลเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้นการวางแผนเชิงพื้นที่ทางทะเลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ลดปัญหาความขัดแย้ง สร้างรายได้ทางเศรษฐกิจ จัดสรรการใช้ประโยชน์ทรัพยากรทางทะเล และเพื่อความยั่งยืนของการใช้ประโยชน์ในอนาคต

การวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการชายฝั่งอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องทำความเข้าใจองค์ประกอบ โครงสร้าง และความสัมพันธ์ระหว่างภูมิทัศน์ชายฝั่งกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โดยกิจกรรมมนุษย์ เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรอันจำกัดอย่างมีประสิทธิภาพและป้องกันการเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งในระยะยาว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.8 แนวคิดการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืน

วิวัฒนาการของการพัฒนาเมืองที่ผ่านมาเกิดจากการพัฒนาโดยมีการพัฒนาทางเศรษฐกิจเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญ การขยายตัวของเมืองถูกชี้นำด้วยระบบโครงข่ายการคมนาคมขนส่ง ทางรถไฟ และถนน จึงเกิดการพัฒนาเมืองแบบกระจายตัวทางราบ (urban sprawl) จึงมีแนวคิด New urbanism ขึ้น สาระสำคัญของแนวคิดคือการพัฒนาการใช้พื้นที่แบบผสมผสาน การขยายเมืองทางสูง และการกระจายศูนย์กลางการพัฒนาเมือง การพัฒนาจากศูนย์กลางแบบกระชับ และการเชื่อมต่อด้วยระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามแนวคิดนี้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับ

เมืองที่มีการพัฒนาไปแล้วหรือเมืองที่การพัฒนามาก่อนการวางแผน จึงเกิดการพัฒนาแนวคิดการปรับปรุงเมืองเชิงภูมิทัศน์ (landscape urbanism) ขึ้น

การปรับปรุงเมืองเชิงภูมิทัศน์ เป็นแนวคิดการพัฒนาเมืองที่ใช้ภูมิทัศน์ในการวางโครงสร้างการพัฒนาเมืองสำคัญกว่าการออกแบบและพัฒนาอาคารหรือโครงสร้างแข็ง เป็นแนวคิดที่พัฒนาในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาเพื่อแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศเมือง มลพิษ สุขภาวะและความไม่น่าอยู่ของเมือง แนวทางแก้ปัญหาคือการใช้ภูมิทัศน์ การออกแบบชุมชนเมืองโดยสร้างความต่อเนื่องของภูมิทัศน์ในแนวราบ การสร้างและปรับพื้นที่สาธารณะในเมืองแบบผสมผสานการใช้งานให้มีบทบาทหน้าที่หลากหลาย เพื่อการสัญจร การพักผ่อนหย่อนใจ เป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต พื้นที่สีเขียว รวมทั้งเป็นพื้นที่บริการสาธาณูปโภค เช่น การระบายน้ำฝน เป็นต้น

ด้านวิศวกรรมมีแนวคิดด้านวิศวกรรมที่สัมพันธ์กับกระบวนการนิเวศวิทยา นิเวศวิศวกรรม (ecological engineering) คือ การใช้กระบวนการทางนิเวศวิทยาเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิศวกรรม (Teal, 1991) หรือการจัดการสภาพแวดล้อมโดยมนุษย์ ที่ใช้ทรัพยากรจำนวนจำกัดไปควบคุมระบบในธรรมชาติที่มีแรงขับและรักษาสภาพสมดุลไว้ โดยทรัพยากรธรรมชาติ (Mitsch & Jørgensen, 1989)

นอกจากนั้นยังมีการพัฒนาแนวคิดการพัฒนาเมืองอย่างยั่งยืนโดยใช้พื้นที่สีเขียว พื้นที่เปิดโล่ง และระบบนิเวศเมืองมาใช้ในการออกแบบ ได้แก่ แนวคิดโครงข่ายสีเขียว (green network) แนวคิดเมืองน้ำ (water sensitive) และแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานภูมินิเวศ (landscape Infrastructure) คือโครงข่ายพื้นที่สีเขียว และพื้นที่น้ำในภูมิทัศน์ ทั้งทางธรรมชาติหรือกึ่งธรรมชาติที่มีคุณภาพ ที่ได้รับการออกแบบและจัดการเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการบริการและการปกป้องระบบนิเวศ ทั้งในพื้นที่ตัวเมืองและพื้นที่ชนบท ให้ระบบภูมินิเวศเป็นเสมือนโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่นำเอาประโยชน์จากธรรมชาติมาสู่มนุษย์ ซึ่งเป็นลักษณะการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในหลากหลายบทบาท ทั้งด้านการจัดการน้ำ การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ วิถีชุมชน สุขภาพมนุษย์ เศรษฐกิจสังคม และระบบนิเวศ ซึ่งการให้ประโยชน์หลากด้านนี้แตกต่างจากการโครงสร้างพื้นฐานสีเทา หรือโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรม (grey infrastructure)

แนวคิดการออกแบบเมืองยืดหยุ่น (resilient city) หรือเมืองสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์และผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะกับเมืองชายฝั่งที่มีความเสี่ยงสูงจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลและความแปรปรวนของสภาพอากาศ โดยการวางผังและออกแบบระบบภูมิทัศน์มีส่วนอย่างมากในการช่วยเพิ่มความสามารถในการรับมือและ เช่น การวางผังโครงข่ายพื้นที่สีเขียว และโครงข่ายระบบน้ำ เป็นต้น

2.9 ภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันทั่วโลกได้มีการนำเอาองค์ความรู้ด้านภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในงานด้านการจัดการพื้นที่ และสิ่งแวดล้อมอย่างแพร่หลาย เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการดิน ป่าไม้ น้ำ ธรณีวิทยา และนิเวศวิทยา เป็นต้น รวมถึงการจัดทำแผนที่และการจำแนกพื้นที่ชุ่มน้ำ (Sakané et al., 2011) และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่โดยรอบ (Esbah et al., 2553) โดยเฉพาะการใช้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่าย ใช้งบประมาณน้อยและรวดเร็ว ในการประเมินวางแผนพื้นที่ชายฝั่ง

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งเมืองริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล (Avelar & Tokarczyk, 2014) จากข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ปี ค.ศ.1976 และภาพถ่ายดาวเทียม ปี ค.ศ. 2533 และ 2012 โดยเทคนิค Maximum likelihood supervised classification ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ระบบนิเวศป่าชายฝั่งลดลง ถูกคุกคามจากปัจจัยหลักคือการเติบโตของเมืองและการท่องเที่ยวชายฝั่ง ซึ่งมีผลต่อความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่ง เช่นเดียวกับผลการศึกษาพื้นที่ราบชายฝั่งรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา (Pan et al., 2013) จากภาพถ่ายดาวเทียม ปี ค.ศ. 1985, 1996 และ 2005 แสดงผลการรบกวนระบบนิเวศป่าชายฝั่งจากกิจกรรมมนุษย์ การเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวของอุตสาหกรรม และเมืองชายฝั่ง ทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลงจากการถูกตัดถาง แล้วยังมีผลกระทบทางลบต่อคุณภาพน้ำและความหลากหลายของระบบนิเวศชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่าการก่อสร้างพื้นผิวดาดแข็งเมืองแค่ 10% ก็มีผลอย่างมากต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำเนื่องจากปริมาณตะกอนและแร่ธาตุที่ไหลลงแหล่งน้ำมากขึ้น (Booth & Jackson, 1997) รวมทั้งมลพิษและสารเคมีจากเมืองและการขนส่ง (Schoonover, Lockaby, & Pan, 2005)

ในภูมิภาคเอเชียมีการศึกษาพื้นที่ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโขง ชายฝั่งประเทศเวียตนาม (Sohail, 2012) ด้วยเทคนิคเดียวกัน จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ปี ค.ศ.1989 และ 2002 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์พื้นที่ชายฝั่งและเส้นชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณชายฝั่ง ป่าชายเลนลดลงถึง 48% ในช่วงเวลา 13 ปี และ 44% ของป่าชายเลนเปลี่ยนเป็นพื้นที่โล่งว่างและ 17% เปลี่ยนเป็นนากุ้งและพื้นที่เกษตรกรรม

ส่วนในประเทศไทยมักใช้ภูมิสารสนเทศและดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มาใช้ศึกษาการประเมินสถานภาพทรัพยากรป่าไม้ พื้นที่อนุรักษ์ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าบก เพื่อใช้ในการอนุรักษ์ฟื้นป่าและสัตว์ป่า (นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ และประทีป ด้วงแค, 2553) ใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ 9 ตัวชี้วัด ในการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มป่าทางบกในประเทศไทยตามโครงสร้างเชิงพื้นที่ของสภาพสังคมพืชคลุม

ดิน โดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับความสำคัญ นำไปสู่การพัฒนาการจัดป่าไม้พื้นที่คุ้มครอง ในทิศทางเดียวกันกับการประเมินสถานภาพทรัพยากรป่าไม้ ใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ในการศึกษาสถานภาพป่าในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน (เอนก ศรีสุวรรณ, 2558) จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ปี พ.ศ. 2530, 2548 และ 2550 เพื่อจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเพื่อประเมินสถานภาพและการเปลี่ยนแปลง ประเมินสถานภาพด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ 3 ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ ได้แก่ dominance, contagion, และ fractal dimension พบว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติ ป่าทดแทน และแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่พื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง ทุ่งหญ้า มีพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ยกเว้นพื้นที่ปลูกพืชไร่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มลดอย่างไม่คงที่ โดยทั้ง 3 ดัชนีชี้วัดมีค่าลดลงแสดงว่าภูมิทัศน์อุทยานแห่งชาติทับลานถูกรบกวนต่อเนื่อง พื้นที่ป่ามีค่าความแตกกระจายตัวของผืนนิเวศเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นลดลง สวนทางกับพื้นที่เกษตรโดยรอบที่มีค่าสูงขึ้น

จิระเดช มาจันแดง (2558) ได้นำภูมิสารสนเทศและดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มาใช้ในการศึกษาพื้นที่ชุ่มน้ำบึงโขงหลงและพื้นที่โดยรอบรัศมี 5 กม. โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินและพื้นที่แหล่งน้ำระหว่างปี พ.ศ. 2543 และ 2554 และประเมินสถานะของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ โดยใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป มาประเมินและศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในส่วนของการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชุ่มน้ำและการใช้พื้นที่โดยรอบ โดยผลการศึกษาพบว่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์สามารถนำมาประเมินสถานะและการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ แต่จากจำแนกลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีลักษณะใกล้เคียงกันยังมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความละเอียดเชิงพื้นที่ไม่มากนัก จึงควรใช้ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่สูงกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แม้งานวิจัยด้านการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศและดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มาใช้ศึกษาและประเมินสถานภาพทรัพยากรป่าไม้อย่างแพร่หลายในด้านการอนุรักษ์และวางแผนจัดการป่าไม้และสัตว์ป่า แต่ยังไม่มีการประยุกต์ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์มาประเมินสถานภาพป่าชายเลนและบทบาทหน้าที่ของพื้นที่ชายฝั่ง

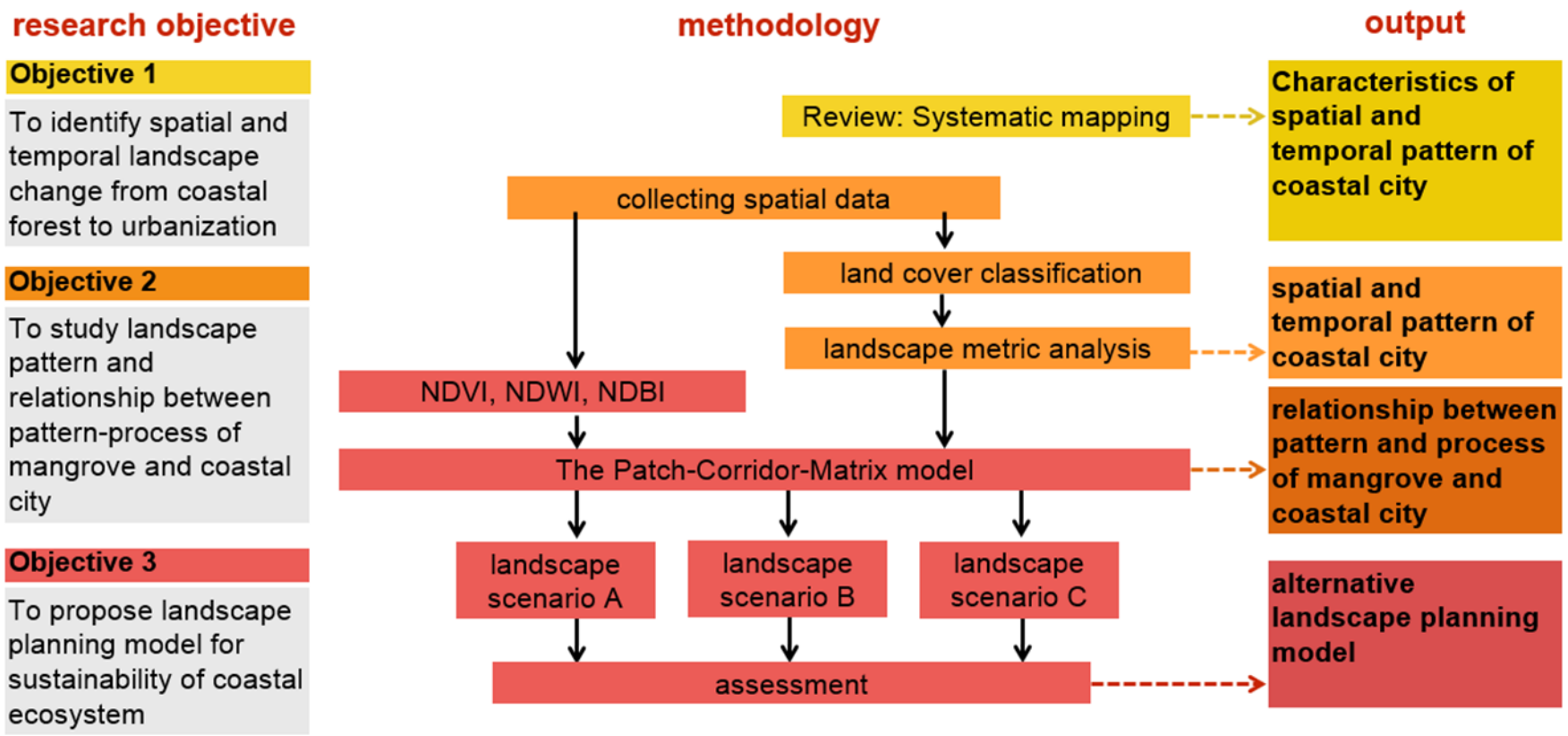
บทที่ 3
กรอบแนวคิดและวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และเชิงเวลา พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเชิงรูปแบบและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศเพื่อประเมินบทบาทหน้าที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการทำงานของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่งทะเลอันดามันโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา เพื่อเสนอแนะแนวทางการวางแผนภูมิทัศน์โดยแบบจำลองทางเลือก เพื่อการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน โดยการบูรณาการศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในการวิเคราะห์ข้อมูล ประเมินบทบาทหน้าที่และศักยภาพของระบบนิเวศชายฝั่ง และประยุกต์ศาสตร์ทางการวางแผนภูมิทัศน์เพื่อเสนอแนะแผนการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน งานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์งานวิจัย (ภาพที่ 3-1)

วัตถุประสงค์ที่ 1 วิเคราะห์ปัจจัยสำคัญเชิงพื้นที่และเชิงเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง

การศึกษาส่วนนี้คือการรวบรวมและสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่งและผลกระทบของการกระทำของมนุษย์ต่อการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง โดยใช้การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ (systematic map) แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงและผลของการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ จากการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ชายฝั่งธรรมชาติ จำแนกการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งจากกิจกรรมมนุษย์ แล้วนำมาอภิปรายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสู่ความเป็นเมืองต่อประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศ



ภาพที่ 3-1 กรอบแนวคิดโดยรวมของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 2 วิเคราะห์โครงสร้างเชิงรูปแบบพื้นที่ของป่าชายเลน และความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเชิงรูปแบบพื้นที่ กับกระบวนการทำงานของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยมุ่งเน้นวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมืองชายฝั่ง โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลการแปลภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงเวลา พ.ศ.2523, 2533, 2543, 2553, และ 2560 โดยวิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ 1) การจำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมดินโดยภาพถ่ายดาวเทียม 2) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง 3) วิเคราะห์โครงสร้างของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง และ 4) อภิปรายผล

จากนั้นวิเคราะห์เฉพาะพื้นที่ เป็นการติดตามและประเมินรูปแบบโครงสร้างภูมินิเวศในพื้นที่เขตเมืองและภูมิภาคเมืองกระบี่ มี 3 ขั้นตอนแบ่งตามวัตถุประสงค์ย่อยของการศึกษาในส่วนนี้คือ 1) เตรียมชุดข้อมูลพื้นที่สำหรับการเสนอแนะแบบจำลอง แสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ และประเมินความขัดแย้งเองกระใช้ประโยชน์พื้นที่

วัตถุประสงค์ที่ 3 เสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศชายฝั่ง โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปากแม่น้ำกระบี่จากอดีตสู่การวางแผนการพัฒนาในอนาคต นำเสนอการวางแผนภูมิทัศน์เมืองกระบี่และพื้นที่โดยรอบโดยประยุกต์ใช้การวางแผนภูมิทัศน์ตามหลักการภูมินิเวศวิทยา การเชื่อมต่อผืนระบบนิเวศ การกำหนดโซนการใช้ประโยชน์ที่ดิน แล้วนำแผนภูมิทัศน์มาประเมินด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ และกระบวนการในพื้นที่ เพื่อสรุปแผนทางเลือกในการพัฒนาเมืองกระบี่อย่างยั่งยืน

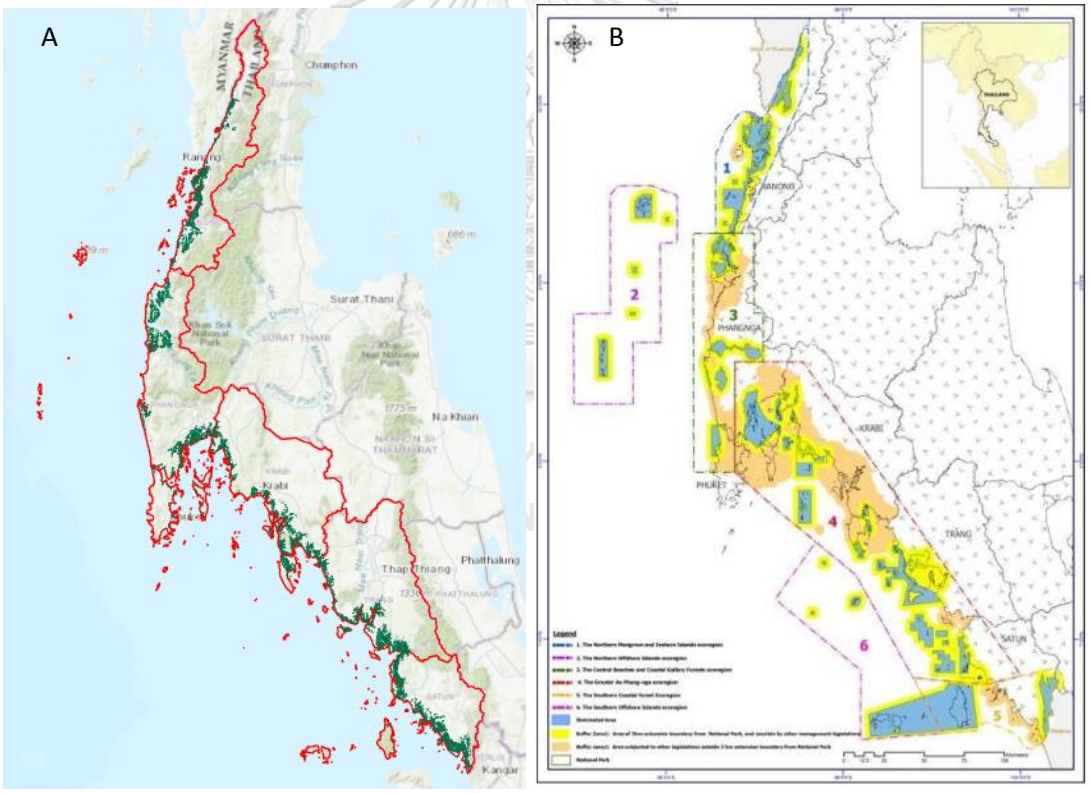
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.2 พื้นที่ศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ชายฝั่งอันดามันใน 2 ระดับพื้นที่ คือระดับภูมิภาค และระดับท้องถิ่น โดยระดับภูมิภาคศึกษาครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน โดยแผนที่ภูมิประเทศ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมและแผนที่ดิจิตอล มุ่งเน้นการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงและกลไกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากอดีตถึงปัจจุบัน

3.2.1 ชายฝั่งอันดามัน

ในขั้นรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์พื้นที่ ใช้ชายฝั่งอันดามันเป็นตัวแทนข้อมูลระดับภูมิภาค (regional scale) ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน 6 จังหวัดได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล ครอบคลุมพิกัดเชิงพื้นที่ระหว่าง 98°13'47.6" ถึง 100°12'04.5 ตะวันออก และ 6°28'12.6 ถึง 9°58'26.4 เหนือ ในระบบพิกัด WGS 84 zone 47 โดยใช้เส้นขอบเขตจังหวัดเป็นขอบเขตพื้นที่ศึกษา (ภาพที่ 3-2A) ซึ่งประกอบด้วยชีวภูมิภาคอันดามัน 6 นิเวศภูมิภาค โดยประกอบด้วยนิเวศภูมิภาคป่าชายเลน นิเวศภูมิภาคชายหาดและป่าเนินทรายชายฝั่ง และกลุ่มเกาะชายฝั่งที่ต่อเนื่องกับแผ่นดิน นิเวศภูมิภาคหมู่เกาะทะเลลึก (ภาพที่ 3-2B)



ภาพที่ 3-2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาในเส้นสีแดง (A) และขอบเขตชีวภูมิภาคอันดามัน (B)

3.2.2 ภูมิภาคเมืองกระบี่

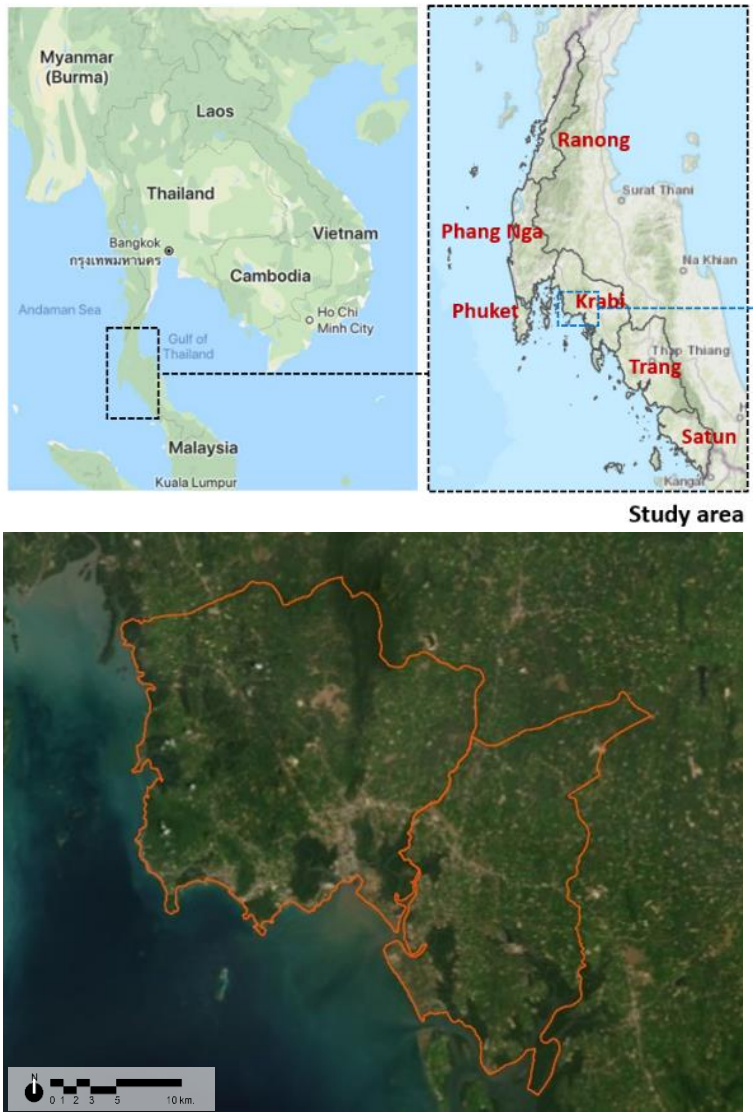
ในขั้นวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ศึกษาพื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่ โดยใช้เป็นตัวแทนข้อมูลระดับท้องถิ่น (local scale) ครอบคลุมพิกัดเชิงพื้นที่ระหว่าง 98°50’56.0" ถึง 99°01’02.0" ตะวันออก และ 8°01'02.3" ถึง 8°06'52.6" เหนือ ในระบบพิกัด WGS 84 zone 47 ครอบคลุมพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ โดยใช้ขอบเขตอำเภอเมืองกระบี่และอำเภอเหนือคลอง ขนาดพื้นที่ศึกษารวม 1,010.5 ตร.กม. (ภาพที่ 3-3) ครอบคลุมลุ่มน้ำที่เกี่ยวเนื่องกับเมืองกระบี่ ได้แก่ ลุ่มน้ำคลองจิหลาด คลองปากน้ำกระบี่ คลองยวน คลองตลิ่งชัน คลองย่านสะบ้า และคลองเพหลา โดยมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่มีผลต่อบทบาทหน้าที่เชิงภูมินิเวศจากอดีตถึงปัจจุบันจากข้อมูลทุติยภูมิ และข้อมูลปัจจุบันจากข้อมูลปฐมภูมิการสำรวจพื้นที่

3.3 ระเบียบวิธีการศึกษา

3.3.1 การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ

การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ (systematic map) โดยใช้แนวทางของ the Social Care Institute for Excellence (SCIE) และงานวิจัยในลักษณะใกล้เคียงกันในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (James, Randall, & Haddaway, 2016; Randall & James, 2012; Reed, Deakin, & Sunderland, 2014) การรวบรวมและวิเคราะห์อย่างมีแบบแผนนี้ทำให้เกิดข้อสรุปเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ (Randall & James, 2012) และช่วยสร้างกรอบแนวคิดภาพรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างกว้าง ๆ ในการศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบนี้ได้รับความสนใจมากและเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์หลักฐานที่มีในปัจจุบันและระบุประเด็นที่ยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติม (James et al., 2016) ระเบียบวิธีวิจัยมีแนวทางการดำเนินการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กรอบขอบเขตการศึกษา 2) การค้นหาหลักฐาน 3) คัดกรองหลักฐาน 4) การสร้างฐานข้อมูลแผนที่ที่เป็นระบบ และ 5) การแปลความและอภิปรายผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 3-3 พื้นที่ศึกษาภูมิภาคเมืองกระบี่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอเหนือคลอง

ภาพที่ 3-4 ภาพถ่ายทางอากาศบริเวณพื้นที่เมืองและป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่

โดยเริ่มจาก กรอบขอบเขตการศึกษา ด้วยชุดคำถาม จากนั้นค้นหาหลักฐานจากฐานข้อมูลงานวิจัยที่น่าเชื่อถือ ที่เกี่ยวข้องกับชุดคำถาม โดยใช้คำสำคัญ และจำกัดการค้นหาเฉพาะหัวข้อ เพื่อกรอบให้มุ่งสู่ประเด็นที่ชัดเจน แล้วทำการคัดกรองหลักฐาน โดยใช้เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) และเกณฑ์คัดออก (exclusion criteria) นำงานวิจัยที่ถูกคัดเลือกมาสร้างฐานข้อมูลแผนที่ที่เป็นระบบ โดยรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Microsoft excel โดยรวบรวมข้อมูลรายนามผู้วิจัย ปีที่ตีพิมพ์ ชื่อวารสารที่ตีพิมพ์ และข้อมูลที่สอดคล้องกับประเด็นงานวิจัย เพื่อวิเคราะห์ความซ้ำและความเชื่อมโยง จากนั้นนำผลจากการสร้างฐานข้อมูลมาแปลความและอภิปรายผล

3.3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่

การศึกษาวิจัยใช้ข้อมูลแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม ช่วงปี พ.ศ. 2510 -2560 เพื่อทำการจำแนกลักษณะป่าชายเลน และการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมที่สัมพันธ์กับพื้นที่ป่าชายเลน โดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่าง ๆ และข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามด้วยเป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกลักษณะของป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา

3.3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

1) แผนที่ภูมิประเทศ L7018 มาตราส่วน 1:50,000 แผนที่เชิงจุดภาพ (raster) พ.ศ.2556 จากกรมแผนที่ทหาร ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน รวม 25 ระวาง ประกอบด้วยระวาง

4625 I, 4625 II, 4725 III, 4626 I, 4626 II, 4626 III, 4627 I, 4628 II,
4724 I, 4724 II, 4725 IV, 4728 III, 4728 IV,
4823 III, 4824 II, 4824 III, 4824 IV, 4825 III, 4827 II,
4922 I, 4922 II, 4922 IV, 4923 II,
5022 III และ 5021 IV

2) ระบบข้อมูลแผนที่ภูมิสารสนเทศ ลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ที่แสดงในรูปของภาพหรือแผนที่ ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) หรือฐานข้อมูล (database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จากการรวบรวมสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยประกอบด้วยชุดข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลแผนที่ฐาน ประกอบด้วย ขอบเขตการปกครอง ถนน ลำน้ำ เส้นชั้นความสูง และ ทะเล
- ข้อมูลขอบเขตพื้นที่อนุรักษ์ ประกอบด้วย อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า ป่าสงวนแห่งชาติ พื้นที่ชุ่มน้ำ แรมซาร์ไซต์ พื้นที่สงวนชีวมณฑล พื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม พื้นที่นำเสนอเป็นมรดกโลกทางทะเล การบังคับใช้ผังเมือง เขตห้ามจับสัตว์น้ำในฤดูวางไข่ เขตห้ามใช้เครื่องมือประมงในเขตหญ้าทะเล และ เขต 3 ไมล์ทะเล
- ข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ ประกอบด้วย ปะการัง ป่าชายเลน ปี พ.ศ.2543, 2552 และ 2556 หญ้าทะเล และ การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2552 และปี พ.ศ.2556
- ข้อมูลพื้นที่ประสบภัยพิบัติ ประกอบด้วย พื้นที่น้ำท่วม ปี พ.ศ.2551-2556 พื้นที่น้ำทะเลท่วมถึงจากสึนามิ ปี พ.ศ.2547 และหลุมยุบ
- ข้อมูลการจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ ประกอบด้วย อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าชายเลน ปี พ.ศ. 2543, 2552, 2556 และพื้นที่นำเสนอเป็นมรดกโลกทางทะเล

3) ภาพถ่ายทางอากาศ (ขาว-ดำ) พื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่ ปี พ.ศ.2510, 2538, 2543 และ 2546 จากกรมแผนที่ทหาร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4) ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อทำการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุม โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามเป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยแสดงค่าสีเท็จ

- ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 3 MSS (Multi-Spectral Scanner) ขนาดความละเอียด 80 เมตร โดยมี 4 band ความยาวคลื่นและการใช้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3-1
- ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM (Thematic Mapper) และ Landsat 7 ETM (Enhanced Thematic Mapper) ขนาดความละเอียด 30x30 เมตร โดยมี 7 band ตามความยาวคลื่นและข้อมูลที่ได้ โดยแต่ละคลื่นแสดงข้อมูลในตารางที่ 3-2
- ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 ซึ่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เป็นดาวเทียมล่าสุดในชุดดาวเทียม Landsat มีข้อมูลความต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2013 จนถึงปัจจุบัน ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 เป็นระบบที่ใช้แปลความจากช่วงคลื่นได้หลากหลายจากระบบ Sensors 2 ชุด คือระบบ OLI (Operational Land Imager) 9 ช่วงคลื่น and TIRS (Thermal Infrared Sensor) 2 ช่วงคลื่น รวม 11 ช่วงคลื่น ประเภท Level-1 Data ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น visible, NIR, SWIR 30 เมตร ช่วงคลื่น thermal 100 เมตร และ panchromatic 15 เมตร ขนาดภาพครอบคลุมพื้นที่พื้นผิวโลกขนาด 170x185 กม. download ข้อมูลจาก https://glovis.usgs.gov/app โดยแต่ละความยาวคลื่นแสดงข้อมูลในตารางที่ 3-3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3-1 ความยาวคลื่นและการนำไปใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 3

ระบบ Multi-Spectral Scanner (MMS)	
แบนด์ 4 : 0.5 - 0.6 (เขียว)	ตรวจความขุ่นของน้ำ จำแนกเขตน้ำตื้น
แบนด์ 5 : 0.6 - 0.7 (แดง)	จำแนกอาคารและสิ่งก่อสร้าง
แบนด์ 6 : 0.7 - 0.8 (อินฟราเรดใกล้)	แยกพืชพรรณออกจากพื้นที่ดินและน้ำ
แบนด์ 7 : 0.8 – 1.1 (อินฟราเรดใกล้)	เพิ่มประสิทธิภาพในพื้นที่ปกคลุมด้วยเมฆ

ที่มา: USGS, 2016

ตารางที่ 3-2 ความยาวคลื่นและการนำไปใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 และ 7

ระบบ Thematic Mapper (TM)	
แบนด์ 1 : 0.45 - 0.52 (น้ำเงิน)	ตรวจสอบลักษณะน้ำชายฝั่ง แยกพืช และสภาพความเขียว
แบนด์ 2 : 0.52 - 0.60 (เขียว)	จำแนกชนิดพืช
แบนด์ 3 : 0.60 - 0.69 (แดง)	ความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพรรณต่าง ๆ
แบนด์ 4 : 0.77 - 0.90 (อินฟราเรดใกล้)	ความแตกต่างของน้ำและส่วนที่ไม่ใช่น้ำ ปริมาณชีวมวล
แบนด์ 5 : 1.55 - 1.75 (อินฟราเรดคลื่นสั้น)	พืช ความชื้นในดิน แยกความแตกต่างเมฆและหิมะ
แบนด์ 6 : 10.40 - 12.50 (อินฟราเรดความร้อน)	ความร้อนและความชื้นของดิน ความเครียดของพืช
แบนด์ 7 : 2.08 - 2.35 (อินฟราเรดสะท้อน)	แยกชนิดหิน

ที่มา: USGS, 2016

ตารางที่ 3-3 ความยาวคลื่นและการนำไปใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8

ระบบ Operational Land Imager (OLI) และ Thermal Infrared Sensor (TIRS)	
แบนด์ 1 : 0.43 - 0.45 (coastal aerosol)	ตรวจสอบชายฝั่ง และละอองลอย
แบนด์ 2 : 0.45 - 0.51 (น้ำเงิน)	จำแนกดินออกจากพืช และจำแนกชนิดพืช
แบนด์ 3 : 0.53 - 0.59 (เขียว)	คุณภาพความสมบูรณ์พืช
แบนด์ 4 : 0.64 - 0.67 (แดง)	ความแตกต่างของพืช
แบนด์ 5 : 0.85 – 0.88 (อินฟราเรดใกล้)	ชีวมวล และเส้นชายฝั่ง
แบนด์ 6 : 1.57 - 1.65 (อินฟราเรดคลื่นสั้น 1)	พืช ความชื้นในดิน แยกความแตกต่างเมฆและหิมะ
แบนด์ 7 : 2.11 - 2.29 (อินฟราเรดคลื่นสั้น 2)	แยกชนิดหิน
แบนด์ 8 : 0.50 – 0.68 (panchromatic)	เพิ่มความคมชัดภาพ
แบนด์ 9 : 1.36 – 1.38 (Cirrus)	เพิ่มการตรวจจับเมฆ
แบนด์ 10 : 10.6 – 11.19 (TIRS 1)	ความร้อนและความชื้นของดิน
แบนด์ 11 : 11.5 - 12.51 (TIRS 2)	ความร้อนและความชื้นของดิน

ที่มา: USGS, 2016

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3-4 สรุปข้อมูลเชิงพื้นที่ ปี และแหล่งข้อมูลสำหรับงานวิจัย

ลักษณะข้อมูล	ปี พ.ศ.	รายละเอียด	แหล่งข้อมูล
แผนที่ภูมิประเทศ L7018	2556	RASTER 1:50,000 พื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่	กรมแผนที่ทหาร
ระบบข้อมูลสารสนเทศ GIS	2543, 2552, 2556	VECTOR MULTI LAYER พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน และพื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติ
ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 3-MSS	2523	RASTER พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน	USGS
ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5-TM	2533, 2543	RASTER พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน	USGS
ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 7-ETM+)	2553, 2560	RASTER พื้นที่ชายฝั่งอันดามัน	USGS
ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 8- OLI, TIRS	2562	RASTER พื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่	USGS

3.3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ

การสำรวจภาคสนาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่จากข้อมูลทุติยภูมิ โดยการบันทึกพิกัดและบันทึกภาพถ่ายลักษณะพื้นที่ เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับแผนที่ยืนยันความถูกต้องและสำรวจขอบเขตพื้นที่และลักษณะทางกายภาพของป่าชายเลนในพื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่ โดย GPS Status Viewer Application โดยบันทึกค่า GPS เพื่อระบุแนวขอบเขตป่าปัจจุบัน บันทึกภาพป่าชายเลน เทียบกับค่าการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่จากภาพถ่ายทางอากาศ

3.3.3 การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และคุณสมบัติของสิ่งปกคลุมดิน โดยใช้คุณสมบัติของค่าการสะท้อนเชิงคลื่นจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม นำมาสร้างภาพใหม่โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ โดยมีดัชนีที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวิเคราะห์ที่ได้ค่าที่ใกล้เคียงความถูกต้องมากขึ้น ได้แก่

1) พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชได้แก่ ป่าบก ป่าชายเลน พื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น

2) พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีน้ำและความชื้น แบบ MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) (Xu, 2007) ซึ่งพัฒนามาจาก NDWI (Normalized Difference Water Index) ทำให้ความต่างระหว่างค่าดัชนีผืนพื้นที่น้ำและเมืองชัดเจนยิ่งขึ้น จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำผิวดิน รวมถึงแม่น้ำ คลอง บึง อ่างเก็บน้ำ บ่อกุ้ง เหมือง พื้นที่ชุ่มน้ำ และป่าชายเลน เป็นต้น

3) พื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างและเมือง ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีสิ่งก่อสร้าง NDBI (Normalized Difference Built Index) จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยเมือง ได้แก่ อาคาร บ้านพักอาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม ถนน และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ รวมถึงพื้นที่ดินเปล่า

3.3.4 การตรวจสอบความถูกต้อง

การประเมินความถูกต้องของผลการจำแนก (accuracy assessment) เป็นการวิเคราะห์ความถูกต้องทางสถิติของผลการจำแนก โดยใช้ข้อมูลจริงของพื้นที่ศึกษาที่ได้มาจากการออกไปสำรวจภาคสนามหรือข้อมูลอ้างอิง มาเปรียบเทียบกับจุดภาพหรือรูปหลายเหลี่ยมในแผนที่ที่แปลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยการนำผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจุดตรวจสอบความถูกต้อง แสดงในรูปแบบของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (confusion matric) หลังจากนั้นใช้วิธีการคำนวณความถูกต้องแม่นยำโดยรวม (overall accuracy) และสัมประสิทธิ์แคปปา (kappa coefficient) แสดงถึงความถูกต้อง และความสอดคล้องของผลการจำแนกกับจุดตรวจสอบ ซึ่งอ้างอิงขั้นตอนมาตรฐานที่ใช้เพื่อการประเมินความถูกต้อง โดยควรเลือกจุดตรวจสอบ (training pixels) อย่างน้อย 50 จุดต่อประเภทสิ่งปกคลุมดิน (class) ที่คัดเลือกผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Jensen, 2015) เทียบกับการแปลผลอ้างอิง คำนวณความถูกต้องของการแปลข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่

1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ชายฝั่งทะเลอันดามัน โดยวิธีการซ้อนทับชั้นข้อมูล ของ McHarg (1971) ซ้อนทับผังเฉพาะ (thematic map) ด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analyst tools) โปรแกรม ArcMap 10.2.3 จำแนกหน่วยภูมิทัศน์ (landscape units) ป่าชายเลนจากรูปแบบโครงสร้างพื้นที่ ด้วยดัชนี และสอบทานความถูกต้องของ

การแปลผลด้วยวิธีการแปลภาพด้วยสายตา (visual interpretation) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

2) วิเคราะห์บทบาทหน้าที่ทางภูมินิเวศของพื้นที่ป่าชายเลน และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงป่าชายเลนต่อเมืองชายฝั่ง โดยมุ่งเน้นทางวิเคราะห์ในพื้นที่ปากแม่น้ำกระบี่ จังหวัดกระบี่ การประเมินบทบาทหน้าที่และศักยภาพพื้นที่ป่าชายเลนด้วยหลักการทางภูมินิเวศ โดยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

3) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งจากอดีตถึงปัจจุบัน โดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat และข้อมูลแผนที่ระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ ประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยอาศัยตารางเมทริกซ์การเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลา เพื่อให้ทราบความเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน วิเคราะห์จำนวน ขนาด รูปแบบ และอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบริเวณป่าชายเลน การประเมินสถานภาพการเปลี่ยนแปลงจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

4) การประเมินสถานภาพการเปลี่ยนแปลงจากดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับภูมิภาค และระดับจังหวัด วิเคราะห์โครงสร้าง คุณลักษณะทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงของผืนพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เกษตรและพื้นที่เมือง วิเคราะห์รูปแบบและอัตราการเปลี่ยนแปลง ของผืนภูมิทัศน์โดยรวม และเปรียบเทียบแต่ละเมืองชายฝั่ง ด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ (รายละเอียดแสดงในบทที่ 5) ประกอบด้วย

- total class area (CA) พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยภูมิทัศน์ประเภทนั้น ๆ
- number of patches (NP) จำนวนผืนภูมิทัศน์
- patch density (PD) ความหนาแน่นของผืนภูมิทัศน์
- total edge (TE) ความยาวเส้นขอบภูมิทัศน์
- mean patch size (MPS) ขนาดเฉลี่ยของผืนภูมิทัศน์ และ
- largest patch index (LP) สัดส่วนผืนภูมิทัศน์ขนาดใหญ่

5). การประเมินสถานภาพการเปลี่ยนแปลงเมืองและระบบนิเวศชายฝั่งด้วยการนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการทบทวนวรรณกรรมเพื่อเทียบเคียงผลการวิจัยและอภิปรายผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
การขยายตัวของเมืองกับประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง

การวิเคราะห์ลักษณะการขยายตัวของเมืองและผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง ตอบวัตถุประสงค์ที่ 1 ของงานวิจัยในการวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญเชิงปริภูมิและเชิงกาล ต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง โดยการรวบรวมวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยมนุษย์ นำมาวิเคราะห์ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงและผลของการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) วิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ชายฝั่งธรรมชาติ 2) จำแนกการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งจากกิจกรรมมนุษย์ 3) อภิปรายผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งสู่ความเป็นเมืองต่อประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศ

4.1 บทนำ

การตั้งถิ่นฐานและโครงสร้างพื้นฐานของมนุษย์ทั่วโลกกำลังขยายตัว เติบโตขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติผ่านกลไกเศรษฐกิจและสังคม พื้นที่ราบบริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำเป็นสถานที่ที่มนุษย์เลือกสำหรับที่จะตั้งถิ่นฐานเพราะเป็นทำเลที่เหมาะสมในการเข้าถึงปัจจัยพื้นฐาน และให้ประโยชน์มากมายกับมนุษย์ในรูปแบบการบริการระบบนิเวศ พื้นที่ชายฝั่งจึงเป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยหนาแน่นเกิดเป็นเมืองชายฝั่ง ที่มีความต้องการทรัพยากร อาหาร น้ำ และที่ดิน ซึ่งแรงกดดันของมนุษย์ต่อพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกเหนือจากจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้ว ยังเกิดจากความล้มเหลวของการวางแผนการจัดการชายฝั่งและการขาดหลักฐานเกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งโดยกิจกรรมมนุษย์ ข้อมูลดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการวางแผนและการจัดการเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน (Bohnet & Pert, 2553)

การศึกษาส่วนนี้นำไปสู่การจำแนกกิจกรรมและลักษณะกายภาพของกิจกรรมชายฝั่ง เพื่อเสนอแนะรูปแบบการจัดการเพื่ออนุรักษ์หรือฟื้นฟูความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ระบบนิเวศชายฝั่งทางธรรมชาติคงเหลืออยู่ในปริมาณที่จำกัด เปราะบางและมีความเสี่ยงสูงที่จะถูกคุกคามทั้งจากการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

4.1.1 ระบบนิเวศชายฝั่ง: ภูมิทัศน์ของผืนแผ่นดินและทะเล

ภูมิทัศน์ชายฝั่งประกอบขึ้นจากการผสมผสานระหว่างกระบวนการบนชายฝั่งและในทะเล บริเวณนี้เป็นระบบนิเวศรอยต่อ (ecotone) ระหว่างระบบนิเวศน้ำจืดและน้ำเค็ม ทำให้บริเวณชายฝั่งและปากแม่น้ำมีความอุดมสมบูรณ์สูงจากปริมาณแร่ธาตุ สารอาหารและตะกอนที่น้ำพัดพามามาสะสมทำให้เกิดเป็นระบบนิเวศที่มีประสิทธิผล (productivity) สูงมากที่สุด (MacDonnell et al., 2017) กระบวนการธารน้ำ ลม คลื่น อิทธิพลจากการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลทำให้เกิดการพัดพาและสะสมสารอาหารและตะกอนในบริเวณนี้ (Kjerfve & Magill, 1989) อีกทั้งคุณลักษณะทางกายภาพของดิน น้ำ และสภาพอากาศ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความเฉพาะตัว พืชพรรณและสัตว์มีการปรับตัวให้เหมาะต่อการดำรงชีวิตในสภาพแวดล้อมแบบน้ำกร่อย พื้นที่ชายฝั่งจึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่หลากหลายและมีความสำคัญ ได้แก่ ระบบนิเวศปากแม่น้ำ ทะเลสาบน้ำกร่อย พื้นที่ชุ่มน้ำ ป่าชายเลน หาดโคลน เนินทรายและชายหาด เป็นต้น

พื้นที่ชายฝั่งและปากแม่น้ำไม่ได้เป็นเพียงแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์เท่านั้น แต่เป็นพื้นที่สำคัญสำหรับอยู่อาศัยและดำรงชีวิตของมนุษย์ด้วย เนื่องจากมนุษย์ใช้ทรัพยากรบริเวณนี้เป็นแหล่งอาหารและมีปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญคือแหล่งน้ำ อีกทั้งยังสะดวกในการคมนาคมเป็นแหล่งแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการที่เป็นพื้นฐานสำคัญทางเศรษฐกิจและสังคมสำหรับการเจริญเติบโตของเมือง เมืองขนาดใหญ่ทั่วโลกที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น จึงมักมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำหรือชายฝั่ง (Olds et al., 2018; Surjan et al., 2016).

4.1.2 การขยายเมืองบนพื้นที่ชายฝั่งทะเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปแบบการกระจายตัวของประชากรโลกจากเดิมที่ปริมาณประชากรส่วนใหญ่อยู่อาศัยและตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ชนบทถูกเปลี่ยนแปลงเป็นเข้ามาอยู่อาศัยและดำรงชีวิตอย่างหนาแน่นในพื้นที่เมือง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเมือง (urbanization) แม้ว่าอัตราการเกิดในช่วงหลายปีที่ผ่านจะลดลงและส่งผลให้อัตราการเติบโตของประชากรโลกเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลง แต่จำนวนประชากรในเขตเมืองก็ยังคงมีมากขึ้นและมากกว่าประชากรในเขตชนบท เนื่องจากการอพยพเคลื่อนย้ายถิ่นฐานของประชากรจากพื้นที่ชนบทเข้าไปอาศัยและทำงานในเขตเมือง (Cohen, 2003) ในปัจจุบันทรัพยากรที่ดินที่จำเป็นในการอยู่อาศัยและผลิตอาหารมีน้อยเกินกว่าที่จะสามารถรองรับความต้องการของมนุษย์ได้อย่างยั่งยืน (Hooke & Martín-Duque, 2012) อีกทั้งขอบเขตการพัฒนาพื้นที่เมืองมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในอัตราที่มากกว่าการขยายตัวของจำนวนประชากรคนเมือง และการขยายตัวของเมืองจะเติบโตเร็วที่สุดตามแนวชายฝั่ง (Seto et al., 2011)

แนวโน้มการขยายตัวของประชากรทั่วโลกนำไปสู่การขยายตัวของเมืองบริเวณชายฝั่ง (coastal-urbanization, coastalization) ที่กิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมรวมตัวกันอย่างหนาแน่นบริเวณชายฝั่ง (Kizos, Tsilimigkas & Karampela, 2017) เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ชายฝั่งอย่างมาก กระบวนการเหล่านี้มีผลกระทบเชิงลบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและการบริการระบบนิเวศ เนื่องจากการขยายตัวของเมืองโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขยายตัวแบบกระจัดกระจายเข้าไปรุกล้ำระบบนิเวศทางธรรมชาติ ทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณแนวชายฝั่งที่มีทรัพยากรอันอุดมสมบูรณ์ เช่น หาดทรายและเนินทราย ป่าชายเลนและพื้นที่ชุ่มน้ำ

พื้นผิวโลกประกอบไปด้วยพื้นที่ราบชายฝั่งเพียง 2.3% แต่มีประชากรอาศัยอยู่ถึง 11% (Neumann et al., 2015) และส่วนใหญ่ตั้งถิ่นฐานอยู่ในเขตเมือง (McGranahan et al., 2007) ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากรบริเวณเมืองชายฝั่งเท่ากับ 241 คนต่อตร.กม. ซึ่งมีความสูงกว่าค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นประชากรทั่วโลกมากกว่า 5 เท่า (47 คนต่อตร.กม.) Neumann et al. (2015) คาดการณ์ว่า ในปีอีก 40 ปีข้างหน้าประชากรในพื้นที่ชายฝั่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเป็นหนึ่งพันล้านคน ซึ่งเทียบเท่ากับ 12% ของประชากรโลก ที่ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ย 405 คนต่อตร.กม.

กิจกรรมมนุษย์และการคุกคามบนพื้นที่ชายฝั่ง ทั้งการทำประมงเกินขีดจำกัด การปลดปล่อยขยะและมลพิษลงสู่ทะเล การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการขยายตัวของเมือง กิจกรรมการท่องเที่ยวไร้สำนึก เป็นตัวอย่างกิจกรรมที่มนุษย์ปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในท้องถิ่นและภูมิภาคเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเองผ่านการบริโภคอาหาร การใช้พลังงาน น้ำ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน การก่อสร้างอาคารและพื้นที่ดาดแข็ง กิจกรรมเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่ง (Beach, 2002) การขยายตัวของเมืองชายฝั่งทะเลทำให้เกิดการสูญเสียและเสื่อมโทรมของถิ่นที่อยู่อาศัยและการบริการระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความเสี่ยงจากแรงกดดันจากการเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งโดยมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Lins-de-Barros, 2017; Oliver-Smith, 2009) จากรายงาน IPCC ฉบับที่ 5 ระบุว่าแรงกดดันของมนุษย์ต่อระบบนิเวศชายฝั่งจะเพิ่มขึ้นอย่างมากจากการเติบโตของประชากร การพัฒนาทางเศรษฐกิจ และการขยายตัวของเมือง (IPCC, 2014) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลให้ระบบนิเวศชายฝั่งที่เปราะบางนี้ เสื่อมโทรมหรือถูกทำลายลงจนไม่อาจคืนสภาพขึ้นมาใหม่ได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1.3 ความสำคัญของการศึกษา

ระบบนิเวศชายฝั่งและระบบนิเวศทางทะเลเป็นแหล่งผลิตอาหาร สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ การคมนาคมขนส่งและอื่น ๆ อีกมากมาย และเนื่องจากองค์ประกอบของภูมิทัศน์ทั้งหมดภายในระบบนิเวศมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน (Lin et al., 2013; Zhang et al., 2015) การเปลี่ยนแปลงเพียงองค์ประกอบเดียวในระบบ ย่อยส่งผลกระทบต่อความสมดุลของระบบนิเวศทั้งหมดได้ ดังนั้นกิจกรรมมนุษย์ที่เกิดขึ้นบนภูมิทัศน์ชายฝั่งไม่เพียงแต่เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศระดับท้องถิ่น แต่ส่งผลกระทบต่อการเชื่อมต่อระบบนิเวศระดับภูมิภาค (Bishop et al., 2017)

“การเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง” ยังคงขาดคำนิยามและขาดการจำแนกลักษณะของการเปลี่ยนแปลงในประเด็นทางสิ่งแวดล้อม (Lazarus, 2017) การศึกษาเพื่อเติมเต็มช่องว่างนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดทิศทางการพัฒนาชายฝั่งอย่างเป็นเหตุเป็นผลและครอบคลุม (Halpern & Fujita, 2013) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความเข้าใจว่าภูมิทัศน์ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงรูปร่างและองค์ประกอบไปอย่างไร (Fuentes & Baynes-Rock, 2017) เพื่อให้เกิดการวางแผนและจัดการชายฝั่งอย่างยั่งยืน ที่เข้าใจทั้งระบบนิเวศชายฝั่งและธรรมชาติของความเป็นเมือง ที่จะทำให้ผู้มีอำนาจในการตัดสินใจชี้นำการใช้ทรัพยากรชายฝั่งอย่างมีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และไม่ทำลายสมดุลของสิ่งแวดล้อมในระยะยาว

โดยทั่วไปการจัดประเภทพื้นที่ชายฝั่งมักมุ่งที่ระบบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติโดยไม่มีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง และใช้การผสมผสานคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และลักษณะชีวภาพขององค์ประกอบในระบบ (Carollo, Allee, & Yoskowitz, 2013; Whitfield & Elliott, 2011) เช่นการจำแนกระบบนิเวศเป็น ป่าชายเลน ป่าชายหาด แหล่งหญ้าทะเล แหล่งปะการัง เป็นต้น มากกว่าครึ่งหนึ่งของป่าชายเลนถูกทำลายโดยตรงโดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและส่วนที่เหลือถูกรบกวนจากมลพิษและกิจกรรมอื่นๆ ของมนุษย์ (Creel, 2003) แต่พื้นที่ที่ถูกทำลายหรือเสื่อมโทรมไปแล้วนั้นก็ยังคงถูกเรียกว่าเป็นพื้นที่ป่าชายเลน Lazarus (2017) เสนอระบบการจัดหมวดหมู่ของพื้นที่ชายฝั่งโดยจำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหนาแน่นของประชากร อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use) ไม่ได้สะท้อนให้เห็นถึงลักษณะสิ่งปกคลุมดิน (landcover) หรือโครงสร้างการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงของพื้นที่ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเสนอระบบการจัดประเภทภูมิทัศน์ชายฝั่งใหม่โดยลักษณะทางกายภาพของกิจกรรมมนุษย์รวมทั้งอภิปรายผลของการเปลี่ยนแปลงต่อประสิทธิภาพทางทำงานของระบบนิเวศ

4.2 ระเบียบวิธีวิจัย

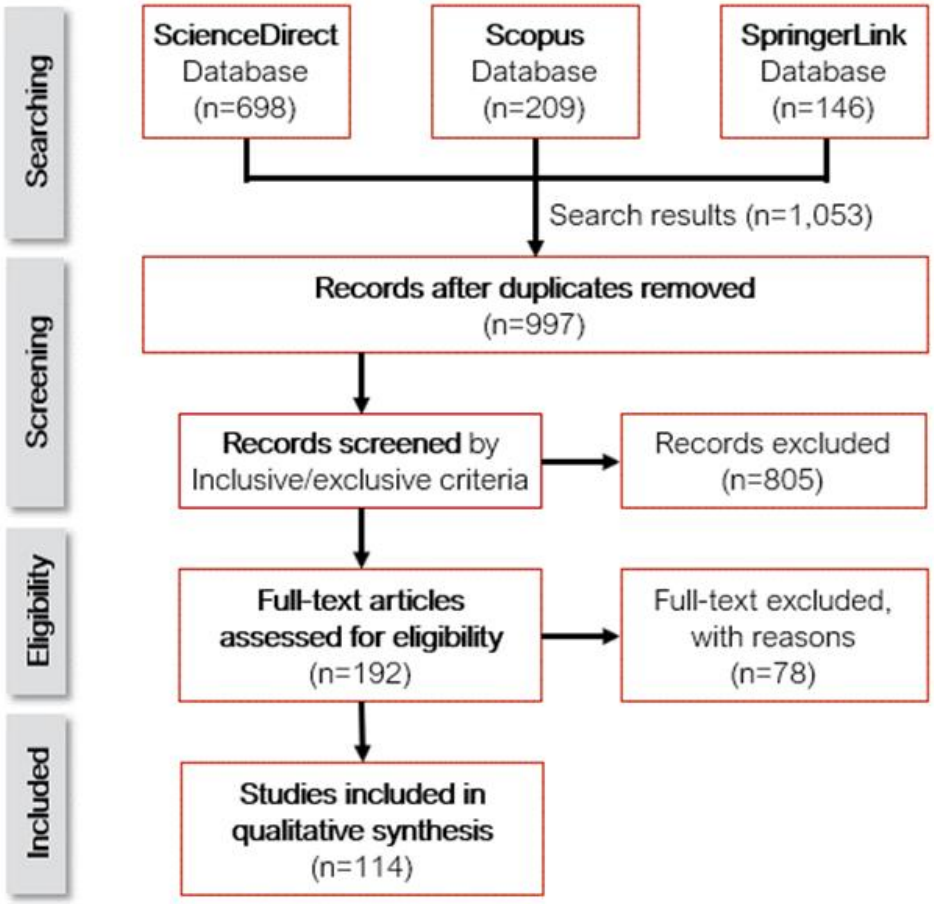
วัตถุประสงค์ของการศึกษาส่วนนี้คือการรวบรวมและสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่งและผลกระทบของการกระทำของมนุษย์ต่อการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง โดยเลือกใช้การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ (systematic map) ตามแนวทางของ the Social Care Institute for Excellence (SCIE) ซึ่งมีงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ใช้การรวบรวมและวิเคราะห์วรรณกรรมเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ และช่วยสร้างกรอบแนวคิดของงานวิจัย (James et al., 2016; Randall & James, 2012; Reed et al., 2014) การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบนี้ได้รับความสนใจมากและเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์หลักฐานวรรณกรรมและระบุประเด็นช่องว่างในงานวิจัยที่ต้องการการศึกษาเพิ่มเติม (James et al., 2016)

ระเบียบวิธีวิจัยมีแนวทางการดำเนินการ 5 ขั้นตอน (ภาพที่ 4-1) ได้แก่ 1) กรอบขอบเขตการศึกษา 2) ค้นหาหลักฐาน 3) คัดกรองหลักฐาน 4) สร้างระบบฐานข้อมูล และ 5) แปลความและอภิปรายผล

1) กรอบขอบเขตการศึกษา ด้วยชุดคำถาม 2 ชุด คำถามแรก คือ “การเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์มีอะไรบ้าง” และคำถามที่สองคือ “ลักษณะทางกายภาพของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ชายฝั่งเป็นอย่างไร และเกิดผลกระทบต่อการบริการระบบนิเวศชายฝั่งอย่างไร”

2) การค้นหาหลักฐาน ค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดคำถาม ในฐานข้อมูล ScienceDirect, Scopus และ SpringerLink โดยใช้คำสำคัญ “coastalization OR urbanization” AND “landscape OR ecosystem” AND “function OR service” AND “coastal OR estuary” AND “urban OR city” และจำกัดการค้นหาเฉพาะหัวข้อด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2551 โดยรวบรวมจากฐานข้อมูลช่วงเดือนมกราคม 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4-1 แผนภาพขั้นตอนการสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) คัดกรองหลักฐาน โดยใช้เกณฑ์คัดเข้า (inclusion criteria) และเกณฑ์คัดออก (exclusion criteria)

เกณฑ์คัดเข้า ได้แก่

- เอกสารงานวิจัยหรือบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมมนุษย์ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล
- การวิจัยที่ระบุถึงผลกระทบบางอย่างของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งต่อระบบนิเวศ
- งานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในระดับ Q1-Q2 ในการจัดระดับ SCImago Journal Rank (SJR) indicator

ส่วนเกณฑ์คัดออก ได้แก่

- งานวิจัยที่เป็นการคาดการณ์หรือการจำลองผลจากซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์
- งานวิจัยเกี่ยวกับผลการรับรู้หรือเป็นเพียงแนวคิดของการจัดการชายฝั่ง
- งานวิจัยที่ไม่มีบทคัดย่อหรือไม่สามารถเข้าถึงบทความเต็มได้

4) การสร้างฐานข้อมูลแผนที่ที่เป็นระบบ โดยรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม Microsoft excel โดยรวบรวมข้อมูลรายนามผู้วิจัย ปีที่ตีพิมพ์ ชื่อวารสารที่ตีพิมพ์ ประเทศและขอบเขตทางพื้นที่ (scale) ของงานวิจัย ลักษณะทางกายภาพที่เกิดการเปลี่ยนแปลง ผลกระทบต่อระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ

5) การแปลความและอภิปรายผล นำผลจากการสร้างฐานข้อมูล ร่วมกับการใช้ตารางการสังเคราะห์ (synthesis matrix) มาใช้เพื่อกลั่นกรองผลและหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร มาจำแนกประเภทและจัดกลุ่ม ตามลักษณะร่วมทางกายภาพของกิจกรรม

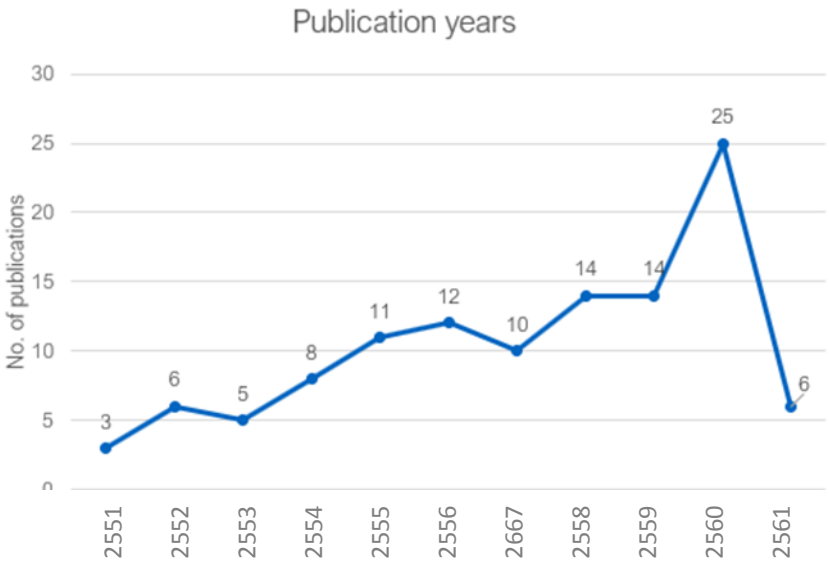
4.3 ผลการวิจัย

4.3.1 ผลทางสถิติ

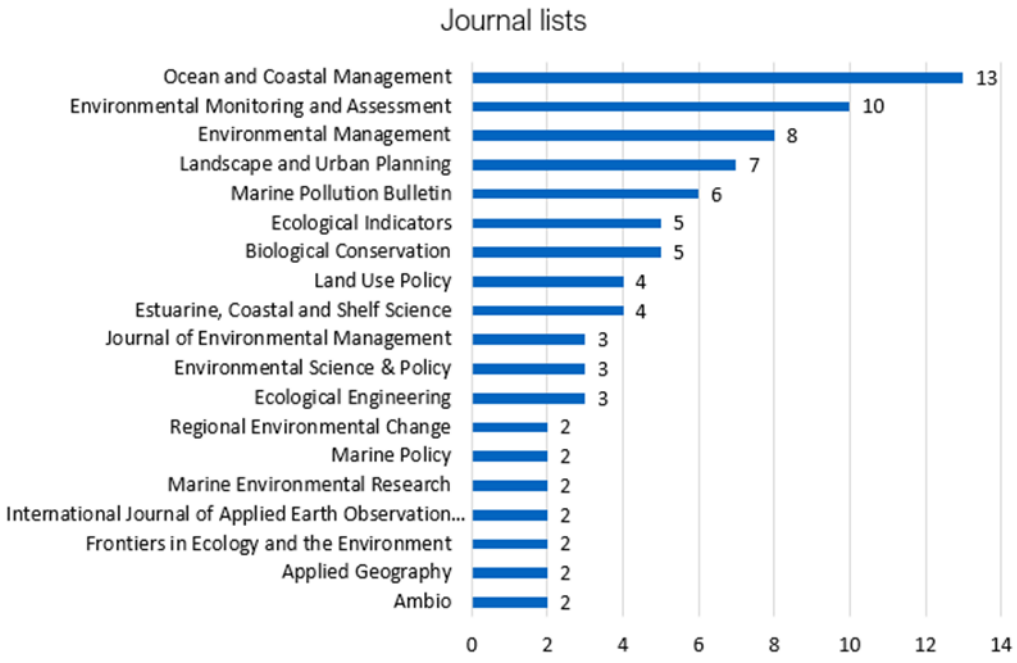
จากการสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ โดยกระบวนการตามภาพที่ 4-1 พบว่าในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี 2551 ถึงช่วงต้นปี 2561 งานวิจัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยกิจกรรมมนุษย์ เห็นได้จากจำนวนบทความ 114 บทความ ที่ได้รับการตีพิมพ์ในฐานข้อมูลที่เป็นที่ยอมรับในวารสารระดับนานาชาติ ระดับ Q1-Q2 (

ภาพที่ 4-2) โดยวารสารที่มีตีพิมพ์สูงสุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ Ocean and Coastal Management (13 บทความ), Environmental Monitoring and Assessment (10 บทความ) และ Environmental Management (8 บทความ) (ภาพที่ 4-3)

พื้นที่ศึกษาในบทความทั้ง 114 บทความนี้ ครอบคลุม 32 ประเทศ จาก 198 ประเทศที่มีชายฝั่งทะเล ประเทศที่มีการศึกษามากที่สุด คือ ประเทศจีน (27 บทความ) รองลงมา คือ สหรัฐอเมริกา (14 บทความ), ออสเตรเลีย (8 บทความ), บราซิล (4 บทความ), อิตาลี (4 บทความ), เม็กซิโก (4 บทความ), ตุรกี (4 บทความ), เวียตนาม (4 บทความ) และเปรียบเทียบทั่วโลก (7 บทความ) และยังพบว่า มีการศึกษาในระดับภูมิทัศน์ (landscape-scale) มากกว่าการศึกษาในภาพใหญ่ระดับชาติหรือภูมิภาค (regional-scale) และการศึกษาส่วนใหญ่จะจำกัดอยู่บริเวณชายฝั่งตะวันออกของทวีปเอเชีย อเมริกาเหนือ และออสเตรเลีย (ภาพที่ 4-4**)**



ภาพที่ 4-2 งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนพื้นที่ชายฝั่งในช่วงปี พ.ศ.2551-2561 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพที่ 4-3 รายชื่อวารสารที่ได้รับเลือกจากเกณฑ์คัดเข้าและเกณฑ์คัดออก

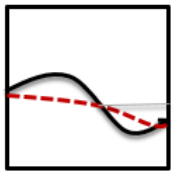
ภาพที่ 4-4 ตำแหน่งการกระจายตัวของพื้นที่ศึกษาจากการทบทวนบทความวิจัย

4.3.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่ง

เมื่อองค์ประกอบทางกายภาพของระบบนิเวศ (บรรยากาศ อุทกวิทยา และธรณีวิทยา) ถูกเปลี่ยนแปลงไป ย่อมส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางชีวภาพ (พืชพรรณ และสัตว์) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระบบ และเมื่อมนุษยเปลี่ยนแปลงสภาพลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวโลก ในทางกลับกันมนุษย์ก็ได้รับผลกระทบทางลบจากการเปลี่ยนแปลงนั้นเช่นกัน จากการที่บทบาทหน้าที่และการบริการระบบนิเวศชายฝั่งถูกทำลาย

จากการวิเคราะห์วรรณกรรม 114 บทความ โดยละเอียด และสังเคราะห์ข้อมูลออกมาพบว่ากิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งและระบบนิเวศมากมาย และสามารถจำแนกได้ 4 รูปแบบ (ภาพที่ 4-5) ได้แก่

1) การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ (landform change)
2) การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน (land cover change)
3) การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ (waterway modification)
4) การก่อสร้างบนชายฝั่ง (coastal structure or construction)

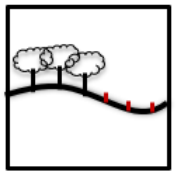


1 landform change

Dig and fill
Loss of sand dune, sandy beach
Coastal mining
Aquaculture ,Salt production

Trampling and beach grooming
Human trampling
Beach camping
Beach nourishment
Mechanical trampling

Reclamation
sea reclamation
Wetland reclamation
Artificial island



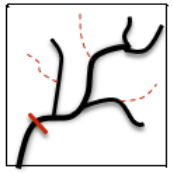
2 land cover change

Devegetation
Loss of plant coverage

Coastal wetland loss
Mangrove loss , Coastal wetland loss
Saltmarsh loss, Tidal flat loss

Construction land
Expansion of impervious surfaces
Expansion of building and development area

Land use change
Urbanization
Industrialization

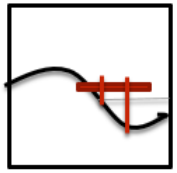


3 waterway modification

Channelization
Channel dredging
Bank profile shape change
Streams burying
Canals draining

River engineering
Dam and reservoir construction
Artificial canalized
Riverbank structure

Abutting waterways
Agriculture land
Urban area



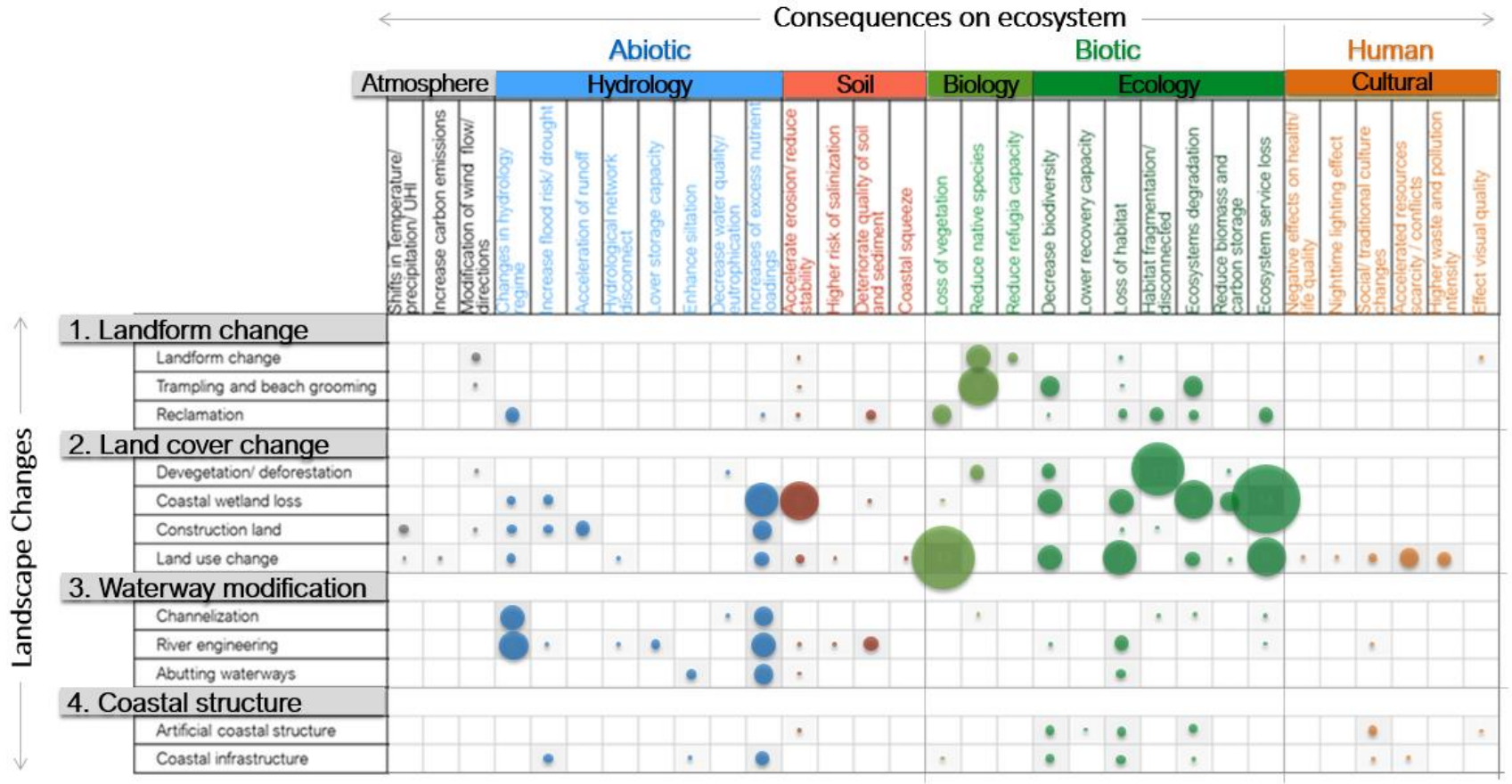
4 coastal structure

Artificial coastal structure
Erosion and flood prevention structure
Breakwater and seawalls
Shoreline construction/ beach revetment

Coastal infrastructure
Coastal transportation facilities
Infrastructures and tourist facilities
Ports and marina

ภาพที่ 4-5 ลักษณะทางกายภาพของภูมิทัศน์ชายฝั่งที่ถูกเปลี่ยนแปลงโดยกิจกรรมมนุษย์

ตารางที่ 4-1 จำนวนงานวิจัยที่ระบุถึงผลกระทบด้านต่าง ๆ จากกิจกรรมมนุษย์ต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง



4.3.2.1 การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ (landform change)

ชายฝั่งเป็นพื้นที่ที่มีพลวัตสูง มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากกระบวนการทางธรรมชาติ แต่ในทศวรรษนี้ แรงกระทำหลักที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวโลกและชายฝั่งมาจากการกระทำของมนุษย์ เนื่องจากที่ราบชายฝั่งเป็นสถานที่ที่เหมาะสำหรับการดำรงชีวิต (de Andrés, Barragán, & García Sanabria, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดลงของเนินทรายชายฝั่งทั่วโลกอันเนื่องมาจากการพัฒนา (Carretero et al., 2014) กิจกรรมเหล่านี้ทำให้ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงระดับและรูปทรง โดย

- การขุดถม ปรับระดับพื้นที่
- การเหยียบย่ำและจัดการชายหาด
- การถมทะเล

การขุดและถม ปรับระดับพื้นที่เกิดจากการทำเหมือง การทำนาเกลือ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการตั้งถิ่นฐานชายฝั่ง เป็นการเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นดินและทำลายพืชที่ปกคลุมเนินทรายและหาดทราย ลดความหลากหลายและความมากชนิดของพืชพื้นถิ่น (Drius et al., 2013; Gonçalves & Marques, 2017; Lucrezi et al., 2009; Malavasi et al., 2013) เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสังคมสิ่งมีชีวิตบนหาด (Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) สัตว์หน้าดินและสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง (Costa et al., 2017; Drius et al., 2013; Lucrezi et al., 2009; Schlacher & Thompson, 2012) ทำลายห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนพลังงานในระบบ (Costa et al., 2017; Gonçalves & Marques, 2017)

สัณฐานหาดทรายถูกรบกวนด้วยกิจกรรมและการจัดการชายหาด เช่น การเดินเหยียบย่ำ (Berry et al., 2014; Costa et al., 2017; Gonçalves & Marques, 2017; Malavasi et al., 2013; Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014; Schlacher & Thompson, 2012) การตั้งแคมป์ (Drius et al., 2013) การทำความสะอาดและการเติมทราย (Airoldi, Ponti, & Abbiati, 2016; de Andrés et al., 2017) หรือแม้แต่การบดอัดทรายด้วยเครื่องจักรกล (Brown & Hausner, 2017; Gonçalves & Marques, 2017; Lucrezi et al., 2009) เป็นการดูแลรักษาและคงสภาพชายหาด แต่ในอีกทางหนึ่งก็เป็นการทำลายสมดุลระบบนิเวศชายหาด (Drius et al., 2013) และนำไปสู่การสูญเสียแหล่งอยู่อาศัยระบบนิเวศหาดทราย (Lucrezi et al., 2009)

การเปลี่ยนแปลงและทำลายสัณฐานชายฝั่ง เช่น การลดลงของเนินทรายทำให้ทิศทางและความเร็วลมบนชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไป (Santana-Cordero et al., 2017) ซึ่งจะรบกวนกระบวนการการพัดพาและสะสมตัวของตะกอนทรายชายหาด (Hernández-Cordero et al., 2017) ส่งผลให้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกิดการเร่งการพังทลายของเนินทรายและหาดทราย (Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) ประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายหาดด้านการป้องกันบรรเทาภัยทางธรรมชาติลดลง (Burger et al., 2017; González & Holtmann-Ahumada, 2017) ดังนั้น ชายหาดจึงถูกกัดเซาะไปได้อย่างง่ายดายโดยตัวการทางธรรมชาติ และเร่งให้เกิดการสูญเสียชายหาด ทำให้สุนทรียภาพทางการมองเห็นลดลงและส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการท่องเที่ยว (Felix et al., 2016) นอกจากนี้ยังลดความสามารถในการย้ายถิ่น (refugia capacity) ของสิ่งมีชีวิต (Berry et al., 2014; Burger et al., 2017; de Andrés et al., 2017; Drius et al., 2013; Gonçalves & Marques, 2017) ตะกอนส่วนเกินที่ถูกกัดเซาะและพัดพามากับน้ำนั้นจะมาทับถมแหล่งวางไข่ของสิ่งมีชีวิตใต้ท้องน้ำ ซึ่งก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์พื้นถิ่น (Costa et al., 2017; Drius et al., 2013; González & Holtmann-Ahumada, 2017; Gonçalves & Marques, 2017; Hernández-Cordero et al., 2017; Lucrezi, Schlacher, & Walker, 2009)

การถมทะเล (land reclamation) เป็นกระบวนการขยายพื้นที่ใช้ประโยชน์ จากการถมพื้นที่ทะเล การถมทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง และรวมถึงการสร้างเกาะในทะเล เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ประโยชน์ที่ดินในการก่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งจำนวนมากถูกผันน้ำออก นำดินมาถม และเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่รองรับการพัฒนาเมือง กระบวนการถมทะเลนี้ส่วนใหญ่จะทำในพื้นที่ชายฝั่งโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การปิดปากอ่าวให้เกิดการสะสมตัวของตะกอน การถมทะเลด้วยวัสดุปริมาณมหาศาล หรือการก่อสร้างเกาะใหม่กลางทะเล

แนวโน้มการขยายตัวอย่างรวดเร็วของพื้นที่เมืองทั่วโลกนำไปสู่ความต้องการพื้นที่ถมทะเลที่เพิ่มมากขึ้น (Sun et al., 2017) มีหลักฐานในประเทศจีน (Dai et al., 2013; H. Duan et al., 2016; Sun et al., 2017; Wu et al., 2018) และสิงคโปร์ (Friess, Richards, & Phang, 2016) ว่าการถมทะเลและการพัฒนาแนวชายฝั่ง ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อระบบนิเวศ หาดเลนหรือที่ราบน้ำทะเลขึ้นถึงเกือบ 65% ในเขตประเทศจีน ฮ่องกง เกาหลีเหนือ และเกาหลีใต้ ได้ถูกแปรสภาพเป็นพื้นที่ถมทะเล (Murray et al., 2014) สิงคโปร์สูญเสียป่าชายเลนเกือบ 90% เนื่องจากการถมทะเลและการก่อสร้างแหล่งเก็บน้ำ (Friess et al., 2016)

การถมทะเลทำให้ปริมาณและคุณภาพของแหล่งที่อยู่อาศัยสิ่งมีชีวิตลดลง การก่อสร้างก่อให้เกิดมลพิษด้านสิ่งแวดล้อม (Duan et al., 2016; Zhang et al., 2016) รบกวนแหล่งเพาะพันธุ์ในพื้นที่ชายฝั่งทะเล สูญเสียแหล่งหญ้าทะเล (Yaakub et al., 2014) ซึ่งส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารในทะเล ลดความหลากหลายทางชีวภาพ (Chen et al., 2012) และพื้นที่ถมทะเลยังไปกั้นขวางการเชื่อมต่อระหว่างสิ่งมีชีวิต (Fang et al., 2018) เกิดการแตกกระจายและตัดขาดการเชื่อมต่อของผืนถิ่นที่อยู่ (Chee et al., 2017; Duan et al., 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการถมทะเลยังเชื่อมโยงกับการเกิดความเสียหายทางอุทกวิทยา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสน้ำ เพิ่มความขุ่นในน้ำ (Chee et al., 2017; Zhang et al., 2013; Zhang et al, 2016) มีผลทำให้คุณภาพตะกอนและน้ำเสื่อมคุณภาพลง (Chee et al., 2017; Duan et al., 2016)

การถมทะเลถือเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อมูลค่าการบริการระบบนิเวศสำหรับชุมชนต่าง ๆ (Friess et al., 2016; Ying et al., 2017) และทำให้ประสิทธิภาพทางการบริการระบบนิเวศชายฝั่งและปากแม่น้ำลดลง (Duan et al., 2016; Sun et al., 2017; Wu et al., 2018)

4.3.2.2 การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน (land cover change)

การปรับเปลี่ยนพื้นผิวโลกโดยกิจกรรมมนุษย์ เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน (land use and land cover change, LULC) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินในเชิงโครงสร้าง (ไม่ใช่ในเชิงการใช้ประโยชน์) เป็นการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภูมิทัศน์บริเวณชายฝั่งทะเลอันประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยบนบกและทางทะเล ได้แก่ เนินทราย ป่าชายหาด พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ป่าชายเลน หาดโคลน หาดหิน ปากแม่น้ำ ชะวากทะเล อ่าว รวมทั้ง แหล่งหญ้าทะเลและปะการัง สามารถแบ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

- การตัดถางทำลายพืชพันธุ์ปกคลุมดิน
- การทำลายพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ
- การขยายตัวของพื้นที่ดาดแข็งและสิ่งก่อสร้าง
- การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การตัดถางป่า ทำลายพืชพันธุ์ธรรมชาติที่ปกคลุมดิน ให้เปลี่ยนสภาพไปเป็นที่ดินเปล่า หรือที่ดินเพาะปลูกเชิงเดี่ยว นำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของโลก (Armitage et al., 2014; Harrison et al.; Hauser et al., 2017; 2011; Lee, 2016; Lee et al., 2014) และลดความสามารถในการสะสมธาตุอาหารในระบบ (Harrison et al., 2011; Rothenberger et al., 2009) เนื่องจากป่าที่มีพืชปกคลุมหนาแน่นเป็นระบบนิเวศที่เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพสูง (Friess et al., 2016)

การที่พืชพรรณทางธรรมชาติถูกทำลายเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และตัดขาดผืนระบบนิเวศที่เคยเชื่อมต่อกัน ทำเกิดการสูญเสียพืชพันธุ์พื้นถิ่นและความหลากหลายทางชีวภาพ (Bi, Wang, & Lu, 2011; Falco, 2017; Frondoni, Mollo, & Capotorti, 2011; Gong et

al., 2013; Haas, Furberg, & Ban, 2015; Hauser et al., 2017; Hepcan, 2013; Hung, Ascher, & Holway, 2017; Laurance et al., 2012; Lin et al., 2013; Sun et al., 2012) เนื่องจากป่าโกงกางและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งเป็นแหล่งแหล่งที่อยู่ของชนิดพันธุ์พื้นถิ่น (Laurance et al., 2012) นกอพยพ (Burger et al., 2017; Hong et al., 2553; Waltham & Sheaves, 2015) อีกทั้งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์ทะเล (Amyot & Grant, 2014; Spencer & Harvey, 2012)

พื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งถูกทำลายลงจากภัยคุกคามจากมนุษย์ (Wu et al., 2018) พื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่ถูกระบายน้ำออกและถูกถมให้กลายสภาพเป็นพื้นที่บก สำหรับเกษตรอุตสาหกรรม หรือแม้แต่ที่อยู่อาศัย (Lee, 2016; Wu, Zhou, & Tian, 2017) บางส่วนถูกกั้นการไหลของน้ำโดยตัดความเชื่อมต่อกับทะเล เพื่อเปลี่ยนพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งให้กลายเป็นแหล่งเก็บน้ำจืด พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม นำไปสู่การสูญเสียป่าชายเลน และพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งทะเลประเภทอื่น ๆ ได้แก่ พรุน้ำเค็ม บึงน้ำจืด ทะเลสาบชายฝั่งทะเล และหาดเลน รวมถึงการเสื่อมโทรมของระบบนิเวศโดยรอบเนื่องจากการตัดขาดและไม่เชื่อมต่อของระบบนิเวศ ซึ่งมีผลกระทบในระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อม (Camacho-Valdez et al., 2014; Chee et al., 2017; Duan et al., 2016; Fusi et al., 2016; Harrison et al., 2011; Lee, 2016; Lee et al., 2014; Lin et al., 2013; Monprapussorn, 2017; Rao et al., 2015; Sun et al., 2017)

การสูญเสียป่าชายเลนและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง มีผลความสามารถในการสลายกำลังคลื่นซัดฝั่ง (Barbier, 2015; Chee et al., 2017; Hong et al., 2553) ลดความมั่นคงของแนวชายฝั่ง (Hauser et al., 2017; Rao et al., 2015) และเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากพายุ (Barbier, 2015; Rao et al., 2015) และสึนามิ (Fernando et al., 2008; Tanaka & Onai, 2017) ทิศทางและความเร็วของคลื่นลมชายฝั่งเปลี่ยนแปลงมีผลต่อเสถียรภาพของแนวชายฝั่ง (Hernández-Cordero et al., 2017) และเพิ่มอัตราการกัดเซาะและพัดพาของตะกอนชายฝั่ง (Camacho et al., 2012)

ผลกระทบนั้นรวมถึงการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยา (Bi et al., 2011; Hong et al., 2553) เพิ่มความถี่และความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วม (Armitage et al., 2014; Barbedo et al., 2014; Laurance et al., 2012) คุณภาพน้ำลดลง และความเสี่ยงจากมลพิษในลุ่มน้ำเพิ่มขึ้น (Duan et al., 2016; Hauser et al., 2017; Hong et al., 2553; Karstens et al., 2016; MacDonnell et al., 2017) เนื่องจากพืชที่ควบคุมปริมาณสารอาหารและตะกอนในลุ่มน้ำถูกทำลาย (Leigh et al., 2013)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากการคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งยังมีความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลด้วย (Epanchin-Niell et al., 2017)

พื้นที่บริเวณชายฝั่งทั่วโลกกำลังถูกคุกคามด้วยพื้นผิวดาดแข็งและพื้นที่เมือง (Chang & Huang, 2015; Elmore & Kaushal, 2008; A. Guneroglu, 2015; Kondolf, Podolak, & Gaffney, 2553; Utz, Hilderbrand, & Boward, 2009; Utz, Hilderbrand, & Raesly, 2553; Zhang et al., 2016) พื้นที่ที่ปูด้วยวัสดุที่น้ำซึมผ่านลงไปไม่ได้ เช่น พื้นผิวยางมะตอย คอนกรีต อิฐ หิน รวมทั้งหลังคาสิ่งก่อสร้าง ทั้งวัสดุดาดแข็งและกระบวนการก่อสร้างบดอัดดินจนแน่น ปิดกั้นการไหลของน้ำลงดิน ทำให้น้ำฝนและน้ำผิวดินไม่สามารถแทรกซึมและลงไปเติมน้ำบาดาลตามวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติได้ (Carretero et al., 2014) ทำให้ปริมาณน้ำผิวดินเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในช่วงเวลาพายุฝนตกหนัก ซึ่งเป็นการเพิ่มความรุนแรงและความถี่ของการเกิดอุทกภัย (Barbedo et al., 2014; Chang & Huang, 2015; Guneroglu et al., 2013; Saraswat, Kumar, & Mishra, 2016) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินจึงเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงระบบน้ำ (Fanelli, Prestegaard, & Palmer, 2017; Saraswat et al., 2016; Utz et al., 2009) และทำลายโครงข่ายการไหลของทางน้ำ (Huang et al., 2012) พื้นผิวดาดแข็งยังไปปิดกั้นการไหลเวียนอากาศในดิน ทำให้รากต้นไม้ขาดอากาศ ต้นไม้ใหญ่ในเมืองจึงไม่สามารถให้ร่มเงาหรือช่วยลดอุณหภูมิในเมืองลงได้ การศึกษาระบบนิเวศแหล่งน้ำระบุว่า หากในลุ่มน้ำมีพื้นที่ดาดแข็งมากกว่าร้อยละ 10 ของพื้นที่ คุณภาพของแหล่งน้ำและระบบนิเวศในลุ่มน้ำนั้นจะเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง (Beach, 2002)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยพื้นที่ดาดแข็งเหล่านี้ ในช่วงกลางวันจะสะสมความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และปลดปล่อยความร้อนออกสู่บรรยากาศในเวลากลางคืน หรือเรียกว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง ที่ทำให้ความต้องการการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น (Saraswat et al., 2016; Utz et al., 2009) นอกจากนี้น้ำผิวดินที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจากความร้อนที่สะสมในพื้นผิววัสดุ จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง มีผลต่อคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำและต่อเนื่องถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (Elmore & Kaushal, 2008)

การพัฒนาเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชนพื้นที่เป็นเมืองชายฝั่งได้เข้าไปแทนที่ระบบนิเวศธรรมชาติ เช่น ป่าชายเลน ระบบนิเวศเนินทรายและชายหาด (Chen et al., 2012; Hauser et al., 2017; Huijbers et al., 2013) และระบบนิเวศเกษตรกรรม รวมถึงพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Bohnet & Pert, 2553; Cai et al., 2016; Cao et al., 2017; Chuai et al., 2013; Doygun, 2009; Frondoni et al., 2011; Guneroglu, 2015; Guneroglu et al., 2013; Lee, Ahern, & Yeh,

2015; Sun et al., 2012; Utz et al., 2553) และแม้แต่พื้นที่สีเขียวในเมือง (Ramos-González, 2014) ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ (Diop & Scheren, 2016; Ernoul, Sandoz, & Fellague, 2012; Frondoni et al., 2011; Huijbers et al., 2013; Pinto et al., 2014; Rolet et al., 2015; Utz et al., 2553) และลดผลผลิตของระบบนิเวศ (Colantoni et al., 2016; Guneroglu, 2015)

กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นถึง 33-55% (Howarth, 2008) น้ำที่ไหลนองบนพื้นผิวเมืองจะพัดพามลพิษที่ตกค้างในเขตเมืองชะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (Karbassi & Valavi, 2553) ผ่านเครือข่ายแม่น้ำ ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ ก่อนไหลลงสู่ทะเล (MacDonnell et al., 2017; Saraswat et al., 2016; Utz et al., 2009) และสารอาหารส่วนเกินเหล่านี้จะถูกชะออกปากแม่น้ำลงสู่สภาพแวดล้อมทางทะเล (Stauber, Chariton, & Apte, 2016) คุณภาพน้ำที่ลดลงจากปริมาณขยะและสารปนเปื้อนในแหล่งน้ำ เป็นเหตุให้คุณภาพน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ และระบบนิเวศชายน้ำเสื่อมโทรมลง (Diop & Scheren, 2016; Huijbers et al., 2013; Lins-de-Barros, 2017; Saraswat et al., 2016; Rothenberger et al., 2009) มีผลกระทบมากมายต่อทั้งสัตว์น้ำ พืชพรรณ รวมถึงคุณภาพชีวิตคนด้วย

การพัฒนาเป็นเมืองบริเวณชายฝั่งมีผลต่อระบบบรรยากาศ โครงสร้างอาคารสูงบนพื้นที่ชายฝั่งไปเปลี่ยนแปลงทิศทางและความแรงของลมตามธรรมชาติ (Hernández-Cordero et al., 2017) การขยายของพื้นที่และกิจกรรมในเมืองเพิ่มการปล่อยก๊าซคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ (Chuai et al., 2013) อีกทั้งยังทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของพื้นผิวสูงขึ้นและรูปแบบฝนเปลี่ยนแปลงไป (Haas & Ban, 2014; Wang et al., 2012) แสงสว่างและเสียงรบกวนจากเมืองชายฝั่งยังไปรบกวนสังคมสิ่งมีชีวิต (González & Holtmann-Ahumada, 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ความหนาแน่นของมนุษย์จะส่งผลให้ความต้องการการใช้น้ำเพิ่มขึ้นไปเร่งภาวะการขาดแคลนน้ำจืดนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้งด้านทรัพยากร (Diop & Scheren, 2016; Lin et al., 2013; Lins-de-Barros, 2017; Monprapussorn, 2017) ซึ่งเมื่อปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงทะเลลดลง มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศน้ำกร่อยบริเวณปากแม่น้ำ (Azevedo, Duarte, & Bordalo, 2008; Fan et al., 2017; Lill et al., 2013; Pinto et al., 2014) เมืองชายฝั่งทะเลหลายแห่งมีความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง น้ำท่วม และน้ำเค็มรุกล้ำ (Lins-de-Barros, 2017; Saraswat et al., 2016)

ระบบนิเวศชายฝั่งลดประมาณ คุณภาพ และประสิทธิการบริการลงอย่างมากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมือง (Camacho-Valdez et al., 2014; Haas & Ban,

2014; Huang et al., 2012; Khamis et al., 2017; Lin et al., 2013; Mendoza-González et al., 2012; Monprapussorn, 2017; Pinto et al., 2014)

4.3.2.3 การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ (waterway modification)

ทางน้ำไหลเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญในการประกอบขึ้นเป็นภูมิทัศน์ โดยมีโครงสร้างและบทบาทหน้าที่สัมพันธ์กับระบบนิเวศที่เชื่อมต่อกัน มีลักษณะเป็นพลวัตเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Wiens, 2002) การพัฒนาพื้นที่ทำให้ลำน้ำบางส่วนถูกทำลายและเปลี่ยนแปลงสภาพไป (Carey et al., 2011) ซึ่งสามารถแบ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางน้ำได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

- การปรับเปลี่ยนรูปแบบทางกายภาพของทางน้ำ
- การก่อสร้างโครงสร้างแข็งในลำน้ำ
- การรุกล้ำขอบน้ำ

การปรับเปลี่ยนรูปแบบทางกายภาพของทางน้ำสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท; 1) การถม 2) การลดขนาดลำน้ำ 3) การเปลี่ยนแปลงขอบตลิ่งและท้องน้ำ (Davivongs, Yokohari, & Hara, 2012) รวมถึงการขุดลอก ซึ่งเป็นวิธีทางวิศวกรรมโดยเพิ่มความกว้างหรือความลึกของลำน้ำ เพื่อเพิ่มความสามารถในการรองรับการไหลของน้ำ (Airoldi et al., 2016; Berry et al., 2014; Chen et al., 2012; Wang et al., 2015) การรื้อทำลายคันคลองตามธรรมชาติ และปรับรูปแบบตลิ่ง (Mah & Bustami, 2011)

การเปลี่ยนแปลงทางน้ำโดยการขุดลอกตะกอนและพืชน้ำ เป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของระบบนิเวศในน้ำ (Halpern et al., 2007; Olds et al., 2018) การขุด ถม เปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของทางน้ำเป็นการทำลายกระบวนการทำงานของระบบนิเวศ การปรับเส้นทางน้ำให้ตรงเป็นการเร่งความเร็วให้น้ำไหลแรงขึ้น เช่นเดียวกับการก่อสร้างขอบตลิ่งที่เปลี่ยนทิศทางและความเร็วของน้ำ (Airoldi et al., 2016; Carey et al., 2011; Elmore & Kaushal, 2008; Mah & Bustami, 2011) กระบวนการการขุดลอกแม่น้ำตักตะกอนท้องน้ำขึ้นเป็นการกวนตะกอนให้ลอย สารปนเปื้อนกระจายตัว (Airoldi et al., 2016) ตะกอนที่ลอยตัวอยู่ในน้ำเพิ่มความขุ่น แสงส่องลงในน้ำได้น้อยลง มีผลต่อพืชและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ตะกอนที่พัดพามากับน้ำมาทับถมทำให้ท้องน้ำตื้นเขิน (Elmore & Kaushal, 2008; Tsatsaros et al., 2013) ทำลายแหล่งอาศัยและวางไข่ของสัตว์น้ำ ลดความหลากหลายของสายพันธุ์ (Airoldi et al., 2016) การที่พืชน้ำและพืชชายน้ำถูกทำลายเป็นการลดความสามารถในการดูดซึมสารอาหารส่วนเกินในระบบ คุณภาพน้ำในลำน้ำลดลง ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และชายน้ำลดลง (Carey et al., 2011; Elmore & Kaushal, 2008)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ทางน้ำธรรมชาติในเมืองมากมายได้รับการพัฒนาเป็นทางน้ำประดิษฐ์ (Carey et al., 2011; Huang et al., 2012) และก่อสร้างตลิ่งแบบดาดแข็ง (Armendáriz et al., 2017; Enwright et al., 2016; Mah & Bustami, 2011) เมืองหลายเมืองดาดตลิ่งด้วยคอนกรีตเพิ่มความจุลำน้ำเพื่อรองรับน้ำท่วม (Kondolf et al., 2553) พนังคอนกรีตหรือเขื่อนริมตลิ่งเหล่านี้ทำให้ลำน้ำแคบลง อย่างไรก็ตามตัวอย่างในการปรับเปลี่ยนโครงข่ายน้ำที่สำคัญที่สุดโดยมนุษย์คือการก่อสร้างเขื่อนกั้นน้ำ

เขื่อนและอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนสร้างขึ้นเพื่อรองรับความต้องการกักเก็บน้ำ และผลิตพลังงานที่เพิ่มมากจากการขยายตัวของเมือง (Azevedo et al., 2008; Dennison, 2008; Fang et al., 2018; Friess et al., 2016; Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) การก่อสร้างเขื่อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากต่อแม่น้ำและนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิงต่อระบบนิเวศทั้งลุ่มน้ำ (Armendáriz et al., 2017; Azevedo et al., 2008; Fang et al., 2018; Mah & Bustami, 2011) โครงสร้างของเขื่อนทำหน้าที่เป็นตัวกั้นการไหลของน้ำและตะกอน (Dupras, Parcerisas, & Brenner, 2016; Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) และยังกีดขวางไม่ให้ประชากรปลาอพยพย้ายถิ่นเพื่อวางไข่ หาอาหาร ตามฤดูกาล (Huang et al., 2012) การลดลงของปริมาณน้ำจากการปิดกั้นเขื่อนเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรุกล้ำของน้ำทะเลในช่วงน้ำทะเลหนุนสูง (Fang et al., 2018) การปล่อยน้ำจากเขื่อนด้วยปริมาณและความแรงเพิ่มอัตราการกัดเซาะตลิ่ง และพัดพาตะกอนลอยหลังเขื่อน (Mah & Bustami, 2011)

กิจกรรมของมนุษย์บริเวณต้นน้ำเพิ่มการปล่อยมลพิษ (Carey et al., 2011) และเพิ่มระดับสารอาหารส่วนเกินในน้ำที่อาจนำไปสู่ปัญหาน้ำเสีย ภาวะน้ำออกซิเจนต่ำ และปรากฏการณ์แพร่กระจายของสาหร่าย (Dennison, 2008) ซึ่งในที่สุดก็นำไปสู่การสูญเสียสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ การก่อสร้างเขื่อนริมตลิ่งขวางกั้นการไหลของน้ำ และขวางกั้นการดำรงชีวิตของสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ ทำให้ชนิดพันธุ์พื้นถิ่นที่เคยอาศัยอยู่ลดลงหรือหายไปจากระบบนิเวศ เมื่อระบบน้ำถูกเปลี่ยนแปลง ทางน้ำบางส่วนแห้งลง (Fang et al., 2018) และบางส่วนน้ำท่วมอย่างผิดฤดูกาล (Huang et al., 2012) ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและปากแม่น้ำที่ปลายน้ำจึงถูกกระทบอย่างหนักเนื่องจากเชื่อมต่อโดยตรงกับทางน้ำ (Estes et al., 2015) นำไปสู่การสูญเสียการทำงานของระบบนิเวศ เช่น ความจุในการเก็บน้ำลดลง (Carey et al., 2011; Huang et al., 2012) ระดับน้ำใต้ดินลดลง (Carey et al., 2011; Fang et al., 2018) และความสามารถในการกรองทางชีวภาพลดลง (Armendáriz et al., 2017) การสูญเสียระบบนิเวศทางน้ำ มีผลต่อการอยู่อาศัยของสิ่งชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำและบริเวณชายฝั่งที่เชื่อมต่อกัน (Armendáriz et al., 2017; Carey et al., 2011; Mah & Bustami, 2011) สูญเสียแหล่งอาหารและวางไข่สำหรับนก (Huang et al., 2012) และความมากชนิดทางชีวภาพทาง

ทะเลลดลง (Mah & Bustami, 2011) มีผลกระทบเชิงลบต่อเศรษกิจสังคม และวัฒนธรรมของชุมชนพื้นถิ่น (Huang et al., 2012)

ปัญหาอีกประการที่ปรากฏบริเวณชายฝั่งทะเลคือการชะล้างขยะและมลพิษจากพื้นที่อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และเมือง ลงแหล่งน้ำและพัดพาลงสู่ทะเล ทั้งสารอาหาร มลพิษ เศษขยะ ตะกอน จากพื้นที่เกษตรและพื้นที่เมืองที่ตั้งอยู่ติดทางน้ำไหล (Mah & Bustami, 2011; Santos, Friedrich, & Ivar do Sul, 2009; Wilson, Mugerauer, & Klinger, 2015) น้ำผิวดินที่ไหลจากพื้นที่เมืองจะมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสูง (Battiata et al., 2553) และเพิ่มศักยภาพการกัดเซาะมากขึ้น (Mah & Bustami, 2011) น้ำที่ไหลจากพื้นที่ห่างไกลชายฝั่งสามารถส่งผลให้ระดับตะกอน ระดับมลพิษ และปริมาณขยะในทะเลสูงขึ้นได้ (Carey et al., 2011; Leight et al., 2011; Santos et al., 2009) ซึ่งมีผลทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศชายฝั่งทั้งกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในทะเล (Leight et al., 2011; Mah & Bustami, 2011)

4.3.2.4 การก่อสร้างบนชายฝั่ง (coastal structure or construction)

สิ่งก่อสร้างบนชายฝั่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

- โครงสร้างเพื่อป้องกันชายฝั่ง
- ระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวก

การกัดเซาะชายฝั่งและการทรุดตัวของแผ่นดินทำให้เกิดการก่อสร้างโครงสร้างเพื่อป้องกันและคงสภาพแนวชายฝั่ง ตามแนวชายฝั่งในเขตเมืองมีโครงสร้างหลากหลายชนิด เช่น โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะและป้องกันน้ำท่วม เขื่อนสลายกำลังคลื่น (breakwater) และกำแพงกันคลื่น (seawalls) เขื่อนดักตะกอน (groin) เขื่อนหินทิ้ง (revetment) และแนวหินทิ้ง (riprap) เป็นต้น

มนุษย์สร้างโครงสร้างบริเวณชายฝั่งหรือแนวชายฝั่งเทียม เพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้กับแนวชายฝั่งและรักษาสิ่งก่อสร้างบนฝั่งไม่ให้พังทลายลง โดยใช้วัสดุและรูปแบบโครงสร้างที่หลากหลาย เช่น หิน ไม้ เหล็ก คอนกรีต โดยสร้างแบบตั้งฉากหรือขนานไปกับแนวชายฝั่ง โครงสร้างออกแบบเพื่อกั้นขวางการเคลื่อนที่ของน้ำ ตะกอน และสิ่งมีชีวิตระหว่างบกและทะเล (Aguilera, 2017) ดังนั้นการก่อสร้างโครงสร้างบริเวณชายฝั่งทะเลนี้ จึงเป็นการกั้นขวางระบบธรรมชาติและเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อระบบนิเวศ ซึ่งเร่งอัตราการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากการกั้นขวางการสะสมตัวของตะกอน (Airoldi et al., 2016) การก่อสร้างกำแพงกันคลื่น พนัง กำแพงปากแม่น้ำ (jetties) และเขื่อนดักตะกอน เป็นการปิดกั้นอิทธิพลของน้ำขึ้นลงและมีผลโดยตรงต่อการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (Wu et al., 2018) โครงสร้างกำแพงกันคลื่นทำให้ป่าชายเลนและระบบนิเวศทางทะเลถูกตัดขาดเป็นผืนขนาดเล็ก และมีลักษณะแคบลง (Aguilera, 2017; Heatherington & Bishop, 2012)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โครงสร้างมักจะรบกวนต่อพลวัตของระบบ และปิดกั้นการเคลื่อนที่ของตะกอน ความเค็ม น้ำและสิ่งมีชีวิต รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมบนบกและทางทะเล (Hill, 2015; Kozlovsky & Grobman, 2017)

สิ่งก่อสร้างยังเป็นตัวกั้นขวาง เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนย้ายถิ่นของระบบนิเวศขึ้นฝั่ง (landward migration) (Enwright et al., 2016) จากการที่ชายฝั่งถอยร่นขึ้นบกจากน้ำทะเลที่สูงขึ้น แต่ถูกขวางด้วยโครงสร้างชายฝั่ง ระบบนิเวศชายฝั่งจึงเลี่ยงที่จะถูกทำลายและสูญเสียไป (Luisa-Martínez et al., 2014) ทำให้เกิดการสูญเสียและการเปลี่ยนแปลงถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดิน ชักนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ลดความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศจากการถูกรบกวน (Aguilera, 2017; Airoldi et al., 2016; Lucrezi et al., 2009)

นอกจากนี้โครงสร้างชายฝั่งยังทำลายชายหาดที่เป็นพื้นที่ทางสังคมวัฒนธรรม ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตชุมชน และพื้นที่สาธารณะเพื่อการสันทนาการและการท่องเที่ยว (Aguilera, 2017; Kozlovsky & Grobman, 2017) อีกทั้งยังเกิดผลกระทบเชิงลบด้านทัศนียภาพชายฝั่งอีกด้วย (Felix et al., 2016).

ระบบสาธารณูปโภคและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการคมนาคมขนส่ง เช่น ถนน ทางเดินเท้า และการพัฒนาอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงกับทางสัญจรการเข้าถึงชายฝั่ง มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว (Chen & Hu, 2015; Khamis et al., 2017; Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) ความหนาแน่นของกิจกรรมชายฝั่ง การขยายตัวของโครงสร้างพื้นฐานทางทะเลและชายฝั่ง รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการท่องเที่ยวตามแนวชายฝั่ง เช่น ท่าเรือ ที่จอดเรือ ก่อให้เกิดความกดดันสูงต่อระบบนิเวศชายฝั่ง (Airoldi et al., 2016; Brady & Boda, 2017; Mayer-Pinto et al., 2018; Mercader et al., 2017; Waltham & Sheaves, 2015; Wilson et al., 2015)

สิ่งอำนวยความสะดวกเหล่านี้เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมเศรษฐกิจและการท่องเที่ยวชายฝั่ง ในขณะเดียวกันก็ทำให้ภูมิทัศน์ชายฝั่งถูกตัดขาดจากกัน นำไปสู่ผลกระทบของระบบนิเวศที่ยากต่อการฟื้นฟู (Bi et al., 2011) โครงสร้างหล่านี้ถูกสร้างขึ้นแทนที่ระบบนิเวศทางธรรมชาติ ทำให้พื้นที่หาดและพื้นที่ชุ่มน้ำถูกทำลาย และมีผลกระทบต่อเนื่องต่อระบบที่เกี่ยวข้อง การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลและชายฝั่ง (Wu et al., 2017) รบกวนการเชื่อมต่อของสิ่งชีวิตโดยการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบทางธรรมชาติของแหล่งที่อยู่อาศัย (Khamis et al., 2017; Wilson et al., 2015; Wu et al., 2017) ความสามารถในการผลิตของระบบนิเวศในทะเลจะลดลง จากการขาดตะกอนและสารอาหารจากฝั่ง (Muñoz-Vallés & Cambrollé, 2014) เปลี่ยนแปลงรูปแบบทางกายภาพทางน้ำ การไหลของน้ำและตะกอน (Bishop et al., 2017)

เปลี่ยนแปลงสัณฐานและลักษณะทางกายภาพของชายฝั่ง ได้แก่ ความชัน ความลึก โครงสร้างบังแสง วัสดุ พื้นผิวของโครงสร้าง (Karstens et al., 2016) การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบทางเคมีและทางชีวภาพของระบบนิเวศ เงาโครงสร้างบดบังแสงและความลึกของท่าเรือตามแนวชายฝั่งที่ถูกพัฒนากระทบต่อรูปแบบการย้ายถิ่นของลูกปลา (Heery et al., 2017; Wilson et al., 2015)

การเติบโตของกิจกรรมการท่องเที่ยวกับการจัดการที่ไม่มีประสิทธิภาพ อาจทำให้เกิดปัญหาอื่นต่อระบบนิเวศในวงกว้าง เช่น การทิ้งสมอเรือ การขุดลอกทางน้ำ น้ำมันรั่ว ขยะและน้ำเสีย (Khamis et al., 2017; Wu et al., 2017) โครงสร้างสำหรับการคมนาคมขนส่งและการท่องเที่ยวชายฝั่ง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อชุมชนท้องถิ่น จากการลดลงของทรัพยากร การเปลี่ยนแปลงสังคมเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และวิถีการดำเนินชีวิต จนอาจนำไปสู่ความขัดแย้งระหว่างชุมชนท้องถิ่นและผู้มาใหม่ (Khamis et al., 2017)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-2 การบริการระบบนิเวศ ก่อนและหลัง ***"การเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นที่ชายฝั่ง"***

การบริการ	ระบบนิเวศดั้งเดิม	ระบบนิเวศหลังการเปลี่ยนแปลงสัณฐาน
PROVISIONING SERVICES		
แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ	เป็นแหล่งอาหาร	สูญเสียแหล่งที่อยู่สิ่งมีชีวิต ป่าชายเลน หาดเลน และปริมาณสัตว์ที่เป็นอาหารของมนุษย์ลดลง
REGULATING SERVICES		
บรรยากาศและลม	เนินทรายและพืชปกคลุม บรรเทาแรงลม	ทิศทางและความเร็วลมบนชายฝั่งเปลี่ยน เร่งให้เกิดการพังทลายโดยลม
น้ำ	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งกรองตะกอนและสารอาหารส่วนเกินก่อนลงสู่ทะเล	เปลี่ยนแปลงการไหลของกระแสน้ำ เพิ่มความขุ่นในน้ำ คุณภาพน้ำทางเคมีและชีวภาพลดลง
การพังทลายของดิน	พื้นปกคลุมหน้าดินมีการสะสะตัวของเนินทรายและชายหาด สมดุลพลวัต	เสถียรภาพของเนินทรายชายฝั่งถูกทำลาย การสะสมตัวของตะกอนทรายชายหาดลดลง เกิดการพังทลายของเนินทรายและหาดทรายชายฝั่ง
ภัยธรรมชาติ	เนินทรายและป่าชายฝั่งบรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ	ลดประสิทธิภาพการป้องกันบรรเทาภัยทางธรรมชาติ
SUPPORTING SERVICES		
วัฏจักรสารอาหาร แหล่งผลิต	แหล่งผลิตขั้นปฐมภูมิ ที่ส่งต่อสารอาหารและพลังงานในระบบผ่านห่วงโซ่อาหาร มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	สูญเสียแหล่งอยู่อาศัยระบบนิเวศเนินทราย หาด หญ้าทะเล ปะการัง ทำลายความหลากหลายของพืชพื้นถิ่นที่ปกคลุมเนินทรายและชายหาด สูญเสียความหลากหลาย ความมากชนิด (species richness) ลดความสามารถในการย้ายถิ่น (refugia capacity) เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสังคมสิ่งมีชีวิตบนหาด และการลดลงของสิ่งมีชีวิตทำลายห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนพลังงานในระบบ ทำลายแหล่งวางไข่ของสัตว์น้ำ
CULTURAL SERVICES		
นันทนาการการท่องเที่ยว	ระบบทางธรรมชาติมีความสวยงาม	สุนทรียภาพทางการมองเห็นในกิจกรรมการท่องเที่ยวอีกด้วย

ตารางที่ 4-3 การบริการระบบนิเวศชายฝั่ง ก่อนและหลัง ***"การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน"***

การบริการ	ระบบนิเวศดั้งเดิม	ระบบนิเวศหลังการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน
PROVISIONING SERVICES		
แหล่งอาหาร น้ำ	ระบบนิเวศชายฝั่งหลากหลาย	พืชพรรณทางธรรมชาติและพื้นที่เกษตรกรรมถูกทำลายเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำลดลง
REGULATING SERVICES		
บรรยากาศและลม	พืชปกคลุมดินชะลอความรุนแรงของลมและบรรเทาความร้อนที่พื้นผิว	ทิศทางและความเร็วของคลื่นลมชายฝั่งเปลี่ยนแปลงมีผลต่อเสถียรภาพของแนวชายฝั่ง และเพิ่มอัตราการพัดพาของตะกอนชายฝั่ง เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง อาคารสูงบนพื้นที่ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงทิศทางและความแรงของลม และรูปแบบฝน
น้ำ	พืชปกคลุมดินช่วยบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม ชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมปริมาณสารอาหารและตะกอนในลุ่มน้ำ	การเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยา ความถี่ในการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น คุณภาพน้ำลดลง พื้นที่ดาดแข็งปิดกั้นการไหลของน้ำลงดิน ทำให้น้ำฝนและน้ำผิวดินไม่สามารถแทรกซึมและลงไปเติมน้ำบาดาลตามวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติได้ ความสามารถในการรับน้ำของแม่น้ำลำคลอง และความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากมลพิษ น้ำเสีย ขยะปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ผิวดินที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจากความร้อนที่สะสมในพื้นผิววัสดุ จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง
การพังทลายของชายฝั่ง	ชายฝั่งทะเลและตลิ่งริมน้ำมีเสถียรภาพจากพืชคลุมดิน	ความสามารถในการสลายกำลังคลื่นซัดฝั่ง ลดความมั่นคงของแนวชายฝั่ง และเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากพายุ และสึนามิ
ดิน	คุณภาพดีมีการไหลเวียนน้ำและอากาศ	ปิดกั้นการไหลเวียนอากาศและน้ำในดิน ทำให้รากต้นไม้ขาดอากาศ
สิ่งมีชีวิต	แหล่งที่อยู่ แหล่งอาหาร เพาะพันธุ์ อนุบาล ของสัตว์พื้นถิ่นและอพยพ	สูญเสียแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์ทะเล และเป็นแหล่งที่อาศัยสำหรับนกอพยพ และแหล่งที่อยู่ของชนิดพันธุ์พื้นถิ่น ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พื้นถิ่นลดลง
ภัยธรรมชาติ	พืชปกคลุมดินบรรเทาผลกระทบจากภัยธรรมชาติ	ความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง น้ำท่วม และน้ำเค็มรุกล้ำ
SUPPORTING SERVICES		
วัฏจักรสารอาหาร	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน กรองสารอาหารส่วนเกิน	สูญเสียความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน ลดความสามารถในการสะสมธาตุอาหารในระบบ
CULTURAL SERVICES		
นันทนาการ การท่องเที่ยว วิถีชีวิตชุมชน	เป็นแหล่งสำคัญในการดำรงชีวิตของชุมชนชายฝั่ง	วัฒนธรรมและเศรษฐกิจดั้งเดิมถูกเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป และจะส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4-4 การบริการระบบนิเวศชายฝั่ง ก่อนและหลัง ***"การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ"***

การบริการ	ระบบนิเวศดั้งเดิม	ระบบนิเวศหลังการเปลี่ยนแปลงทางน้ำ
PROVISIONING SERVICES		
แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ	ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งอาหารและน้ำ	ลำน้ำบางส่วนถูกถมและทำให้แห้ง โดยเฉพาะลำน้ำสาขาขนาดเล็ก สัตว์น้ำและชายน้ำที่เป็นอาหารชุมชนลง
REGULATING SERVICES		
น้ำ	การไหลเวียนของน้ำตามฤดูกาล น้ำในลำน้ำมีคุณภาพดี สามารถกักเก็บน้ำในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ	การเร่งความเร็วให้น้ำไหลแรงขึ้น เปลี่ยนทิศทางและความเร็วของน้ำ กวนตะกอนให้ลอย สารปนเปื้อนกระจายตัว แสงส่องลงในน้ำได้น้อยลง มีผลต่อพืชและสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ตะกอนที่พัดพามากับน้ำมาทับถมทำให้ท้องน้ำตื้นเขิน การปิดกั้นลำน้ำทำให้เกิดการรุกล้ำของน้ำทะเลในช่วงน้ำทะเลหนุนสูง น้ำท่วมน้ำแล้งอย่างผิดฤดูกาล ความสามารถในการกักเก็บน้ำของระบบลดลง
การพังทลายของดิน	ตลิ่งชายน้ำมีเสถียรภาพ	ปริมาณและความแรงเพิ่มอัตราการกัดเซาะตลิ่ง และพัดพาตะกอนลอยหลังเขื่อน
กรองและบำบัดของเสีย	พืชชายน้ำกรองตะกอนและสารอาหารส่วนเกินได้อย่างมีประสิทธิภาพ	ลดความสามารถในการดูดซึมสารอาหารส่วนเกินในระบบ คุณภาพน้ำในลำน้ำลดลง ความสามารถในการกรองทางชีวภาพลดลง ประสิทธิภาพของการทำงานของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และชายน้ำลดลง
สิ่งมีชีวิต	ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายของสิ่งมีชีวิตตามฤดูกาล	กีดขวางไม่ให้ประชากรปลาอพยพย้ายถิ่นเพื่อวางไข่ หาอาหาร ตามฤดูกาล
มลพิษ	ไม่มีขยะและมลพิษปนเปื้อนในแหล่งน้ำ	การชะล้างขยะและมลพิษจากพื้นที่อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และเมือง ลงแหล่งน้ำและพัดพาลงสู่ทะเล ทั้งสารอาหาร มลพิษ เศษขยะ ตะกอน จากพื้นที่เกษตรและพื้นที่เมืองที่ตั้งอยู่ติดทางน้ำไหล
SUPPORTING SERVICES		
วัฏจักรสารอาหาร แหล่งผลิต	มีการหมุนเวียนน้ำ พลังงาน สารอาหารอย่างสมดุล	กั้นการไหลของน้ำและตะกอน การขุดลอกลำน้ำทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของระบบนิเวศในน้ำ และพืชชายน้ำ สูญเสียแหล่งอาศัย แหล่งอาหารและวางไข่ของสัตว์น้ำ และนก ลดความหลากหลายของสายพันธุ์ และความมากชนิดทางชีวภาพทางทะเลลดลง
CULTURAL SERVICES		
นันทนาการการท่องเที่ยววิถีชีวิตชุมชน	ชุมชนสามารถดำรงชีวิตได้อย่างยั่งยืน	เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศชายฝั่งทั้งกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในทะเล มีผลกระทบเชิงลบต่อเศรษกิจสังคม และวัฒนธรรมของชุมชนพื้นถิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-5 การบริการระบบนิเวศชายฝั่ง ก่อนและหลัง ***"การก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่ง"***

การบริการ	ระบบนิเวศดั้งเดิม	ระบบนิเวศหลังการก่อสร้างบนชายฝั่ง
PROVISIONING SERVICES		
แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ	อุดมสมบูรณ์ แหล่งอาหารชุมชน	แหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตถูกแทนที่ด้วยโครงสร้างชายฝั่ง
REGULATING SERVICES		
น้ำ	น้ำขึ้นลง หมุนเวียนตามธรรมชาติ	ปิดกั้นอิทธิพลของน้ำขึ้นลงและมีผลโดยตรงต่อการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง
การพังทลายของชายฝั่ง	มีการสะสมตะกอนชายฝั่งมีเสถียรภาพ	เร่งอัตราการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากการกั้นขวางการสะสมตัวของตะกอน ขาดตะกอนและสารอาหารจากฝั่ง
กรองและบำบัดของเสีย	พื้นที่ชุ่มน้ำและพืชชายฝั่งทำหน้าที่กรองตะกอนและสารอาหารส่วนเกิน	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งเสื่อมโทรม ความสามารถในการกรองของเสียลดลง
สิ่งมีชีวิต	มีแหล่งอาศัยที่หลากหลาย	ป่าชายเลนและระบบนิเวศทางทะเลถูกตัดขาดเป็นผืนขนาดเล็ก และแคบลง เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนย้ายถิ่นของระบบนิเวศขึ้นฝั่งจากการที่ชายฝั่งถอยร่นขึ้นบกจากน้ำทะเลที่สูงขึ้น สูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดิน ชักนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ลดความสามารถในการฟื้นตัวของระบบนิเวศจากการถูกรบกวน
ภัยธรรมชาติ	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งบรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ	เร่งให้เกิดการพังทลายของชายฝั่งอย่างรุนแรงในบริเวณกว้างขึ้น
SUPPORTING SERVICES		
วัฏจักรสารอาหาร	มีการหมุนเวียนสารอาหาร น้ำ พลังงาน	กั้นขวางระบบธรรมชาติและเปลี่ยนแปลงการเชื่อมต่อระบบนิเวศ ปิดกั้นการเคลื่อนที่ของตะกอน ความเค็ม น้ำท่วม และสิ่งมีชีวิต สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเลและชายฝั่ง
แหล่งผลิต	ตามแนวชายฝั่งน้ำตื้นเป็นแหล่งผลิต แหล่งอาหาร เพาะพันธุ์ อนุบาล และเส้นทางอพยพของสัตว์น้ำ	เปลี่ยนแปลงรูปแบบทางกายภาพทางน้ำ การไหลของน้ำและตะกอน เปลี่ยนแปลงสัณฐานและลักษณะทางกายภาพของชายฝั่ง ได้แก่ ความชัน ความลึก โครงสร้างบังแสง วัสดุ พื้นผิวของโครงสร้าง เงาโครงสร้างบดบังแสงและความลึกของท่าเรือตามแนวชายฝั่งที่ถูกพัฒนากระทบต่อรูปแบบการย้ายถิ่นของลูกปลา
CULTURAL SERVICES		
นันทนาการ การท่องเที่ยว วิถีชีวิตชุมชน	ชุมชนมีชายหาดเป็นแหล่งหากิน จอดเรือ และพื้นที่นันทนาการชุมชน	ทำลายชายหาดที่เป็นพื้นที่ทางสังคมวัฒนธรรม ที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตชุมชน และพื้นที่สาธารณะเพื่อการสันทนาการและการท่องเที่ยว เกิดผลกระทบเชิงลบด้านทัศนียภาพชายฝั่ง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อชุมชนท้องถิ่น จากการลดลงของทรัพยากร การเปลี่ยนแปลงสังคมเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และวิถีการดำเนินชีวิต จนอาจนำไปสู่ความขัดแย้งระหว่างชุมชนท้องถิ่นและผู้มาใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.3 การกระจายตัวของกิจกรรมชายฝั่งทะเล

กิจกรรมมนุษย์เป็นตัวการสำคัญที่เปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ชายฝั่งทะเลในหลากหลายรูปแบบ และตำแหน่งที่แตกต่างกันจากบนพื้นดิน ชายฝั่ง ลงสู่ทะเล ดังแสดงในภาพที่ 4-6

4.3.3.1 กิจกรรมบนผืนแผ่นดิน

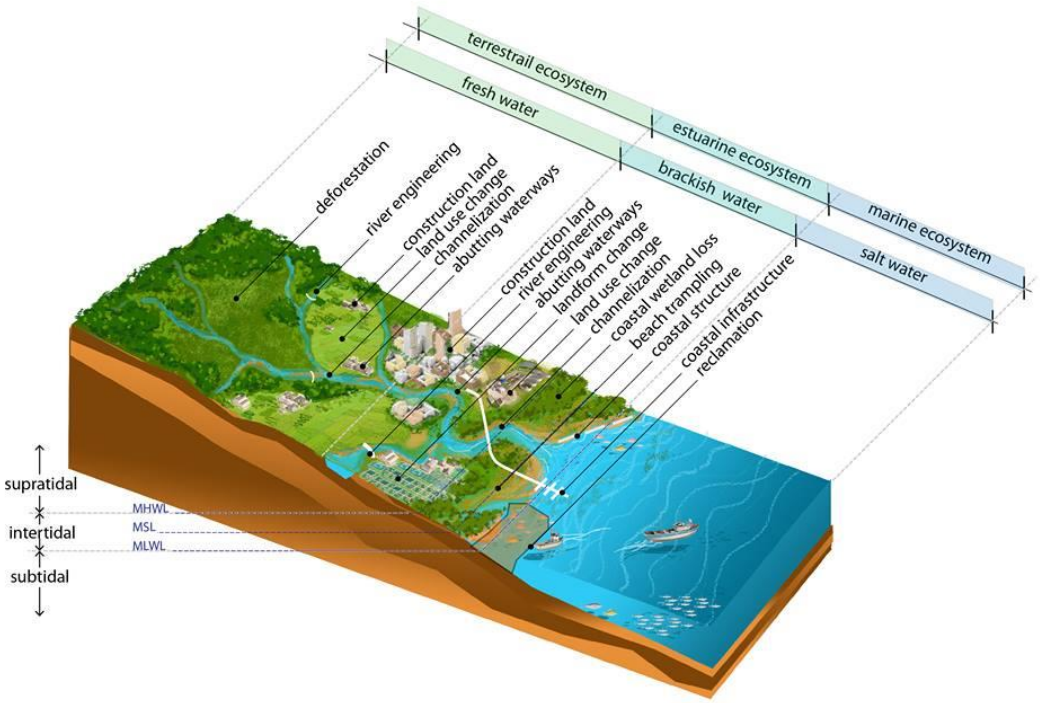
การศึกษาส่วนนี้ รวบรวมและจำแนกลักษณะทางกายภาพที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปจากการกระทำของมนุษย์ และพบว่ากิจกรรมเกือบทั้งหมดเกิดขึ้นบนผืนแผ่นดิน และเกี่ยวเนื่องกับการขยายตัวของเมืองชายฝั่ง มีหลักฐานงานวิจัยมากมายที่สนับสนุนว่าองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นภัยคุกคามหลักต่อการสูญเสียและการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศชายฝั่ง ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินบริเวณชายฝั่ง ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญต่อระบบนิเวศเนินทรายชายฝั่ง (Airoldi et al., 2016; González & Holtmann-Ahumada, 2017;) หาดโคลน (Bernardino et al., 2015; Cao et al., 2017; Lee et al., 2014) พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (Li et al., 2014; Wilson et al., 2015) ป่าชายเลน (Hauser et al., 2017; Thiagarajah et al., 2015) และป่าชายหาด (Schlacher & Thompson, 2012) มนุษย์เปลี่ยนแปลงพื้นผิวธรรมชาติสู่พื้นผิวเมืองด้วยการดาดวัสดุแข็ง ทำให้ระบบนิเวศสูญเสียความสามารถในการฟื้นฟูตัวเองจากกระบวนการทดแทน การก่อสร้างโครงสร้างลงบนพื้นที่ชายฝั่ง ทั้งในเขตพื้นที่เหนือน้ำทะเล (supratidal zone) ในเขตน้ำขึ้นลง (intertidal zone) และ ในเขตใต้ระดับน้ำทะเลต่ำสุด (subtidal zone) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่งผ่านการปิดกั้นระบบการไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงตะกอน สารอาหาร และการปนเปื้อนมลพิษ ผลกระทบหลายอย่างของ การรุกล้ำเมืองบนภูมิทัศน์ชายฝั่ง สามารถส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับโลก

4.3.3.2 กิจกรรมมนุษย์หนาแน่นบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง

ในลุ่มน้ำชายฝั่งจากภูเขาสู่มหาสมุทร สามารถแบ่งแหล่งที่อยู่อาศัยได้ 3 ประเภทตามลักษณะทางเคมีของน้ำผิวดินและระบบนิเวศที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระบบนิเวศน้ำจืด ระบบนิเวศน้ำกร่อย และระบบนิเวศน้ำเค็ม ขอบเขตทางนิเวศระหว่าง 3 ระบบนั้นไม่ชัดเจน เป็นการไล่ระดับความเปลี่ยนแปลงด้านสภาพสิ่งแวดล้อมและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต

เขตชายฝั่งทะเลครอบคลุมพื้นที่ส่วนน้อยของพื้นผิวของโลก แต่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่จากการรบกวนของมนุษย์มากที่สุดจากการทบทวนวรรณกรรม การกระจายตัวของการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ชายฝั่งทะเลพบมากที่สุดบริเวณใกล้ชายฝั่ง หรือบริเวณระบบนิเวศน้ำกร่อย (ภาพที่ 4-6)

รูปแบบการเปลี่ยนแปลงทั้ง 4 ลักษณะ การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ และ การก่อสร้างบนชายฝั่ง เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ราบใกล้ชายฝั่งตามมาด้วยพื้นที่บนฝั่งห่างขึ้นไปบนแผ่นดินหรือส่วนที่เป็นระบบนิเวศน้ำจืด จากการตัดถางป่า การเปลี่ยนแปลงพืชปกคลุมดิน และการก่อสร้างในทางน้ำ การตัดไม้ทำลายป่าและเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลมดินทำให้ระบบนิเวศบนบกเสื่อมสภาพลง เนื่องจากเป็นการทำลายแหล่งน้ำจืด สารอาหาร ตะกอน (Hong et al., 2553) และอินทรียวัตถุ (Careddu et al., 2015) การเปลี่ยนแปลงบางส่วนเกิดขึ้นในทะล ได้แก่ โครงสร้างชายฝั่ง การถมทะเลและการสร้างเกาะเทียม ซึ่งเป็นการเปลี่ยนรูปทรงของแนวชายฝั่งโดยตรงและทำลายระบบนิเวศในทะเล



ภาพที่ 4-6 การกระจายตัวของกิจกรรมมนุษย์หนาแน่นบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง

ภูมิทัศน์ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันแต่มีความเชื่อมโยงกันโดยระบบน้ำ และพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ต่อเนื่องจากบนที่สูงลงสู่ที่ราบชายฝั่งและทะเล อาจเป็นการเพิ่มหรือลดการแพร่กระจายของการรบกวนโดยมนุษย์ ผ่านการหมุนเวียนพลังงาน น้ำ ตะกอน และอินทรียวัตถุ ข้ามขอบเขตทางนิเวศ และการเชื่อมโยงนี้ นำไปสู่ความอุดมสมบูรณ์และผลิตผลมากมายจากระบบนิเวศทางทะเล ร้อยละ 80 ของมลพิษทั้งหมดในระบบนิเวศทางทะเลมาจากกิจกรรมบนฝั่ง ผ่านการไหลของน้ำผิวดิน และการระบายน้ำเสียที่ไม่ได้ผ่านการบำบัด (UN, 2017) เกิดปรากฏการณ์ธาตุอาหารส่วนเกินที่ไหลลงทะเลและการแพร่กระจายของสาหร่าย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดจะไปมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ห่วงโซ่อาหาร โครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ รวมทั้งกิจกรรมการดำรงชีวิต กิจกรรมประมง การท่องเที่ยว และคุณค่าโดยรวมของการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง

4.4 บทสรุป

การสังเคราะห์วรรณกรรมแบบแผนผังระบบ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการค้นคว้าหลักฐานทางวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง กับหัวข้อหรือคำถามที่น่าสนใจในการศึกษาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การทบทวนนี้ รวบรวม อธิบาย แบ่งหมวดหมู่ และสรุปสถานะของข้อมูลตามหลักฐานในปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบของเมืองต่อระบบนิเวศชายฝั่ง จากบทความผ่านกระบวนการคัดสรรอย่างเป็นระบบ ระบุได้ว่ากิจกรรมมนุษย์เป็นแรงกดดันหลักต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง และเชื่อมโยงไปถึงผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง สามารถจำแนกลักษณะทางกายภาพของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยกิจกรรมมนุษย์ ได้ออกเป็น 4 รูปแบบได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางน้ำ และการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่ง ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างของระบบนิเวศชายฝั่งเปลี่ยนแปลงและลดประสิทธิภาพการทำงานของภูมิทัศน์ชายฝั่ง ทั้งสภาพแวดล้อมบรรยากาศ ระบบน้ำ ดินตะกอนและวัตถุ สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และมนุษย์ในรูปแบบการบริการระบบนิเวศ

พื้นผิวโลกมากกว่า 75% ถูกทำลายและถูกใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ชายฝั่ง (Ellis & Ramankutty, 2008; Hooke & Martín-Duque, 2012) และการคุกคามต่อสภาพแวดล้อมชายฝั่งจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเจริญเติบโตอุตสาหกรรมและการขยายตัวของเมืองที่ไม่ได้มีการจัดการที่ดี ซึ่งกิจกรรมมนุษย์เปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ชายฝั่งทะเลในรูปแบบตำแหน่งแตกต่างกัน การสูญเสียและการเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งเป็นผลมาจากกิจกรรมบนฝั่ง กระบวนการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่ง ถูกเปลี่ยนโดยกิจกรรมมนุษย์ และประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่งหลังการพัฒนาเป็นเมืองลดลงในทุกมิติ (ตารางที่ 4-2 ถึง ตารางที่ 4-5)

การพัฒนาเมืองอย่างไร้ทิศทาง ทำให้วัฒนธรรมและเศรษฐกิจดั้งเดิมถูกเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป (Frondoni et al., 2011; Khamis et al., 2017) และจะส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ (Ietto, Salvo, & Cantasano, 2014) เมืองชายฝั่งทะเลที่ขยายตัวโดยไม่มีการวางแผนเป็นภัยคุกคามสำคัญ ที่ทำให้เกิดการตัดขาดของภูมิทัศน์ และส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่งด้านอื่น ๆ (ตารางที่ 4-6) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดทิศทางการบริหารจัดการและกำหนดตัวชี้วัด ในการพัฒนาชายฝั่ง การรักษาหรือฟื้นฟูความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่ระบบนิเวศและแหล่งที่อยู่ทางธรรมชาติคงอยู่อย่างจำกัด การเข้าใจว่าภูมิทัศน์ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร และไปมีผลต่อโครงสร้าง และบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์อย่างไรนั้นจำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผนการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน ลดการสูญเสียและเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมชายฝั่ง จากการพัฒนาเมืองโดยไม่คำนึงถึงมูลค่าความเสียหายจากการลดลงของการบริการระบบนิเวศ (Piwowarczyk, Kronenberg, & Dereniowska, 2013) การทบทวนวรรณกรรมส่วนนี้มาสามารถไปประยุกต์ใช้กับการจัดการชายฝั่งอื่น ๆ เพื่อเป็นการสนับสนุนการวิเคราะห์และการจัดการการขยายเมืองบนพื้นที่ชายฝั่ง อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการแก้ปัญหาในบริบทของพื้นที่ที่เฉพาะเจาะจง ที่มีการปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ชายฝั่งในทางเหมาะสม ที่ระบบสามารถคงประสิทธิภาพ และรองรับความต้องการการขยายตัวของมนุษย์ บนระบบนิเวศชายฝั่งที่เปราะบางนี้ได้อย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4-6 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการขยายตัวของเมืองทำให้การบริการระบบนิเวศลดลง

การบริการ	ระบบนิเวศดั้งเดิม	ระบบนิเวศหลังการเปลี่ยนแปลง
PROVISIONING SERVICES		
แหล่งอาหาร แหล่งน้ำ	สามารถผลิตอาหารได้ปริมาณสูง และเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพ	ปริมาณผลผลิตจากธรรมชาติ และอาหารลดลง คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำลดลง
REGULATING SERVICES		
บรรยากาศและลม	ระบบนิเวศช่วยชะลอความรุนแรงของลม และบรรเทาความร้อนที่พื้นผิว	ทิศทางและความเร็วของคลื่นลมชายฝั่งเปลี่ยนแปลง เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง
คุณภาพน้ำ	ระบบนิเวศช่วยบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม ชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมปริมาณสารอาหารและตะกอนในลุ่มน้ำ	เปลี่ยนแปลงระบบน้ำ ปิดกั้นการไหลของน้ำลงดินและลงทะเล ทำให้น้ำฝนและน้ำผิวดินไม่สามารถแทรกซึมและลงไปเติมน้ำบาดาลตามวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติได้ ลดความสามารถในการรับน้ำ เพิ่มความถี่ในการเกิดน้ำท่วม คุณภาพน้ำลดลง น้ำผิวดินที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง
กรองและบำบัดของเสีย	ระบบนิเวศริมน้ำกรองตะกอนและสารอาหารส่วนเกิน	ลดความสามารถในการกรองและบำบัดน้ำ และความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากมลพิษ น้ำเสีย ขยะปนเปื้อนในแหล่งน้ำ
การพังทลายของชายฝั่ง	ชายฝั่งทะเลและตลิ่งริมน้ำมีเสถียรภาพจากพืชคลุมดิน	ลดเสถียรภาพของแนวชายฝั่ง และเพิ่มอัตราการพัดพาของตะกอนชายฝั่ง ลดความสามารถในการสลายกำลังคลื่นซัดฝั่ง ลดความมั่นคงของแนวชายฝั่ง
ดิน	คุณภาพดี มีการไหลเวียนน้ำและอากาศ สะสมอินทรียวัตถุเหมาะกับการดำรงชีวิต	สูญเสียหน้าดิน ลดการไหลเวียนอากาศ ลดประมาณความชื้นและน้ำในดิน
สิ่งมีชีวิต	แหล่งที่อยู่ แหล่งอาหาร เพาะพันธุ์ อนุบาล ของสัตว์พื้นถิ่นและอพยพ	สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย เพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์พื้นถิ่นและอพยพ สูญเสียความหลากหลาย ความมากชนิด ลดความสามารถในการย้ายถิ่น
ภัยธรรมชาติ	ระบบนิเวศบรรเทาผลกระทบจากภัยธรรมชาติ	ความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง น้ำท่วมและน้ำเค็มรุกล้ำ และเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากพายุและสึนามิ
SUPPORTING SERVICES		
วัฏจักรสารอาหาร	ระบบนิเวศชายฝั่งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน กรองสารอาหารส่วนเกิน	สูญเสียความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน ลดความสามารถในการสะสมธาตุอาหารในระบบ เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสังคมสิ่งมีชีวิต ทำลายห่วงโซ่อาหารและการหมุนเวียนพลังงานในระบบ
CULTURAL SERVICES		
นันทนาการ การท่องเที่ยว วิถีชีวิตชุมชน	เป็นแหล่งสำคัญในการดำรงชีวิตของชุมชนชายฝั่ง	วัฒนธรรมและเศรษฐกิจดั้งเดิมถูกเปลี่ยนแปลงส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ สูญเสียแหล่งท่องเที่ยว ทรัพยากรและสุนทรีภาพการท่องเที่ยว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาลเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาลเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน เพื่อตอบวัตถุประสงค์ที่ 2 ของงานวิจัย ในการวิเคราะห์แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่งทะเลอันดามันทั้ง 6 จังหวัด

ต่อเนื่องจากการวิจัยในบทที่ 4 ผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองต่อประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง อธิบายถึงรูปแบบการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพพื้นที่ชายฝั่ง 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ 2) การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน 3) การเปลี่ยนแปลงทางน้ำ และ 4) การก่อสร้างบนชายฝั่ง แต่ลักษณะเหล่านั้นบางอย่างไม่สามารถอ่านได้จากภาพถ่ายดาวเทียม เช่น การเปลี่ยนแปลงสัณฐานที่ดิน แต่เราสามารถแปลความจากการจำแนกภูมิทัศน์ได้ กล่าวคือ ภูมิทัศน์ธรรมชาติ (natural landscape) คือพื้นที่ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเลย ภูมิทัศน์เกษตรและนากุ้ง คือพื้นที่ที่ถูกปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ไปบางส่วน (modified landscape) พื้นที่แปลงเกษตรมีการปรับไถ เปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน แต่ไม่ได้เปลี่ยนระดับที่ดิน ในขณะที่นากุ้ง มีการขุดปรับระดับและถางพืชปกคลุมดินออก ซึ่งเมื่อไม่มีการใช้งานแล้ว กระบวนการทดแทนทางธรรมชาติ จะฟื้นฟูพื้นที่ให้กลับมามีพืชปกคลุมใกล้เคียงระบบเดิม ส่วนภูมิทัศน์เมืองคือภูมิทัศน์ที่ถูกปรับเปลี่ยนองค์ประกอบและคุณลักษณะทางกายภาพโดยสิ้นเชิง (highly modified หรือ completely modified) มีการทำลายพืชคลุมดินเดิม ปรับระดับพื้นที่ และดาดแข็งพื้นที่ด้วยวัสดุที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ รวมทั้งการปรับเปลี่ยนแปลงทางน้ำ และก่อสร้างสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ด้วย ลักษณะพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันปรากฏลักษณะการพัฒนาชายฝั่งสู่ความเป็นเมือง เช่น การก่อสร้างท่าเรือขนาดใหญ่และนิคมอุตสาหกรรม สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับการท่องเที่ยว โครงสร้างพื้นฐาน โครงสร้างป้องกันชายฝั่ง อาคารสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ และที่อยู่อาศัย เป็นต้น

ดังนั้นในงานวิจัยส่วนนี้จึงเลือกใช้การจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากความเข้มข้นของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่โดยมนุษย์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1) ภูมิทัศน์ธรรมชาติ 2) ภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงบางส่วน และ 3) ภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาลของสิ่งปกคลุมดิน ของพื้นที่ 6 จังหวัดชายฝั่งอันดามัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 บทนำ

การศึกษาภูมิทัศน์หรือระบบนิเวศด้วยหลักภูมินิเวศวิทยาจากความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในระบบทั้งในเชิงปริภูมิและเชิงกาล โดยคำนึงถึงโครงสร้าง บทบาทหน้าที่ และการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นทั้งจากอิทธิพลของธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์ (Forman and Gordon, 1986) มีเครื่องมือสำคัญคือการสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์เชิงปริภูมิหรือการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) คือการจำแนกการแสดงลักษณะเฉพาะ (characterizing) และแสดงแบบแผน (pattern) ของโครงสร้างภูมิทัศน์ (landscape structure) หรือลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบของระบบนิเวศ สื่อความหมายผ่านแบบจำลองที่เข้าใจง่าย ได้แก่ ผืนภูมิทัศน์ (patch) เส้นทางเชื่อมต่อภูมิทัศน์ (corridor) และบริบทภาพรวมภูมิทัศน์ (matrix) โดยแบบแผนทางกายภาพที่ปรากฏในภูมิทัศน์เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ของการทำงานในระบบ (ดนัย ทายตะคุ, 2548) เช่น ธรณีสัณฐาน ลักษณะของลำน้ำ สังคมพืชพันธุ์ ลักษณะสัณฐานเมือง เป็นต้น

ส่วนการวิเคราะห์เชิงกาลหรือการวิเคราะห์เชิงเวลา คือการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยวิเคราะห์อัตรา (Yáñez-Arancibia et al., 2014) และแบบแผนการขยายตัวของเมือง ของการเปลี่ยนแปลงหรือพลวัตของระบบนิเวศ ซึ่งลักษณะดังกล่าวปรากฏให้เห็นเป็นแบบแผนของการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ ของระบบ หรือปฏิสัมพันธ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเมือง แบบแผนการกระจายตัวของชุมชน การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบเมือง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเชื่อมโยงข้อมูลโครงสร้างภูมิทัศน์กับบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ ทั้งในเชิงพื้นที่และเชิงเวลานี้ ทำให้เกิดความเข้าใจและนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (Turner, Gardner, & O'Neill, 2001) แนวทางของภูมินิเวศวิทยาจึงมีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ (Leitao & Ahern, 2002)

5.2 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์และการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน ด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล โดยการแปลภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา ได้แก่ พ.ศ.2523, 2533, 2543, 2553 และ 2560 วิธีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 4 ขั้น (ภาพที่ 5-1) คือ

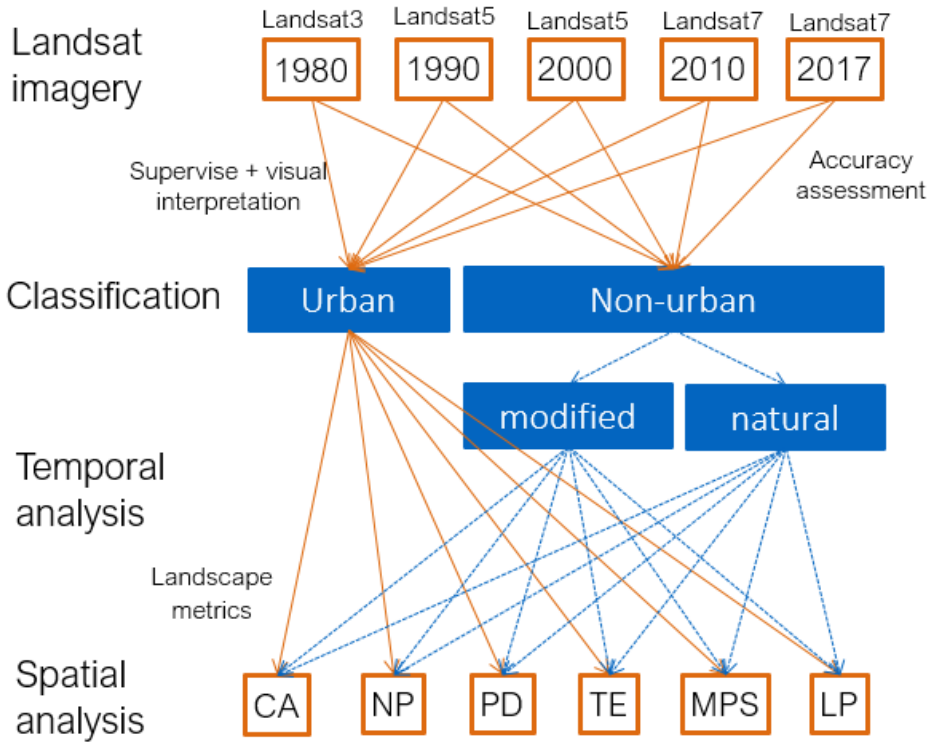
1) การจำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมดินโดยภาพถ่ายดาวเทียม
2) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง
3) วิเคราะห์โครงสร้างของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่ง
4) อภิปรายผล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการจำแนกการใช้ที่ดินและการปกคลุมดินโดยภาพถ่ายดาวเทียม ประกอบด้วย ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในช่วงเวลา พ.ศ.2523 (Landsat 3-MSS), 2533 (Landsat 5-TM), 2543 (Landsat 5-TM), 2553 (Landsat 7-ETM+), และ 2560 (Landsat 7-ETM+) นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro โดยมีชุดข้อมูลชั้นแผนที่ฐาน ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) นำมาจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน โดยการตีความภาพถ่ายดาวเทียมแบบวิธีผสม ระหว่างการแปลภาพด้วยคอมพิวเตอร์และการแปลภาพด้วยสายตา

การแปลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้การจำแนกประเภทข้อมูลภาพด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ประเภทข้อมูลภาพแบบควบคุม โดยกำหนดเลือกพื้นที่ตัวอย่าง อย่างน้อยประเภทการใช้ที่ดินละ 10 พื้นที่ตัวอย่าง แล้วใช้กฎการตัดสินใจเพื่อการจำแนกข้อมูลภาพแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood classifier) แสดงผลการกำหนดรูปแบบการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ภูมิทัศน์ธรรมชาติ
2) ภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงบางส่วน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม นากุ้ง เหมือง
3) ภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง ได้แก่ พื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



CA= total class area, NP= number of patches, PD= patch density, TE=total edge, MPS=mean patch size, LP= largest patch index

ภาพที่ 5-1 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่

จากนั้นนำผลการจำแนกประเภทข้อมูลปรับเทียบความถูกต้องกับการแปลภาพด้วยสายตา แล้วแปลงข้อมูล (digitize) จากข้อมูลเชิงจุดภาพ ให้เปลี่ยนเป็นข้อมูลเชิงเส้น เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ของพื้นที่เมืองชายฝั่งโดยใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

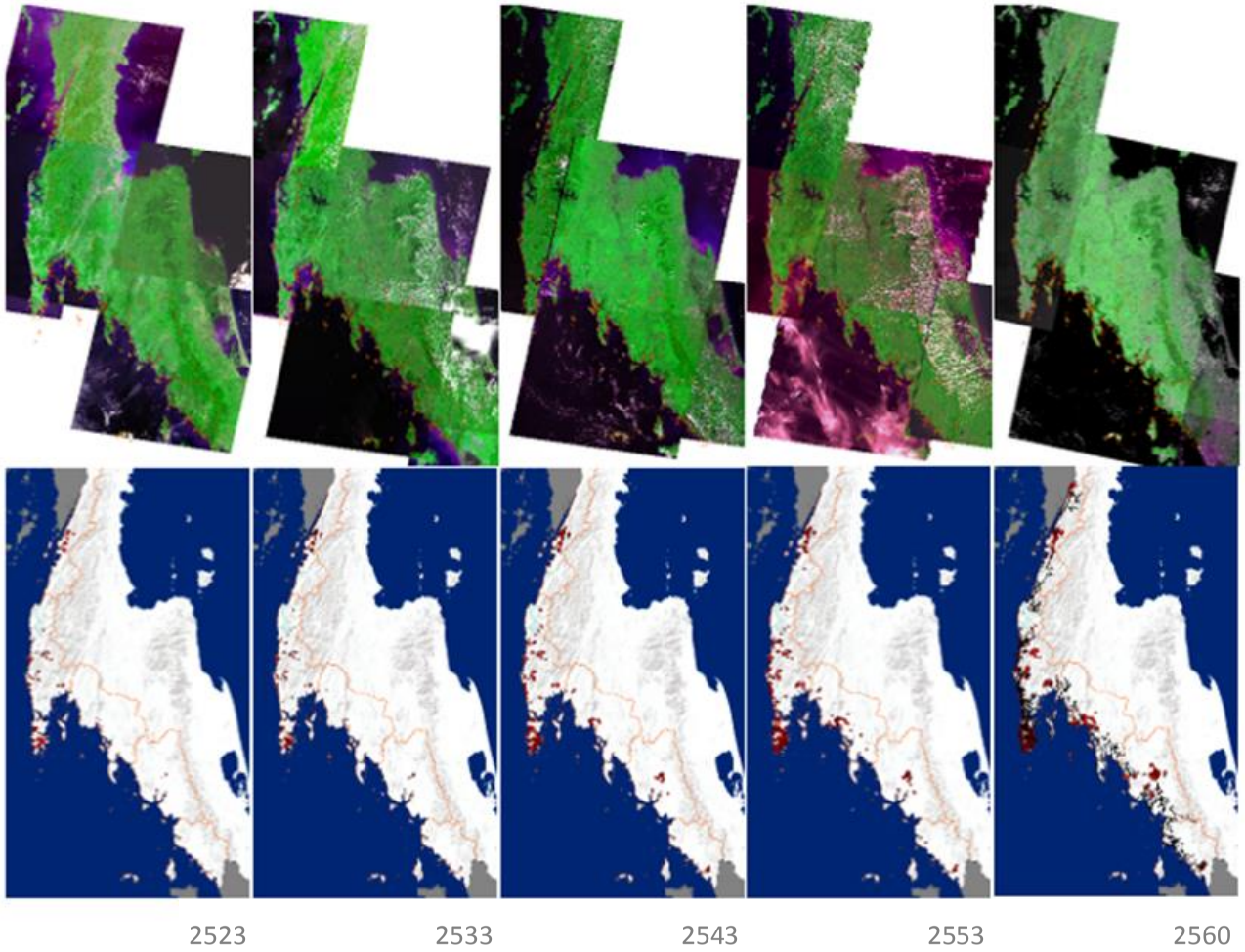
ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการทำความเข้าใจโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ (Haines-Young & Potschin, 2553) ตามหลักภูมินิเวศวิทยา ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์เป็นดัชนีที่พัฒนาเฉพาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่ เป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงเลข จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศหรือภาพถ่ายดาวเทียม ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิเคราะห์แยกแยะคุณลักษณะทางกายภาพของผืนภูมิทัศน์ (patches) โดยแบ่งออกเป็น 2 หมวดหมู่ ได้แก่ ลักษณะองค์ประกอบ (composition) ของระบบนิเวศ และคุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ (configuration) เช่น จำนวน ขนาด และ รูปร่างของผืนระบบนิเวศ เป็นต้น ซึ่งต้องใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการคำนวน การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์โดยใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ ถูกนำไปใช้อย่าง

แพร่หลายเพื่อศึกษาพลวัตและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิทัศน์ (Seto & Fragkias, 2005; Weng, 2007) การติดตามตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพภูมิทัศน์ (Çakir et al., 2008; Li et al., 2553) รวมทั้งใช้ในการอนุรักษ์ วางแผนพัฒนาและการจัดการภูมิทัศน์ (Vaz, 2014)

ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงเลขที่ใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ ได้มาจากข้อมูล attribute ใน software ArcGIS Pro และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการปกคลุมดินจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูลแผนที่เชิงเส้นแต่ละช่วงเวลา พ.ศ.2523, 2533, 2543, 2553 และ 2560 นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับภูมิภาค และระดับจังหวัด วิเคราะห์โครงสร้าง คุณลักษณะทางกายภาพ และการเปลี่ยนแปลงของผืนพื้นที่ธรรมชาติ พื้นที่เกษตรและพื้นที่เมือง วิเคราะห์รูปแบบและอัตราการเปลี่ยนแปลง ของผืนภูมิทัศน์โดยรวม และเปรียบเทียบแต่ละเมืองชายฝั่ง ด้วยดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ ประกอบด้วย 6 ประเภท โดยมีรายละเอียดการคำนวนค่าดัชนีดังตารางที่ 5-1

1) Total class area (CA) พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยเมือง
2) number of patches (NP) จำนวนผืนเมือง
3) patch density (PD) ความหนาแน่นของผืนเมือง
4) total edge (TE) ความยาวเส้นขอบเมือง
5) mean patch size (MPS) ขนาดเฉลี่ยของผืนเมือง
6) largest patch index (LP) สัดส่วนผืนเมืองขนาดใหญ่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5-2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม พ.ศ.2523, 2533, 2543, 2553, 2560 (แถวบน)
จุดแดงแสดงพื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างที่แปลจากภาพถ่ายดาวเทียม

ตารางที่ 5-1 สมการและรายละเอียดค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์

Parameter	Description	Equation	note
total class area (CA)	the sum of the areas (m^2) of all patches of the corresponding patch type, divided by 1,000,000 (to convert to km^2)	$CA = \sum A_x \left(\frac{1}{1{,}000{,}000}\right)$	A_x = area (m^2) of patch x.
number of patches (NP)	the number of patches of the corresponding class.	$NP = n_x$	n_x = number of patches in the landscape of patch type (class) x.
patch density (PD)	the number of patches of the corresponding patch type divided by total landscape area (km^2)	$PD = \frac{n_x}{A}$	n_x = number of patches in the landscape of patch type (class) x. A = total landscape area (km^2).
total edge (TE)	the sum of the lengths of all edge segments involving the corresponding patch type.	$TE = \sum e_x$	e_x = total length (m) of the edge in landscape involving patch type (class) x
mean patch size (MPS)	the average area (m^2) of the patch, divided by 1,000,000 (to convert to km^2).	$MPS = \frac{\sum A_x}{n_x}$	A_x = area (m^2) of all patch type (class) x. n_x = number of patches in the landscape of patch type (class) x.
largest patch index (LP)	the percentage of the landscape comprised by the largest patch. (Units %)	$LPI = \left(\frac{\max(a_x)}{A}\right) 100$	a_x = area (m^2) of patch x. A = total landscape area (m^2).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์โครงสร้างปริภูมิ (spatial analysis) ของพื้นที่เมืองชายฝั่ง

ศึกษาโครงสร้างหรือลักษณะทางกายภาพของผืนระบบนิเวศ รวมทั้งองค์ประกอบทางกายภาพอื่น ๆ ได้แก่ ธรณีสัณฐาน ลักษณะของลำน้ำ ชายฝั่งทะเล โดยนำข้อมูลแผนที่เชิงเส้นปี พ.ศ. 2560 มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับแบบแผนการตั้งถิ่นฐาน หรือ รูปแบบกลุ่มเมือง วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานเมือง นำมาจำแนก แสดงลักษณะเฉพาะ และแสดงรูปแบบของผืนเมือง

ขั้นที่ 4 อภิปรายผล

สังเคราะห์ผลเปรียบเทียบกับข้อมูลชุดแผนที่ฐานและการทบทวนวรรณกรรม เพื่ออธิบายปรากฏการณ์เมืองชายฝั่ง และเสนอแนะเกณฑ์ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ (spatial planning) เมืองชายฝั่งที่เหมาะสม

5.3 ผลการวิจัย

5.3.1 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามัน

5.3.1.1 การเปลี่ยนแปลงระดับภูมิภาค

จากการวิเคราะห์พื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยเมือง (CA) (ตารางที่ 5-2) พบว่าเมืองและพื้นที่พัฒนาแล้วมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2523-2560 และเพิ่มขึ้นในอัตราที่โดดเด่นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 โดยในช่วงปี พ.ศ.2523 ที่ดินที่พัฒนาแล้วเพิ่มขึ้นจาก 0.65% เป็น 2.7% ของพื้นที่ทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2560 (จาก 120.98 ตร.กม. เป็น 543.08 ตร.กม.) อัตราการเติบโตโดยรวมของพื้นที่เมืองในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ 29.7%, 102.41%, 80.75% และ 48.43% ตามลำดับ หรือคิดเป็นอัตราการเติบโตโดยรวมของพื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามันในช่วง 37 ปีเท่ากับ 9.42% ต่อปี

จากการวิเคราะห์จำนวนผืนเมือง (NP) (ตารางที่ 5-2) พบว่านอกจากขนาดพื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้นแล้วการกระจายตัวของเมืองก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ 38.6%, 43.3%, 112.2% และ 245.8% ตามลำดับ และจะเห็นได้ว่าจำนวนของผืนเมืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะช่วงปี พ.ศ.2553-2560 ที่เพิ่มขึ้นคิดเป็นจำนวนกว่า 2.5 เท่าตัว หรือคิดเป็นอัตรา 35.1% ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์การขยายตัวของเมืองแบบกระจาย ซึ่งเป็นรูปแบบสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของโลก เนื่องจากการเติบโตของเมืองแบบกระจายไปตัดขาดผืนระบบนิเวศออกเป็นชิ้น (Gonzalez-Abraham et al., 2007) รูปแบบภูมิทัศน์บริเวณโดยรอบเมืองและบริเวณชายฝั่งจะมีความแตกกระจายสูง จากการกระจุกตัวของกิจกรรมมนุษย์ (Yang & Liu, 2005)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของผืนเมือง (PD) พบว่า ในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ 40%, 42.8%, 115% และ 248.8% ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ความยาวเส้นขอบเมือง (TE) พบว่า ในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ 30.5%, 34.3%, 87.4% และ 174.3% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าขอบของผืนภูมิทัศน์เมืองเพิ่มสูงขึ้นถึงเกือบ 10 เท่า จากความยาว 499 กม.ในปี พ.ศ. 2523 เป็นความยาว 4,494 กม. ในปี พ.ศ.2560

จำนวนผืนเมืองที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับขนาดเฉลี่ยของผืนเมืองที่เล็กลง จากการวิเคราะห์ขนาดเฉลี่ยของผืนเมือง (MPS) (ตารางที่ 5-2) ในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ -5.8%, -9.9%, -15.1% และ -57.3% ตามลำดับ หรือคิดเป็นอัตราเฉลี่ยของขนาดผืนเมืองเล็กลงเท่ากับ 1.9% ต่อปี โดยจากขนาดเฉลี่ยของผืนเมือง 1.72 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2523 ลดขนาดลงเป็น 0.53 ตร.กม.ในปี พ.ศ.2560 แสดงการแตกกระจายของผืนเมือง และการขยายตัวแบบไม่มีประสิทธิภาพ สาเหตุการกระจายตัวของผืนเมืองสูง มาจากการพัฒนาระบบถนนและการแบ่งแปลงที่ดิน ซึ่งมีผลทำให้เกิดการแตกกระจายของผืนป่าและพื้นที่เกษตรมากขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ชานเมืองและใกล้ถนนสายหลัก

จากการวิเคราะห์สัดส่วนผืนเมืองขนาดใหญ่ (LP) พบว่า ผืนเมืองขนาดใหญ่ก็ยังคงเติบโตขึ้น ในช่วงปี พ.ศ.2523-2533, 2533-2543, 2543-2553 และ 2553-2560 มีค่าเท่ากับ 48.4%, 62.8%, 135.3% และ 71.7% ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5-2 ค่าดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ในพื้นที่ศึกษา ช่วง พ.ศ. 2523 - 2560

ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์	หน่วย	2523	2533	2543	2553	2560
CA	กม.^{2}	120.98	156.92	202.41	365.87	543.08
NP		70	97	139	295	1,020
PD		0.10	0.14	0.20	0.43	1.50
TE	กม.	499	651	874	1,638	4,494
MPS	กม.^{2}	1.72	1.62	1.46	1.24	0.53
LP	%	1.90	2.82	4.59	10.80	18.54

ข้อมูลการคำนวนจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

CA= total class area, NP= number of patches, PD= patch density, TE=total edge, MPS=mean patch size, LP= largest patch index

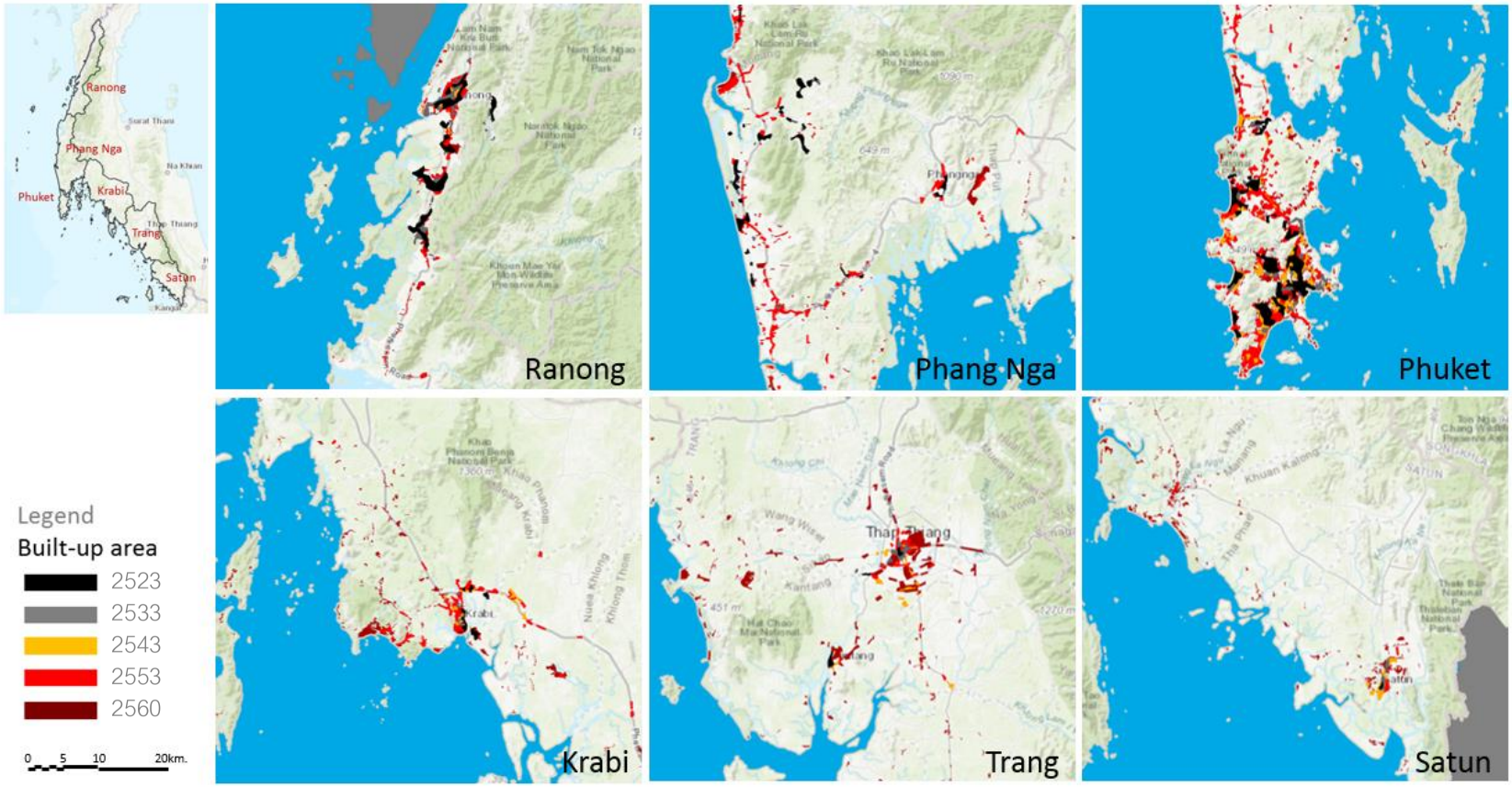
* พื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร = 625 ไร่

5.3.1.2 การเปลี่ยนแปลงระดับจังหวัด

จากการศึกษารูปแบบเชิงกาลของพื้นที่เมือง 6 จังหวัดชายฝั่งอันดามัน ช่วงปี พ.ศ.2523-2560 พบว่าการพัฒนาและขยายตัวของเมืองชายฝั่งอันดามันมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามช่วงเวลาก่อนและหลัง ปี พ.ศ.2543 โดยช่วงปี พ.ศ.2523-2543 ทุกเมืองมีการกระจุกตัวเป็นกลุ่มเมืองและเติบโตแบบพัฒนาออกชานเมือง โดยพัฒนาจากเขตศูนย์กลางเมืองเดิม แต่หลังปี พ.ศ.2543 คือช่วงปี พ.ศ.2543-2553 (สีส้มแสดงในภาพที่ 5-3) และคือช่วงปี พ.ศ.2553-2560 (สีแดงแสดงในภาพที่ 5-3) เมืองมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเติบโต โดยรูปแบบการพัฒนาเมืองเป็นการพัฒนาออกชานเมือง และมีการพัฒนาขึ้นใหม่นอกเขตเมืองเดิม เช่น การเติบโตของธุรกิจการท่องเที่ยวทางทะเลและการเปิดบริการสนามบินนานาชาติกระบี่ในปี พ.ศ.2542 ทำให้พื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดกระบี่ มีการพัฒนาพื้นที่เมืองใหม่บริเวณชายฝั่งตำบลอ่าวนาง ซึ่งอยู่ห่างจากเขตเมืองกระบี่เดิม

จากภาพที่ 5-3 จะเห็นได้ว่าทิศทางการขยายตัวของเมืองหลังปี พ.ศ.2543 มี 2 ลักษณะคือ การแตกกระจายตัวออกจากผืนเมืองเดิม และการกระจุกตัวบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งการกระจายตัวเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติรอบเมือง ทำให้คุณภาพและการบริการของระบบนิเวศลดลง การพัฒนาพื้นที่ชายทะเลเป็นเมืองมีทิศทางการเติบโตของเมืองใกล้ทะเลมากขึ้นทำให้เมืองตัดขาดระบบนิเวศชายฝั่งโดยเฉพาะระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญ นอกจากนั้นเมืองริมชายฝั่งทะเลยังมีความเสี่ยงมากขึ้นด้วยจากเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล คลื่นซัดฝั่ง และน้ำท่วม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5-3 รูปแบบเชิงกาลของพื้นที่เมือง 6 จังหวัดชายฝั่งอันดามัน ช่วงปี พ.ศ.2523, 2533, 2543, 2553 และ 2560

ผลการวิเคราะห์อัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามันรายจังหวัด พบว่ามีรูปแบบและอัตราการเติบโตที่แตกต่างกัน พื้นที่พัฒนาเป็นเมืองของจังหวัดภูเก็ตมีขนาด 49.02 ตร.กม. หรือคิดเป็นจาก 9.03% ของพื้นที่จังหวัด ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 และเพิ่มสูงขึ้นเป็น 176.70 ตร.กม. หรือคิดเป็น 32.54% ของพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ในปี พ.ศ.2560 (ตารางที่ 5-3) ในขณะที่อีก 5 เมือง มีพื้นที่พัฒนาแล้วน้อยกว่า 3% ของพื้นที่จังหวัด ในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา อัตราการเจริญเติบโตของเขตเมืองภูเก็ตเป็น 260% โดยขยายตัวเร็วกว่าจังหวัดพังงา (อัตราการเติบโต 199%) และจังหวัดระนอง (อัตราการเติบโต 175%) ในขณะที่จังหวัดสตูลซึ่งเริ่มต้นด้วยความเป็นเมืองที่มีขนาดพื้นที่พัฒนาแล้วเล็กที่สุด แต่กลับมีอัตราการเจริญเติบโตของเมืองสูงที่สุด ตามมาด้วยจังหวัดตรังและกระบี่ อัตราการเจริญเติบโตของกระบี่ในช่วงปี พ.ศ.2543-2553 มีค่าใกล้เคียง 200% ตามมาด้วยพังงาที่อัตราการเติบโตที่ 112% อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตของสตูลและตรังช่วงปี พ.ศ.2553-2560 มีมากกว่า 2 เท่าตัว หรือคิดเป็น 32% ต่อปี

ตารางที่ 5-3 พื้นที่เมืองและอัตราการขยายเมืองของเมืองชายฝั่งอันดามัน ช่วงปี พ.ศ.2523-2560

จังหวัด	พื้นที่จังหวัด (กม.^{2})	พื้นที่เมือง (กม.^{2})				
		2523	2533	2543	2553	2560
ระนอง	3,298	26.35	44.23	47.19	54.03	72.54
			+67.86%	+6.69%	+14.49%	+34.26%
พังงา	4,171	38.3	42.74	46.3	98.48	114.6
			+11.59%	+8.33%	+112.70%	+16.36%
ภูเก็ต	543	49.02	62.79	97.27	150.4	176.7
			+28.09%	+54.91%	+54.66%	+17.46%
กระบี่	4,709	4.45	6.32	12.46	36.46	67.03
			+42.02%	+97.15%	+192.62%	+83.85%
ตรัง	4,918	2.47	7.34	13.56	23.44	76.19
			+197.17%	+84.74%	+72.86%	+225.04%
สตูล	2,479	0.4	2.68	8.14	10.89	35.55
			+570.00%	+203.73%	+33.78%	+226.45%

ข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

* พื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร = 625 ไร่

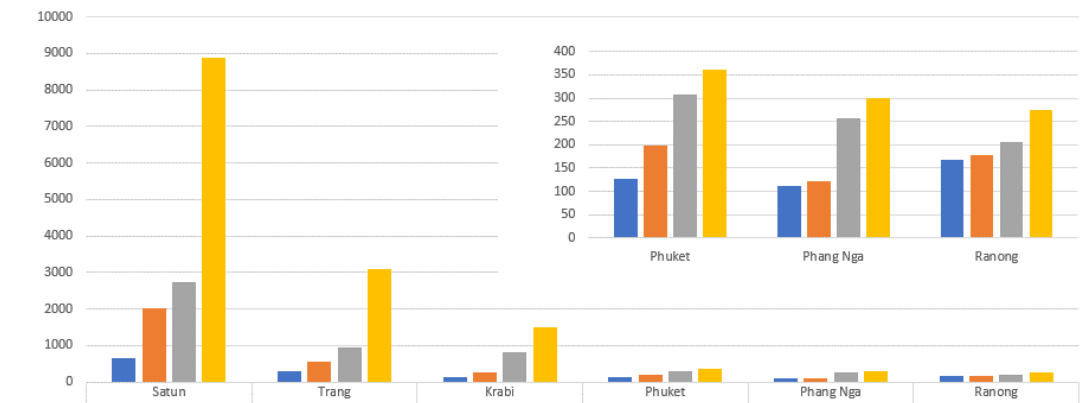
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แต่ละเมืองชายฝั่งอันดามันของประเทศไทยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงและรูปแบบเมืองที่แตกต่างกัน โดยที่ทั้ง 6 จังหวัดมีการขยายตัวต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 ในช่วง 30 ปีแรกนั้นรูปแบบการขยายตัวของจังหวัดภูเก็ต ระนอง และตรัง มีอัตราการเติบโตค่อนข้างคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ.2523-2553 แต่มาแตกต่างที่ช่วงปี พ.ศ.2553-2560 จังหวัดภูเก็ตมีการขยายเมืองแบบชลอตัว ในขณะที่ระนองและตรังมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็วช่วงปี พ.ศ.2553-2560 สตูลมีช่วงที่เติบโตเร็วอยู่ 2 ช่วง คือช่วงปี พ.ศ.2523-2533 และช่วงปี พ.ศ.2553-2560 พื้นที่พัฒนาเมืองในเมืองจังหวัดสตูล และตรัง มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วงปี พ.ศ.2553-2560 คือมากกว่า 3 เท่าของพื้นที่เมืองในปี พ.ศ. 2553 ในขณะที่จังหวัดกระบี่และพังงา การขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วงปี พ.ศ.2543-2553 อัตรามากกว่า 2 เท่าตัว (ภาพที่ 5-4)

5.3.2 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งอันดามัน

ขอบเขตการพัฒนาพื้นที่เมืองของจังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่และระนองอยู่ใกล้ทะเลตั้งแต่ปี พ.ศ.2523 (สีดำในภาพที่ 5-5) การพัฒนาเมืองเข้าใกล้ชายฝั่งทะเลของจังหวัดสตูลเริ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2543 ตามด้วยจังหวัดตรังในปี พ.ศ.2553 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ.2560 ริมชายฝั่งเต็มไปด้วยสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการท่องเที่ยวและมีทิศทางขยายตัวเข้าใกล้ชายฝั่งทะเลมากขึ้นเรื่อย ๆ ในแต่ละช่วงเวลา พ.ศ.2523-2560 จำนวนผืนภูมิทัศน์เมืองที่มีระยะห่างจากทะเลน้อยกว่า 100 เมตร มีสัดส่วนถึง 11.3-18.3% จำนวนผืนภูมิทัศน์เมืองที่มีระยะห่างจากทะเลน้อยกว่า 1 กม. มีสัดส่วน 29.5-32.5% และจำนวนผืนภูมิทัศน์เมืองที่มีระยะห่างจากทะเลน้อยกว่า 2 กม. มีสัดส่วน 38.8-42.9% ของผืนเมืองทั้งหมด ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



	Satun	Trang	Krabi	Phuket	Phang Nga	Ranong
1980-1990	670	297	142	128	112	168
1990-2000	2035	549	280	198	121	179
2000-2010	2723	949	819	307	257	205
2010-2017	8888	3085	1506	360	299	275

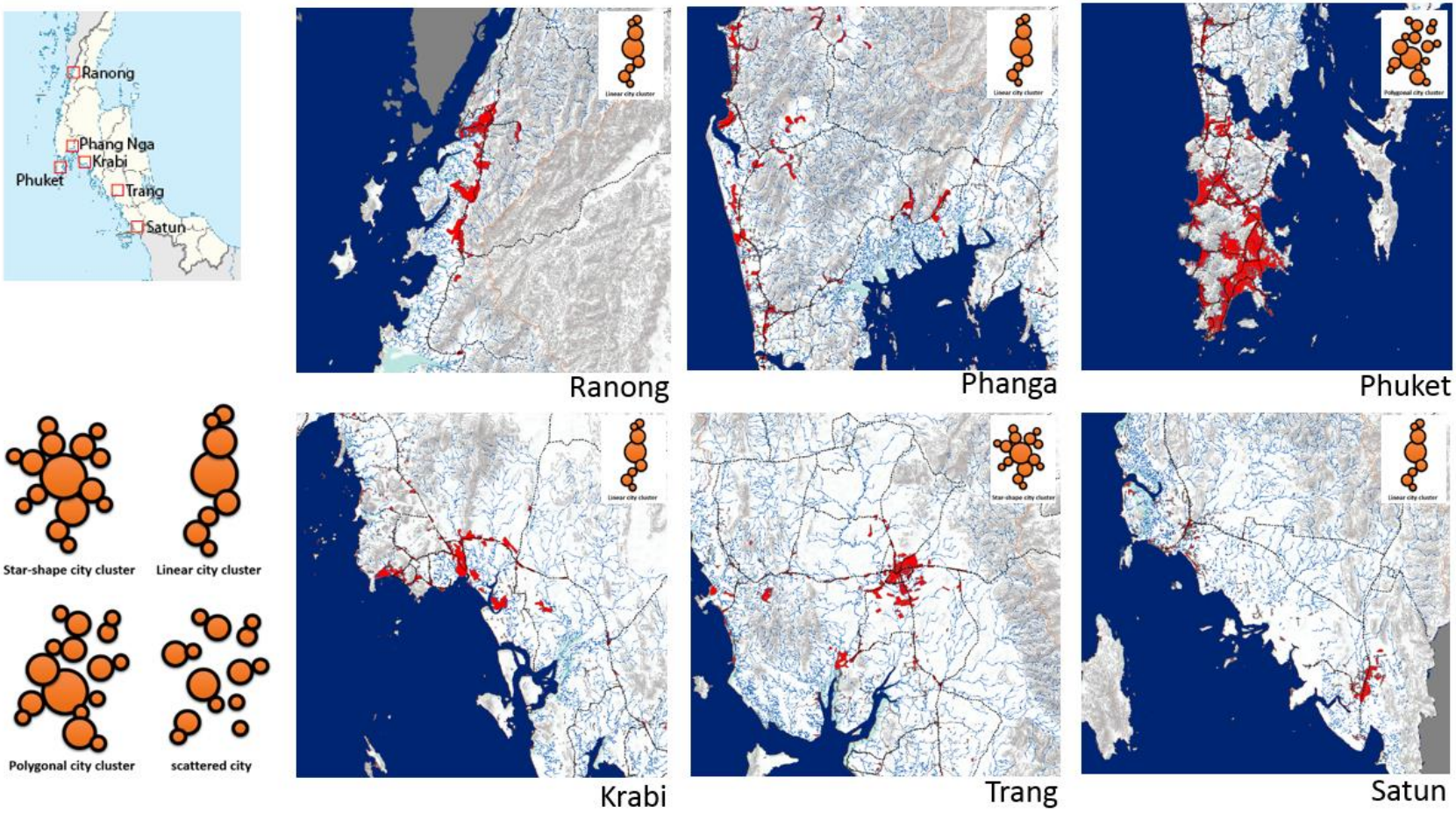
ภาพที่ 5-4 ร้อยละการขยายตัวของพื้นที่เมือง เทียบจากปีฐาน (พ.ศ.2523)

ภาพที่ 5-5 การขยายตัวของ 6 เมืองชายฝั่งอันดามัน ช่วงปี พ.ศ.2523-2560

รูปแบบการตั้งถิ่นฐานหรือกลุ่มเมืองมีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งทางธรรมชาติ สังคมและวัฒนธรรม การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพแวดล้อม ปัจจัยทางด้านกายภาพเป็นปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่มีเหตุผลเกี่ยวเนื่องกับการดำรงชีวิต ประกอบด้วย ภูมิประเทศ แหล่งน้ำ ความสูงและการเข้าถึงทรัพยากรธรรมชาติ (เมธิรา ไกรนที, 2552) เนื่องจากสภาพภูมิประเทศ และลักษณะทางธรรมชาติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตั้งถิ่นฐานและการขยายตัวของเมือง (Hari, Srinivasan, & Viratha, 2014) และเป็นปัจจัยพื้นฐานสำคัญในการกำหนดรูปแบบขอบเขต และชี้นำการเจริญเติบโตของเมือง การมีชายฝั่งแนวเหนือใต้และถนนเชื่อมระหว่างภูมิภาค ทำให้เกิดการพัฒนาขยายตัวเมืองในทิศทางตามแนวเหนือใต้ ทำให้แบบแผนการตั้งถิ่นฐาน หรือรูปแบบกลุ่มเมืองแบบตามแนวเส้น ยกเว้นจังหวัดภูเก็ตที่มีลักษณะเป็นเกาะ มีชายฝั่งทะเลล้อมรอบ มีทรัพยากรชายฝั่งที่สวยงาม อีกทั้งยังมีความเจริญ การค้าขาย เหมืองแร่จากอดีต ทำให้เกิดท่าเรือและชุมชนริมฝั่งทะเลหลายแห่ง พัฒนาเกิดเป็นเมืองแบบหลายศูนย์กลางในปัจจุบัน ในขณะที่ตรังเป็นเมืองแบบศูนย์กลางเดียว มีศูนย์กลางอยู่ที่ควนคีรีห่างจากทะเล 25 กม. ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบระหว่างภูเขา และล้อมรอบด้วยสวนยางพารา เนื่องจากด้วยการวางผังเมืองและระบบถนน และการไม่มีข้อจำกัดด้านธรณีสัณฐานทำให้เกิดการพัฒนาเมืองแบบกระจายออกจากศูนย์กลาง นอกจากกลุ่มเมืองยังพบพื้นที่เมืองแบบกระจายเข้าไปในพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ธรรมชาติ การพัฒนาระบบเครือข่ายเส้นทางคมนาคม เร่งให้เกิดการพัฒนาเมืองแบบกระจาย

ภูเก็ต กระบี่ และระนองเป็นเมืองที่ขยายตัวจนมีขอบเขตเมืองอยู่ติดชายฝั่งทะเล เป็นเมืองที่การท่องเที่ยวขับเคลื่อนการพัฒนาเมือง จังหวัดพังงาความเป็นศูนย์กลางเมืองไม่ชัดเจน ส่วนจังหวัดตรัง และสตูล มีศูนย์กลางเมืองที่ชัดเจนและมีการพัฒนากระจายตัวออกจากศูนย์กลาง ที่ตั้งเมืองอยู่ลึกเข้ามาจากชายฝั่ง เป็นเมืองที่การเกษตรเป็นตัวขับเคลื่อนเศรษฐกิจ มียางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 5-6 รูปแบบกลุ่มเมืองชายฝั่งอันดามันทั้ง 6 จังหวัด ปี พ.ศ.2560

ขนาดของผืนเมืองที่ใหญ่ที่สุด สัมพันธ์กับตำแหน่งศูนย์กลางการบริหารเมือง เขตเทศบาลเมือง จังหวัดภูเก็ตมีเมืองศูนย์กลางจังหวัดขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือจังหวัดตรัง ระนอง กระบี่ สตูล และพังงา ตามลำดับ

ชายฝั่งทะเลอันดามันประกอบไปด้วยระบบนิเวศทางธรรมชาติที่หลากหลายโดยมีหาดทราย 36.5% หาดเลน 25% หาดหิน 21.5% ปากแม่น้ำและชะวากทะเล 10.5% และหาดทรายปนเลน 6.5% (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2556) ชายฝั่งของคาบสมุทรและเกาะริมทวีปของทะเลอันดามัน ตลอดความยาว 1,093 กม. เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทั้งระบบนิเวศป่าชายหาด ป่าชายเลน แหล่งปะการัง และหญ้าทะเล รวมทั้งเป็นแหล่งตั้งถิ่นฐานที่สำคัญของสังคมมนุษย์ด้วย โดยข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศในปี พ.ศ.2560 พบว่ามีผืนสิ่งก่อสร้างหรือชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้ชายฝั่งทะเลในระบบน้อยกว่า 100 เมตร มากถึง 162 พื้นที่ และมี 307 ผืนสิ่งก่อสร้างหรือชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้ป่าชายเลนในระบบน้อยกว่า 100 เมตร นอกจากนี้ยังพบผืนพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์ (disturbance patch) ขนาดเล็ก ๆ แทรกอยู่ในผืนป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แม้ว่ารัฐบาลได้มีมาตรการในการควบคุมและจำกัดการทำนากุ้งรวมทั้งยกเลิกการให้สัมปทานในพื้นที่ป่าชายเลนตั้งแต่ปี พ.ศ.2001 (Barbier, 2006; Hossain, Tripathi, & Gallardo, 2009) ขอบเขตป่าชายเลนที่ติดกับฝั่งพื้นที่บก เป็นขอบเขตส่วนที่มีความเสี่ยงสูงจากการถูกรบกวนด้วยการบุกรุกทำนากุ้ง และการกระจายของเมือง ในปี พ.ศ.2560 พบว่ามีผืนเมืองขนาดพื้นที่รวมทั้งสิ้นกว่า 334.34 ตร.กม. ที่ตั้งอยู่ในหรืออยู่ติดกับขอบของพื้นที่ป่าชายเลน

โครงสร้างพื้นฐานชายฝั่งและสิ่งก่อสร้างบนแนวชายฝั่งประเภทต่าง ๆ เช่น โครงสร้างป้องกันการกัดเซาะและป้องกันน้ำท่วมชายฝั่ง เขื่อนกันคลื่น (breakwater) กำแพงกันคลื่น (seawalls) และโครงสร้างอื่น ๆ โดยทั่วไปมักสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความมั่นคงแข็งแรงให้กับชายฝั่ง ป้องกันสิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น ที่อาจถูกทำลายจากการกระทำของคลื่น กระแสน้ำ และสึนามิ การกัดเซาะชายฝั่งเป็นหนึ่งในปัญหาหลักสำหรับประเทศไทยทั้งชายฝั่งอ่าวไทยและชายฝั่งทะเลอันดามัน การกัดเซาะชายฝั่งสร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อทรัพย์สินและที่ดินของรัฐบาลส่วนกลางและของชุมชนท้องถิ่น การกัดเซาะชายฝั่งในทะเลอันดามันเกิดขึ้นบนชายหาดมากกว่าในพื้นที่ราบและป่าชายเลน โครงสร้างแข็งจึงมักได้รับการเสนอและสร้างขึ้นเพื่อหยุดการกัดเซาะชายฝั่งโดยหน่วยงานท้องถิ่น โดยในปี พ.ศ.2007 พบว่าบนชายฝั่งอันดามันมีการก่อสร้างโครงสร้างแข็งเหล่านี้เป็นระยะทางรวม 12.5 กม. โดยมากที่สุดที่จังหวัดสตูล ระยะทาง 5 กม. จังหวัดตรัง 2.5 กม. จังหวัดระนอง 2 กม. จังหวัดกระบี่ 2 กม. และจังหวัดภูเก็ต 1 กม. ซึ่งทั้งหมดเป็นการก่อสร้างกำแพงกันคลื่นโดยหน่วยงานราชการ จากข้อมูลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่าได้มีการดำเนินการก่อสร้างโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณชายฝั่งอันดามัน 3

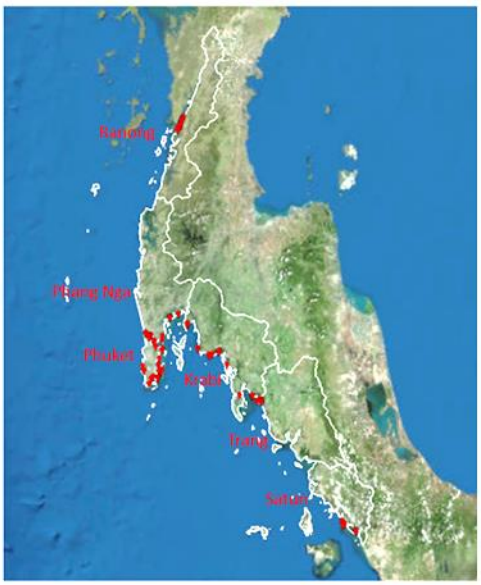
ลักษณะ ได้แก่ การปักเสาดักตะกอนเพื่อปลูกป่าชายเลน (edging) 6 โครงการ เขื่อนป้องกันตลิ่งริมทะเล (revetment) 29 โครงการ และกำแพงป้องกันคลื่นริมชายหาด 26 โครงการ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561) โดยมีผลให้โครงสร้างชายฝั่งเพิ่มขึ้นเป็นระยะทางรวม 71.0 กม. โดยมากที่สุดที่จังหวัดภูเก็ต 23.5 กม. ตามมาด้วยจังหวัดสตูล ระยะทาง 22.2 กม. จังหวัดกระบี่ 9.9 กม. จังหวัดระนอง 5.7 กม. จังหวัดตรัง 5.3 กม. และจังหวัดพังงา 4.4 กม. (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2561) โดยทั่วไปมีการเลือกใช้วัสดุในการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่งหลากหลาย ขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายและวัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่ และมีหลากหลายรูปแบบของโครงสร้างไม่ว่าจะสร้างขนานหรือตั้งฉากกับชายฝั่ง ในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นรูปแบบกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กและเขื่อนหินทิ้ง อย่างไรก็ตามโครงสร้างชายฝั่งมีรูปแบบอื่น ๆ ได้แก่ กล่องตาข่ายเหล็กบรรจุหิน (gabion) เสาคอนกรีตสำเร็จรูป (concreate poles) เขื่อนคอนกรีตแบบขั้นบันได แนวรั้วไม้ไผ่ปัก และ เขื่อนสลายกำลังคลื่นนอกฝั่ง (offshore breakwater) กระบวนการก่อสร้างและตัวโครงสร้างเป็นอุปสรรคที่ปิดกั้นการไหลเวียนของน้ำ ตะกอนอนุภาค และสิ่งมีชีวิต ที่มีการเคลื่อนย้ายระหว่างระบบทางทะเลและภาคพื้นดิน อย่างไรก็ตามโครงสร้างเหล่านี้ไม่สามารถแก้ปัญหาการกัดเซาะและน้ำท่วมชายฝั่งได้อย่างยั่งยืน แต่กลับเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีการป้องกัน และตัวโครงสร้างเองก็ไม่สามารถทนต่อพลังของธรรมชาติในระยะยาวได้

การท่องเที่ยวเป็นภาคธุรกิจที่ใหญ่ที่สุดของโลกและของมูลค่าเศรษฐกิจของไทย ซึ่งคิดเป็น 9.2% ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Turner & Freiermuth, 2017) โซนชายฝั่งอันดามันเป็นกลุ่มตลาดการท่องเที่ยวที่ใหญ่ที่สุดซึ่งสร้างรายได้ 325 ล้านบาทต่อปี (พ.ศ.2556) และเป็นจำนวนรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีก แม้ว่าประเทศไทยกำลังเผชิญการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นจากประเทศเพื่อนบ้าน การขนส่งและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อการท่องเที่ยวเช่น ท่าเทียบเรือ และอ่าวจอดเรือ ในพื้นที่ศึกษามีขึ้นเพื่อตอบสนองการใช้ชีวิตในเมืองและอำนวยความสะดวกในการค้าขายและระบบขนส่งสินค้า ภาพดาวเทียมแสดงให้เห็นว่าในเขตชายฝั่งอันดามันมีท่าเรือและสิ่งก่อสร้างที่ยื่นล้ำลงในทะเลจำนวนถึง 141 แห่ง (ภาพที่ 5-7

ภาพที่ 5-7) แต่มีจำนวนท่าเรือที่ลงทะเบียนกับกรมเจ้าที่ทั้งหมดเพียง 129 แห่ง ประกอบด้วยท่าขนส่งสินค้า 10 แห่ง ท่าเรือประมง 89 แห่ง และท่าเรือโดยสารและท่องเที่ยว 29 แห่ง (สุมาลี สุขดานนท์, 2561) ปัจจุบันมีอ่าวจอดเรือยอร์ชที่ได้มาตรฐานสากล จำนวน 7 แห่ง อยู่ในเขตจังหวัด ภูเก็ต 5 แห่ง จังหวัดกระบี่ 2 ซึ่งยังไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณเรือยอชท์ที่เพิ่มขึ้นและกิจกรรมการท่องเที่ยงเรือสำราญที่มีอัตราการเจริญเติบโตช่วง 4 ปีในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ถึง 36% และประเทศไทยที่สูงถึง 55% (Cruise Lines International Association Southeast Asia, 2017) ความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับบริการด้านการท่องเที่ยวและสิ่งอำนวยความสะดวกได้

นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของพื้นที่และรูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Wong, 1998) การขยายตัวของที่พักแรมและสิ่งส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยไม่มีการวางแผน มีผลกระทบเชิงลบอย่างต่อเนื่องต่อคุณภาพสภาพแวดล้อมของชายฝั่ง

การถมทะเล การขยายพื้นที่ก่อสร้างบริเวณชายฝั่งยื่นล้ำลงไปในทะเล รวมทั้งการสร้างเกาะใหม่ในทะเล เพื่อเพิ่มพื้นที่ในเขตการพัฒนาที่มีความหนาแน่นสูง กลายเป็นสิ่งที่พบเห็นได้ทั่วไปในเขตชายฝั่งทะเลในภูมิภาคเอเชียและตะวันออกกลาง (Duan et al., 2016) อย่างไรก็ตามการถมทะเลนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกันอย่างกว้างขวางถึงปัญหาด้านการทำลายสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและทรัพยากรสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อเนื่องถึงสิ่งแวดล้อมที่อาจสูญเสียหรือเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง การถมทะเลสร้างให้เกิดที่ดินใหม่สำหรับโครงการขนาดใหญ่โครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของภาครัฐ อย่างไรก็ตามต้องแลกมาด้วยค่าใช้จ่ายมากมายในการก่อสร้างและมูลค่าทางการบริการระบบนิเวศที่สูง ในอ่าวไทยการท่าแห่งประเทศไทยได้ก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกแหลมฉบัง และนิคมอุตสาหกรรมมาบตะพุด เพื่อสนับสนุนอุตสาหกรรมทางขนส่งทางทะเลของประเทศไทยและส่งเสริมการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก โดยถมทะเลพื้นที่รวมทั้งหมด 4.5 ตร.กม. แม้ว่าปัจจุบันยังไม่มีโครงการถมทะเลบริเวณชายฝั่งอันดามัน แต่มีการวางแผนการขยายสนามบินนานาชาติภูเก็ต ซึ่งจะต้องมีการถมทะเลขยายรันเวย์เป็นระยะทาง 1 กม. และโครงการก่อสร้างท่าเรือน้ำลึกปากบารา จังหวัดสตูล ซึ่งต้องถมพื้นที่ทะเลขนาด 1.5 ตร.กม. สถานะของทั้งสองโครงการอยู่ระหว่างกระบวนการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA)



จังหวัด	จำนวนโครงสร้างชายฝั่ง (แห่ง)
ระนอง	30
พังงา	22
ภูเก็ต	35
กระบี่	32
ตรัง	10
สตูล	12

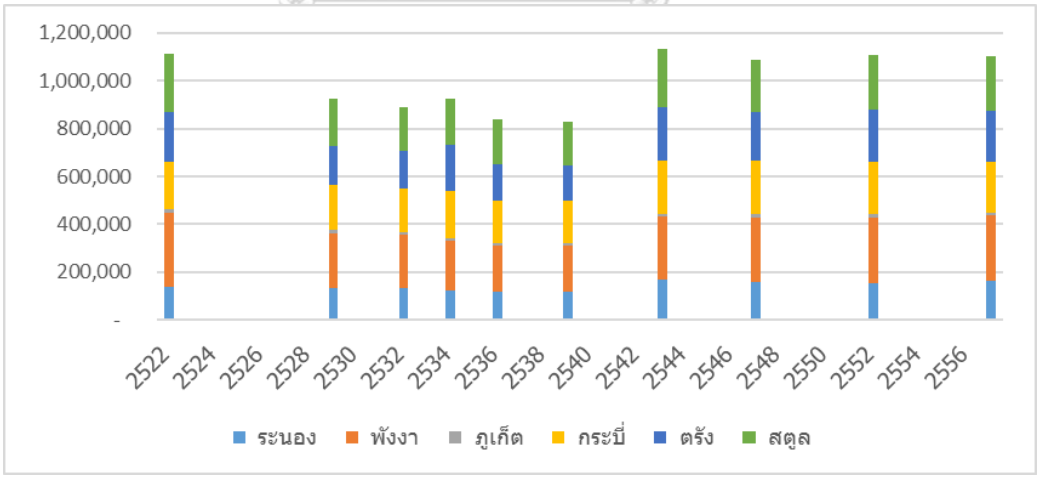
(ข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8, พ.ศ.2560)

ภาพที่ 5-7 ตำแหน่งและจำนวนโครงสร้างชายฝั่งอันดามันรายจังหวัด ปี พ.ศ.2560

5.3.3 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ สถิติพื้นที่ป่าชายเลนของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตั้งแต่ปี พ.ศ.2522- 2557 (ตารางที่ 5-4) พบว่าพื้นที่ป่าชายเลนรวม 6 จังหวัด ในช่วงปี 2522-2539 มีแนวโน้มลดลง แต่ช่วงปี 2543-2557 มีอัตราคงตัว อยู่ที่ประมาณ 1.1 ล้านไร่ (ภาพที่ 5-8) โดยในปี พ.ศ.2557 จังหวัดพังงามีพื้นที่ป่าชายเลนคงเหลือสูงสุด ตามมาด้วยสตูล กระบี่ ตรัง ระนอง และภูเก็ตตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ สถิติพื้นที่ป่าไม้ ของกรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 5-6) โดยที่พื้นที่ป่าหมายรวมถึง พื้นที่ป่าชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ป่าดงดิบ ป่าสน ป่าชายเลน ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าพรุ ป่าไผ่ และสวนป่า ไม่ว่าจะอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ป่าโครงการ ป่าสัมปทาน หรือป่าแห่งอื่น ๆ ที่สามารถแปลตีความได้จากภาพดาวเทียม LANDSAT-TM มาตราส่วน 1:250,000 แต่ไม่รวมถึงพื้นที่สวนยางพารา และสวนผลไม้ พบว่าพื้นที่ป่าไม้รวม 6 จังหวัด ในช่วงปี พ.ศ.2528-2541 มีแนวโน้มลดลงจาก 2.3 ล้านไร่เหลือเพียง 1.8 ล้านไร่ แต่ช่วงปี พ.ศ.2543-2560 พื้นที่ป่ามีอัตราคงตัว อยู่ที่ประมาณ 2.29 ล้านไร่ (ภาพที่ 5-9) โดยในปี พ.ศ.2560 จังหวัดระนอง และพังงามีพื้นที่ป่าชายเลนคงเหลือสูงสุด 1.07 ล้านไร่ ตามมาด้วยสตูล ตรัง กระบี่ และภูเก็ตตามลำดับ



ที่มา: กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 5-8 พื้นที่ป่าชายเลน จำแนกรายจังหวัด พ.ศ.2522–2557 (ไร่)

ตารางที่ 5-4 พื้นที่ป่าชายเลน จำแนกรายจังหวัด พ.ศ.2522–2557 (ไร่)

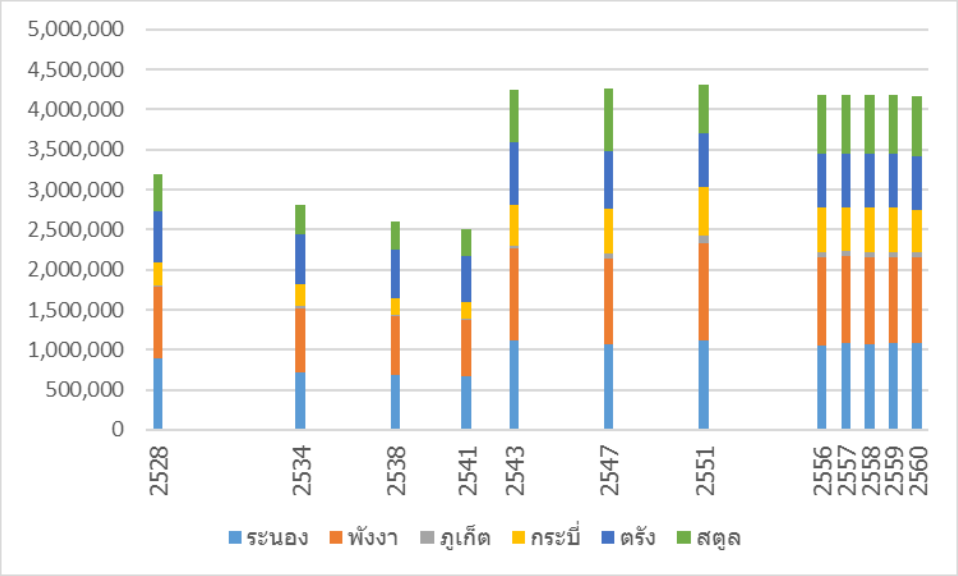
จังหวัด	2522	2529	2532	2534	2536	2539	2543	2547	2552	2557
ระนอง	141,200	135,087	132,388	121,688	120,675	120,229	170,335	158,343	154,448	161,919
พังงา	304,475	227,625	222,663	209,438	191,976	190,265	262,736	271,628	275,317	274,401
ภูเก็ต	17,800	12,094	11,163	9,713	9,675	9,448	11,725	10,593	12,327	13,446
กระบี่	198,500	189,450	185,269	199,469	178,292	176,709	219,338	224,217	218,186	213,646
ตรัง	205,400	164,225	156,500	192,806	152,050	150,597	223,677	204,642	220,976	211,625
สตูล	246,100	195,243	180,581	194,081	183,877	183,402	245,822	215,603	223,639	225,890
รวม	1,113,475	923,724	888,564	927,194	836,545	830,650	1,133,633	1,085,026	1,104,893	1,100,928

ที่มา: กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 5-5 พื้นที่ป่าไม้จากการแปลภาพดาวเทียม จำแนกรายจังหวัด พ.ศ.2528–2560 (ไร่)

จังหวัด	2528	2534	2538	2541	2543	2547	2551	2556	2557	2558	2559	2560
ระนอง	899,375	724,375	684,375	665,000	1,109,875	1,067,813	1,119,876	1,059,371	1,079,018	1,073,462	1,078,013	1,076,716
พังงา	881,250	792,500	738,125	713,750	1,157,063	1,076,625	1,206,862	1,096,400	1,083,257	1,078,233	1,076,855	1,076,013
ภูเก็ต	26,875	23,750	15,000	15,000	36,688	61,625	96,065	69,216	69,603	69,167	69,506	69,657
กระบี่	283,125	279,375	211,250	199,375	500,875	551,250	615,401	559,033	548,648	551,905	550,882	522,276
ตรัง	639,375	625,625	596,875	584,375	782,125	719,313	668,153	660,877	665,183	673,000	671,232	672,241
สตูล	465,625	363,750	350,625	330,000	658,313	787,188	601,558	744,520	733,484	738,773	741,889	745,586
รวม	2,296,250	2,085,000	1,911,875	1,842,500	3,135,063	3,196,000	3,188,039	3,130,046	3,100,177	3,111,079	3,110,364	3,085,773

ที่มา: กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



ที่มา: กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 5-9 พื้นที่ป่าไม้ จำแนกรายจังหวัด พ.ศ.2528-2560

5.3.4 รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่ธรรมชาติชายฝั่งอันดามัน

จากการวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่ป่าบก จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2560 หรือ พ.ศ.2560 พบว่าจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าบกมากที่สุดคือจังหวัด ระนองที่ 1,193.3 ตร.กม. (745,812 ไร่) ตามมาด้วยจังหวัดกระบี่ 881.55 ตร.กม. (550,969 ไร่) จังหวัดพังงา 662.20 ตร.กม. (413,875 ไร่) จังหวัดตรัง 612.29 ตร.กม. (382,681.25 ไร่) จังหวัดสตูล 538.27 ตร.กม. (336,418.75 ไร่) และจังหวัดภูเก็ต 159.42 ตร.กม. (99,637.50 ไร่) โดยมีจำนวนผืนป่าแตกกระจายสูงสุดคือจังหวัดกระบี่ (71 ผืน) ตามมาด้วยสตูล (57 ผืน) พังงา (50 ผืน) ระนอง (46 ผืน) ตรัง (23 ผืน) และภูเก็ต (18 ผืน)

จังหวัดภูเก็ตมีขนาดผืนป่าคงเหลือน้อยที่สุด และมีขนาดเฉลี่ยเล็กที่สุด จังหวัดระนองแม้จะมีพื้นที่ป่ามากที่สุดแล้ว แต่มีความยาวเส้นขอบป่าสูง (8,114.59 กม.) จึงมีความเสี่ยงต่อการถูกรบกวนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ โดยรอบในอัตราที่สูง และมีขนาดผืนป่าเฉลี่ยต่ำกว่าจังหวัดตรัง แม้พื้นที่ป่าบกของจังหวัดตรังจะมีเพียง 612.29 ตร.กม. (382,681.25 ไร่) แต่คุณภาพโครงสร้างป่าของจังหวัดตรังมีค่าสูงสุด จากจำนวนผืนป่าที่น้อย (23 ผืน) ความยาวเส้นขอบป่าน้อย (455.32 กม.) และ

ขนาดเฉลี่ยของผืนป่าที่มีขนาดใหญ่ 30.61 ตร.กม. (19,131.25 ไร่) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-6

โครงสร้างภูมิทัศน์พื้นที่ป่าชายเลนและป่าชายหาด จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2560 พบว่าจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าชายเลนและป่าชายหาดมากที่สุดคือจังหวัดพังงา 397.92 ตร.กม. (248,700 ไร่) ตามมาด้วยจังหวัดกระบี่ 360.08 ตร.กม. (225,050 ไร่) จังหวัดสตูล 356.04 ตร.กม. (222,525 ไร่) จังหวัดตรัง 314.30 ตร.กม. (196,437 ไร่) จังหวัดระนอง 268.14 ตร.กม. (167,587 ไร่) และจังหวัดภูเก็ต 25.31 ตร.กม. (15,819 ไร่) โดยมีจำนวนผืนป่าแตกกระจายสูงสุดคือจังหวัดพังงา (727 ผืน) ตามมาด้วยสตูล (406 ผืน) กระบี่ (363 ผืน) ตรัง (308 ผืน) ระนอง (123 ผืน) และภูเก็ต (58 ผืน) (ตารางที่ 5-7) จะเห็นว่าอัตราการแตกกระจายและความเส้นขอบป่าของป่าชายเลนป่าชายหาดนั้นสูงกว่าป่าบกมาก เนื่องจากผืนป่าชายฝั่งมีลักษณะแคบยาวและถูกแบ่งด้วยลำน้ำด้วย จึงมีความเสี่ยงต่อการถูกรบกวนได้ง่ายกว่าผืนป่าบก

จังหวัดภูเก็ตมีขนาดผืนป่าชายเลนและป่าชายหาดคงเหลือน้อยที่สุด และมีขนาดเฉลี่ยเล็กที่สุดเช่นเดียวกับผืนป่าบก จังหวัดพังงาแม้จะมีพื้นที่ป่าชายเลนป่าชายหาดมากที่สุดเท่ากับ 397.92 ตร.กม. (248,700 ไร่) แต่มีความยาวเส้นขอบป่าสูงสุด 3,623.69 กม. และมีขนาดผืนป่าเฉลี่ยต่ำมาก (รองลงมาจากภูเก็ต) จึงมีความเสี่ยงต่อการถูกรบกวนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ โดยรอบในอัตราที่สูง เนื่องจากผืนป่าขนาดเล็กมีความเสี่ยงที่จะหายไปมากที่สุด คุณภาพโครงสร้างป่าชายฝั่งของจังหวัดระนองมีค่าสูงสุด จากจำนวนผืนป่าที่น้อย (123 ผืน) ความยาวเส้นขอบป่าน้อย (1,379.91 กม.) และขนาดเฉลี่ยของผืนป่าที่มีขนาดใหญ่ 2.18 ตร.กม. (1,362.5 ไร่) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 5-7

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3.5 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เกษตรชายฝั่งอันดามัน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ จากสถิติสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ตารางที่ 5-8) พบว่าปี พ.ศ.2545 พืชหลักของภาคใต้ฝั่งอันดามัน คือการเกษตรแบบสวนไม้ยืนต้น คิดเป็นพื้นที่ปลูก 94.53% ของพื้นที่เกษตรทั้งภูมิภาค พืชหลักคือ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และกาแฟ พบการปลูกพืชไร่ในภูมิภาคนี้เพียงเล็กน้อยก่อนปี พ.ศ.2545 พื้นที่เกษตรอื่น ๆ 4.30% พื้นที่นาข้าว 0.77% และพื้นที่สวนผักหรือสวนไม้ดอกไม้ประดับ 0.39% โดยมีขนาดของฟาร์มเฉลี่ย 30.25-32.91 ไร่ ซึ่งเป็นขนาดแปลงที่ค่อยข้างใหญ่เมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ ทั่วประเทศ โดยจังหวัดที่มีขนาดแปลงใหญ่คือ จังหวัดกระบี่ พังงา และภูเก็ต

ตารางที่ 5-6 การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ พื้นที่ป่าบกรายจังหวัด พ.ศ.2560

	NP	CA	PD	TE	MPS	LP
ระนอง	46	1,193.30	0.01	8,114.59	25.94	11.68
พังงา	50	662.20	0.01	947.67	13.24	2.57
ภูเก็ต	18	159.42	0.00	343.42	8.85	1.17
กระบี่	71	881.55	0.02	1,445.85	12.42	2.56
ตรัง	23	612.29	0.01	455.32	30.61	7.72
สตูล	57	538.27	0.01	1,046.77	9.44	3.34

CA= total class area, NP= number of patches, PD= patch density, TE=total edge, MPS=mean patch size, LP= largest patch index

ตารางที่ 5-7 การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์ พื้นที่ป่าชายเลนและป่าชายหาดรายจังหวัด พ.ศ.2560

	NP	CA	PD	TE	MPS	LP
ระนอง	123	268.14	0.04	1,379.91	2.18	1.79
พังงา	727	397.92	0.17	3,623.69	0.55	0.58
ภูเก็ต	58	25.31	0.11	253.42	0.44	0.16
กระบี่	363	360.08	0.08	3,168.03	0.99	0.80
ตรัง	308	314.30	0.06	2,384.65	1.02	0.89
สตูล	406	356.04	0.16	2,556.06	0.88	0.85

CA= total class area, NP= number of patches, PD= patch density, TE=total edge, MPS=mean patch size, LP= largest patch index

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5-8 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรของ 6 จังหวัดชายฝั่งอันดามัน ช่วงปี พ.ศ.2545, 2550, 2555, และ 2560 (ไร่)

จังหวัด	ปี	พื้นที่เกษตรรวม	นาข้าว	พืชไร่	สวนไม้ผลไม้ยืนต้น	สวนผัก/ไม้ดอก	การเกษตรอื่น ๆ	ขนาดเฉลี่ย
ระนอง	2545	521,008	3,743	0	468,705	2,972	45,588	32.16
	2550	514,402	3,885	0	470,307	2,946	37,264	29.44
	2555	543,626	1,183	0	508,816	2,818	30,809	30.13
	2560	542,478	1,167	0	508,668	2,808	29,835	23.03
พังงา	2545	967,516	12,829	1,113	920,948	141	32,485	37.40
	2550	990,078	11,134	0	950,243	140	28,561	36.10
	2555	1,130,505	2,622	0	1,100,841	120	26,922	39.93
	2560	1,128,921	2,585	0	1,100,122	129	26,085	34.78
ภูเก็ต	2545	143,283	1,542	0	134,748	891	6,102	23.09
	2550	130,613	1,433	0	123,096	883	5,201	33.65
	2555	109,935	124	0	104,300	756	4,755	25.34
	2560	109,406	122	0	103,984	678	4,622	56.70
กระบี่	2545	1,637,588	37,494	2,714	1,513,559	6,696	77,125	38.36
	2550	1,815,955	39,317	0	1,707,961	6,636	62,041	39.57
	2555	1,842,528	5,904	0	1,777,289	5,956	53,379	37.32
	2560	1,840,594	5,803	0	1,776,491	6,318	51,982	42.88
ตรัง	2545	1,879,214	83,564	312	1,699,126	5,737	90,475	29.32
	2550	1,835,221	69,101	0	1,684,669	5,685	75,766	26.41
	2555	1,826,449	21,710	0	1,731,685	5,053	68,001	26.73
	2560	1,827,898	21,489	0	1,735,286	5,066	66,057	21.13
สตูล	2545	627,511	89,104	24	489,351	4,561	44,471	22.23
	2550	646,114	83,109	0	520,796	4,520	37,689	22.00
	2555	669,710	48,159	0	584,245	4,058	33,248	22.04
	2560	668,550	48,119	0	584,115	4,012	32,304	18.93

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

5.4 อภิปรายผล

5.4.1 แบบแผนปริภูมิของภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง

จากการวิเคราะห์รูปแบบการขยายตัวของเมืองในช่วง 4 ทศวรรศที่ผ่านมา สามารถแบ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเชิงกาลของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามันได้ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงปี พ.ศ.2523-2543 พื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามันเป็นรูปแบบเมืองแบบกระจุกตัวแบบเส้น มีการเติบโตออกนอกขอบเมือง จากเขตศูนย์กลางเมืองเดิม มีอัตราการขยายตัวของเมือง 3.36% ต่อปี 2) ช่วงปี พ.ศ. 2543-2553 การขยายเมืองเริ่มมีการพัฒนาขึ้นใหม่แบบกระจายตัวห่างจากเขตเมืองเดิม ด้วยอัตราการขยายตัว 8.08% ต่อปี และ 3) ช่วงสุดท้ายหลังปี พ.ศ.2553 เป็นการขยายตัวแบบกระจัดกระจาย (dispersed) ด้วยอัตราการขยายตัว 6.92% ต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาของอริสา จันทรบุญทา และจิรัฐ เจนพึ่งพร (2561) ที่ระบุว่าประเทศไทยยังขาดการวางแผนจัดการพื้นที่เมือง (urban planning) และวางแผนการขยายเมืองอย่างเหมาะสม รัฐยังไม่เคยให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการพื้นที่ (zoning) ส่งผลให้อาณาเขตพื้นที่เมืองใหญ่ของไทยในปัจจุบันกระจายตัวออกไปตามทิศทางต่าง ๆ อย่างไม่สมดุล ไม่มีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียมช่วงหลังปี พ.ศ.2543 พื้นที่เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็วในรูปแบบกระจายออกรอบนอกเมืองเดิม โดยอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองที่สูงขึ้นนี้ สืบเนื่องมาจากการขยายตัวของสาธารณูการตามนโยบายส่งเสริมการพัฒนาของภาครัฐและการเติบโตอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว

โครงสร้างสัณฐานชายฝั่งทะเลอันดามันทั้งแนวเทือกเขาและชายฝั่งทะเลเรียงตัวในแนวเหนือใต้ และมีแม่น้ำสายสั้น ๆ ไหลจากเทือกเขาทางทิศตะวันออกไหลลงปากแม่น้ำทางทิศตะวันตก เกิดเป็นที่ราบที่มีความอุดมสมบูรณ์และเหมาะแก่การคมนาคมทางเรือ เกิดเป็นชุมชนเมืองท่าสำคัญ เช่น เมืองระนอง ตะกั่วป่า ตะกั่วทุ่ง ท้ายเหมือง กระบี่ กันตัง สตูล และละงู เมืองเหล่านี้ตั้งอยู่บริเวณที่ราบใกล้ปากแม่น้ำหรือชะวากทะเล (estuary) ที่เชื่อมต่อสู่ทะเล ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความอุดมสมบูรณ์และเป็นที่ตั้งของป่าชายเลนผืนใหญ่ การขยายตัวของเมืองชายฝั่งจึงไปซ้อนทับกับผืนป่าชายเลน และมีผืนเมืองกระจายเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่ง ซึ่งการบุกรุกทำลายจะเกิดมากบริเวณขอบป่าที่ติดกับเมืองซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการบุกรุกทำลาย

ลักษณะทางกายภาพของเมืองชายฝั่งอันดามันที่ปรากฏในปัจจุบัน เป็นการพัฒนาจากชุมชนดั้งเดิม 3 ลักษณะคือ 1) ชุมชนประมง หรือชาวเล อาศัยอยู่ตามชายทะเล คนเหล่านี้แต่ก่อนเคยเร่ร่อน โยกย้ายถิ่นไปเรื่อย ๆ แต่ปัจจุบันเริ่มตั้งหลักแหล่งติดที่ อยู่รวมกันเป็นหมู่บ้านใหญ่แถวชายทะเล เกิดเป็นกลุ่มเมืองที่อยู่ริมทะเลใกล้ชายฝั่ง ป่าชายเลนหรือทางน้ำที่ต่อเนื่องออกทะเล (เมธิรา ไกรนที, 2552) เช่นเดียวกับชุมชนประมงพื้นบ้านปากแม่น้ำกระบี่จะเลือกตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ริม

คลองและแพรกเป็นอันดับแรก โดยปลูกเรือนเกาะตัวเป็นแนวยาวตามปากแม่น้ำ โดยเว้นระยะถอยร่นจากชายฝั่งทะเล ประมาณ 200-300 เมตร เพื่อเก็บรักษาแนวป่าชายเลน เป็นแนวป้องกันคลื่นลมและพายุในฤดูมรสุม รวมทั้งมีการวางกลุ่มเรือนสอดแทรกตามป่าชายเลน เพื่อให้ร่มเงาแก่ตัวเรือน โดยเรือนส่วนใหญ่มีการยกเสาสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงสุดประมาณ 1 เมตร และมีการขุดบ่อน้ำในพื้นที่ดอนเพื่อบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำจืด (อัมพิกา อำลอย, 2558) 2) ชุมชนเกษตร จากประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของการตั้งถิ่นฐานชุมชนภาคใต้อาจจะแบ่งลักษณะของชุมชนออกได้ 2 แบบคือ ชุมชนนา และชุมชนสวน แต่กลุ่มชุมชนทำนามักปรากฏเฉพาะชายฝั่งอ่าวไทยที่มีพื้นที่ราบ แต่พื้นที่ชายฝั่งอันดามันมักเป็นกลุ่มชาวสวน ตั้งถิ่นฐานบนภูเขาพื้นที่ราบสูงหรือเรียกว่า “โซนป่า” เนื่องจากพื้นที่ดั้งเดิมเป็นป่า (อุดมศักดิ์ เดโชชัย และ สุรินทร์ ทองทศ, 2561) สร้างชุมชนบนควนแบบกระจายตัวอยู่ใกล้พื้นที่เกษตร ที่ราบเชิงเขา ใกล้แหล่งน้ำจืด เลี้ยงชีพด้วยการทำการเกษตรและเก็บผลผลิตจากป่า (วิจารณ์ ธานีรัตน์, 2542) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จัดให้มีที่ดินในเขตนิคมสร้างตนเองพัฒนาภาคใต้ โดยการ “เจาะป่า” เข้ามาตั้งถิ่นฐาน ร่วมกับการปลูกข้าวบนพื้นที่ราบ หรือข้าวไร่ และส่งเสริมให้ปลูกพืชเศรษฐกิจตามนโยบายภาครัฐ ได้แก่ ยางพาราและปาล์มน้ำมัน (มานะ ขุนวีช่วย, 2560) และ 3) ชุมชนเมือง กลุ่มคนที่อยู่ในสังคมเมือง มักเป็นคนจีนหรือคนไทยเชื้อสายจีนประกอบอาชีพค้าขาย กลุ่มเมืองตั้งอยู่ที่ราบใกล้คลองหรือแม่น้ำสายหลักที่ออกสู่ทะเล ลักษณะการขยายตัวเริ่มจากการขยายตัวออกจากศูนย์กลางเดิม พัฒนาขยายตัวเป็นแนวเส้นตามการพัฒนาเส้นทางคมนาคม ถนน ลักษณะการจัดผังของเส้นทางคมนาคมในเมืองมักมีลักษณะเป็นโครงข่ายถนนแบบตาราง (grid system) ตามอิทธิพลการวางผังเมืองของชาวจีนซึ่งรับผ่านมาจากเมืองปีนังและมะละกา (ตรีชาติ เลาแก้วหนู, 2560) โดยชุมชนเมืองมักประกอบไปด้วย 2 สำคัญคือ ย่านการค้า และย่านศูนย์ราชการ ซึ่งชุมชนเมืองถือเป็นศูนย์กลางในการพัฒนา และมีอัตราการขยายตัวสูงสุด การขยายเมืองและกระจายออกสู่พื้นที่เกษตรรอบเมืองและพื้นที่ริมชายฝั่งทะเล โดยการขยายเมืองของชุมชนค้าขายมีขนาดใหญ่และกลืนลักษณะของชุมชนดั้งเดิมอื่น ๆ ไป และมีการเกิดใหม่ของชุมชนการท่องเที่ยวบริเวณใกล้ชายฝั่งและระบบนิเวศธรรมชาติ ชุมชนประมงเปลี่ยนแปลงจากการทำประมงชายฝั่งเป็นการเพาะเลี้ยงบนพื้นที่ชายฝั่ง การขยายเมืองและเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินนี้ได้รุกล้ำและทำให้พื้นที่ทางธรรมชาติและเกษตรลดขนาดลง แตกกระจายมากขึ้น

5.4.2 ลำดับเวลาการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน

ยุคก่อนประวัติศาสตร์ จากหลักฐานทางโบราณคดีพบว่าภาคใต้ฝั่งอันดามันมีชุมชนสมัยก่อนประวัติศาสตร์ 2 พวกคือ ชาวถ้ำ และชาวน้ำ กลุ่มชนชาวถ้ำปรากฏขึ้นในภาคใต้ไม่น้อยกว่า 20,000 ปีมาแล้ว และเจริญก้าวหน้าขึ้นเมื่อประมาณ 5,000-6,500 ปีมาแล้วพวกนี้ ใช้ถ้ำเป็นที่อยู่อาศัยและ

ประกอบกิจกรรม ใช้ชีวิตอยู่ในป่าเขาโดยเข้าป่าล่าสัตว์แบบสังคมนายพราน พบหลักฐานในถ้ำสุวรรณคูหา อำเภอตะกั่วทุ่ง จังหวัดพังงา ถ้ำเขานุ้ย อำเภออ่าวลึก ถ้ำสระและถ้ำต้นเหรียง อำเภอปลายพระยา จังหวัดกระบี่ ถ้ำเขาปีนะ จังหวัดตรัง ส่วนกลุ่มชนชาวน้ำ มีถิ่นอาศัยบริเวณที่อยู่ในแนวฝั่งทะเล อาศัยตามถ้ำ หรือที่ราบใกล้ฝั่ง และถ้ำเกาะ เช่น ถ้ำผีหัวโต อำเภออ่าวลึก เพิงผาเขาขนาบน้ำ อำเภอเมืองกระบี่ ถ้ำเขาหลัก อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ หาดสำราญ จังหวัดตรัง และหาดกมลา อำเภอกระทู้ จังหวัดภูเก็ต เป็นต้น โดยจากหลักฐานแสดงว่าการตั้งถิ่นฐานเกิดขึ้นบริเวณป่าเขาก่อนย้ายลงมาพื้นที่ราบชายฝั่ง

ยุคเริ่มประวัติศาสตร์ ภาคใต้สมัยแรกเริ่มประวัติศาสตร์ (early history) ช่วงที่ 1 (พุทธศตวรรษที่ 5-9) มีลักษณะเป็นชุมชนอยู่บน เนิน (ควน) และ อยู่กันอย่างกระจัดกระจายตามแนวเนินทราย และแนวลำน้ำแบบพื้นเมือง ชุมชนสมัยนี้ เริ่มมีการติดต่อกับชุมชนสมัยประวัติศาสตร์จากดินแดนโพ้นทะเล เช่น จีน อินเดีย ช่วงที่ 2 (พุทธศตวรรษที่ 9-12) มีลักษณะเป็นชุมชนที่รวมตัวกันเป็นกลุ่ม ๆ ภายใต้ระบบสังคมและการปกครองอันเดียวกัน ผู้คนสมัยนี้ยังนิยมตั้งถิ่นฐานบนเนินบริเวณที่ราบริมฝั่งน้ำและบนเนินทรายชุมชนบางแห่งได้ปรับตัวให้เป็นเมืองท่าและบางแห่งเริ่มต้นเป็นสถานี การค้าและอุตสาหกรรมบางประเภท ชุมชนในสมัยนี้ เช่น ชุมชนโบราณคลองท่อม อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ชุมชนโบราณตะกั่วป่า จังหวัดพังงา เป็นต้น ช่วงที่ 3 พุทธศตวรรษที่ 12-19 เป็นลักษณะที่มีหลากหลายชุมชนอยู่ภายใต้ระบบสังคมและการเมืองแบบเดียวกัน โดยมีองค์กรกลางเป็นศูนย์กลางการปกครองแบบนครรัฐ อยู่ในช่วงสมัยวัฒนธรรมศรีวิชัย หรืออาณาจักรศรีวิชัยและอาณาจักรตามพรลิงค์ สังคมของชุมชนสมัยนี้การปกครองและศาสนที่ได้รับอิทธิพลมาจากประเทศโพ้นทะเล บางชุมชนมีคันคูเมืองที่พัฒนาระบบชลประทานเพื่อการเกษตรกรรม และพัฒนาเป็นเมืองท่าเพื่อการค้าขายกับชุมชนภายนอกโดยเฉพาะกับตะวันออกกลางและจีน เช่น ชุมชนตะกั่วป่า รวมทั้งแหล่งเกาะคอเขา ซึ่งปัจจุบันขึ้นต่ออำเภอ คุระบุรี จังหวัดพังงา ชุมชนคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ชุมชนตามแนวแม่น้ำตรัง เป็นต้น โดยเฉพาะที่เมืองถลาง และตะกั่วป่า ที่มีการติดต่อส่งออกดีบุกไปยังเมืองจีนตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 18-19

ยุคประวัติศาสตร์ พุทธศตวรรษที่ 24 เริ่มมีการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานจากภาคกลางและภาคเหนือลงสู่ภาคใต้ พร้อมกับการขยายตัวของการ "สร้างป่าให้เป็นนา" เข้าสู่ยุคของชุมชนเกษตรกรรมที่ปลูกข้าวนาลุ่มเป็นพืชหลัก ปลูกผัก สวนครัวพืชผลไม้เมืองร้อนอื่น ๆ รวมทั้งดงตาล ป่ายาง และไผ่สีสุกซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ก่อนหน้านั้น การปลูกข้าวบนที่ดอนเชิงเนิน และการทำไร่เลื่อนลอยก็ยังมีอยู่อย่างหนาแน่นตามภูมิประเทศที่เหมาะสม การสร้างบ้านทรงไทยใต้ถุนสูงตามแหล่งชุมชนใหม่เริ่มปรากฏขึ้น มีวัดในพุทธศาสนาเป็นศูนย์กลางของชุมชน ขณะเดียวกันเริ่มมีการรุกรานจากแขกสลัด ชุมชนจึงต้องมีการเข้ามาตั้งถิ่นฐานบริเวณปากแม่น้ำที่มีชัยภูมิเหมาะที่จะป้องกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวเอง ทำให้ชุมชนเกษตรกรรมแบบพุทธศาสนาต้องย้ายชุมชนไปอยู่ในบริเวณห่างฝั่งและมีความปลอดภัยมากขึ้น จนตั้งแต่กลางพุทธศตวรรษที่ 22 เริ่มมีชาวตะวันตกเข้ามาติดต่อและผูกขาดการค้าในเมืองต่าง ๆ ในภาคใต้ โดยเฉพาะ คือ ชาวดัดช์ และชาวอังกฤษ เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเมืองถลาง จังหวัดภูเก็ต ที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบการเมือง การค้าและวัฒนธรรม ตอนปลายพุทธศตวรรษที่ 24 ชาวจีนเริ่มเข้าติดต่อกับภาคใต้ทั้งทางด้านการค้า และเข้ามาตั้งถิ่นฐาน เริ่มจากทางฝั่งอ่าวไทย

ยุคสมัยธนบุรีและรัตนโกสินทร์ จนถึงสงครามโลกครั้งที่ 2 ผู้คนและวัฒนธรรมภาคใต้มี 2 รูปแบบ ได้แก่ ชุมชนชาวพุทธ และชุมชนชาวมุสลิม ชุมชนชาวพุทธมีวัดเป็นศูนย์กลางของชุมชน เกษตรกรรมเป็นอาชีพหลักโดยเฉพาะการปลูกข้าวนาลุ่ม สร้างบ้านเรือนแบบใต้ถุนสูงบริเวณที่ดอนและเนินทรายใกล้แหล่งเพาะปลูก เลี้ยงสัตว์จำพวก วัว ควาย ไว้ใช้งาน และ เป็ด ไก่ ห่าน ไว้เป็นอาหาร มีการปลูกพืชผัก สวนครัวและพืชสมุนไพรต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบอาหาร และยารักษาโรค มีการทอผ้าใช้เอง จับปลาตามแหล่งน้ำใกล้ชุมชน มีปัจจัยยังชีพพอเพียงในตัวเอง มีการติดต่อกับชุมชนอื่นอย่างจำกัด และในลักษณะถ้อยทีถ้อยอาศัยกัน ชุมชนแบบนี้มีลักษณะเกือบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนชุมชนมุสลิมมักตั้งถิ่นฐานบริเวณปากน้ำริมฝั่งแม่น้ำและแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่สามารถติดต่อกับโลกภายนอกได้ มีสุเหร่าหรือมัสยิด เป็นศูนย์กลาง นิยมสร้างบ้านเรือนติดกันเป็นชุมชนหนาแน่น ประกอบอาชีพทางการค้าและประมงชายฝั่งเป็นหลัก และทำนาเสริมเพียงเล็กน้อยเพียงเพื่อตอบสนองความต้องการภายในชุมชน

ชาวจีนเริ่มอพยพเดินทางเข้ามาติดต่อค้าขาย ตั้งถิ่นฐานทางภาคใต้ และทำเหมืองดีบุกแบบเหมืองหาบ ตั้งแต่ปลายพุทธศตวรรษที่ 23 ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับที่พ่อค้าชาวอังกฤษเริ่มเข้ามาแผ่อิทธิพลในภูมิภาคจากการล่าอาณานิคม ในช่วงปลายพุทธศตวรรษที่ 24 ปีนังกลายเป็นศูนย์การค้าทางปลายแหลมมลายูที่สำคัญ ในยุคนี้มีการค้าอย่างเสรีกับอังกฤษ จากการคุกคามของอังกฤษ และฝรั่งเศสบริเวณชายแดน และหัวเมือง ทำให้รัฐบาลไทยถูกผลักดันให้ปฏิรูปประเทศตามแบบตะวันตก ทั้งด้านการปกครอง การคลัง การสร้างระบบการสื่อสาร สาธารณูปการ ทางรถไฟ ถนน การเดินเรือชายฝั่ง สาธารณูปโภค การสร้างโรงเรียน โรงพยาบาลตามแบบตะวันตก โดยเฉพาะช่วงรัชสมัยรัชกาลที่ 5 อย่างไรก็ดีคนจีนยังเป็นกลุ่มคนที่มีบทบาทในการพัฒนาตามหัวเมืองชายฝั่งตะวันตก และมีอำนาจจากการได้รับการแต่งตั้งให้เป็นเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลในระดับต่าง ๆ เพื่อการค้าขายและส่งออก เกิดการขยายตัวทางด้านการผลิตแร่ดีบุกทั่วทั้งภาคใต้ กลายเป็นกิจกรรมที่ขับเคลื่อนการพัฒนาภาคใต้ฝั่งตะวันตกในช่วงตอนต้นและกลางรัตนโกสินธ์ แต่ด้วยปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อม และการเข้ามาแทนที่ด้วยเทคโนโลยีวัสดุอื่น ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2510 เป็นต้นมากิจการเหมืองแร่เริ่มซบเซาลงค่อย ๆ ลดบทบาทลงและยุติการทำเหมืองแร่โดยสมบูรณ์ ในปี พ.ศ.2536 เปลี่ยนเป็นการผลิตทาง

การเกษตร (ยางพารา ปาล์มน้ำมัน) และการท่องเที่ยวเริ่มเข้ามาแทนที่การทำเหมืองแร่ และกลายเป็นฐานเศรษฐกิจหลักของจังหวัดภูเก็ตในปัจจุบัน (ตรีชาติ เลาแก้วหนู, 2560)

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอันดามันโดยกิจกรรมของมนุษย์เริ่มชัดเจนเมื่อกลางสมัยรัตนโกสินทร์ จากในอดีตที่มีเพียงชุมชนขนาดเล็ก เจริญเติบโตเป็นชุมชนบ้านเมืองขนาดใหญ่เริ่มขึ้นจากความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรแร่ ชาวจีนและชาวตะวันตกเริ่มอพยพเข้ามาตั้งถิ่นฐานเป็นหลักแหล่งเพื่อทำเหมืองแร่ เกิดเมืองท่าและหัวเมืองชายทะเลที่สำคัญได้แก่ เมืองระนอง ตะกั่วป่า ตะกั่วทุ่ง ท้ายเหมือง กระบี่ และภูเก็ต ปัจจุบันยังปรากฏอาคารสิ่งก่อสร้างรูปแบบอิทธิพลชิโนโปรตุกีสแสดงความเจริญของเมืองในยุคนั้น นอกจากเหมืองแร่แล้ว ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญและเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเมือง จากที่ตั้งถิ่นฐานอยู่บริเวณที่ราบลุ่มริมชายฝั่งทะเล ได้มีการขยายการครอบครองที่ดินขึ้นไปในแผ่นดินที่ราบเชิงเขา พื้นที่ที่เคยเป็นปกคลุมด้วยป่าไม้ถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมสวนยางพารา

การพัฒนาช่วง พ.ศ.2500 ถึงปัจจุบัน อิทธิพลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 (พ.ศ.2504) ส่งผลให้สภาพสังคมและวัฒนธรรมท้องถิ่นเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สู่ความเป็นสังคมแบบทุนนิยม วัฒนธรรมอุตสาหกรรมเข้ามาแทนที่วัฒนธรรมเกษตรกรรม ค่านิยมแบบสังคมเมืองรุกรานเข้าแทนที่วัฒนธรรมพื้นบ้าน การปลูกยางพาราเริ่มเข้ามาและส่งเสริมให้ปลูกในภูมิภาคนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2503 และปาล์มน้ำมัน พ.ศ.2511 แต่หลังปี พ.ศ.2555 เป็นต้นมา เริ่มประสบปัญหาราคายางตกต่ำ ผลผลิตยางสูงเกินความต้องการใช้ยาง โดยรัฐแก้ปัญหาโดยใช้นโยบายส่งเสริมการลดพื้นที่ปลูกยางเชิงเดี่ยว และเพิ่มพื้นที่ทำเกษตรผสมผสานหรือปลูกพืชอาหารอื่น ๆ

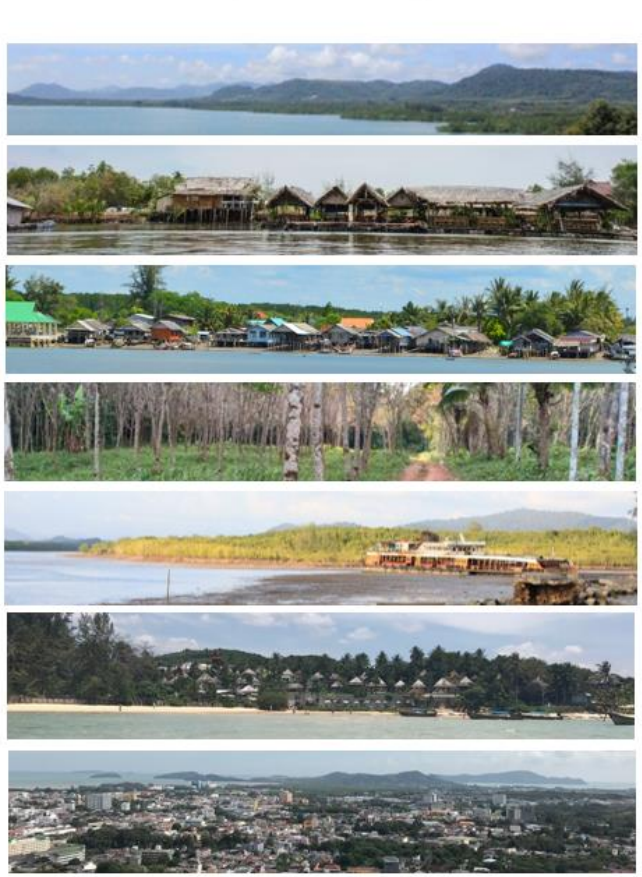
นโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ทำให้เกิดพัฒนาปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม เช่นโครงข่ายการคมนาคม รวมทั้งแผนพัฒนาการท่องเที่ยวที่ปรากฏในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 ปี (พ.ศ.2520-2524) โดยเฉพาะช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) ที่อุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทยขยายตัวอย่างมาก และการประกาศปีการส่งเสริมการท่องเที่ยวไทย พ.ศ.2541-2542 หรือ Amazing Thailand 1998-1999 เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งผลจากการดำเนินงานได้รับความสำเร็จเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านธุรกิจการบริการ และสิ่งอำนวยความสะดวกนักท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 แต่การขยายตัวของธุรกิจการท่องเที่ยวอย่างรวดเร็วนั้น ทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพทรัพยากรทางทะเล โดยเฉพาะแนวปะการังในเขตอุทยานแห่งชาติทางทะเลฝั่งอันดามัน พบว่าแนว ปะการังมากกว่า 25% อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมอย่างมาก และเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ปัจจุบันปะการังที่มีสถานภาพสมบูรณ์คงเหลือเพียงแค่ 5.7% ของพื้นที่ปะการังทั้งหมดของประเทศ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2558)

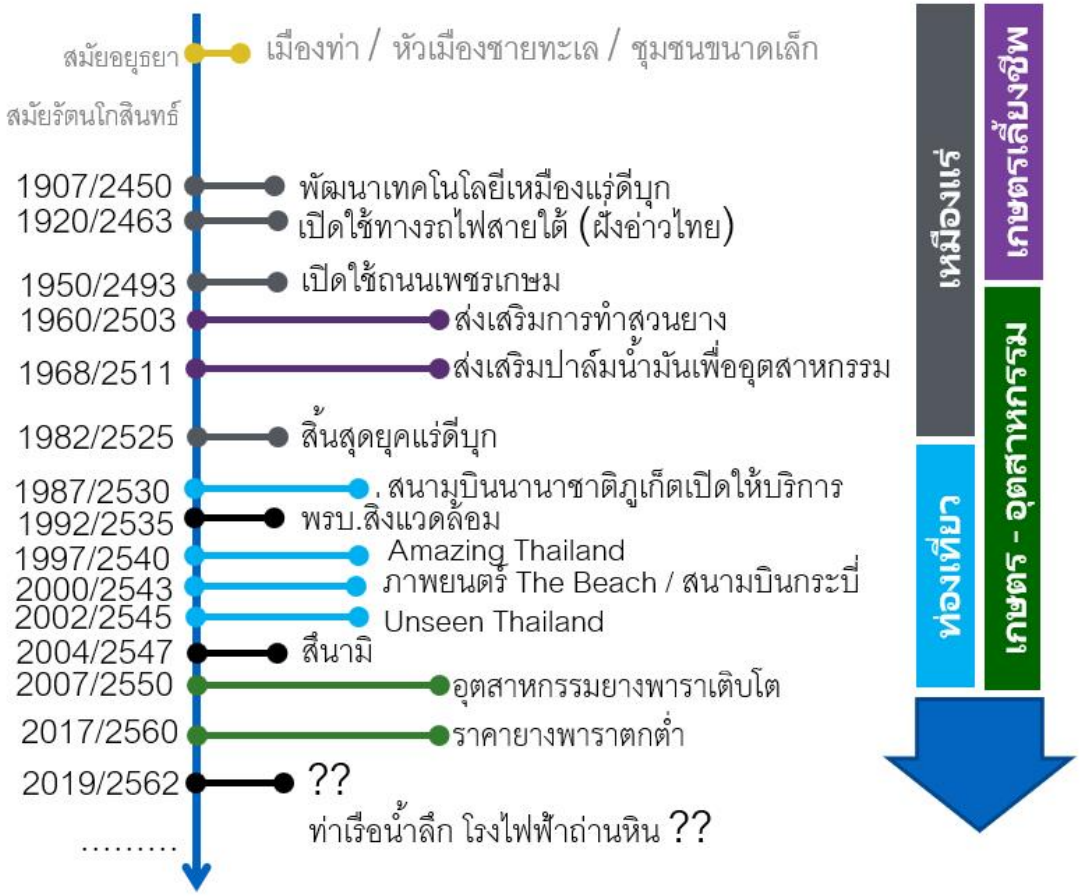
โครงการพัฒนาภาคใต้ฝั่งอันดามันในอนาคต ที่มีแผนจะก่อสร้าง ได้แก่ ขยายทางวิ่งสนามบินภูเก็ต ท่าเรือน้ำลึกปากบารา จังหวัดสตูล โรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหิน บ้านปากคลอง จังหวัดกระบี่ เป็นต้น ซึ่งต้องแลกมาด้วยความสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติ ความอุดมสมบูรณ์ และทัศนียภาพซึ่งล้วนเป็นสิ่งสำคัญต่อชุมชนพื้นที่ถิ่นและนักท่องเที่ยว

ปัญหาและประเด็นท้าทายในปัจจุบัน ที่ถูกระบุเป็นโจทย์ในการพัฒนาภาคใต้ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) คือปัญหาทรัพยากรประมงเสื่อมโทรม ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงและอุทกภัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การท่องเที่ยวกระจุกตัวอยู่ในแหล่งท่องเที่ยวหมู่เกาะและชายหาดหลัก ทำให้เกินขีดความสามารถในการรองรับ โดยแหล่งท่องเที่ยวชายทะเลที่มีศักยภาพหลายแห่งยังไม่เป็นที่รู้จักของตลาดการท่องเที่ยวระดับโลก และยังขาดการพัฒนาเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวพื้นที่ตอนในและแหล่งท่องเที่ยวโดยชุมชนของภาค รวมทั้งพืชเศรษฐกิจ (ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล) ยังมีการผลิตแบบดั้งเดิม มีการแปรรูปเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มน้อย นอกจากนั้นยังมีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ที่ทำให้เกิดการสูญเสียที่ดินทำกินของชุมชนชายฝั่ง 4.6% จากความยาวชายฝั่งทั่วประเทศ (กองบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่ง, 2560) คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมและขยะทะเลทำลายระบบนิเวศทางทะเล และสัตว์ทะเลหายาก ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ความเป็นอยู่ของชุมชนชายฝั่ง ความมั่นคงทางอาหาร และการท่องเที่ยวซึ่งล้วนเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับเวลาเหตุการณ์สำคัญที่มีผลต่อพลวัตชายฝั่งทะเลอันดามัน





ภาพที่ 5-10 ลำดับเวลาการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน

5.4.3 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการรุกล้ำเมืองชายฝั่ง

กระบวนการขยายเมืองของไทยนั้นเกิดจากปัจจัยด้านประวัติศาสตร์-ภูมิศาสตร์ (เขตเมืองที่ติดต่อกับชายฝั่ง สภาวะ อากาศ และระยะทางระหว่างเมือง) ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านนโยบาย (อริสา จันทรบุญทา และจิรัฐ เจนพึ่งพร, 2561)

5.4.3.1 ปัจจัยด้านประวัติศาสตร์-ภูมิศาสตร์

การตั้งถิ่นฐานทางภาคใต้นั้น ในขณะที่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก (อ่าวไทย) มีการพัฒนาเกิดเป็นแหล่งบ้านเมืองใหญ่โตมาแต่สมัยโบราณ แต่ฝั่งตะวันตก (ทะเลอันดามัน) ยังอยู่ในสภาพที่ล้าหลัง มีเพียงชุมชนขนาดเล็กริมฝั่งแม่น้ำที่ต่อเนื่องออกทะเล เนื่องจากภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขา อีกทั้งชายฝั่งทะเลมีคลื่นลมพัดแรงจัด ชายฝั่งมีลักษณะถูกคลื่นลมพัดจนสึกกร่อน มีพื้นที่ราบลุ่มที่จะทำการเพาะปลูกน้อย ไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก อีกทั้งง่ายต่อการถูกรุกรานจากภายนอก อย่างไรก็ตามมีชุมชนโบราณบางแห่งเจริญขึ้นจากการติดต่อทางทะเลได้ขยายตัวและบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกของประเทศไทยมีความเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งจอดเรือ พักถ่ายสินค้า บริเวณปากแม่น้ำปากอ่าวที่มีลักษณะเป็นชะวากทะเล เพื่อจอดเรือและขนถ่ายสินค้าผ่านช่องเขามายังต้นแม่น้ำตาปี แล้วเดินทางตามลำน้ำนี้ ไปออกชายฝั่งทะเลในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ความเจริญจากความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุ และผลิตผลของป่า โดยเหตุนี้จึงมีชาวต่างประเทศเข้ามาตั้งชุมชนอยู่ตามชายฝั่งทะเลเกิดหัวเมืองชายฝั่งทะเลที่สำคัญขึ้นหลายแห่ง เช่น เมืองตะกั่วป่า ตะกั่วทุ่ง ท้ายเมือง กระบี่ และภูเก็ต และสืบทอดตั้งรกรากถึงปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นเชื้อสายของชาวจีน อาคารบ้านเรือน และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ตามเมืองต่าง ๆ ก็ล้วนสะท้อนให้เห็นรูปแบบอิทธิพลของจีน ที่มีมาแต่สมัยรัชกาลที่ 4-5 ทั้งสิ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.4.3.2 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ

พืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้และครอบคลุมพื้นที่มากที่สุดของภูมิภาคคือยางพารา ยางพาราเริ่มเข้ามาเมื่อปี พ.ศ.2442 โดยพระยารัษฎานุประดิษฐ์มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) ได้นำต้นยางพาราต้นแรกของประเทศมาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. 2481 ได้รับการส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจในภูมิภาคนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2503 โดยพระราชบัญญัติกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง และได้มีการจัดตั้งสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางในปี พ.ศ.2504 จนประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลกนับตั้งแต่ พ.ศ.2534 เป็นต้นมา การปลูกยางพาราทำให้มีการขยายตัวของชุมชนที่เคยตั้งหลักแหล่งอยู่ตามที่ราบลุ่ม บริเวณชายฝั่งทะเล เข้าไปยังบริเวณภายใน ที่เคยเป็นป่าและภูเขา เกิดการถางป่าตัดต้นไม้ปลูกยางพาราขึ้นแทน รวมกลุ่มเป็นชุมชน แต่หลังปี พ.ศ.2555 เป็นต้นมา เริ่มประสบ

ปัญหาราคายางตกต่ำ ผลผลิตยางสูงเกินความต้องการใช้ยาง ส่วนปาล์มน้ำมันเริ่มมีการส่งเสริมให้ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจ ในปี พ.ศ.2511 ที่จังหวัดสตูล และมีการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในภูมิภาคนี้ จนถึงช่วงปี พ.ศ.2561 ที่ราคาปาล์มน้ำมันเริ่มตกต่ำจากการเพิ่มขึ้นของผลผลิตและมาตรการกีดกันทางการค้าที่ส่งผลให้การส่งออกปาล์มน้ำมันลดลง ในปี พ.ศ.2554 ภาคใต้ฝั่งอันดามันมีพื้นที่ปลูกยางพาราราวม 3,067,193 ไร่ จากราคายางที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้มีการบุกรุกป่าธรรมชาติในการปลูกยางเพิ่มขึ้น นอกจากปัญหาการบุกรุกป่าเพื่อการปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นแล้วยังมีการปล่อยของเสีย กลิ่น ขยะ และน้ำเสีย ที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปยางพาราด้วย (สำนักงานสถิติจังหวัดกลุ่มจังหวัดภาคใต้ชายแดน, 2556) แต่ปัจจุบันคงเหลือพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 1,975,696 ไร่ (การยางแห่งประเทศไทย, 2561) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่ได้จากการทำเกษตรกรรมเป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกษตรกรคงรักษาผืนพื้นที่เกษตรไว้ หรือเปลี่ยนการใช้ประโยชน์ที่ดินไป (Swangjang & Iamaram, 2011) ดังนั้นการที่พืชเศรษฐกิจสำคัญของภูมิภาคมีราคาตกต่ำ จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่เร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอันดามัน

5.4.3.3 ปัจจัยด้านนโยบาย

นโยบายกำหนดแนวทางการพัฒนา นโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ทำให้เกิดโครงข่ายเส้นทางคมนาคมระดับภูมิภาค ถนน ท่าเรือ สนามบิน โครงสร้างพื้นฐาน อุตสาหกรรมและการท่องเที่ยว รัฐบาลได้บรรจุแผนพัฒนาการท่องเที่ยวเข้าไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 ปี (พ.ศ.2520-2524) โดยเฉพาะช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) ที่อุตสาหกรรมท่องเที่ยวไทยขยายตัวอย่างรวดเร็ว และการประกาศปีการส่งเสริมการท่องเที่ยวไทย พ.ศ.2541-2542 หรือ Amazing Thailand 1998-1999 เพื่อแก้ไขและฟื้นฟูปัญหาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งผลจากการดำเนินงานได้รับความสำเร็จเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดการขยายตัวทางด้านธุรกิจการบริการ (Hospitality Business) และสิ่งอำนวยความสะดวกนักท่องเที่ยวอย่างรวดเร็ว ตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 รายได้มากกว่าร้อยละ 20 ของการท่องเที่ยวรวมทั้งประเทศมาจากแหล่งท่องเที่ยวในกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามันโดยเฉพาะจังหวัดภูเก็ต กระบี่ พังงา ซึ่งเป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวทางทะเลที่มีชื่อเสียงระดับนานาชาติ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 7-12 (พ.ศ.2535-2562) มุ่งพัฒนาชายฝั่งอ่าวไทยภาคตะวันออกเป็นฐานทางเศรษฐกิจ ส่วนการพัฒนาชายฝั่งอันดามันถูกวางทิศทางเพื่อการท่องเที่ยวและพัฒนาประสิทธิภาพการเกษตร แนวทางพัฒนาจึงมุ่งส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะคุณภาพน้ำและทรัพยากรทางทะเลให้สามารถคงอยู่เป็นฐานการท่องเที่ยวได้อย่างยั่งยืน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.4.3.4 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน

การพัฒนาโครงการขนาดใหญ่มีผลทำให้เกิดการขยายตัวเมืองอย่างมีนัยสำคัญ การก่อสร้างสนามบิน ท่าเรือ กระตุ้นให้เกิดโครงการอสังหาริมทรัพย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีโครงข่ายการคมนาคมขนส่ง รวมทั้งการพัฒนาพื้นที่เชิงพาณิชย์ที่เพิ่มขึ้นตามแนวถนนที่เชื่อมต่อกับเมือง (Swangjang & Iamaram, 2011) ท่าอากาศยานนานาชาติภูเก็ตเปิดใช้งานเชิงพาณิชย์ ปี พ.ศ.2531 ทำให้การขยายตัวของเมืองภูเก็ตสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกันกับท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่เปิดดำเนินการ ในปี พ.ศ.2536 ไม่เพียงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบสนามบิน แต่ยังทำให้ปริมาณนักท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้นด้วย ปี พ.ศ.2537 ได้มีการปรับปรุงท่าอากาศยานตรังและเปิดใช้งานภายในประเทศ ตามมาด้วยท่าอากาศยานระนองในปี พ.ศ.2538 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ามาของบริการธุรกิจสายการบินต้นทุนต่ำ ในประเทศไทยตั้งแต่ช่วงปลายปี พ.ศ.2546 เป็นต้นมา เนื่องจากจำนวนเที่ยวบินที่เพิ่มขึ้นและเส้นทางการบินที่หลากหลาย รวมทั้งราคาบัตรโดยสารเครื่องบินที่ถูกลงอย่างมาก ทำให้เกิดการขยายตัวของนักท่องเที่ยวกลุ่มต่าง ๆ มากขึ้น โดยเฉพาะตลาดนักท่องเที่ยวระดับกลางและระดับล่างที่มีงบจำกัดในการเดินทาง ทำให้เกิดการกระตุ้นให้นักท่องเที่ยวมีการเดินทางท่องเที่ยวในภูมิภาคนี้มากขึ้น

5.4.3.5 ปัจจัยการเพิ่มขึ้นของประชากร

จำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น จากการพัฒนาเศรษฐกิจ อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว ทั้งจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชาการในท้องถิ่น และการอพยพย้ายถิ่นฐานจากชนบทเข้ามาสู่เมือง (Bhatta, 2553) เพื่อโอกาสทางวัฒนธรรม การศึกษาและเศรษฐกิจ (Ichimura, 2003; Sharma, Chakraborty, & Joshi, 2015) แต่อัตราการขยายตัวของเมืองในภูมิภาคนี้ ไม่ได้แปรผันตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร โดยจังหวัดระนอง ภูเก็ต กระบี่ และสตูล มีอัตราการขยายตัวของเมืองต่ำกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ในขณะที่จังหวัดพังงา และตรัง อัตราการขยายตัวของเมืองสูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร (ดูอัตราประชากรเพิ่มและพื้นที่เมืองเพิ่ม % ต่อปี ในตารางที่ 5-9) ในขณะที่แนวโน้มหลายเมืองทั่วโลกนั้นจะมีอัตราการขยายตัวของเมืองสูงกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร (Creel, 2003; UN, 2018) โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนาด้วยการขยายเมืองอย่างไร้ประสิทธิภาพ และการขยายเมืองเพื่อรองรับนักท่องเที่ยว ในเมืองท่องเที่ยวชายฝั่งทะเล

จังหวัดภูเก็ตมีสัดส่วนพื้นที่เมืองหรือพื้นที่ถูกปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างสูงสุด และมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากปี พ.ศ.2523 มีสัดส่วนพื้นที่เมือง 9.03% ของพื้นที่จังหวัด ในปี พ.ศ.2533 เพิ่มขึ้นเป็น 11.56% (+2.53%) ในปี พ.ศ.2543 เพิ่มขึ้นเป็น 17.91% (+6.35%) ในปี พ.ศ.2553 เพิ่มขึ้นเป็น 27.71 (+9.80%) และ ในปี พ.ศ.2560 เพิ่มขึ้นเป็น 54.79% (+27.08%) ตามลำดับ หรืออัตราการขยายจคิดเป็น 4.53% ต่อปี ในขณะที่อัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรจังหวัดภูเก็ตอยู่ที่ 5.59% ต่อปี ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีอัตราการขยายตัวของเมืองใกล้เคียงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรมากที่สุด หรือต่างกันเพียง 1% ต่อปี (ตารางที่ 5-9) แต่นอกจากจำนวนประชากรตามสถิติแล้ว พื้นที่เมือง 297.49 ตร.กม.ของจังหวัดภูเก็ตยังต้องรองรับแรงงานต่างชาติ 93,116 คน หรือคิดเป็นอัตราส่วนประชากรอยู่อาศัย 1,324 คนต่อตร.กม.พื้นที่เมือง และรองรับนักท่องเที่ยว 13,369,634 คนต่อปี (สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต, 2560) ในขณะที่จังหวัดกระบี่ 4,304,713 คนต่อปี (สำนักงานสถิติจังหวัดกระบี่, 2560) จังหวัดพังงา 4,176,738 คนต่อปี (สำนักงานสถิติจังหวัดพังงา, 2560)

5.4.4 ผลกระทบจากการรุกล้ำของเมืองชายฝั่ง

การขยายตัวของเมืองบนพื้นที่ชายฝั่งทะเลก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางตรงคือการแทนที่พื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตร หรือผลกระทบต่อโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และผลกระทบทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งมีชีวิต หรือผลกระทบต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ชายฝั่ง

ตารางที่ 5-9 เปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรกับการขยายตัวของพื้นที่เมือง

	จำนวนประชากรรายจังหวัด (คน)					P+ (%)	P+ต่อปี(%)	U+ (%)	U+ต่อปี(%)
	2523	2533	2543	2553	2560				
ระนอง	83,545	116,913	160,631	183,079	190,399	127.9	3.46	71.74	1.94
พังงา	170,299	209,415	235,217	267,491	267,491	57.1	1.54	113.67	3.07
ภูเก็ต	130,996	166,308	250,596	345,067	402,017	206.9	5.59	167.67	4.53
กระบี่	216,167	276,243	365,504	432,704	469,769	117.3	3.17	66.94	1.81
ตรัง	466,656	528,568	590,851	622,659	643,072	37.8	1.02	76.14	2.06
สตูล	156,485	208,918	263,515	297,163	319,700	104.3	2.82	35.53	0.96
รวม	1,224,148	1,506,365	1,866,314	2,148,163	2,292,448	87.3	2.36	542.00	14.65

P+ = จำนวนประชากรเพิ่ม (%), U+ = พื้นที่เมืองเพิ่ม (ตร.กม.) * พื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร = 625 ไร่

ข้อมูลจำนวนประชากรจากสำนักงานสถิติจังหวัด ข้อมูลพื้นที่เมืองจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม

5.4.4.1 ผลกระทบต่อโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง

แนวคิดพื้นฐานในภูมินิเวศวิทยา คือรูปแบบภูมิทัศน์ที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน (landscape heterogeneity) มีผลต่อการทำงานของระบบนิเวศ (Wiens, 2002) เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมของความหลากหลายทางชีวภาพ และความหลากหลายของบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศ (Alberti, 2005; Fahrig et al., 2011) การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและการเป็นเมืองทำให้เกิดผลกระทบเชิงลบจากการแตกกระจาย (fragmentation) ของภูมิทัศน์ เนื่องจากโครงสร้างภูมิทัศน์ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนเชิงพื้นที่ (sptial pattern) กับกระบวนการ (process) ด้านนิเวศวิทยา สามารถแสดงได้ด้วยแบบจำลอง Patch-Corridor-Matrix Model โดยประกอบด้วยองค์ประกอบภูมิทัศน์สำคัญ 3 ลักษณะคือ ผืนภูมิทัศน์ ทางเชื่อมภูมิทัศน์ และบริบทโดยรวมของภูมิทัศน์

ในพื้นที่ชายฝั่งธรรมชาติที่มนุษย์ยังไม่เข้าไปรบกวน หรือมีการรบกวนในระดับต่ำ ภูมิทัศน์ชายฝั่งยังเชื่อมต่อถึงกันบก ชายฝั่ง ทะเล โดยมีระบบพื้นที่สีเขียวและทางน้ำเชื่อมโยงไว้ แต่เมื่อมนุษย์เข้าไปเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ การทำเกษตรกรรม นากุ้ง และเมือง ซ้อนทับแทนที่ผืนภูมิทัศน์ธรรมชาติ ทำให้ลักษณะทางกายภาพของระบบนิเวศชายฝั่งถูกตัดขาดออกจากกัน ที่ทำให้เกิดการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศชายฝั่ง แสดงโดยแบบจำลอง The Patch-Corridor-Matrix ในภาพที่ 5-11 การทำงานหมุนเวียนของระบบก็ถูกตัดขาดเช่นกัน การแตกกระจายของผืนถิ่นที่อยู่อาศัย ทำให้ผืนระบบนิเวศดั้งเดิมมีปริมาณพื้นที่ของขอบมากขึ้น พื้นที่ธรรมชาติแกนกลาง (core area) ลดลง และอยู่ใกล้ขอบระบบนิเวศมากขึ้น ผลจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ขอบป่า (Edge effect) คือการที่สิ่งแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศจุลภาคเปลี่ยนแปลง บริเวณขอบของหย่อมพื้นที่อาศัยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพระดับท้องถิ่น ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ ลม ความชื้น ความเสี่ยงที่จะเกิดการรบกวนอื่น ๆ มากขึ้นเช่น ไฟป่า การกระจายโรคจากสัตว์เลี้ยง เป็นต้น เพิ่มโอกาสในการเกิดการรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมักหลีกเลี่ยงการใช้หย่อมป่า (patch) ขนาดเล็ก ดังนั้นในพื้นที่ที่เกิดหย่อมป่ากระจัดกระจาย คุณภาพของผืนระบบนิเวศลดลง เกิดการลดลงของการเคลื่อนที่ของประชากรจากการตัดขาดของผืนป่า ก่อให้เกิดประชากรย่อยในแต่ละพื้นที่หย่อมป่า ความหลากหลายและความมากชนิดลดลง อัตราเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้น (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553)

การขยายเมืองอย่างรวดเร็วส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม แต่ในทางกลับกันก็สร้างความเสียหายต่อระบบสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรงด้วย (Zhao et al., 2006) เนื่องจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมทำให้พื้นที่ชายฝั่งทะเลเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ระบบนิเวศชายฝั่งถูกคุกคามทั้งจากการใช้ทรัพยากรของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มลพิษและขยะ กิจกรรมของมนุษย์เหล่านี้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบของระบบนิเวศ

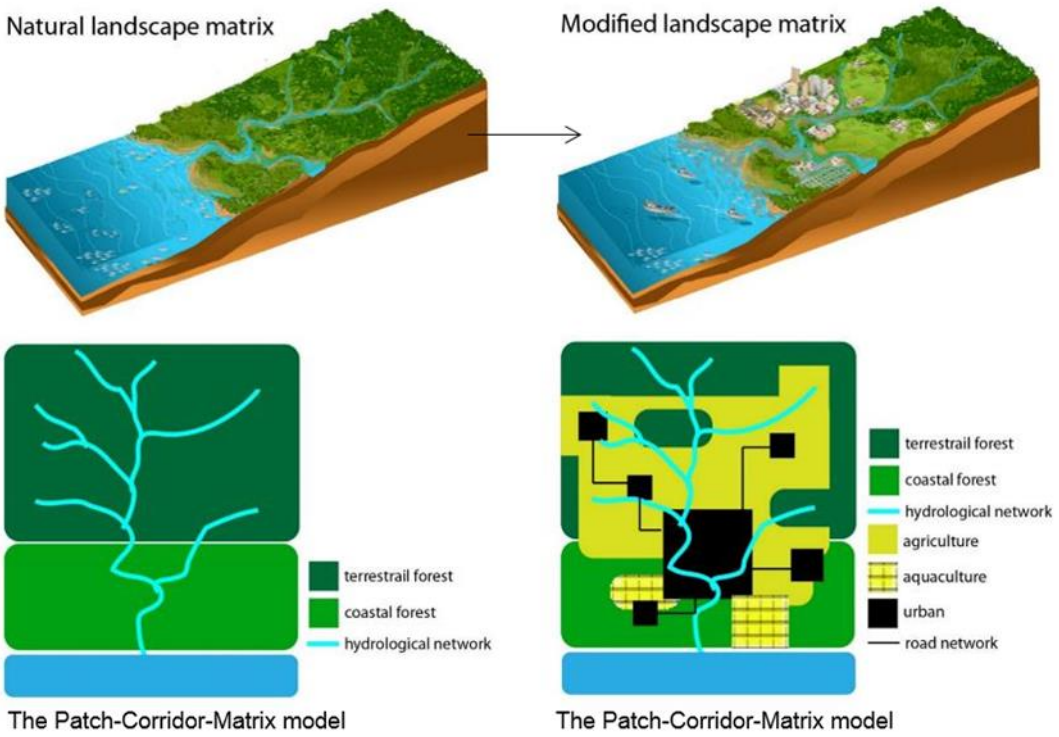
โครงสร้างภูมิทัศน์ บทบาทหน้าที่ และประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศ โดยพัฒนาการการแปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มักเริ่มจากภูมิทัศน์ธรรมชาติ ถูกเปลี่ยนเป็นภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงบางส่วน ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรม สวนยางพารา ปาล์มน้ำมัน และนากุ้ง และพื้นที่เกษตรกรรมนั้นก็จะถูกเปลี่ยนเป็นภูมิทัศน์ที่ถูกเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง หรือเปลี่ยนเป็นเมือง (Marzluff et al., 2008) การเปลี่ยนแปลงเป็นเมืองจึงเป็นการรุกล้ำทั้งพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตรกรรม โดยเมืองมักขยายออกบริเวณชานเมือง และไปแทนที่พื้นที่เกษตรกรรมรอบ ๆ เมือง แหล่งเพาะปลูกเหล่านี้จึงลดปริมาณลง ปริมาณการผลิตอาหารของเมือง

การรบกวนและการแตกกระจายของผืนภูมิทัศน์ เริ่มจากการที่ผืนระบบนิเวศถูกผ่า การผ่า (Incision) แบ่งแยกออกจากกัน ผ่านการพัฒนาเส้นทางคมนาคม ถนน สร้างโอกาสในการเข้าถึง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของถิ่นอาศัย ตามมาด้วยกิจกรรมของมนุษย์ทำให้ผืนภูมิทัศน์ถูกเจาะเป็นรู (perforation) จากการรบกวนทำลาย จากการถางป่า ไฟไหม้ป่า ทำเกษตรกรรม ทำให้ผืนป่าเป็นแผล ถูกการตัดผ่าน (dissection) การพัฒนาเส้นทางคมนาคม ถนน เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ในผืนป่า ตัดแบ่งผืนป่าขนาดใหญ่ให้กลายเป็นผืนย่อย ผืนภูมิทัศน์ถูกลดขนาดให้เล็กลง (dissipation) เมื่อการรบกวนพื้นที่ขยายออกจากเส้นทาง ทำให้ระยะห่างระหว่างผืนห่างออกจากมากขึ้น แต่ละผืนระบบนิเวศที่คงเหลือจะมีขนาดหดเล็กลงเรื่อย ๆ (shrinkage) เนื่องจากผืนระบบนิเวศถูกรบกวนได้จากโดยรอบ จนทำให้ผืนป่าที่ขาดออกจากกันเป็นผืนย่อยมีขนาดเล็กลง 6) การลดจำนวนลง (attrition) ผืนป่าที่หดเล็กลงเรื่อย ๆ จนลดจำนวนผืนลง และถูกทำลายไปทั้งหมด (Forman, 1995)

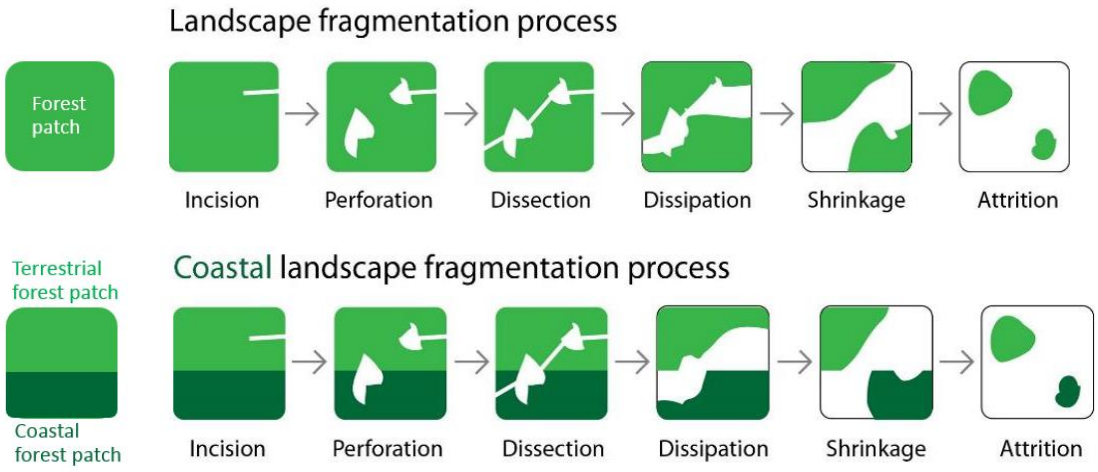
การแตกกระจายของผืนป่า มักอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของผืนป่าบก (terrestrial forest) ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศมากมาย ได้แก่ การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat loss and reduction) การเพิ่มขึ้นของระดับความโดดเดี่ยวของถิ่นที่อยู่อาศัย (habitat isolation) ก่อให้เกิดการลดลงของการเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตระหว่างพื้นที่ธรรมชาติ การลดลงของพื้นที่ธรรมชาติแกนกลาง (core) การเพิ่มขึ้นของความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน ผลกระทบต่อระบบอุทกวิทยา และเป็นภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพ มีผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งในระดับท้องถิ่น และระดับภูมิภาค

การแตกกระจายของผืนภูมิทัศน์ชายฝั่งมีลักษณะทางถูกรบกวนเช่นเดียวกับผืนภูมิทัศน์ป่าบก แต่เนื่องจากรูปแบบของระบบนิเวศชายฝั่งมักมีลักษณะแคบยาว ขนานไปกับแนวชายฝั่ง และมีความหลากหลายของระบบมากกว่า เช่น ป่าชายหาด ป่าชายเลน เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้กระบวนการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ ที่อัตราการรบกวนเท่ากัน มีผลทำให้การลดลงหรือและถูกทำลายไปทั้งหมดของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งมีมากกว่าเมื่อเทียบกันกับผืนภูมิทัศน์ป่าบก (ภาพที่ 5-12)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 5-11 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน ระกว่างก่อนและหลังการรุกล้ำของเมือง



ภาพที่ 5-12 ลำดับขั้นกระบวนการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศป่าชายฝั่ง

5.4.4.2 ผลกระทบต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ชายฝั่ง

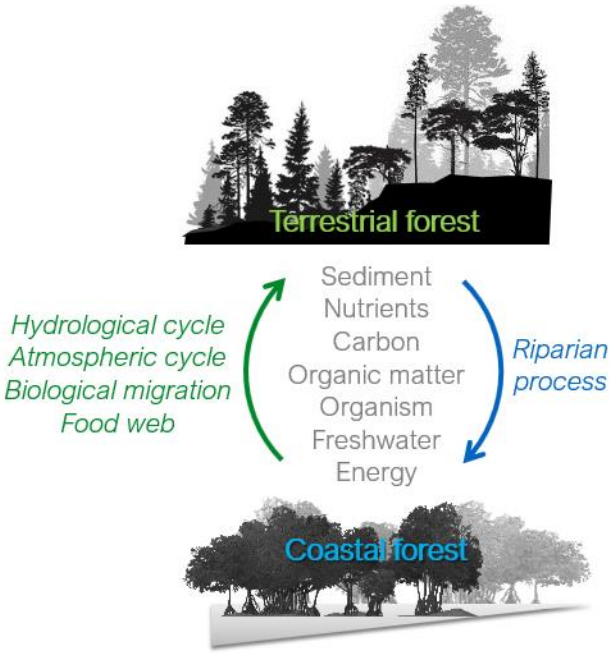
การแตกกระจายและถูกตัดขาดผืนระบบนิเวศบริเวณชายฝั่ง ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง ระบบนิเวศบนบก และระบบนิเวศทางทะเล เนื่องจากพื้นที่ชายฝั่งเป็นพื้นที่เชื่อมต่อ (ecotone) ระหว่างผืนบกและผืนทะเล ความเชื่อมต่อ (connectivity) ที่ถูกทำลาย องค์ประกอบทางกายภาพโครงสร้างภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลง มีผลต่อการทำงานของระบบในการหมุนเวียนส่งผ่านตะกอน ธาตุอาหาร คาร์บอน อินทรียวัตถุ น้ำ รวมทั้งสิ่งมีชีวิต (ภาพที่ 5-13)

การขยายตัวของเมืองชายฝั่งมักสัมพันธ์กับการลดลงของโครงข่ายระบบน้ำในลุ่มน้ำ ทำลายและทำให้เกิดความเสื่อมโทรมแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ (Zhao et al., 2006) คุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่เมืองจะมีปริมาณตะกอน สารอาหารและมลพิษสูง (Lee et al., 2006) ปริมาณมลพิษเพิ่มมากขึ้น ทั้งมลพิษที่ปนเปื้อนทางอากาศและทางน้ำ ซึ่งเป็นการเพิ่มภาระของระบบนิเวศ ทำลายและลดคุณภาพแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การลดลงของชนิดพันธุ์ ความสวยงามของทรัพยากรชายฝั่งลดลง การขยายตัวของพื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามัน 120.98 ตร.กม. ในปี พ.ศ.2523 เป็น 543.08 ตร.กม. ในปี พ.ศ.2560 ซึ่งมีผลให้พื้นที่ชุ่มน้ำลดลง 422.11 ตร.กม. หรือคิดเป็น 2.09% ของพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่ราบริมชายฝั่งตอนปลายของลุ่มน้ำ เป็นการลดความสามารถในการรับน้ำของพื้นที่ ลดประสิทธิภาพการเติมน้ำใต้ดิน และทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต

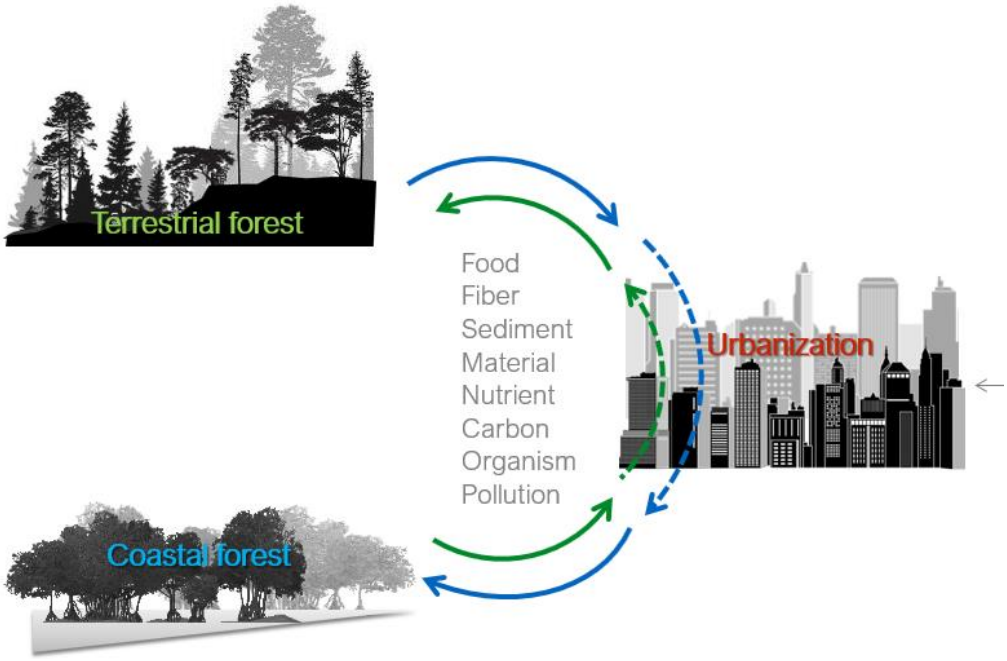
นอกจากนี้การขยายตัวของเมืองยังนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หลายเมืองได้รับผลจากปรากฏการ์เกาะความร้อนในเมือง ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในเขตเมืองในช่วง 10 ปี เพิ่มสูงขึ้น 0.05℃ อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนและอุณหภูมิช่วงกลางคืนเพิ่มสูงขึ้น (Zhao et al., 2006) กิจกรรมในเมืองเร่งการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ

จะเห็นได้ว่ารูปแบบเมืองบนชายฝั่งมักส่งผลกระทบเชิงลบต่อการบริการระบบนิเวศ (Alberti, 2005) เนื่องจากการทำลายโดยการขยายเมืองเข้าไปแทนที่ระบบนิเวศทางธรรมชาติ ตัดขาดความสัมพันธ์และการหมุนเวียนองค์ประกอบในระบบทางธรรมชาติระหว่างระบบนิเวศบกและระบบนิเวศชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 5-14) ซึ่งปรากฏการณ์การขยายตัวของเมืองชายฝั่งทำให้การบริการระบบนิเวศชายฝั่งทั้ง 4 ด้านเสื่อมลง ทั้งด้านการเป็นแหล่งผลิต การบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ การบริการด้านการสนับสนุน และการบริการด้านสังคมวัฒนธรรม มีผลโดยตรงต่อชุมชนพื้นบ้านที่พึ่งพิงทรัพยากรชายฝั่ง และเป็นผลกระทบทั้งทางตรงทางอ้อมต่อชุมชนเมือง

การวางผังภูมินิเวศเมืองชายฝั่ง จากการวิเคราะห์เพื่อหาศักยภาพของระบบนิเวศเมืองในการที่จะบรรเทาผลกระทบเชิงลบ และฟื้นฟูระบบนิเวศ ส่งเสริมให้เกิดรูปแบบเมืองที่สามารถทำหน้าที่เชื่อมต่อระบบนิเวศบนบกกับระบบนิเวศชายฝั่งและทะเลให้ยังคงทำหน้าที่ได้อย่างยั่งยืน



ภาพที่ 5-13 ความสัมพันธ์และการหมุนเวียนองค์ประกอบในระบบทางธรรมชาติระหว่างระบบนิเวศบกและระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ผ่านวัฏจักรของน้ำ บรยากาศ การเคลื่อนย้ายถิ่นและห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิต



ภาพที่ 5-14 เมืองชายฝั่งไปขัดขวางความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และกระบวนการทำงานของระบบนิเวศบกและระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

5.5 บทสรุป

ดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์เป็นเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ธรรมชาติ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์กายภาพของเมืองร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเมือง ดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์แสดงถึงทิศทางการขยายตัวของเมืองชายฝั่งที่มีพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองเพิ่มสูงขึ้น ขนาดผืนเมืองแตกกระจายและเล็กลง ขยายเข้าใกล้ชายฝั่งและผืนป่าชายฝั่งมากขึ้น และมีความยาวเส้นขอบเมืองมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาขยายเมืองแบบไม่มีประสิทธิภาพนี้ นำไปสู่การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศชายฝั่งซึ่งเป็นการลดคุณภาพของทั้งเมืองและการบริการของระบบนิเวศชายฝั่ง การขยายของเมืองไปมีผลให้เกิดการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศทั้งป่าชายเลย ป่าบกอื่น ๆ และพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบเมือง ปริมาณขอบของผืนเมืองเพิ่มขึ้นนำไปสู่ผลเชิงลบด้านอื่นที่จะไปรบกวนต่อระบบนิเวศข้างเคียง โดยที่พื้นที่บริเวณชายฝั่งเป็นพื้นที่ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะผืนป่าชายเลน ป่าชายหาดและผืนระบบนิเวศทางธรรมชาติอื่น ๆ ที่อยู่บริเวณใกล้ชายฝั่งที่อยู่ใกล้กับพื้นที่ที่ถูกพัฒนาแล้ว หรืออยู่ใกล้ผืนเมือง เนื่องจากเมืองมีทิศทางการขยายตัวเติบโตออกชานเมือง การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่ เช่น โครงข่ายถนน ท่าเรือ สนามบิน เป็นตัวเร่งการเกิดเมืองที่สำคัญ และจะมีผลต่อเนื่องถึงการขยายพื้นที่เมืองในระยะยาว

แบบแผนปริภูมิของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน รูปแบบเมืองชายฝั่งส่วนใหญ่พัฒนาจากชุมชนขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำหรือบนควน ตำแหน่งเมืองหลักตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำ อยู่ในพื้นที่ต่ำใกล้ชายฝั่งทะเล แล้วขยายตัวตามแนวเส้นทางคมนาคมเป็นรูปแบบเมืองแบบเส้น ซึ่งถนนเป็นสาธารณูปโภคหลักที่ชี้นำการพัฒนาในภูมิภาคนี้ แนวถนนขนานแนวชายฝั่ง เมืองพัฒนาตามแนวถนนและขยายตัวหนาแน่นขึ้น จึงเป็นการพัฒนาในทิศทางตัดขวางการไหลของทางน้ำจากเขาสู่ทะเล อัตราการขยายตัวโดยรวมของแต่ละจังหวัดในภูมิภาคไม่คงที่ มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละเมืองและช่วงเวลา การขยายตัวมีแนวโน้มขยายตัวแบบนอกเขตเมืองเดิม และใกล้ชายฝั่งและป่าชายเลนมากขึ้นเรื่อย ๆ มีรูปแบบการขยายเมืองเริ่มจากขอบเมือง เป็นขยายออกนอกเขตเมืองเดิม และขยายแตกกระจัดกระจาย

การพัฒนาเป็นเมืองชายฝั่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน แผ้วถางเพื่อทำการเกษตร เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและการก่อสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายฝั่ง จากการถางทำลายป่า ใช้ประโยชน์จากชายฝั่งที่มากเกินไป มลพิษจากเมืองสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และการขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เหตุปัจจัยเหล่านี้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งมากมายจากต้นน้ำถึงทะเล ทั้งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของป่าชายเลน แนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเล เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ที่ทำให้เกิดผลกระทบและเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของทรัพยากร

ชายฝั่ง แต่อย่างไรก็ตามหากระบบนิเวศถูกทำลายเป็นบางส่วน เช่น การถาง หรือการปรับระดับดิน ระบบนิเวศทางธรรมชาติก็สามารถที่จะฟื้นฟูตัวเองด้วยกลไกการทดแทน แต่หากระบบนิเวศถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง เช่น การพัฒนาเป็นเมืองและอุตสาหกรรม การสร้างอาคาร โครงสร้างขนาดใหญ่และพื้นที่ดาดแข็ง ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านลงสู่ดินไม่ได้ ระบบนิเวศและพืชพันธุ์ถูกตัดขาดความสัมพันธ์กับพื้นดินอย่างสิ้นเชิง จนสูญเสียความมั่นคงทางระบบนิเวศ (ecological integrity) ไปอย่างไม่มีวันกลับคืน ทำให้การบริการทางระบบนิเวศของพื้นที่ที่พัฒนาไปเป็นเมืองนั้นลดลง ดังนั้นความท้าทายของการวางผังเมืองชายฝั่ง คือการพัฒนาเมืองทางเศรษฐกิจและสังคมวัฒนธรรมควบคู่ไปกับการคงรักษาและฟื้นฟูระบบนิเวศ

จากการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์การขยายตัวของเมืองชายฝั่ง และเสนอแนะเกณฑ์ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ (spatial planning) เมืองชายฝั่งที่เหมาะสม โดยแนวทางการสร้างเมืองอย่างยั่งยืนมีข้อคำนึงดังนี้

1. คงรักษาผืนระบบนิเวศที่มีคุณภาพไว้ คือผืนระบบนิเวศขนาดใหญ่และความต่อเนื่องสูง หลีกเลี่ยงการเข้าไปรบกวนผืนระบบนิเวศที่ทำให้เกิดการแตกกระจายของผืนป่า และฟื้นฟูผืนภูมิทัศน์ที่เสื่อมโทรมหรือถูกทำลายไป โดยการสร้างความเชื่อมต่อระหว่างผืนระบบนิเวศ หรือสร้างโครงข่ายของระบบนิเวศ ผ่านระบบโครงสร้างพื้นฐานสีเขียวและโครงสร้างพื้นฐานสีฟ้า

2. หลีกเลี่ยงการขยายเมืองแบบกระจัดกระจาย เพื่อรักษาผืนระบบนิเวศเกษตรและพื้นที่ที่ธรรมชาติขนาดใหญ่รอบ ๆ ผืนเมืองไว้ สร้างและรักษาความเชื่อมต่อของผืนระบบนิเวศ เพื่อคุณภาพของการบริการระบบนิเวศ

3. ส่งเสริมการพัฒนาเมืองแบบเติมเต็มช่องว่างในเมือง (infilling) สร้างเมืองที่กระชับ เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกและพลังงานในการเดินทางของคนในเมือง

4. ลดพื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้าง พัฒนาพื้นที่แนวสูง เพิ่มคุณภาพพื้นที่สีเขียว หลีกเลี่ยงเมืองที่ขวางทางไหลของน้ำ ทั้งน้ำฝน น้ำหลาก และน้ำในลำน้ำ

5. บังคับใช้กฎหมายการกำหนดแนวระยะถอยร่นของสิ่งก่อสร้างจากชายฝั่งทะเล เพื่อเว้นพื้นที่ให้เกิดระบบนิเวศชายฝั่ง และลดความเสี่ยงของเมืองจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Lindenmayer, Franklin, & Fischer, 2006)

6. พัฒนาแนวทางการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน โดยใช้กลไกทางเศรษฐกิจขับเคลื่อนนโยบายผ่านการส่งเสริมการท่องเที่ยวโดยคำนึงถึงคุณภาพมากกว่าปริมาณ ความร่วมมือจากภาคเอกชน ภาครัฐ และภาคประชาสังคม ได้ประโยชน์ทุกฝ่ายตั้งแต่ระดับชาติถึงระดับท้องถิ่น รักษาความหลากหลาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ของระบบนิเวศ และทรัพยากรอันอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่งอันดามันที่เป็นฐานสำคัญของการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นตัวเร่งอัตราความเร็วของการขยายตัวของเมืองในภูมิภาค อีกทั้งยังเป็นเศรษฐกิจหลักของพื้นที่

7. ส่งเสริมธุจกิจเอกชน ผู้ประกอบการการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นระบบเศรษฐกิจหลักของพื้นที่ ที่พัฒนาโครงการตามแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศชายฝั่ง ด้วยเครื่องมือทางภาษีเศรษฐศาสตร์ หรือระบบการให้การรับรองด้านสิ่งแวดล้อม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 6
รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่

การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ เพื่อตอบวัตถุประสงค์ที่ 2 ของงานวิจัย ในการวิเคราะห์แบบแผนปริภูมิของป่าชายเลน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง ในพื้นที่ศึกษาภูมิภาคเมืองกระบี่

6.1 บทนำ

การติดตามและประเมินรูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ในพื้นที่เขตเมืองกระบี่และภูมิภาคเมืองกระบี่ เป็นการศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา มาวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์ของเมืองชายฝั่งโดยใช้การศึกษาภูมิภาคเมืองกระบี่เป็นกรณีศึกษา โดยมุ่งศึกษาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของเมืองและพื้นที่บริบทรอบเมือง หรือภูมิภาคเมือง ที่มีปฏิสัมพันธ์แบบเป็นระบบเชิงพื้นที่ที่ต่อเนื่องเชื่อมโยงกันระหว่างเมืองและบริบท ประกอบไปด้วยเขตเมืองหลักที่อยู่เป็นศูนย์กลาง เขตพื้นที่ชานเมืองที่เป็นเมืองขยายออกรอบ ๆ พื้นที่เขตเมือง และพื้นที่สีเขียวลักษณะเป็นวงแหวนโดยรอบเมือง ซึ่งอาจเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ธรรมชาติ แต่การศึกษาภูมิภาคเมืองชายฝั่งนั้นมีปัจจัยที่แตกต่างคือบริบททางธรรมชาติที่แตกต่างกับระหว่างบกและทะเล ที่เป็นทั้งข้อจำกัดในการขยายเมืองและเป็นศักยภาพในการบริการระบบบนิเวศจากความหลากหลายของทรัพยากร

จากการวิเคราะห์โครงสร้างภูมินิเวศพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน 6 จังหวัด (รายละเอียดใน บทที่ 5 การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ-กาลเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน) พบว่าปัจจุบันเมืองชายฝั่งมีรูปแบบการขยายเมืองแบบตามแนวเส้นถนน ร่วมกับการขยายแบบกระจัดกระจาย เข้าไปแทนที่พื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตร และมีทิศทางการขยายเข้าใกล้เขตชายฝั่งทะเลมากขึ้น โดยในการศึกษานี้เลือกจังหวัดกระบี่เป็นตัวแทนของการศึกษาเมืองชายฝั่ง มาวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์โดยละเอียด เนื่องจากจังหวัดกระบี่เป็นเมืองที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำและป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์ ป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่เป็นป่าชายเลนผืนใหญ่และเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติตามอนุสัญญาแรมซาร์ จัดทำขึ้นเพื่อความร่วมมือระหว่างประเทศภาคีในการอนุรักษ์และยับยั้งการสูญเสียระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและสนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำอย่างชาญฉลาด หาดเลนในพื้นที่ชุ่มน้ำปากแม่น้ำกระบี่ จัดเป็นหาดเลนที่มีความสำคัญมากต่อนกอพยพในภาคใต้มี ลักษณะเด่นคือเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งที่พบนกอย่างน้อย 221 ชนิด สัตว์เลี้ยงลูก

ด้วยนมที่พบ ได้แก่ ลิงแสมและนากเล็กเล็บสั้น นอกจากนี้ยังพบพะยูน ซึ่ล้วนและอยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มสูญพันธุ์ และใกล้สูญพันธุ์หลายชนิด

ที่ผ่านมาเมืองกระบี่เติบโตและป่าชายเลนถูกคุกคามจากการขยายตัวของเมืองจากการพัฒนาเศรษฐกิจการท่องเที่ยวสูงมาก โดยรองลงมาจากจังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีการขยายตัวแบบมุ่งเน้นการพัฒนาทางเศรษฐกิจนำการพัฒนาทางสิ่งแวดล้อม จนพื้นที่ระบบนิเวศทางธรรมชาติของจังหวัดภูเก็ต ปี พ.ศ. 2560 เหลือป่าบกเพียง 99,637 ไร่ ป่าชายเลน 15,812.5 ไร่ รวมคิดเป็น 34.02% ของพื้นที่จังหวัด ในขณะที่พื้นที่เมืองมีสัดส่วน 32.54% และเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 4.53% โดยที่จังหวัดกระบี่มีแนวโน้มการท่องเที่ยวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในปี พ.ศ.2556 มีรายได้จากการท่องเที่ยวมากกว่า 60,000 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 88,493 ล้านบาท ในปี 2560 เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ถึง 13% มีรายได้สูงเป็นลำดับที่ 5 ของประเทศ (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2560) ซึ่งหากการพัฒนานี้ดำเนินต่อไปโดยไม่มีการจัดการพื้นที่ชายฝั่งและการวางผังเมืองที่ดี ขาดการวิเคราะห์และวางแผนโดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคมตามแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนแล้ว การเปลี่ยนแปลงของเมืองกระบี่จะนำไปสู่การสูญเสียการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง พื้นที่ชุ่มน้ำและป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่ไป อาจทำให้ระบบนิเวศชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำกระบี่นี้ถูกทำลายลงจนไม่สามารถฟื้นฟูกลับมาได้ และมีผลต่อเนื่องถึงระบบนิเวศชายฝั่งอันดามันในระดับภูมิภาคต่อไป นอกจากแรงกดดันจากการพัฒนาเศรษฐกิจในปัจจุบันแล้ว ยังมีแรงส่งเสริมจากนโยบายและแผนการพัฒนาเมืองขนาดกลางให้เป็นเมืองน่าอยู่ที่เป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคมและการบริการให้กับพื้นที่โดยรอบ ซึ่งพื้นที่เมืองกระบี่ เป็นเมืองขนาดกลางที่ถูกระบุเป็นเป้าหมายในการพัฒนาในช่วงปีที่ 16-20 (พ.ศ.2575-2580)

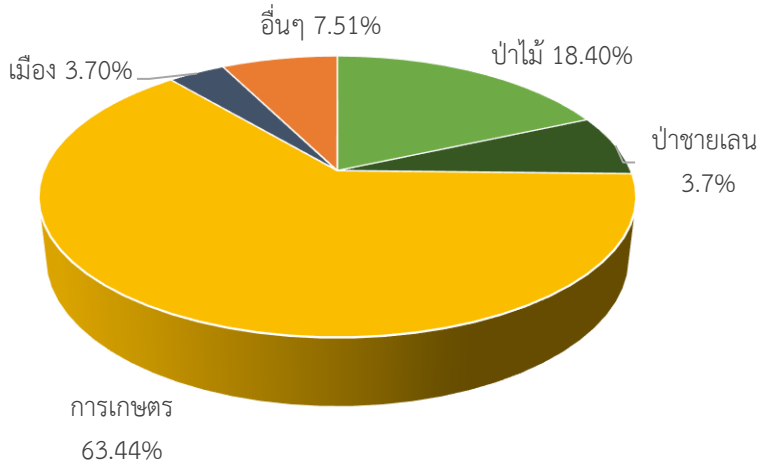
จากการวิเคราะห์ผลกระทบจากการขยายตัวของเมืองต่อประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศชายฝั่ง โดยการทบทวนวรรณกรรมแบบแผนผังระบบ (รายละเอียดใน บทที่ 4) สรุปได้ว่า “การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน” มีอิทธิพลสูงสุดต่อโครงสร้างของระบบนิเวศชายฝั่ง เปลี่ยนแปลงและลดประสิทธิภาพการทำงานของภูมิทัศน์ชายฝั่ง ทั้งสภาพแวดล้อมบรรยากาศ ระบบน้ำ ดินตะกอนและวัตถุ สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และมนุษย์ในรูปแบบการบริการระบบนิเวศ ในงานวิจัยส่วนนี้จึงนำการจำแนกโครงสร้างภูมิทัศน์สิ่งปกคลุมดินจากการสำรวจระยะไกล โดยแบ่งเป็นพื้นที่ปกคลุมด้วยพืช พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ และพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองและสิ่งก่อสร้าง ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์โครงสร้างภูมิทัศน์ในพื้นที่ศึกษา โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยส่วนนี้เพื่อ 1) เตรียมชุดข้อมูลพื้นที่สำหรับการเสนอแนะแบบจำลอง 2) แสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งและระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ 3) ประเมินความรุนแรงของปัญหาในปัจจุบันและอนาคต และต่อเนื่องไปถึงการเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาและการพัฒนาเชิงพื้นที่ในส่วนต่อไป (รายละเอียดใน บทที่ 7 แบบจำลองโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์เพื่อการวางผังเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน: กรณีศึกษา

จังหวัดกระบี่) ในการเสนอแนวทางแก้ปัญหาเชิงพื้นที่ในรูปแบบแบบจำลองภูมิทัศน์ (landscape modeling)

ขอบเขตการศึกษา ภูมิภาคเมืองกระบี่ ประกอบด้วยพื้นที่เขตเมืองกระบี่และบริบท โดยขอบเขตเชิงพื้นที่อ้างอิงขอบเขตอำเภอเมืองกระบี่ พื้นที่ 595.7 ตร.กม. และอำเภอเหนือคลอง พื้นที่ 414.8 ตร.กม. กรอบสีส้มในภาพที่ 6-2 ขนาดพื้นที่ศึกษารวม 1,010.5 ตร.กม. (631,563 ไร่) ครอบคลุมลุ่มน้ำที่เกี่ยวเนื่องกับเมืองกระบี่ ได้แก่ ลุ่มน้ำคลองจิหลาด คลองปากน้ำกระบี่ คลองยวน คลองตลิ่งชัน คลองย่านสะบ้า และคลองเพหลา

6.2 ข้อมูลพื้นฐานจังหวัดกระบี่

จังหวัดกระบี่ เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ริมฝั่งทะเลอันดามัน ครอบคลุมพื้นที่ 4,708.5 ตร.กม. หรือประมาณ 2.9 ล้านไร่ มีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรมากที่สุด ครอบคลุมพื้นที่ 1.84 ล้านไร่หรือคิดเป็นสัดส่วน 63.44% รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าบก 0.54 ล้านไร่ คิดเป็น 18.40% พื้นที่ป่าชายเลน 0.20 ล้านไร่ คิดเป็น 6.97% พื้นที่เมือง 0.12 ล้านไร่ คิดเป็น 3.7% และพื้นที่อื่น ๆ อีก 7.51% (ภาพที่ 6-1)



ภาพที่ 6-1 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดกระบี่

ภาพที่ 6-2 พื้นที่ศึกษาภูมิภาคเมืองกระบี่ ครอบคลุมพื้นที่ อ.เมืองและ อ.เหนือคลอง จ.กระบี่

KORN UNIVERSITY

6.1.1 ภูมิประเทศ

ชายฝั่งอันดามันมีลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นภูมิประเทศแบบหินปูน (karst topography) เป็นชายฝั่งทะเลยุบตัวลงหรือจมตัวจากการเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลก ทำให้ลักษณะสัณฐานชายฝั่งทะเลของพื้นที่มีความลาดชันและเกิดเป็นแนวไม่ราบเรียบ เว้าแหว่ง มีอ่าวและเกาะแก่งมากมาย สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของจังหวัดกระบี่ ทางตอนเหนือประกอบด้วยเทือกเขายาวทอดตัวไปในแนวเหนือใต้ มีภูเขาพนมเบญจาเป็นภูเขาสูงที่สุด ความสูงยอดเขา 1,397 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีภูเขาหินปูนโดดกระจัดกระจาย สลับกับพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด และลอนชัน มีที่ราบชายฝั่งทะเลอันดามันด้านตะวันตกความยาวประมาณ 160 กม. ประกอบด้วยหมู่เกาะประมาณ 130 เกาะ แต่เป็นเกาะที่มีประชากรอาศัยอยู่ประมาณ 13 เกาะ เช่น เกาะลันตา และเกาะพีพี เป็นต้น

ลักษณะทางธรณีวิทยา บ้านแหลมโพธิ์ บ้านคลองประสงค์ และตอนล่างของเมืองกระบี่ตั้งอยู่บนตะกอนชายฝั่งทะเล ส่วนพื้นที่ตอนบนของเมืองกระบี่ ตั้งอยู่บนตะกอนธารน้ำพา ตะกอนตะพักลำน้ำ และตะกอนเศษหินเชิงเขา

ระดับน้ำทะเลชายฝั่งอันดามันเป็นแบบ น้ำคู่ (semidiurnal tide) ระดับน้ำทะเลมีการขึ้น-ลง 2 ครั้งต่อวัน การตรวจวัดระดับการขึ้นลงของน้ำ ณ สถานีตรวจวัดของกรมอุทกศาสตร์กองทัพเรือที่เกาะตะเภาน้อย จังหวัดภูเก็ต มีระดับน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด 3.60 และ 0.38 เมตร ตามลำดับ ช่วงความแตกต่างของน้ำทะเล (tidal range) เท่ากับ 3.22 เมตร พื้นผิวทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดกระบี่ มีความลาดเทน้อย ส่วนของไหล่ทวีปมีความลึกไม่เกิน 300 เมตร กระแสน้ำจะไหลแรงในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งจะมีผลต่อการสะสมของตะกอนที่ชายฝั่ง โดยกระแสน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล การกัดเซาะชายฝั่งทะเล บริเวณชายฝั่งที่มีปัญหาการกัดเซาะรุนแรง มี 4 บริเวณ คือ บ้านคลองทราย อยู่ตอนเหนือของจังหวัดกระบี่ บ้านคลองประสงค์ อยู่บริเวณทิศตะวันออกของปากคลองกระบี่ใหญ่ หรือฝั่งตรงข้ามเมืองกระบี่ บ้านแหลมงามอยู่บริเวณตอนใต้ของเมืองกระบี่ และสุสานหอยแหลมโพธิ์ ตำบลไสไทย อำเภอเมือง

6.1.2 ภูมิอากาศ

มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุกตลอดปี และมีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน มี 4 เดือน เริ่มตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายน ไปจนถึงต้นเดือนเมษายน ฤดูฝน มี 8 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ไปจนถึงเดือนตุลาคม อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 26.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.4 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.7 องศาเซลเซียส เนื่องจากจังหวัดกระบี่อยู่ฝั่งทางด้าน

ตะวันตกของภาคใต้ ซึ่งรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่ในฤดูฝน ส่วนในฤดูหนาวแม้จะได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือบ้างในกรณีที่มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรงแต่ก็มีฝนตกน้อย เนื่องจากถูกทิวเขาทางด้านตะวันออกของภาคใต้ปิดกั้นลมไว้ ปริมาณน้ำฝน ตรวจวัด ณ สถานีอุตุนิยมวิทยากระบี่ อยู่ที่ 1,370-2,648 มม. หรือเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 2,174.4 มม. ฝนตกประมาณ 105-185 วัน หรือเฉลี่ย 153 วัน (ตารางที่ 6-1) เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีฝนเฉลี่ย 330.3 มม. มีพายุหมุนเขตร้อนหรือพายุดีเปรสชันที่ผ่านบริเวณภาคใต้และส่งผลกระทบโดยตรงต่อจังหวัดกระบี่ ทำให้มีฝนตกหนักและลมแรง

IPCC คาดการณ์ว่าระดับน้ำทะเลในศตวรรษที่ 21 จะเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ย 0.24 เมตร โดยมีตัวแปรหลายอย่างจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้เกิดความเสี่ยงมากขึ้นกับพื้นที่ชายฝั่ง ได้แก่ น้ำท่วมชายฝั่ง ความแปรปรวนของสภาพอากาศ พายุที่รุนแรงขึ้น ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะ การรุกล้ำของน้ำเค็ม และการเพิ่มขึ้นของความเค็มที่ปากแม่น้ำ เมืองและชุมชนตามแนวชายฝั่งที่อยู่ในระดับต่ำจะได้รับผลกระทบ (Almeida et al., 2016; Johnson & Bayley, 2016) ระบบนิเวศชายฝั่งที่สำคัญ ได้แก่ หาดทราย ป่าชายหาด ป่าชายเลน พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง จะถูกกดดันจากทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทางฝั่งบกและการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลทางฝั่งที่ติดทะเล เกิดลักษณะที่ระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง (coastal squeeze) (Huijbers et al., 2013)

ตารางที่ 6-1 สถิติปริมาณฝนจังหวัดกระบี่ พ.ศ.2550 – 2558

รายการ	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
ฝนรวม (มม.)	1,369.4	1,808.3	1,690.8	2,029.3	2,473.4	2,647.9	2,523.5	2,318.6	1,976.0
จำนวนวันฝนตก	105	151	167	172	180	185	166	183	137
ฝนสูงสุด (มม.)	99.6	83.7	66.3	79.4	161.4	98.8	137.6	98.8	86.4

ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดกระบี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1.3 ระบบน้ำ

จังหวัดกระบี่มีแม่น้ำ ลำคลอง และลำธารเล็ก ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก ลำน้ำสาขาจะไหลลงสู่ลำน้ำใหญ่ในรูปแบบขนนก ลำน้ำส่วนใหญ่มีลักษณะคดเคี้ยว มีทั้งที่ไหลลงทางใต้ลงสู่ทะเลอันดามัน และไหลลงจากสันเขาไปทางทิศเหนือไปออกอ่าวไทยในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี ลำน้ำส่วนใหญ่จะมีน้ำไหลตลอดปี เนื่องจากมีฝนตกชุก ลำน้ำในพื้นที่ศึกษาจากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร โดยเรียงจากลำน้ำที่ไหลออกฝั่งอันดามัน (และลำน้ำสาขา) จากตอนเหนือลงตอนใต้ของจังหวัด ได้แก่

- แม่น้ำมะรุ่ย ความยาวประมาณ 16 กม. เป็นแนวแบ่งเขตจังหวัดกระบี่กับจังหวัดพังงา เกิดจากการรวมตัวของคลองปากลาว มีความยาวประมาณ 72 กม. ที่ไหลจากเทือกเขาพนมและเขาแก้วในเขตอำเภอปลายพระยา คลองท่าปริง คลองนายตุ้ย
- คลองเกาะยอ
- คลองเตาถ่าน
- แม่น้ำอ่าวลึก มีความยาวประมาณ 7 กม. เกิดจากการรวมตัวกันของคลองกลาง คลองน้ำตก ความยาวประมาณ 7 กม. เกิดจากเขาถ้ำเพชรในเขตอำเภออ่าวลึก ไหลไปบรรจบกับคลองกลางที่อำเภออ่าวลึก และคลองแรดที่มีความยาวประมาณ 14 กม. เกิดจากเขาใหญ่ในเขตบ้านยวนเหนือ อำเภออ่าวลึก แล้วไหลลงสู่ทะเลอันดามันทางทิศใต้ของอำเภออ่าวลึก มีคลองสาขาก่อนไหลสู่งทะเลได้แก่ คลองสมีหลัง คลองบากัน
- คลองเขาแก้ว มีความยาวประมาณ 7 กม. และคลองปลอง ไหลไปบรรจบกับคลองยา เกิดจากเขาแก้ว-เขานุ้ย ในเขตอำเภอปลายพระยา ไปรวมกับคลองปากลาวที่บ้านปากลาว จากนั้นไหลผ่านบ้านโคกยาง บ้านหินลาด ไปออกทะเลที่แหลมหินราวในเขตอำเภอคลองลึก
- คลองกาโรส มีความยาวประมาณ 6 กม. เป็นคลองที่ใช้เป็นเส้นทางแบ่งเขตอำเภออ่าวลึกกับอำเภอเมืองฯ มีคลองสาขาก่อนไหลสู่งทะเลได้แก่ คลองควนโอ คลองท่าไม้ไผ่ คลองหิน
- คลองไคร
- คลองไหนหนัง
- คลองปาหลี คลองกรวด
- คลองในสระ คลองดินแดง
- คลองม่วง
- คลองสน

Chulalongkorn University

- คลองจิหลาด เกิดจากการรวมตัวกันของคลองทับไม้ คลองด่าน คลองไสไทย คลองย่านสะบ้า แล้วไหลลงทะเลที่ใกล้ปากน้ำกระบี่
- แม่น้ำกระบี่ มีความยาวประมาณ 5 กม. ไหลผ่านจังหวัดกระบี่ เกิดจากการรวมตัวกันของคลองกระบี่ใหญ่ มีความยาวประมาณ 31 กม. ไหลจากเขาพนม รวมกับคลองหญ้าไทร มีความยาวประมาณ 10 กม. เกิดจากเขาหน้าวัวในเขตอำเภอเมืองฯ ไหลไปบรรจบคลองกระบี่ใหญ่ที่บ้านคลองใหญ่ อำเภอเมืองฯ มีคลองสาขาก่อนไหลสู่งทะเลได้แก่ คลองบากัน คลองในหมอ คลองคลัง คลองเกาะกลาง (เชื่อมถึงคลองกำ คลองยวน)
- คลองยวน คลองกำ คลองทะลุ คลองเกาะกลาง คลองเขม่า คลองไม้ไผ่ คลองหลังดาดา คลองแพรกส้านและคลองแห้ง ไหลลงคลองกระบี่น้อย มีความยาวประมาณ 28 กม. ก่อนไหลลงคลองกำ
- คลองตลิ่งชัน คลองหมาก คลองยวน
- คลองย่านสะบ้า คลองรั้ว คลองยาง
- คลองเพหลา และคลองบางผึ้ง มีคลองสาขาได้แก่ คลองหวายเล็ก คลองแรด คลองท่อม คลองแค คลองน้ำร้อน คลองยาง คลองอินเมือง คลองลาดปันจอ คลองปกาไส มีความยาวประมาณ 35 กม. คลองกกไฮ คลองนิน คลองเสียดซึ่งไหลมาจากทางด้านทิศเหนือของจังหวัด ลงสู่ทะเลอันดามันทางด้านใต้
- คลองลัดลิกิ
- คลองท่าทุกควาย
- คลองขุนรายา คลองย่าหนัด คลองยาง คลองพน คลองโต๊ะทอก
- คลองหินขวาง คลองยี่เหร่
- คลองแรด คลองนา
- คลองมดคัน
- คลองพลูหนัง คลองทรายขาว ความยาวประมาณ 23 กม. ไหลผ่านบ้านพรุเตียวไปบรรจบกับคลองน้ำแดงที่บ้านย่านซื่อ
- คลองนางหิน
- คลองกะลาเสน้อย คลองพรุพี

ลักษณะลำน้ำในอำเภอเมืองและอำเภอเหนือคลองมีลักษณะเป็นลำน้ำสายสั้น ๆ มีลำน้ำสาขามากมาย โดยเฉพาะลำน้ำที่มีน้ำเฉพาะฤดูกาล โดยมีต้นน้ำอยู่บริเวณทิวเขาพนมเบญจา ลำน้ำส่วนใหญ่ที่ไหลออกทะเลจะมีผืนป่าชายเลนทั้งสิ้น ป่าชายเลนในจังหวัดกระบี่ล้วนเป็นป่าชายเลนที่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สัมพันธ์กับลำน้ำ (riverine mangroves) ตามการแบ่งด้วยสรีรวิทยาของป่าชายเลน (Lugo & Snedaker, 1974) ซึ่งเป็นป่าชายเลนที่อยู่ตามแม่น้ำ คลอง แพรก น้ำท่วมถึงจากการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลขึ้นลงประจำวัน ได้รับอิทธิพลอย่างมากจากน้ำจืด สารอาหาร และตะกอนที่ไหลมากับลำน้ำก่อนไหลออกสู่ทะเล ดังนั้นคุณภาพลำน้ำในลุ่มน้ำจึงมีความสำคัญมากต่อโครงสร้างของป่าชายเลนในจังหวัดกระบี่

6.1.4 ระบบนิเวศ

ทรัพยากรป่าไม้ ส่วนใหญ่เป็นป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ แบ่งเป็นพื้นที่ป่า จำนวน 45 ป่า เนื้อที่ 1,415,952 ไร่ แบ่งเป็น 5 ประเภท คือ ป่าไม้ถาวรตามมติคณะรัฐมนตรีและป่าไม้ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 ป่าสงวนแห่งชาติ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า และป่าชายเลน สำหรับพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในจังหวัดกระบี่ ได้แก่ พื้นที่อุทยานแห่งชาติ จำนวน 4 แห่ง พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า จำนวน 2 แห่ง และพื้นที่เขตห้ามล่าสัตว์ป่า จำนวน 1 แห่ง ในภาพรวมของจังหวัดกระบี่ มีพื้นที่ป่าไม้จากการสำรวจของกรมป่าไม้ ปี พ.ศ.2549 ประมาณ 540,806.25 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 18.38 ของพื้นที่จังหวัด ปัญหาด้านป่าไม้ที่สำคัญ คือ การบุกรุกแผ้วถางป่าเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ เขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติซึ่งเป็นต้นน้ำ พื้นที่ป่าที่ถูกบุกรุกเฉลี่ยระหว่าง 2,000–2,500 ไร่

ป่าชายเลนในจังหวัดกระบี่ ในพื้นที่ 6 อำเภอ ริมชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้แก่ อำเภอเกาะลันตา อำเภอคลองท่อม อำเภอเมืองกระบี่ อำเภอเหนือคลอง และอำเภออ่าวลึก การใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2504 มีพื้นที่ 335,625 ไร่ เป็น 213,646 ไร่ ในปี พ.ศ.2557 ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้ป่าชายเลนในพื้นที่ลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นประชากร การเพาะเลี้ยงทำบ่อเลี้ยงกุ้งรุกล้ำพื้นที่ป่าชายเลน การท่องเที่ยวมีแนวแนวโน้มจะเติบโตขึ้น และการใช้ประโยชน์จากไม้ป่าชายเลน พบว่า ในปี 2559 จังหวัดกระบี่ มีพื้นที่ป่าชายเลนคงสภาพ จำนวน 202,298.62 ไร่ นอกนั้นเป็นพื้นที่อื่น ๆ ได้แก่ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เกษตรกรรม เมืองและสิ่งก่อสร้าง พื้นที่ทิ้งร้าง ป่าชายหาด ป่าบก หาดเลน และพื้นที่เปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง รวม 36,746.02 ไร่ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2561)

6.1.5 ลักษณะทางสังคมวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ การตั้งถิ่นฐาน

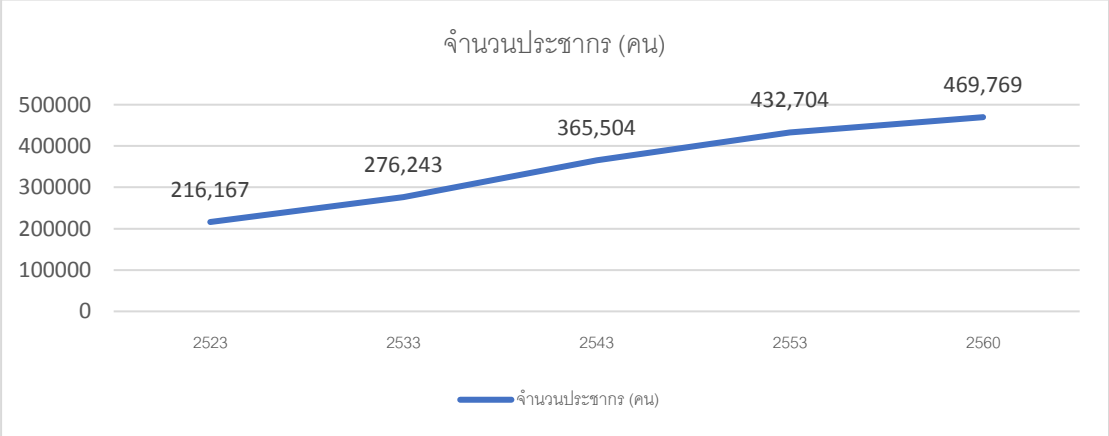
จากหลักฐานทางโบราณคดี สันนิษฐานว่าบริเวณเมืองกระบี่เคยเป็นแหล่งชุมชนโบราณที่เก่าแก่มากแห่งหนึ่งในประเทศไทย ตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์และต่อเนื่องมาจนถึงสมัยประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะในเขตอำเภอคลองท่อม อีกทั้งยังพบภาพเขียนสีโบราณบนผนังถ้ำหลายแห่ง เช่น ถ้ำหมอเขียว ถ้ำผีหัวโต เป็นต้น ยังมีหลักฐานแสดงถึงความเป็นเมืองท่าค้าขาย เป็นศูนย์กลาง

การเดินทางข้ามคาบสมุทรมลายูจากฝั่งตะวันตกไปยังฝั่งตะวันออก โดยพบหลักฐานสำคัญคือลูกปัดโบราณในเขตอำเภอคลองท่อม จนกระทั่งเข้าสู่ยุคประวัติศาสตร์ เมืองกระบี่ (บันไทยสมอ) เป็น 1 ใน 12 เมืองนักษัตร ขึ้นอยู่กับอาณาจักรตามพรลิงค์ (นครศรีธรรมราช) และเป็นชุมชนซึ่งมีผู้คนอาศัยอยู่เรื่อยมาจนกระทั่งถึงสมัยรัตนโกสินทร์

ในช่วงต้นรัตนโกสินทร์ เมื่อเมืองถลางถูกพม่าเผาทำลาย กระบี่จึงได้รับการพัฒนาให้เป็นเมืองท่าทดแทน เริ่มมีผู้คนอพยพมาตั้งหลักแหล่งมากขึ้นจนกลายเป็นชุมชนใหญ่ และเจริญขึ้นเป็นแขวงเมืองปกาไสย โดยต่อมาได้ย้ายเมืองมาอยู่ริมทะเล บริเวณปากแม่น้ำกระบี่ เพราะที่ตั้งเมืองเดิมอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินนั้นไม่สะดวกต่อการค้าขายทางเรือ

จังหวัดกระบี่ เริ่มตั้งเมืองอยู่บริเวณปากแม่น้ำกระบี่ ในปี พ.ศ.2443 ซึ่งเป็นบริเวณร่องน้ำลึกที่สะดวกต่อการเทียบท่าเรือขนาดใหญ่ แต่เดิมชุมชนบริเวณนี้มีอาชีพทำการเกษตร การประมง และค้าขาย ต่อมาในปี พ.ศ.2512 มีการส่งเสริม ปลูกปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจ ต่อเนื่องถึงปัจจุบัน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2528 การท่องเที่ยวเข้ามีบทบาทเปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจสังคม รวมทั้งการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากชุมชนขนาดเล็กที่อยู่กับพื้นที่ธรรมชาติและการเกษตร เริ่มพัฒนาไปเพื่อการท่องเที่ยว ประกอบกับภาครัฐสนับสนุนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับการท่องเที่ยว เช่น ท่าอากาศยานนานาชาติ ท่าเทียบเรือ ถนน จนปริมาณนักท่องเที่ยวมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี สร้างรายได้สู่ประเทศสูงเป็นลำดับที่ 5 รองจากกรุงเทพฯ ภูเก็ต ชลบุรี และเชียงใหม่ ขณะเดียวกันในภาคเกษตรกรรมการปลูกปาล์มน้ำมันที่เป็นพืชเศรษฐกิจหลักก็ขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมการเกษตรตามมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6-3 การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรจังหวัดกระบี่ พ.ศ.2523-2560 (สำนักงานสถิติจังหวัดกระบี่, 2560)

ปัจจุบันแบ่งการปกครองออกเป็น 8 อำเภอ 53 ตำบล 389 หมู่บ้าน ประกอบด้วย อำเภอเมืองกระบี่ อำเภอเขาพนม อำเภอเกาะลันตา อำเภอคลองท่อม อำเภออ่าวลึก อำเภอปลายพระยา อำเภอลำทับ อำเภอเหนือคลอง จำนวนประชากร ปี พ.ศ.2560 มี 469,769 คน โดยอำเภอเมืองมีประชากร 120,030 คน ความหนาแน่น 201.49 คน/ตร.กม. ส่วนอำเภอเหนือคลอง มีประชากร 63,184 คน ความหนาแน่น 152.32 คน/ตร.กม. (สำนักงานสถิติจังหวัดกระบี่, 2560)

6.1.6 แนวโน้มการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม

โครงสร้างทางเศรษฐกิจของจังหวัดกระบี่ ขึ้นอยู่กับการผลิตภาคการเกษตรมีมูลค่า 27,039 ล้านบาท คิดเป็น 33.4% และการผลิตนอกภาคเกษตรมูลค่า 53,861 คิดเป็น 66.6% ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดกระบี่ ปี พ.ศ. 2558 ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดมีค่ามูลค่าเท่ากับ 80,900 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2557 เท่ากับ 8,704 ล้านบาท หรือเพิ่มขึ้น 10.76% เป็นอันดับที่ 2 ของกลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งทะเลอันดามัน รองจากจังหวัดภูเก็ต รายได้เฉลี่ยต่อคนต่อปี 217,685 บาท (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดกระบี่, 2560)

6.1.6.1 การเกษตร

จากสถิติสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ตารางที่ 6-2) ปี พ.ศ. 2545 จังหวัดกระบี่มีพื้นที่เกษตรรวม 1,637,588 ไร่คิดเป็น 55.64% ของพื้นที่จังหวัด และเพิ่มสูงสุดในปี พ.ศ.2551 ขนาดพื้นที่ 1,942,847 ไร่ คิดเป็น 66.01% แล้วค่อย ๆ ลดลงปี พ.ศ.2560 มีขนาดพื้นที่ 1,840,594 ไร่ หรือคิดเป็น 62.54% โดยมีพื้นที่สวนผลไม้และสวนไม้ยืนต้นมากที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 92.43-96.55% ของพื้นที่เกษตรโดยรวม ในช่วงปี พ.ศ.2545-2548 ยังพบพื้นที่ปลูกพืชไร่แต่มีขนาดพื้นที่ลดลงเรื่อยจนหมดไปในปี พ.ศ.2549 พื้นที่นาข้าวในช่วงปี 2545-2549 ค่อนข้างคงที่ 37,494-41,727 ไร่ และลดลงอย่างมากช่วงปี พ.ศ.2550-2552 จาก 39,317 ไร่เหลือ 10,454 ไร่ แล้วกลับมาคงที่หลังปี พ.ศ.2554 พื้นที่นาข้าวเหลืออยู่ประมาณ 5,800-6,000 ไร่ ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่เกษตรกรรมของจังหวัดกระบี่ค่อยข้างสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆ ทั่วประเทศ มีแนวโน้มขนาดใหญ่ขึ้นจาก 38.36 ไร่ ในปี พ.ศ.2545 เป็น 42.88 ไร่ ในปี พ.ศ.2560 หรือเพิ่มขึ้น 11.78% ในช่วง 15 ปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6-2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เกษตรจังหวัดกระบี่ ช่วงปี พ.ศ.2545-2560

กระบี่	พื้นที่เกษตรรวม (ไร่)	นาข้าว (ไร่)	พืชไร่ (ไร่)	สวนไม้ผลไม้ยืนต้น (ไร่)	สวนผัก/ไม้ดอก (ไร่)	การเกษตรอื่นๆ (ไร่)	ขนาดเฉลี่ย (ไร่)
2545	1,637,588	37,494	2,714	1,513,559	6,696	77,125	38.36
2546	1,670,147	37,885	927	1,548,392	6,728	76,215	38.18
2547	1,719,476	40,798	186	1,600,406	6,813	71,273	38.30
2548	1,811,779	41,647	31	1,697,346	6,583	66,172	39.35
2549	1,833,434	41,727	0	1,718,888	6,653	66,166	39.90
2550	1,815,955	39,317	0	1,707,961	6,636	62,041	39.57
2551	1,942,847	28,203	0	1,851,540	5,997	57,107	40.41
2552	1,919,133	10,454	0	1,847,474	5,822	55,383	39.21
2553	1,886,066	9,618	0	1,817,725	5,888	52,835	38.58
2554	1,840,427	6,037	0	1,776,240	5,926	52,224	37.56
2555	1,842,528	5,904	0	1,777,289	5,956	53,379	37.32
2556	1,840,556	5,874	0	1,777,036	5,940	51,706	42.40
2557	1,840,422	5,848	0	1,776,666	5,918	51,990	42.82
2558	1,840,314	5,847	0	1,776,532	6,009	51,926	43.19
2559	1,841,007	5,861	0	1,777,111	6,002	52,033	42.04
2560	1,840,594	5,803	0	1,776,491	6,318	51,982	42.88

ข้อมูลสถิติสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

6.1.6.2 การท่องเที่ยว

จังหวัดกระบี่เป็นจังหวัด ที่มีศักยภาพการท่องเที่ยวในระดับประเทศ และระดับนานาชาติ มีแหล่งท่องเที่ยวที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล จังหวัดกระบี่เป็นหนึ่งในจังหวัดที่ให้ความสำคัญกับการท่องเที่ยว มีรายได้จากธุรกิจการท่องเที่ยวสูงเป็นอันดับ 4 ของประเทศ รองลงมาจากกรุงเทพฯ ชลบุรี และภูเก็ต

Chulalongkorn University

แนวโน้มการท่องเที่ยวของจังหวัดกระบี่ขยายตัวอย่างต่อเนื่อง การท่องเที่ยวปี พ.ศ.2558 คิดเป็นมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัดเท่ากับ 11,251 ล้านบาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2557 ถึง 11.4% จากสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวที่เดินทางโดยเครื่องบินปี พ.ศ.2559 นักท่องเที่ยวชาวจีนเป็นกลุ่มนักท่องเที่ยวหลัก 601,593 คน รองลงมาคือมาเลเซีย 107,295 คน และสิงคโปร์ 39,707 คน ตามลำดับ มีจำนวนที่พักที่จดทะเบียน 504 แห่ง เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2558 คิดเป็น 13.5% (สำนักงานสถิติจังหวัดกระบี่, 2560) ในปี พ.ศ.2560 จังหวัดกระบี่มีรายได้จากการท่องเที่ยว 96,973 ล้านบาท เพิ่มขึ้น 9.7% จากปี พ.ศ.2559 โดยมีจำนวนนักท่องเที่ยวรวม 6,057,377 คน เพิ่มขึ้น 4.4% จากปี พ.ศ.2559 และในปี พ.ศ.2561 จังหวัดกระบี่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นถึง 6.9 ล้านคน คิดเป็นรายได้รวมกว่า 120,000 ล้านบาท

6.1.6.3 อุตสาหกรรม

อุตสาหกรรมที่สำคัญของจังหวัดกระบี่ ได้แก่ 1) อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ปัจจุบันมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจำนวน 38 โรง กำลังการผลิต 3.13 ล้านตัน/ปี 2) อุตสาหกรรมยางพาราและผลิตภัณฑ์ยาง 3) อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป ปัจจุบันมีโรงงานที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดกระบี่ จำนวน 17 โรง 4) อุตสาหกรรมผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย (biogas) ปัจจุบันมีจำนวนโรงงานทั้งสิ้น 10 โรง 5) อุตสาหกรรมผลิตพลังงานทดแทน จากก๊าซชีวภาพ (biogas) และชีวมวล (biomass) ปัจจุบันมีโรงงานจำนวน 13 โรง 6) 4. อุตสาหกรรมหินก่อสร้างและแร่โดโลไมต์ จังหวัดกระบี่มีโรงโม่บดและย่อยหิน จำนวน 6 โรง และมีโรงแต่งแร่ จำนวน 2 โรง มีกำลังการผลิต 126,500 ตัน/ปี

แผนการพัฒนาอุตสาหกรรมจังหวัดกระบี่ พ.ศ.2560–2564 มีวิสัยทัศน์ ในการสร้างมูลค่าอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงกับการท่องเที่ยว รองรับ 4.0 และเป็นมิตร กับสิ่งแวดล้อม โดยมีแผนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชิงพื้นที่ได้แก่ แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาปัจจัยสนับสนุนให้เอื้อต่อการลงทุนและการพัฒนาอุตสาหกรรม โดยจะเพิ่มจำนวนพื้นที่นิคมอุตสาหกรรม ปีละ 500 ไร่ แผนยุทธศาสตร์การส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมให้เป็นมิตรกับสังคมและสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (eco industrial town) บริหารจัดการกากอุตสาหกรรมครบวงจร ส่งเสริมการพัฒนาคลัสเตอรอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ส่งเสริมภาคอุตสาหกรรมให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาเครือข่ายโดยการมีส่วนร่วมของท้องถิ่นและชุมชนอย่างต่อเนื่อง ยุทธศาสตร์การเสริมสร้างศักยภาพของธุรกิจอุตสาหกรรม โดยบูรณาการการจัดการผังเมืองในพื้นที่ให้เหมาะสมกับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดกระบี่, 2560)

โครงการโรงไฟฟ้าถ่านหินกระบี่ เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ถึงความต้องการใช้ไฟฟ้าภายในประเทศเพื่อให้มีกำลังผลิตเพิ่มขึ้นในระบบไฟฟ้าในเวลาที่เหมาะสม เพื่อสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นให้เพียงพอสำหรับอนาคต 20 ปีข้างหน้าพื้นที่รอบโครงการโรงไฟฟ้าไปจนถึงท่าเทียบเรือบ้านคลองรั้วขนาดพื้นที่ 130x130 กม. และพื้นที่เส้นทางขนส่งถ่านหินชายฝั่งทะเลอันดามัน รวมพื้นที่ 444x720 กม. เป็นการขยายโรงไฟฟ้าลิกไนต์กระบี่ ซึ่งเดิมเป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนที่ใช้ถ่านหินลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงแห่งเดียวของภาคใต้ มีขนาดกำลังผลิตรวม 60 เมกะวัตต์ ประกอบด้วยโรงไฟฟ้าขนาด 20 เมกะวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง เริ่มจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2507 โดยโครงการนี้ได้รับความเห็นชอบรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติเมื่อวันที่ 24 เมษายน 2540 และได้รับอนุมัติโครงการฯ จากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 เมษายน 2540 ปัจจุบันหลังจากเกิดการต่อต้านจากหลายภาคส่วน โครงการยังอยู่ในระหว่าง

การชะลอโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้ากระบี่ อย่างไรก็ตามโครงการขนาดใหญ่บนพื้นที่ชายฝั่งควรมีการประเมินสิ่งแวดล้อมระดับยุทธศาสตร์ (Nordenson, Nordenson, & Chapman, 2018) ที่ครอบคลุมทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน

6.2 ระเบียบวิธีวิจัย

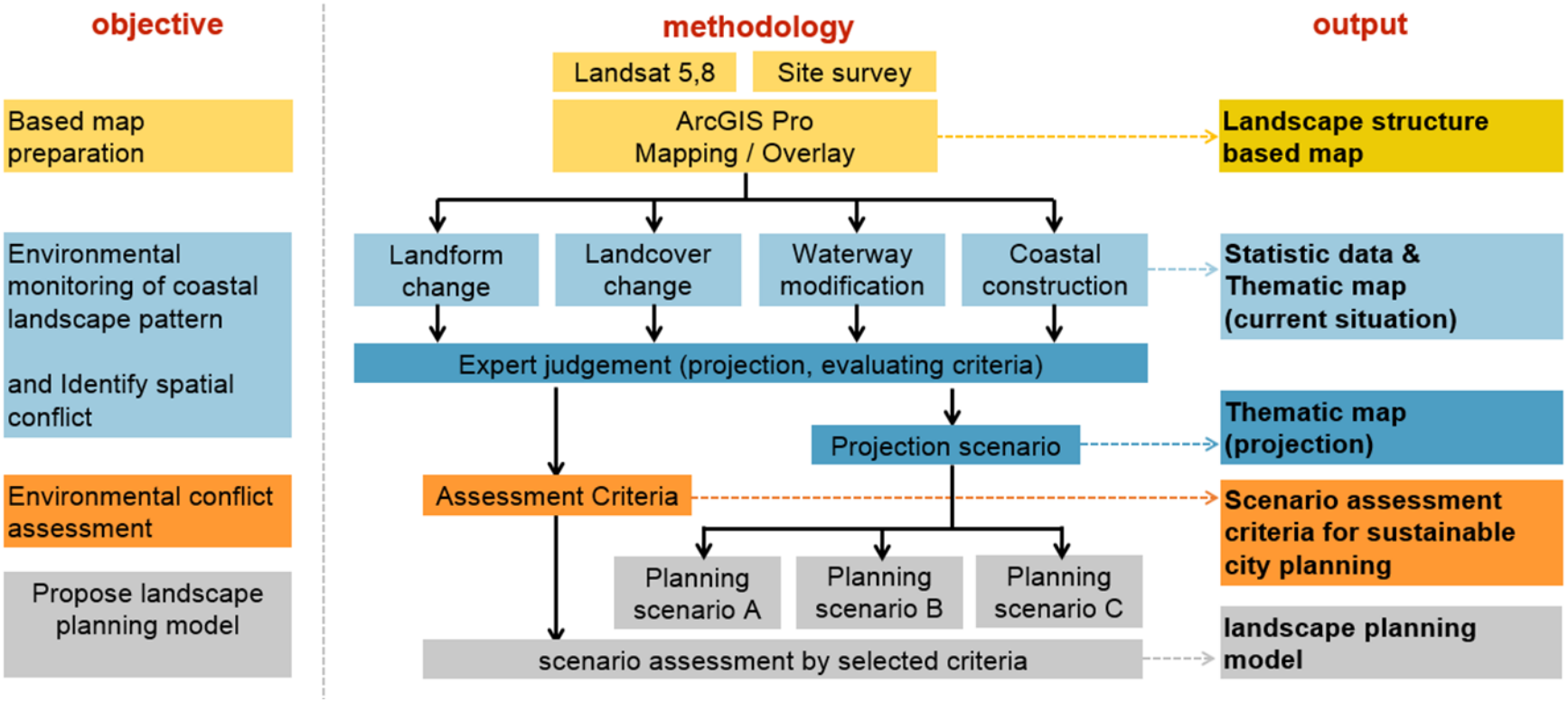
การติดตามและประเมินรูปแบบโครงสร้างภูมินิเวศในพื้นที่เขตเมืองและภูมิภาคเมืองกระบี่ มี 3 ขั้นตอนแบ่งตามวัตถุประสงค์ย่อยของการศึกษาในส่วนนี้คือ

1) เตรียมชุดข้อมูลพื้นที่สำหรับการเสนอแนะแบบจำลอง

2) แสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่

3) ประเมินความรุนแรงของปัญหาในปัจจุบันและอนาคต และต่อเนื่องไปถึงการศึกษาในส่วนต่อไปในการเสนอแนวทางแก้ปัญหาเชิงพื้นที่ (ภาพที่ 6-4)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6-4 กรอบแนวคิดงานวิจัยการติดตามและประเมินรูปแบบโครงสร้างภูมินิเวศในพื้นที่เขตเมืองกระบี่และพื้นที่โดยรอบ

6.2.1 การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลการสำรวจระยะไกล และข้อมูลจากการลงพื้นที่ เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 มาทำการศึกษาโครงสร้างภูมิทัศน์ เลือกช่วงเวลาที่มีเมฆปกคลุมน้อยที่สุด คือช่วงกลางฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม โดยภาพที่เลือกมาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลบันทึก ณ วันที่ 4 มีนาคม 2562 มุมแสงอาทิตย์ (sun elevation) 57.6° สัดส่วนเมฆปกคลุม 6.15% มีรายละเอียดข้อมูลภาพดังแสดงในตารางที่ 3-3

6.2.2 การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล

นำเข้าข้อมูลภาพด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro แปลความภาพด้วยเครื่องมือ raster calculation ตามดัชนีพืชพรรณ น้ำ และเมือง แล้วจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) ตัดเฉพาะส่วนพื้นที่ศึกษานำมาเปรียบเทียบส่วนข้อมูลจากการลงสำรวจพื้นที่ เพื่อสอบทานความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

โดยทั่วไปการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (image classification) ในงานด้านภูมิสารสนเทศ และการวิเคราะห์ติดตามประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อาจใช้การจำแนกด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญหรือด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์มีวิธีการจำแนก 2 ลักษณะคือ การจำแนกแบบกำกับดูแล (supervised classification) เป็นการจำแนกซึ่งต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิงเป็นการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของรายละเอียดเพื่อช่วยในการจำแนก และการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยอัตโนมัติด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ (statistical grouping หรือ clustering) โดยในงานวิจัยนี้ใช้การจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับดูแล เป็นการจำแนกโดยใช้หลักวิธีการคิดแบบจัดกลุ่มของข้อมูลมาใช้ สำหรับการจำแนกหรือมาแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นประเภทต่าง ๆ ของกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท โดยอาศัยลักษณะเชิงคลื่นที่เหมือนกัน มาใช้ในการแบ่งกลุ่ม โดยใช้เทคนิคแบ่งการจัดกลุ่ม (clustering)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากได้รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่แล้ว นำมาทำแผนที่โดยโปรแกรม ArcGIS Pro และจำแนกลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นที่ชายฝั่ง 3 ประเภท (ภาพที่ 6-5) ได้แก่

1) พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชได้แก่ ป่าบก ป่าชายเลน และพื้นที่เกษตรกรรม

2) พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีน้ำและความชื้น แบบ MNDWI (Modified normalized difference water index) (Hanqiu Xu, 2007) ซึ่งพัฒนามาจาก NDWI (normalized difference water index) ทำให้ความต่างระหว่างค่าดัชนีผืนพื้นที่น้ำและเมืองชัดเจนยิ่งขึ้น จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำผิวดิน รวมถึงแม่น้ำ คลอง บึง อ่างเก็บน้ำ บ่อกุ้ง เหมือง พื้นที่ชุ่มน้ำ และป่าชายเลน

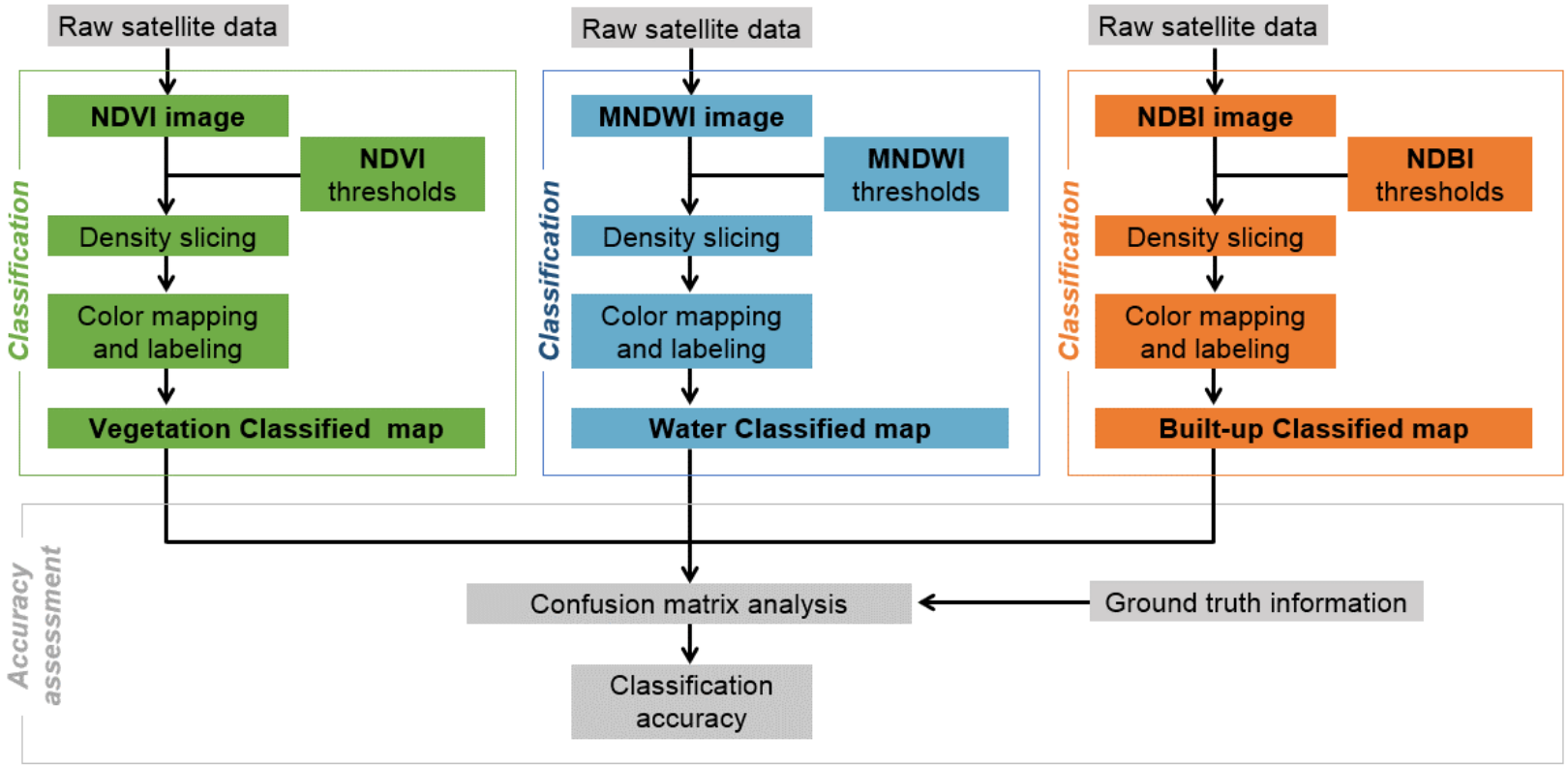
3) พื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างและเมือง ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 โดยแปลภาพด้วยดัชนีสิ่งก่อสร้าง NDBI (Normalized Difference Built Index) จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยเมือง ได้แก่ อาคาร บ้านพักอาศัย พาณิชยกรรม อุตสาหกรรม ถนน และสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ รวมถึงพื้นที่ดินเปล่า

ค่าดัชนีอ้างอิงจากงานวิจัยที่ศึกษาการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 ค่าดัชนีสิ่งปกคลุมดินจากเอกสารอ้างอิง

Ecosystem	Index value			location	References
	NDVI	MNDWI	NDBI		
Coastal rainforest	0.88-0.92			Solomon Islands	(Garonna, Fazey, Brown, & Pettorelli, 2009)
Mangrove	0.6-0.8			Mexico	(Flores-Cárdenas et al., 2018)
	0.15-0.5			Phang Nga, Thailand	(Kamthonkiat, Rodfai, Saiwanrungkul, Koshimura, & Matsuoka, 2011)
Water bodies		0.44-0.75		Fuzhou City, China	(Hanqiu Xu, 2007)
		0.68	-0.18	Fuzhou City, China	(H. Xu, 2008)
	-0.18- -0.01			Tirupati, India	(Jeevalakshmi, Narayana, & Manikiam, 2016)
Built-up	-0.14 - 0.29			Tirupati, India	(Jeevalakshmi et al., 2016)
		-0.4	0.3	Fuzhou City, China	(H. Xu, 2008)
		-0.21- 0			(Hanqiu Xu, 2007)
Barren soil	-0.56 - 0.47			Tirupati, India	(Jeevalakshmi et al., 2016)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6-5 แผนภาพการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยดัชนี ปรับปรุงจาก (Taufik, Ahmad, & Ahmad, 20

6.2.3 การตรวจสอบความถูกต้อง

การประเมินความถูกต้องของผลการจำแนก เป็นการวิเคราะห์ความถูกต้องทางสถิติของผลการจำแนก โดยใช้ข้อมูลจริงของพื้นที่ศึกษาที่ได้มาจากการออกไปสำรวจภาคสนามหรือข้อมูลอ้างอิงมาเปรียบเทียบกับจุดภาพหรือรูปหลายเหลี่ยมในแผนที่ที่แปลจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมนำผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจุดตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งสามารถแสดงออกมาในรูปแบบของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (confusion matric) ใช้วิธีการคำนวณความถูกต้องแม่นยำโดยรวม (overall accuracy) และสัมประสิทธิ์แคปปา (kappa coefficient) แสดงถึงความถูกต้องและความสอดคล้องของผลการจำแนกกับจุดตรวจสอบ ซึ่งอ้างอิงขั้นตอนมาตรฐานที่ใช้เพื่อการประเมินความถูกต้อง โดยควรเลือกจุดตรวจสอบ (training pixels) อย่างน้อย 50 จุดต่อประเภทสิ่งปกคลุมดิน (class) (ภาพที่ 6-6) ที่คัดเลือกผ่านการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Jensen, 2015) เลือกจุดตรวจสอบแบบสุ่ม จำนวน 500 จุด เทียบกับการแปลผลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตา (Colby & Keating, 2553; Jia et al., 2014) จาก สี ผิวสัมผัส รูปร่าง และองค์ประกอบ ของสิ่งปกคลุมดิน ที่ความละเอียดหน้าจอ 1: 5,000

ภาพที่ 6-6 ตำแหน่งจุดตรวจสอบ 500 จุด ในพื้นที่ศึกษาจังหวัดกระบี่

คำนวณความถูกต้องของการแปลข้อมูลได้จากสมการดังนี้

Producer's accuracy for class $$PA = \frac{correct\ classifies}{total\ classifies\ in\ class} \times 100$$

User's accuracy for class $$UA = \frac{correst\ classifies}{correct+misclassified} \times 100$$

overall accuracy $$OA = \frac{Total\ number\ of\ correst\ classifies}{total\ number\ of\ test\ point} \times 100$$

ค่า PA, UA, และ OA แสดงความถูกต้องแม่นยำในการแปลภาพโดยมีค่าตั้งแต่ 0-1 โดยค่า 1 แสดงค่าความถูกต้องสูงสุดที่ 100%

ส่วน Kappa coefficient คือค่าสัมประสิทธิ์ที่บอกถึงความสอดคล้องระหว่างผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับข้อมูลจริงจากการสำรวจภาคสนาม (หรือข้อมูลอ้างอิง) มีสมการดังนี้

$$kappa = \frac{\sum_{i=1}^{k} p_{ii} - \sum_{i=1}^{k} p_{i+}\, p_{i}}{1 - \sum_{i=1}^{k} p_{i+}\, p_{i}}$$

$$Kappa\ = \frac{(Observed\ agreement) - (Expected\ agreement)}{(n) - (Expected\ agreement)}$$

ค่าสัมประสิทธิ์ Kappa จะมีค่าระหว่าง 0-1 โดยเป็นค่าที่บอกถึงความสอดคล้องระหว่างผลการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมกับข้อมูลจริงจากการสำรวจภาคสนาม (หรือข้อมูลอ้างอิง) ซึ่งโดยทั่วไปสัมประสิทธิ์ Kappa ที่มีค่าน้อยกว่า 0.40 จะหมายถึงมีความสอดคล้องในระดับต่ำ (Petrakos et al., 2001) ค่าที่อยู่ระหว่าง 0.41–0.60 หมายถึงมีความสอดคล้องในระดับปานกลาง และค่าที่มากกว่า 0.61 หมายถึงมีความสอดคล้องกันในระดับสูง และหากสูงกว่า 0.81 แสดงความสอดคล้องของข้อมูลในระดับสูงมาก (Salkind, 2553)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2.4 การประเมินความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่

จากนั้นนำชุดแผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการจำแนกข้อมูลเชิงพื้นที่มาวิเคราะห์ มาระบุพื้นที่ที่มีปัญหาจากความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use conflict) ระหว่างเมืองกับป่าชายเลน และประเมินความรุนแรงของปัญหาในปัจจุบัน โดยแบ่งเป็นระดับความรุนแรง 3 ระดับ ได้แก่ ขัดแย้งรุนแรง ขัดแย้ง และไม่ขัดแย้ง ประเมินด้วยการซ้อนทับ (overlay method) ระหว่างชั้นข้อมูลเพื่อดูความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ เป็นวิธีประเมินศักยภาพและข้อจำกัดของพื้นที่ที่พัฒนาโดย MgHarg (1986)

ด้วยโปรแกรม ArcGIS Pro ผลลัพธ์ที่ได้จากงานส่วนนี้คือแผนที่เฉพาะเรื่อง (thematic map) ที่แสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และสามารถระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ได้ โดยการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ทั้ง 3 องค์ประกอบได้แก่ ระบบพื้นที่สีเขียว ระบบน้ำ และระบบเมือง โดยแต่ละเกณฑ์มีคะแนน + คือเป็นผลดีต่อระบบ 0 คือไม่มีผลต่อระบบ และ - คือเป็นผลทางลบต่อระบบ ดังตารางที่ 6-4

เมื่อนำการประเมินเฉพาะเรื่องมาซ้อนทับกันจะแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ที่มีความขัดแย้งสูง ที่ต้องมีมาตรการแก้ปัฐญหา และพื้นที่ที่มีศักยภาพในการพัฒนา โดยจากผลการศึกษา จะได้เกณฑ์ประเมินคุณภาพและการคาดการณ์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งในอนาคต ที่จะนำไปสู่การเสนอแนะแบบจำลองเพื่อการวางแผนภูมิทัศน์เพื่อความยั่งยืนของพื้นที่ป่าและเมืองชายฝั่งต่อไป (รายละเอียดในบทที่ 7)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6-4 เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะเชิงพื้นที่ (พื้นที่สีเขียว พื้นที่น้ำ และพื้นที่เมือง)

	คุณลักษณะเชิงบวก	คุณลักษณะเชิงลบ
ระบบพื้นที่สีเขียว		
ขนาด และรูปร่าง	ใหญ่ มีความกว้าง (+)	แตกกระจายเป็นผืนเล็ก ๆ หรือแคบยาว (-)
ลักษณะผืนป่า	ในผืนพื้นที่ไม่มีการรบกวนหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินภายในผืนพื้นที่ ยังคงมีพืชปกคลุม (+)	มีรูหรือหย่อมการรบกวนภายในผืนพื้นที่ ที่ไม่มีพืชปกคลุม (-)
ความเชื่อมต่อ	อยู่ใกล้กันหรือเชื่อมต่อกันเป็นผืนขนาดใหญ่ (+)	อยู่ห่างจากผืนพื้นที่ที่มีลักษณะเดียวกัน (-)
ลักษณะพื้นที่ขอบ	ผืนพื้นที่ติดกับพื้นที่ป่าอื่น หรือทางน้ำ (+)	ผืนพื้นที่ติดกับพื้นที่เกษตร พื้นดินเปล่า และพื้นที่เมือง (-)
เขตการจัดการ	อยู่ในเขตพื้นที่อนุรักษ์ (+)	อยู่นอกเขตพื้นที่อนุรักษ์ (-)
ระบบพื้นที่น้ำ		
ความยาวของทางน้ำ	เส้นทางน้ำยาว (+)	เส้นทางน้ำสั้น (0)
ความเชื่อมต่อ	มีการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่อง ไม่ถูกตัดขาดด้วยโครงสร้างหรือเมือง (+)	ทางน้ำที่ถูกตัดขาด หรือถูกบีบโดยสิ่งก่อสร้างหรือเมือง (-)
ลักษณะพื้นที่ขอบน้ำ	ทางน้ำที่ติดกับพื้นที่ธรรมชาติและป่าชายเลน (+)	ทางน้ำที่ติดกับพื้นที่เกษตร พื้นดินเปล่าและพื้นที่เมือง (-)
ระบบพื้นที่เมือง		
ขนาด และรูปร่าง	พัฒนาโดยมีศูนย์กลางชัดเจน (+)	พัฒนาแบบไม่มีศูนย์กลาง แคบยาวตามแนวถนน กระจัดกระจายเป็นผืนขนาดเล็ก (-)
ความหนาแน่น	มีความหนาแน่น (+)	ไม่หนาแน่น มีพื้นที่ว่างแทรกอยู่ในเนื้อเมือง (-)
ความเชื่อมต่อ	มีการเชื่อมต่ออย่างต่อเนื่อง (+)	ไม่เชื่อมต่อกับผืนเมืองข้างเคียง (-)
เขตภัยพิบัติ	อยู่นอกเขตความเสี่ยงต่อการเกิดภัยธรรมชาติ พายุ คลื่นซัดฝั่ง สึนามิ น้ำท่วม (+)	อยู่ในเขตความเสี่ยงต่อการเกิดภัยธรรมชาติ พายุ คลื่นซัดฝั่ง สึนามิ น้ำท่วม (-)
สิ่งอำนวยความสะดวก และเขตการจัดการ	อยู่ในระยะรัศมีของการบริการขึ้นพื้นฐานระบบสาธารณูปการ หรืออยู่ในเขตเทศบาลเมือง (+)	ไม่มี และอยู่ห่างจากการบริการขึ้นพื้นฐานระบบสาธารณูปการ หรืออยู่นอกเขตเทศบาลเมือง (-)

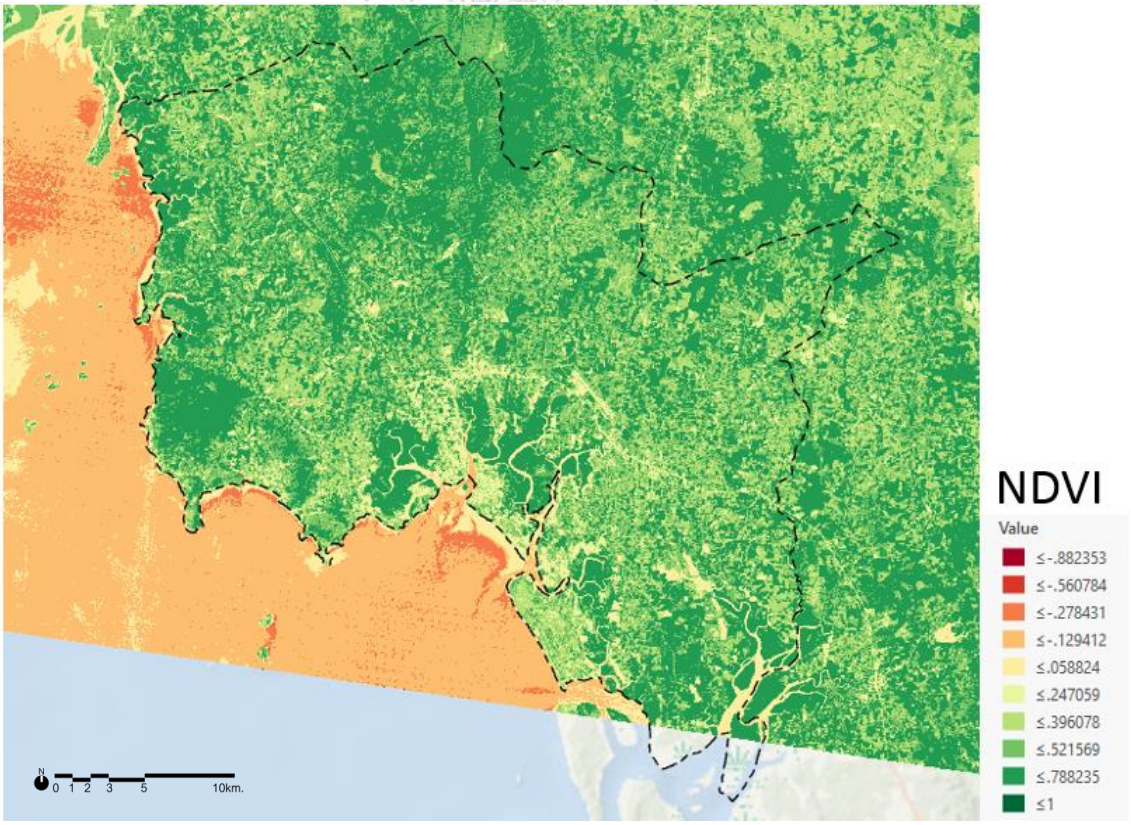
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3 ผลการวิจัยและอภิปราย

6.3.1 การจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

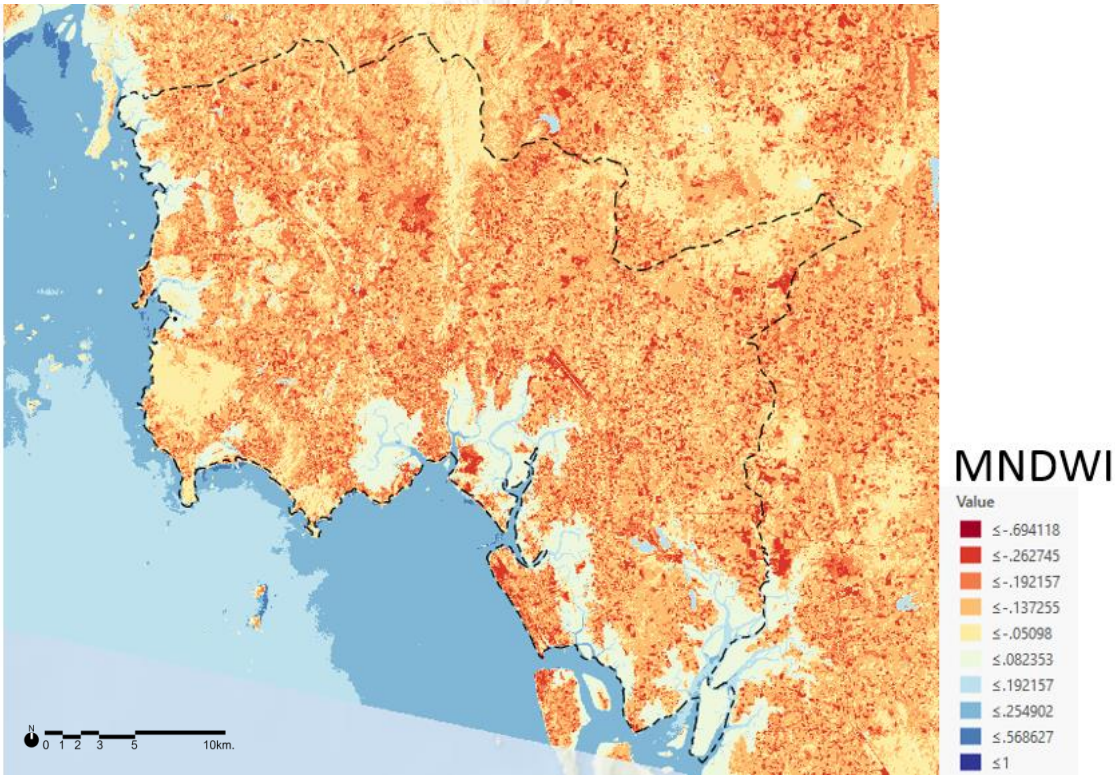
จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI โดยจำแนกแบบไม่กำกับดูแล พบว่าค่าดัชนีที่แสดงพื้นที่ปกคลุมด้วยพืช คือ NDVI > 0.52 ซึ่งแบ่งย่อยได้เป็นพื้นที่พืชหนาแน่น (dense vegetation) 0.78-1.00 สอดคล้องกับการศึกษาพื้นที่ป่าดิบชื้นบนเกาะโซโลมอน ที่มีค่า NDVI ระหว่าง 0.88- 0.92 (Garonna et al., 2009) พื้นที่ป่าชายเลน 0.52-0.78 สอดคล้องกับการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนประเทศแมกซิโก ที่มีค่า NDVI ระหว่าง 0.6-0.8 (Flores-Cárdenas et al., 2018) แต่เมื่อเทียบกับการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนที่อยู่ในช่วงฟื้นตัวจากสึนามิ บริเวณจังหวัดพังงา พบว่ามีค่า NDVI น้อยกว่า คืออยู่ระหว่าง 0.15-0.5 (Kamthonkiat et al., 2011) ใกล้เคียงกับพื้นที่มีพืชปกคลุมบางส่วนที่มีค่า NDVI เท่ากับ 0.25-0.52 นอกจากนั้นยังสามารถจำแนกพื้นที่ดินเปล่ามีค่า NDVI ในช่วง 0.06-0.25 พื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง -0.13 ถึง 0.06 และพื้นที่น้ำ < -0.13 (ตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 และตารางที่ 6-5)



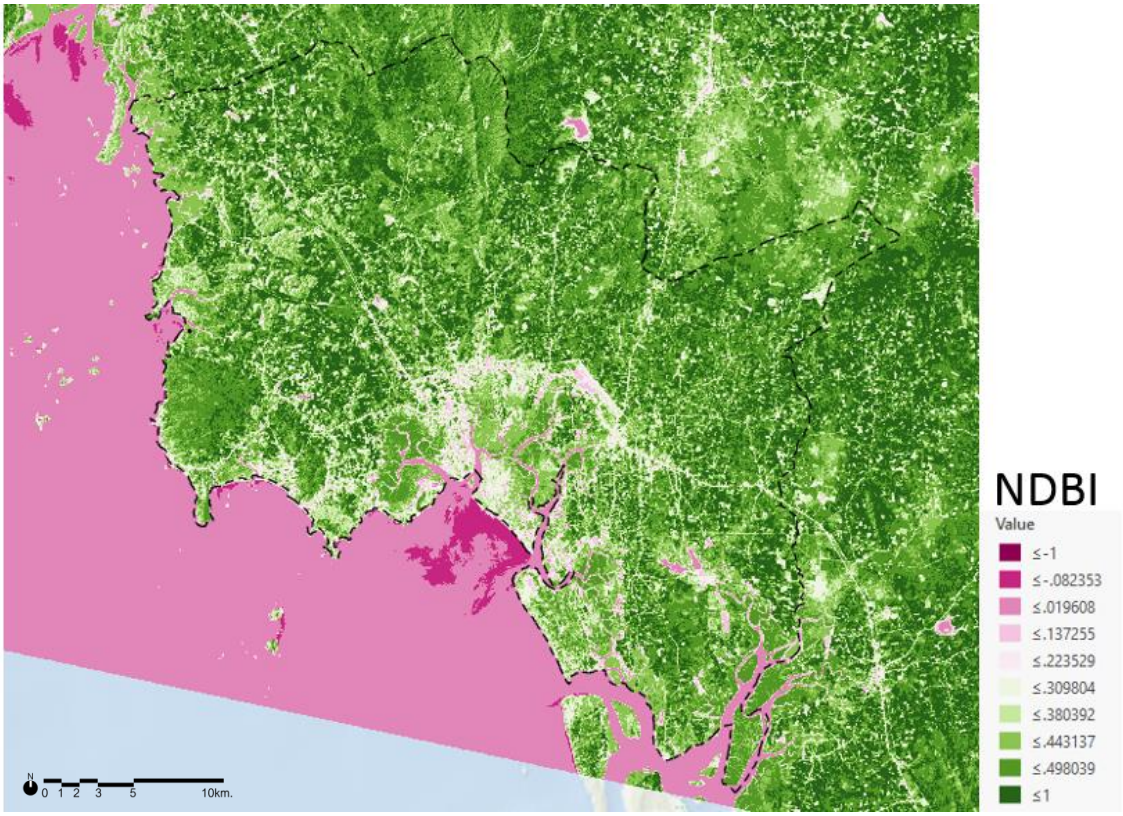
ภาพที่ 6-7 ค่าการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI

จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีน้ำและความชื้น MNDWI โดยจำแนกแบบไม่กำกับดูแล พบว่า ค่าดัชนีที่แสดงพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ มี MNDWI > 0.19 ซึ่งมีค่า MNDVI เริ่มต้นน้อยกว่าการศึกษาพื้นที่น้ำในประเทศจีน ที่อยู่ระหว่าง 0.44-0.75 (Xu, 2007; Xu, 2008) และพื้นที่ป่าชายเลน 0.08-0.19 ส่วนพื้นที่ที่ไม่ถูกปกคลุมด้วยน้ำหรือพื้นที่ความชื้นต่ำมีค่า MNDWI ติดลบ ได้แก่ พื้นที่มีพืชปกคลุมบางส่วนที่มีค่า MNDWI -0.14 ถึง 0.05 พื้นที่ดินเปล่าและพื้นที่ที่เมืองมีค่า MNDWI -0.26 ถึง -0.14 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพื้นที่เมืองฟูโจว ประเทศจีน ที่มีค่า MNDWI ระหว่าง -0.40 ถึง 0 (Xu, 2007; Xu, 2008) (ตารางที่ 6-3 และตารางที่ 6-5)



ภาพที่ 6-8 ค่าการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีน้ำและความชื้น MNDVI

จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีเมืองและสิ่งก่อสร้าง NDBI โดยจำแนกแบบไม่กำกับดูแล พบว่า ค่าดัชนีที่แสดงพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองและสิ่งก่อสร้าง มีค่า NDBI 0.14-0.20 ใกล้เคียงกับพื้นที่ดินเปล่า ที่มีค่า NDBI 0.2-0.38 ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับการศึกษาพื้นที่ผิวเมือง ของ (Xu, 2008) ที่มีค่า NDBI 0.3 นอกจากนั้นยังสามารถจำแนกพื้นผิวน้ำที่มีค่า NDBI < 0.14 และ พื้นที่ผิวพืชปกคลุมที่มีค่า NDBI >0.38 (ตารางที่ 6-3 และ ตารางที่ 6-5)



ภาพที่ 6-9 ค่าการจำแนกสิ่งปกคลุมดินด้วยดัชนีเมืองและสิ่งก่อสร้าง NDBI

ตารางที่ 6-5 ค่าดัชนีที่ได้จากการจำแนกสิ่งปกคลุมดิน

Ecosystem	NDVI		MNDWI		NDBI	
	min	max	min	max	min	max
Forest/ Dense vegetation	**0.78**	**1.00**	0.05	0.08	0.50	1.00
Mangrove/ wetland	**0.52**	**0.78**	**0.08**	**0.19**	0.38	0.45
Agriculture/ moderate vegetation	**0.25**	**0.52**	-0.14	0.05	0.45	0.50
Barren soil/ sparse vegetation	0.06	0.25	-0.19	-0.14	**0.20**	**0.38**
Built-up area	-0.13	0.06	-0.26	-0.19	**0.14**	**0.20**
Water bodies	-1.00	-0.13	**0.19**	**1.00**	-1.00	0.14

6.3.2 ความถูกต้องแม่นยำ

ผลการจำแนกสิ่งปกคลุมดินเปรียบเทียบกับข้อมูลจุดตรวจสอบความถูกต้องทั้งหมด 500 จุด แสดงในรูปแบบของเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน (confusion matric) (ตารางที่ 6-6) พบว่าการแปลภาพถ่ายดาวเทียม จากดัชนีทั้ง 3 ตัว ได้แก่ NDVI, MNDWI, และ NDBI ด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล มีความถูกต้องแม่นยำโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 0.78 ซึ่งแสดงถึงความถูกต้องระดับสูง และสัมประสิทธิ์แคปปา (kappa coefficient) เท่ากับ 0.71 แสดงความสอดคล้องของผลการจำแนกกับจุดตรวจสอบโดยรวมอยู่ในระดับสูง (Salkind, 2553) แต่ยังไม่มีความคลาดเคลื่อนในการจำแนกระหว่างพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชหนาแน่นหรือพื้นที่ป่า กับพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชปลูกหรือพื้นที่เกษตรกรรม ที่มี user’s accuracy เพียง 51.98 และค่า producer's accuracy 34.15

เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นยางพาราและปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีสัดส่วนการปกคลุมดินใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าชายหาด จึงทำให้การจำแนกภาพเป็นไปได้ยาก (ภาพที่ 6-10) โดยมีจำนวนจุดตรวจสอบที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมแต่ถูกจำแนกเป็นพื้นที่ป่าถึง 84 จุด ในขณะที่จำแนกถูกต้องเป็นพื้นที่ป่า 92 จุด คิดเป็น user’s accuracy เพียง 51.98 แต่การจำแนกพื้นที่ปกคลุมดินประเภทอื่น ๆ มีค่า user’s accuracy อยู่ระหว่าง 83.33-97.96 ซึ่งอยู่ในระดับสูงมาก

หลังจากปรับเปลี่ยนการจำแนก โดยรวมพื้นที่ป่ากับพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพืชหนาแน่น ทำให้การจำแนกมีความถูกต้องแม่นยำโดยรวม (overall accuracy) เท่ากับ 0.96 ซึ่งแสดงถึงความถูกต้องระดับสูงมาก และสัมประสิทธิ์แคปปา (kappa coefficient) เท่ากับ 0.92 แสดงความสอดคล้องของผลการจำแนกกับจุดตรวจสอบ ระดับสูงมาก (Salkind, 2553) ดังแสดงในตารางที่ 6-7 อย่างไรก็ตามในการจำแนกพื้นที่เกษตรที่สัดส่วนการปกคลุมดินใกล้เคียงกับพื้นที่ป่า ทำ

ให้การจำแนกภาพระหว่างพื้นที่เกษตรกับพื้นที่ป่ามีความคลาดเคลื่อนเช่นในกรณีนี้ ควรพิจารณาวิธีการอื่นๆ ร่วมในการจำแนกระหว่าง ป่าและพื้นที่เพาะปลูก เช่น การจำแนกด้วยการวิเคราะห์ผิวสัมผัส โดยใช้ texture algorithms (Hoppus et al., 2002)

แผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 6-11) นำมาซ้อนทับและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นที่ชายฝั่ง 3 ประเภท (ภาพที่ 6-12) ได้แก่ 1) พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณหนาแน่น ด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI ซึ่งรวมทั้ง ป่าบก พื้นที่เกษตรกรรมยางพาราและปาล์มน้ำมัน ป่าชายหาด และป่าชายเลน 2) พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ ด้วยดัชนีน้ำและความชื้น แบบ MNDWI จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำผิวดิน แม่น้ำขนาดใหญ่ บึง อ่างเก็บน้ำ บ่อกุ้ง เหมือง พื้นที่ชุ่มน้ำ และป่าชายเลน 3) พื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างและเมือง ดัชนีสิ่งก่อสร้าง NDBI จะได้ข้อมูลพื้นที่ปกคลุมด้วยเมือง และพื้นที่ดินเปล่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6-6 เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน แบบแยกประเภทพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตร

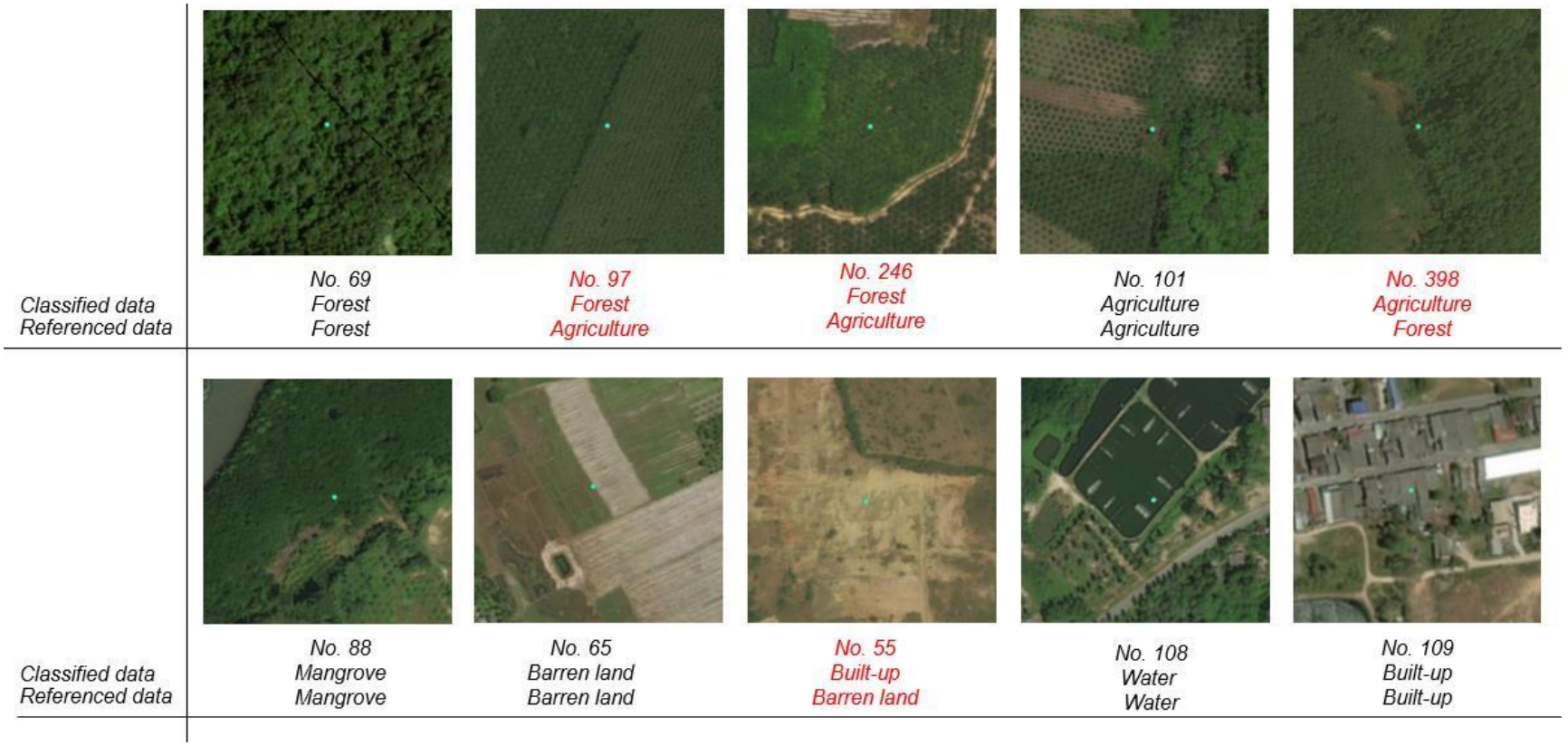
Reference data

classified data	Forest vegetation	Mangrove/ wetland	Agriculture	Barren soil	Built-up area	Water bodies	total	user's accuracy
Forest vegetation	92	1	84	0	0	0	177	51.98
Mangrove/ wetland	0	48	0	0	0	1	49	**97.96**
Agriculture	6	0	157	3	1	1	168	**93.45**
Barren soil	0	0	5	37	0	0	42	**88.10**
Built-up area	1	0	0	4	30	1	36	**83.33**
Water bodies	0	0	0	0	1	27	28	**96.43**
total	99	49	246	44	32	30	500	
producer's accuracy	**92.93**	**97.96**	34.15	**84.09**	**93.75**	**90.00**		

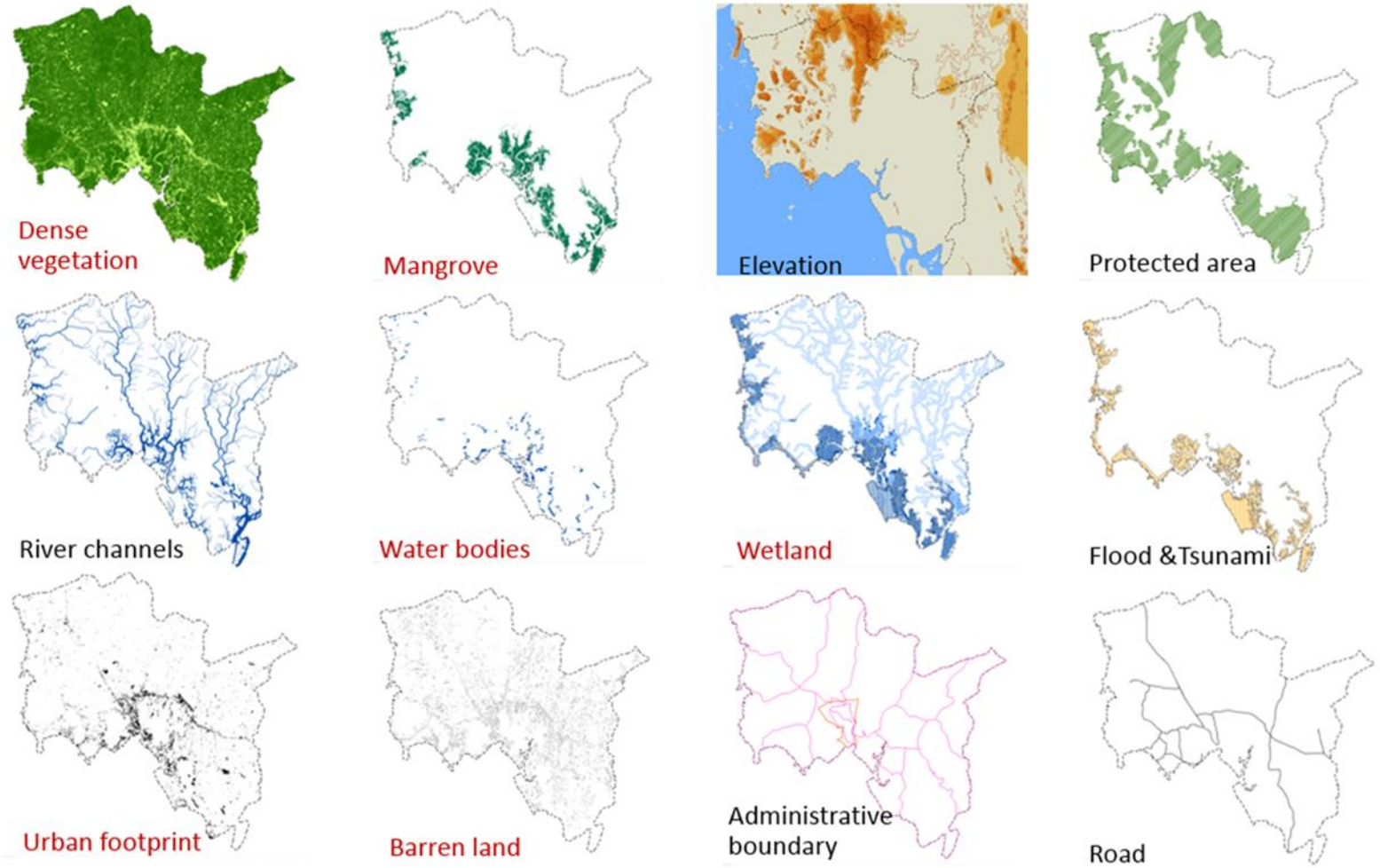
ตารางที่ 6-7 เมทริกซ์ความคลาดเคลื่อน แบบรวมพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรเป็นพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชหนาแน่น

Reference data

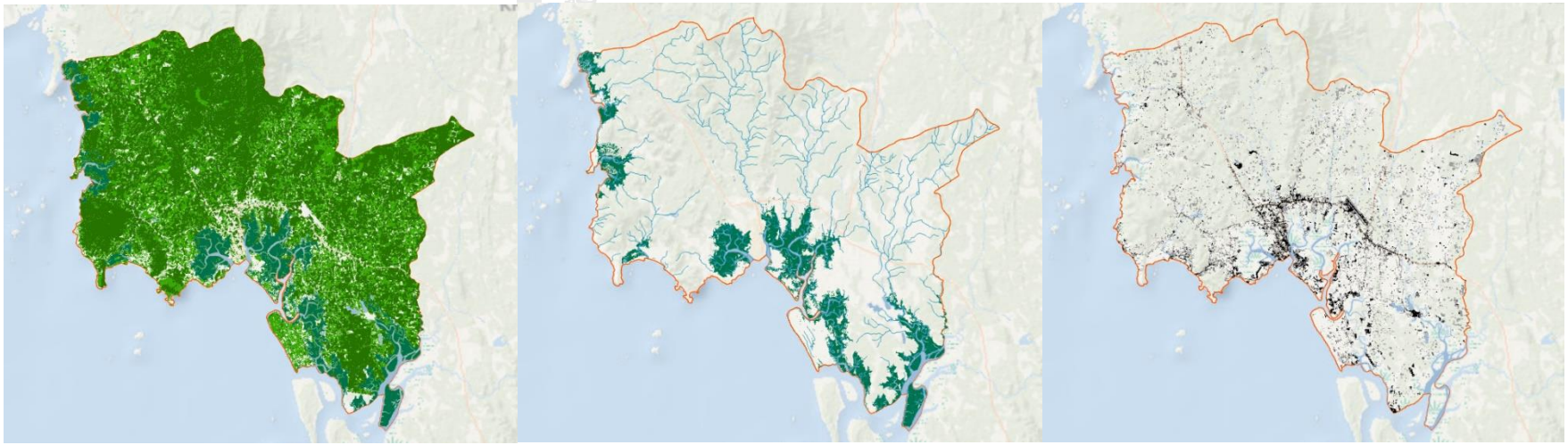
classified data	Dense vegetation	Mangrove	Barren soil	Built-up area	Water bodies	total	user's accuracy
Dense vegetation	339	1	3	1	1	345	**98.26**
Mangrove/ wetland	0	48	0	0	1	49	**97.96**
Barren soil	5	0	37	0	0	42	**88.10**
Built-up area	1	0	4	30	1	36	**83.33**
Water bodies	0	0	0	1	27	28	**96.43**
total	345	49	44	32	30	500	
producer's accuracy	**98.26**	**97.96**	**84.09**	**93.75**	**90.00**		



ภาพที่ 6-10 ตัวอย่างเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลจากการจำแนก (classified data) กับข้อมูลอ้างอิง (referenced data)



ภาพที่ 6-11 แผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูล GIS



ภาพที่ 6-12 การซ้อนทับแผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม a) แผนที่พืชพรรณหนาแน่น b) แผนที่ระบบน้ำ และพื้นที่ชุ่มน้ำ c) แผนที่เมือง สิ่งก่อสร้าง และพื้นที่ดินเปล่า

6.3.3 ความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่

ประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ที่สำคัญที่มีผลต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม ความขัดแย้งระหว่างป่าธรรมชาติและการขยายตัวของเมืองชายฝั่ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นรูปแบบของการรบกวนของมุนษย์ต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติ (Rodgers & Smith, 1995)

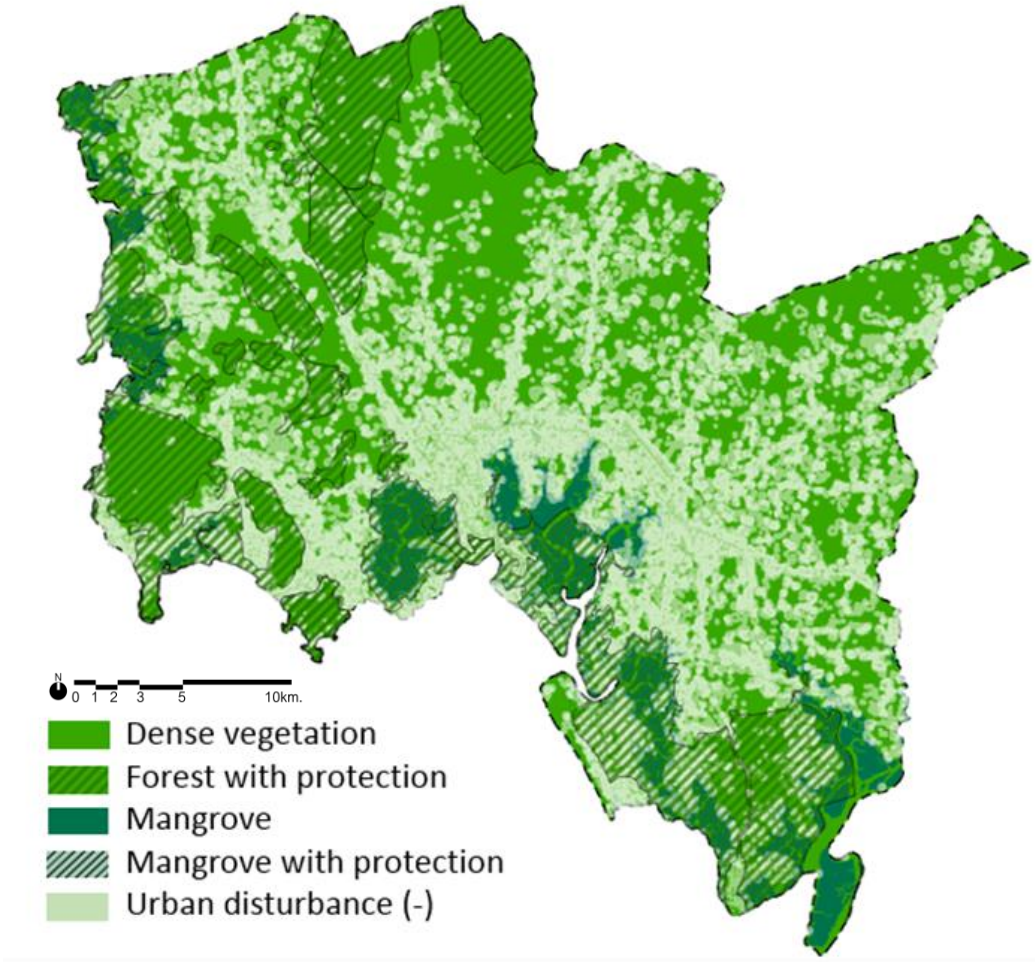
6.3.3.1 ความขัดแย้งระหว่างป่ากับเมือง

พื้นที่สีเขียวประกอบด้วยป่า และพื้นที่เกษตรกรรม ที่มีพืชขึ้นปกคลุมพื้นผิวดิน (สีเขียวสดในภาพที่ 6-13) และพื้นที่ป่าชายเลน (สีเขียวเข้มในภาพที่ 6-13) ซึ่งผืนพื้นที่สีเขียวเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งชีวิต แต่การแตกกระจายและความไม่ต่อเนื่องเชื่อมโยงกันของผืนระบบนิเวศสีเขียว ที่เป็นผลจากการขยายเมือง (Gong et al., 2013) ทำลายและลดขนาดถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง (Fahrig, 2003) อีกทั้งการลดลงของพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตรรอบเมือง ที่เป็นแหล่งอาหารคนเมือง มีผลต่อทั้งคุณภาพสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตมนุษย์

ความเป็นเมืองและพื้นที่ดินเปล่าที่ปราศจากพืชขึ้นปกคลุมพื้นผิวดิน อันเนื่องมาจากการเตรียมพื้นที่เพื่อการเกษตรหรือเตรียมการสร้างสิ่งก่อสร้างขยายความเป็นเมืองนั้น ยังทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ จากผลกระทบบริเวณขอบ (edge effect) ของการพัฒนาเมือง และที่ดินเปล่าที่มีไม่พืชปกคลุม ที่เพิ่มอัตราการรบกวนจากกิจกรรมของพื้นที่ข้างเคียง (Fahrig, 2003; Mortberg, Balfors, & Knol, 2007; Neel, McGarigal, & Cushman, 2004) เช่น การล่า การขยายของพืชต่างถิ่นสายพันธุ์รุกราน เป็นต้น และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างพื้นที่สีเขียวที่มีการแตกกระจายมากขึ้น ดังนั้นพื้นที่เมือง พื้นที่ดินเปล่า รวมทั้งขอบของเมืองและพื้นที่ดินเปล่า จึงเป็นการรบกวนระบบพื้นที่สีเขียว ที่ทำให้คุณภาพของพื้นที่สีเขียวลดลง (สีเขียวอ่อนในภาพที่ 6-13)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แม้จะมีการพยายามคงรักษาผืนพื้นที่ธรรมชาติ ป่าไม้ และป่าชายเลนโดยการกำหนดเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน เขตคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (แถบเส้นทแยงสีดำในภาพที่ 6-13) แต่ยังปรากฏการบุกรุกเข้าไปเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตอนุรักษ์ โดยเฉพาะพื้นที่ขอบป่าชายเลนฝั่งบก



ภาพที่ 6-13 แผนที่การประเมินคุณลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบพื้นที่สีเขียว ป่า และป่าชายเลน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การตัดถางทำลายพืชพันธุ์ปกคลุมดิน (devegetation) เปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ปกคลุมด้วยป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ ถูกแทนที่ด้วยพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ ยางพารา และปาล์มน้ำมัน บางส่วนถูกตัดถางทำลายเป็นพื้นที่ดินเปล่า หรือพัฒนากลายเป็นพื้นที่เมือง ทั้งป่าบกและป่าชายเลนเป็นหนึ่งในระบบนิเวศที่เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนมากที่สุด การตัดไม้ทำลายป่าจึงนำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน อีกทั้งป่าชายฝั่งที่ถูกทำลายยังมีผลต่อเสถียรภาพของแนวชายฝั่ง เนื่องจากป่าชายเลนมีความสามารถในการสลายกำลังคลื่นซัดฝั่ง การสูญเสียพืชปกคลุมในป่าชายเลนจึงเพิ่มอัตราการพัดพาของตะกอนชายฝั่ง ลดความมั่นคงของแนวชายฝั่ง และเพิ่มความเสียหายที่เกิดจากพายุ และสึนามิ การที่พืชพรรณทางธรรมชาติถูกทำลายเป็นการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและเป็นการตัดขาดผืนระบบนิเวศที่เคยเชื่อมต่อกัน และทำให้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พื้นถิ่นลดลง การสูญเสียพืชพันธุ์พื้นถิ่นและความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากป่าโกงกางและ

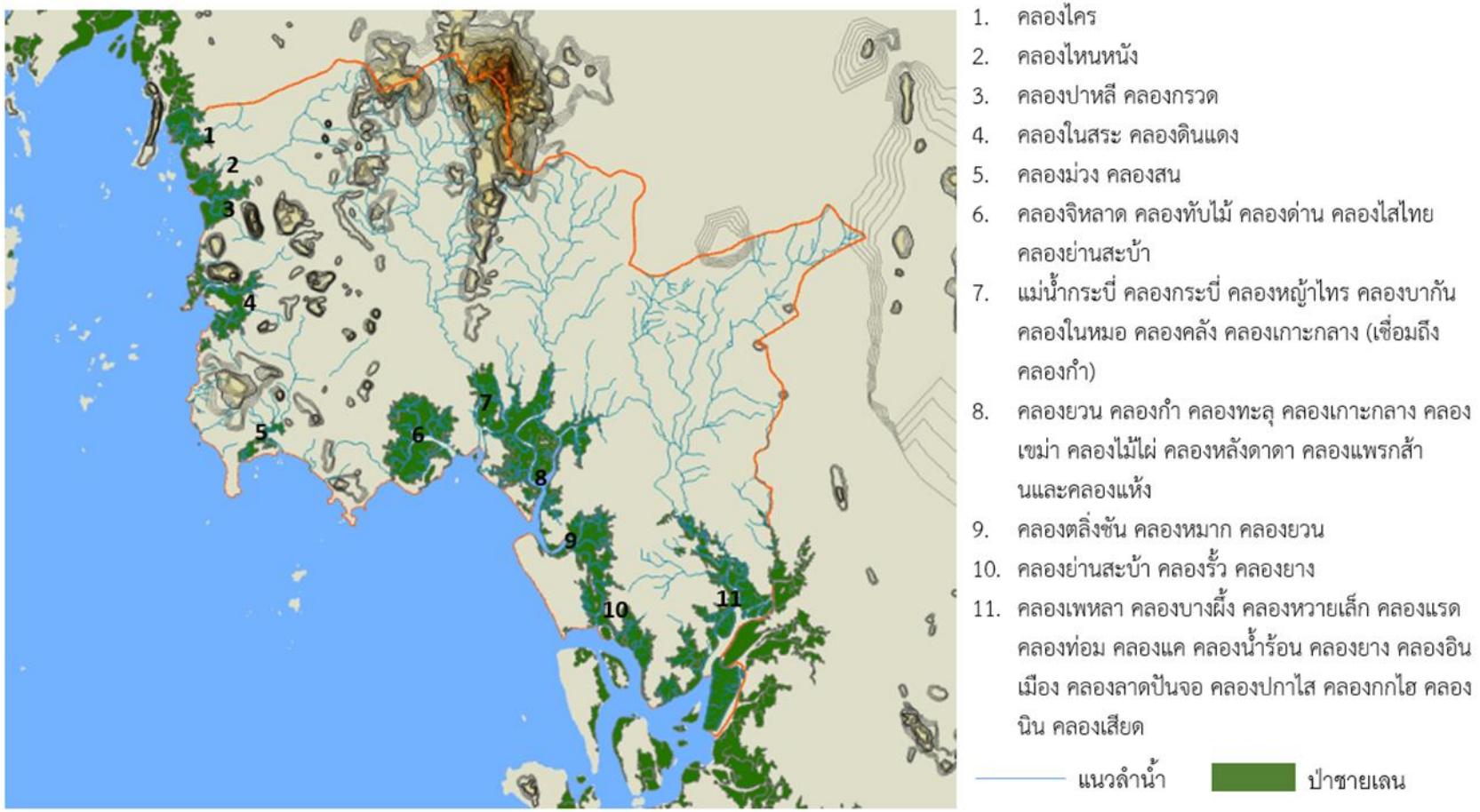
พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์ทะเล และเป็นแหล่งที่อาศัยสำหรับนกอพยพ และแหล่งที่อยู่ของชนิดพันธุ์พื้นถิ่น ผลกระทบทางอ้อมรวมถึงการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยา ความถี่ในการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น คุณภาพน้ำลดลง และความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากมลพิษ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ยังมีส่วนอย่างมากต่อการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศโดยรอบ การสูญเสียพื้นที่ชุ่มชายฝั่งมีผลกระทบในระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อมจากการลดลงของการบริการระบบนิเวศที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เนื่องจากการตัดขาดและไม่เชื่อมต่อของระบบนิเวศ เช่น การบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม การชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมปริมาณสารอาหารและตะกอนในลุ่มน้ำ นอกจากการทำลายพื้นที่ชุ่มน้ำโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงการโครงสร้างพื้นที่แล้ว การเปลี่ยนแปลงระบบน้ำในลุ่มน้ำตอนบนของป่าชายเลน มีผลต่อปริมาณและคุณภาพตะกอนสะสมในป่าชายเลน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่ง จากพื้นที่ชายฝั่งทางธรรมชาติ ไปสู่การใช้ประโยชน์อย่างเข้มข้นและเป็นเมือง เป็นการคุกคามต่อสภาพแวดล้อมชายฝั่งจากการเจริญเติบโตอุตสาหกรรมและการขยายตัวของเมือง การพัฒนาเมืองอย่างไร้ทิศทาง ทำให้วัฒนธรรมและเศรษฐกิจดั้งเดิมถูกเปลี่ยนแปลงรูปแบบไป และจะส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของมนุษย์ การพัฒนาเมืองได้เข้าไปแทนที่ทั้งระบบนิเวศธรรมชาติ เช่น ป่าชายเลน ระบบนิเวศเนินทรายและชายหาด และระบบนิเวศที่ถูกมนุษย์ปรับเปลี่ยนไปแล้ว เช่น พื้นที่เกษตรกรรม และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และแม้แต่พื้นที่สีเขียวในเมือง แม้จะมีระบบนิเวศที่ยังคงเหลืออยู่ ระหว่างการเจริญเติบโตของเมืองชายฝั่งและทะเล แต่ระบบนิเวศนั้นก็เสี่ยงต่อการถูกทำลายและอยู่ภายใต้ความกดดันจากการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การบริการระบบนิเวศชายฝั่งลดลงอย่างมากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการขยายตัวของเมือง และการแตกกระจายเป็นผืนขนาดเล็กของระบบนิเวศชายฝั่ง การขยายของพื้นที่และกิจกรรมในเมืองเพิ่มการปล่อยก๊าซคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.3.2 ความขัดแย้งระหว่างน้ำกับเมือง

ระบบน้ำในพื้นที่ศึกษา มีลักษณะเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีต้นน้ำจากเทือกเขาทางฝั่งตะวันออกของพื้นที่และไหลลงทะเลทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่ ประกอบไปลุ่มน้ำหลัก 3 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำกระบี่ ที่ไหลออกทะเลที่เมืองกระบี่และป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่ (หมายเลข 7 ในภาพที่ 6-14) ลุ่มน้ำคลองกำและคลองยวน (หมายเลข 8 ในภาพที่ 6-14) และ ลุ่มน้ำคลองเพหลาและคลองบางผึ้ง (หมายเลข 11 ในภาพที่ 6-14) นอกจากนั้นยังมีลำน้ำสายสั้น ๆ อีกมากมายได้แก่ คลองไคร คลองไหนหนัง คลองปาหลี คลองในสระ คลองม่วง คลองสน คลองจิหลาด คลองตลิ่งชัน คลองย่านสะบ้า (ภาพที่ 6-14)

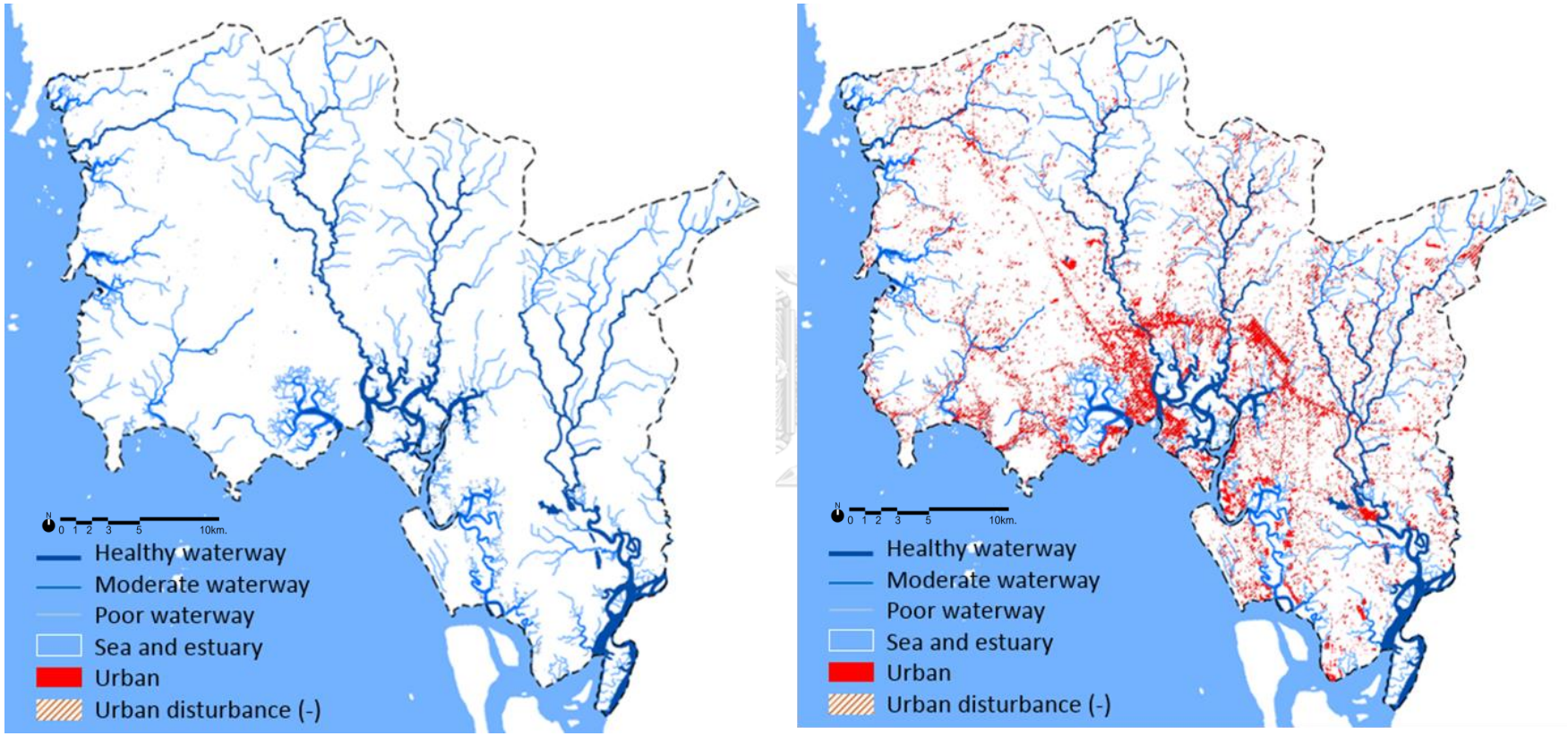


ภาพที่ 6-14 ระบบลำน้ำและป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา อำเภอเมืองและอำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่

โครงสร้างทางกายภาพของลำน้ำมีความสัมพันธ์กับการทำงานของระบบนิเวศของลำน้ำ มีลักษณะเป็นพลวัตเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Wiens, 2002) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะทางกายภาพของลำน้ำที่มีการทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์คือยังคงความเชื่อมต่อระหว่างลำน้ำสาขากับลำน้ำหลัก ความเชื่อมต่อระหว่างลำน้ำกับพื้นที่ขอบน้ำ (riparian ecosystem) การรบกวนโดยกิจกรรมมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบทางกายภาพของทางน้ำสามารถแบ่งได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ การลดขนาดลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงขอบตลิ่งและท้องน้ำ การถม (Davivongs et al., 2012) และการขุดลอก ซึ่งมักเกิดขึ้นบริเวณเมือง ที่ลำน้ำบางส่วนถูกถมและทำให้แห้งเพื่อการใช้ประโยชน์โดยมนุษย์ (Carey et al., 2011) โดยเฉพาะลำน้ำสาขาขนาดเล็กที่มักถูกทำลายไป (Elmore & Kaushal, 2008) ดังนั้นลำดับขนาดของลำน้ำในลุ่มน้ำ และการรบกวนจากการขยายตัวของเมืองจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการวิเคราะห์คุณภาพลำน้ำ

เมื่อซ้อนทับแผนที่ระบบน้ำและแผนที่การรบกวนจากการขยายตัวของเมือง (ภาพที่ 6-15) พบว่าโครงข่ายระบบน้ำ มีความไม่ต่อเนื่องเชื่อมโยงกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ผืนเมืองมีความหนาแน่นสูงตอนบนของเขตเทศบาลเมืองกระบี่ ที่ซ้อนทับคลองกระบี่ใหญ่ และบริเวณทางวิ่งเครื่องบิน (runway) ของท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่ ที่ซ้อนทับลำน้ำสาขาตอนบนของลุ่มน้ำคลองยวน (วงกลมใหญ่ในภาพที่ 6-16) และบริเวณเมืองที่ขยายตัวตามแนวถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เพชรเกษม เชื่อมระหว่างเมืองกับท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่ (วงกลมเล็กในภาพที่ 6-16) การขยายตัวของเมืองที่บีบขนาดลำน้ำและระบบนิเวศสองฝั่งลำน้ำให้มีขนาดเล็กลง (waterway squeezing) นอกจากทำให้อัตราและรูปแบบการไหลของน้ำในลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ขัดขวางการไหลของน้ำ ยังไปทำลายระบบนิเวศขอบน้ำ อันเป็นแหล่งที่อาศัย แหล่งวางไข่และอนุบาลสัตว์น้ำ ไปทำลายพืชพันธุ์ที่ปกคลุมตลิ่ง และลดความสามารถในการกรองตะกอนและสารพิษลงสู่ลำน้ำ อีกทั้งน้ำผิวดินที่ปนเปื้อนและมีอุณหภูมิสูงจากเมืองยังไหลลงสู่ลำน้ำได้โดยตรง ในลุ่มน้ำกระบี่ที่เมืองกระบี่ตั้งอยู่นั้น มีสัดส่วนพื้นที่พัฒนาเป็นเมืองและพื้นที่ดินเปล่ารวม 2.7% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งหากในลุ่มน้ำมีพื้นที่ดาดแข็งมากกว่า 10% ของพื้นที่ คุณภาพของแหล่งน้ำและระบบนิเวศในลุ่มน้ำนั้นจะเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง (Beach, 2002)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

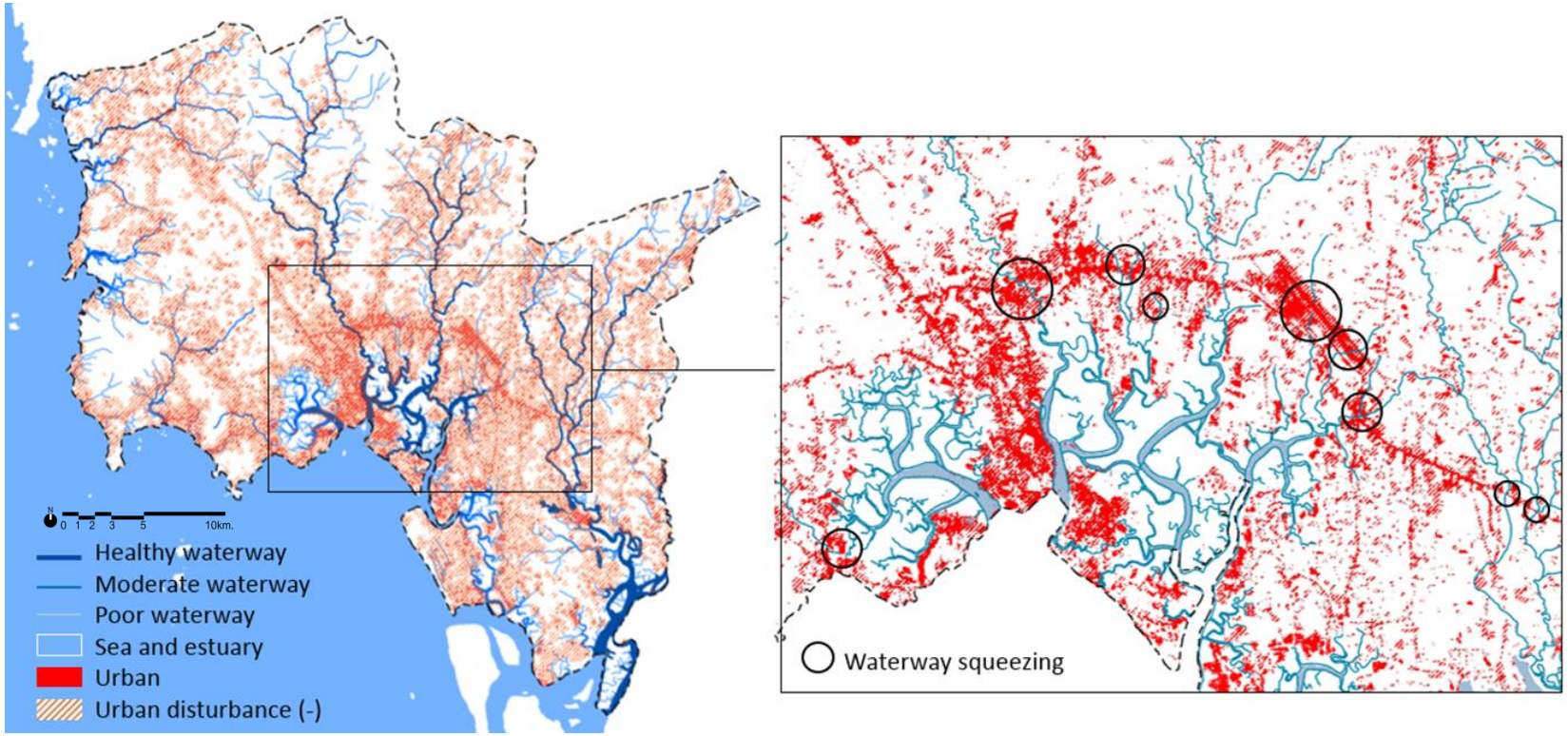


ภาพที่ 6-15 การลำดับขนาดของลำน้ำในลุ่มน้ำ (ภาพซ้าย) และการรบกวนจากการขยายตัวของเมือง (ภาพขวา)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเป็นสาเหตุหลักที่อยู่เบื้องหลังการเปลี่ยนแปลงระบบน้ำ และทำลายโครงข่ายการไหลของทางน้ำ การทำลายพื้นที่ขอบน้ำธรรมชาติจากการพัฒนาทางน้ำธรรมชาติเป็นเป็นทางน้ำประดิษฐ์ การถางทำลายพืชชายน้ำ การดาดแข็งตลิ่งเมื่อระบบน้ำถูกเปลี่ยนแปลง ทางน้ำและขอบน้ำบางส่วนแห้งลงอย่างถาวร และบางส่วนน้ำท่วมอย่างผิดฤดูกาล ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางน้ำของแม่น้ำ Mississippi โดยการขุดลอก และปรับเส้นทางน้ำให้ตรงขึ้น การเร่งทางไหลของน้ำออกสู่ทะเล การทำลายคันดินริมน้ำตามธรรมชาติและแทนที่ด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างหนาแน่นและโครงสร้างเขื่อน ทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อคุณภาพน้ำ ระบบนิเวศและทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง (Munoz et al., 2018)

ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและปากแม่น้ำที่ปลายน้ำจึงถูกกระทบอย่างหนักเนื่องจากเชื่อมต่อโดยตรงกับทางน้ำ นำไปสู่การสูญเสียการทำงานของระบบนิเวศ เช่น ความจุในการเก็บน้ำลดลง ระดับน้ำใต้ดินลดลง และความสามารถในการกรองทางชีวภาพลดลง การสูญเสียระบบนิเวศทางน้ำ มีผลต่อการอยู่อาศัยของสิ่งชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชุ่มน้ำและบริเวณชายฝั่งที่เชื่อมต่อกัน สูญเสียแหล่งอาหารและวางไข่สำหรับนก และความมากชนิดทางชีวภาพทางทะเลลดลง คุณภาพน้ำที่ลดลงโดยการเพิ่มขึ้นของสารอาหารส่วนเกินบริเวณปากแม่น้ำและไหลลงสู่ทะเล ผ่านระบบน้ำผิวดิน ปริมาณขยะและมลพิษปนเปื้อนในแหล่งน้ำมากขึ้น และจากปัญหาความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมในเมือง มีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ และทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของระบบนิเวศชายน้ำ การเสื่อมโทรมของระบบนิเวศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ปริมาณไนโตรเจนในสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นถึง 33-55% จากกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมนุษย์ และสารอาหารส่วนใหญ่เหล่านี้จะถูกชะออกปากแม่น้ำลงสู่สภาพแวดล้อมทางทะเล ผลของการพัฒนาเป็นเมืองยังมีบทบาทสำคัญในการทำให้เกิดน้ำท่วม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6-16 แผนที่การประเมินคุณลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบน้ำ (ภาพซ้าย) และแบบขยายบริเวณเทศบาลเมืองและท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่ (ภาพขวา)

ปัญหาการชะล้างขยะและมลพิษจากพื้นที่อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และเมือง ลงแหล่งน้ำและพัดพาลงสู่ทะเล ทั้งสารอาหาร มลพิษ เศษขยะ ตะกอน จากพื้นที่เกษตรและพื้นที่เมืองที่ตั้งอยู่ติดทางน้ำไหล น้ำผิวดินที่ไหลจากพื้นที่เมืองจะมีค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสูง และเพิ่มศักยภาพการกัดเซาะมากขึ้น น้ำที่ไหลจากพื้นที่ห่างไกลชายฝั่งสามารถส่งผลให้ระดับตะกอน ระดับมลพิษ และปริมาณขยะในทะเลสูงขึ้นได้ ซึ่งมีผลทำให้เกิดอันตรายต่อระบบนิเวศชายฝั่งทั้งกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตในทะเล มีผลกระทบเชิงลบต่อเศรษกิจสังคม และวัฒนธรรมของชุมชนพื้นถิ่น เมืองชายฝั่งทะเลหลายแห่งมีความเสี่ยงที่สูงขึ้นจากปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง น้ำท่วม และน้ำเค็มรุกล้ำ อุณหภูมิของอากาศพื้นผิวเมืองที่สูงขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์จะส่งผลให้ความต้องการการใช้น้ำ อาหาร และที่ดิน ที่เพิ่มขึ้นไปเร่งภาวะการขาดแคลนน้ำจืดนำไปสู่ปัญหาความขัดแย้งด้านทรัพยากร ซึ่งเมื่อปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงทะเลลดลง มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศน้ำกร่อยปากแม่น้ำ

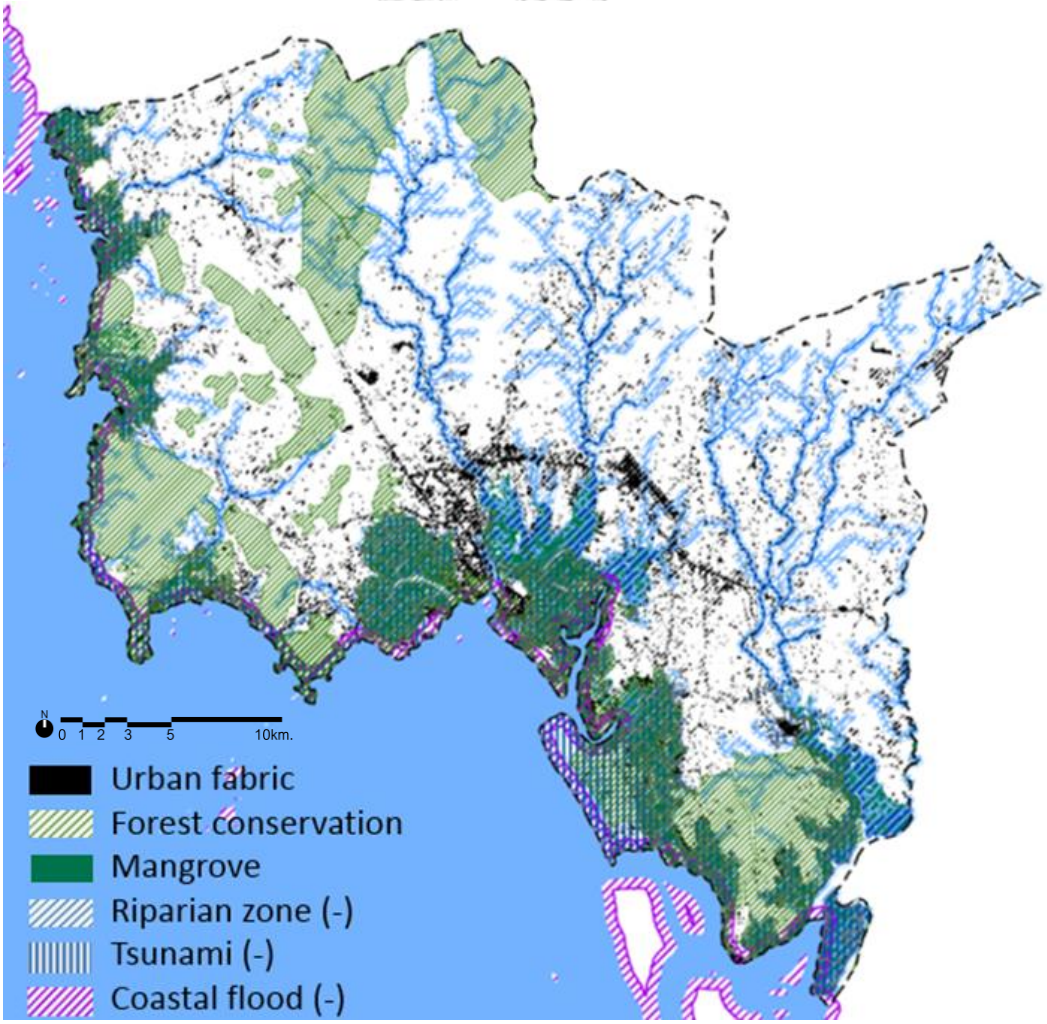
พื้นที่ชุ่มน้ำปากน้ำกระบี่ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติตามอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำหรืออนุสัญญาแรมซาร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์และยับยั้งการสูญเสียระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและสนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำอย่างชาญฉลาด แต่หลายโครงการที่กำลังจะเกิดขึ้นจากการพัฒนาเมืองเป็นโครงการที่สวนทางกับแนวทางการอนุรักษ์และสวนทางกับความต้องการของประชาชนในพื้นที่ เช่น โครงการก่อสร้างท่าเทียบเรือขนถ่ายถ่านหินและโรงไฟฟ้าถ่านหินของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและกระทรวงพลังงาน นอกจากนี้ยังทำให้สถานะของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญต้องตกอยู่ในความเสี่ยง การดำเนินการโรงไฟฟ้าถ่านหินในพื้นที่ไม่คุ้มค่ากับการได้มาซึ่งความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ วิถีชีวิตและการท่องเที่ยวของจังหวัดกระบี่ มูลค่าการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศบริเวณปากแม่น้ำกระบี่ เพื่อการสันทนาการและการท่องเที่ยวเพียงอย่างเดียวอยู่ที่ประมาณ 311 ล้านบาทต่อปี โดยข้อมูลดังกล่าวยังไม่รวมผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจอื่นๆ เช่น การทำเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงชายฝั่งและการประมง (Janekarnkij, 2010)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.3.3.3 ความขัดแย้งระหว่างเมืองกับเมือง

ลักษณะกายภาพของเมืองที่ดีในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมมีพื้นฐานคือความเป็นเมืองที่ดีต้องตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมและปลอดภัย จากความเสี่ยงของภัยธรรมชาติ ได้แก่ เมืองที่ไม่สร้างขวางทางไหลของน้ำ เพื่อป้องกันน้ำท่วม เมืองที่มีระยะห่างจากทางน้ำที่เหมาะสม เพื่อป้องกันน้ำหลากท่วม เมืองที่มีระยะห่างจากชายฝั่งที่เหมาะสม เพื่อป้องกันภัยธรรมชาติ พายุซัดฝั่ง สึนามิ เมืองที่มีระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงธรณีภิบัติภัย เช่น หลุมยุบและดินถล่ม นอกจากนั้นการสร้างเมืองต้องรบกวนการทำงานของระบบนิเวศให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะระบบนิเวศทางธรรมชาติที่ยังคงเหลืออยู่ เช่น ป่า ป่าชายเลน และพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่ต้องเก็บรักษาไว้

ดังนั้นจึงนำระยะห่างจากทางน้ำไหล ระยะห่างจากทะเล ระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงหลุมยุบและดินถล่ม ระยะห่างจากพื้นที่น้ำท่วมและสึนามิ มาวิเคราะห์คุณภาพพื้นที่เมือง เมื่อซ้อนทับแผนที่ระบบเมือง ระยะห่างจากความเสี่ยงภัยธรรมชาติ และแผนที่ระบบพื้นที่ทางธรรมชาติ (ภาพที่ 6-17) พบว่า เมืองกระบี่มีผืนเมืองหนาแน่นที่สุดบริเวณในเขตเทศบาลเมืองกระบี่ โดยขอบเขตการขยายตัวของเมืองถูกจำกัด ทิศใต้ติดชายฝั่งอันดามันบริเวณปากน้ำ ทิศตะวันตกถูกจำกัดด้วยผืนป่าชายเลน ทิศตะวันออกถูกจำกัดด้วยแม่น้ำกระบี่ มีเพียงทิศเหนือเท่านั้นที่สามารถขยายตัวได้ แต่ทิศทางการขยายตัวหลักเป็นทางขยายตัวตามแนวถนนเพชรเกษมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ที่มุ่งสู่ท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่



ภาพที่ 6-17 แผนที่ระบบเมือง ระบบพื้นที่ทางธรรมชาติ และระยะห่างจากความเสี่ยงภัยธรรมชาติ

นอกจากบริเวณเขตเทศบาลเมือง และตามแนวถนนเพชรเกษมต่อเนื่องถึงท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่แล้ว มีลักษณะที่ไม่มีศูนย์กลางเมืองชัดเจน การขยายเมืองตามแนวถนนยังเป็นทิศทางขวางทางไหลของน้ำ ในเขตเมืองยังมีพื้นที่ว่างไม่ได้พัฒนาในสัดส่วนสูง แต่ไม่มีการจัดการระบบพื้นที่สีเขียวในเมือง ทำให้แบ่งผืนระบบนิเวศขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญบริเวณปากแม่น้ำออกเป็นสองส่วน อีกทั้งพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นการขยายเมืองแบบกระจัดกระจาย (จุดสีดำในภาพที่ 6-17)

การขยายตัวของพื้นที่ดาดแข็งและสิ่งก่อสร้างพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ถูกปกคลุมด้วยพื้นผิวดาดแข็งและพื้นที่เมือง พื้นที่ที่ปูด้วยวัสดุที่น้ำซึมผ่านลงไปไม่ได้ เช่น พื้นผิวยางมะตอย คอนกรีต อิฐ หิน รวมทั้งหลังคาสิ่งก่อสร้าง กระบวนการก่อสร้างบดอัดดินจนแน่นและปิดกั้นการไหลของน้ำลงดิน ทำให้น้ำฝนและน้ำผิวดินไม่สามารถแทรกซึมและลงไปเติมน้ำบาดาลตามวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติได้ ความสามารถในการรับน้ำของแม่น้ำลำคลองไม่สามารถรับมือกับความเร็วและปริมาณของน้ำผิวดินที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นได้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาพายุฝนตกหนัก ซึ่งเป็นการเพิ่มความรุนแรงและความถี่ของการเกิดอุทกภัย น้ำที่ไหลนองบนพื้นผิวเมืองจะพัดพามลพิษที่ตกค้างในเขตเมืองชะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ผ่านเครือข่ายแม่น้ำ ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ ก่อนไหลลงสู่ทะเล การปนเปื้อนมลพิษของน้ำผิวดินนี้มีผลกระทบมากมายต่อทั้งสัตว์น้ำ พืชพรรณ รวมถึงผู้คนด้วย

การที่เมืองไปสร้างอยู่บนสัณฐานแบบหินปูน (karst topography) ที่มีความเปราะบางเนื่องจากตั้งอยู่บนโครงสร้างชั้นหินปูนสลับชั้นน้ำใต้ดิน เมื่อพื้นผิวเมืองไปปกคลุมและปิดกั้นการเติมน้ำใต้ดินร่วมกับน้ำหนุกกดทับของเมืองที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้เสถียรภาพของพื้นที่ลดลง มีความเสี่ยงจากการทรุดตัวของแผ่นดิน (land subsidence) และการเกิดหลุมยุบ (sinkhole) เพิ่มขึ้น

พื้นที่เมืองหนาแน่นที่ถูกปกคลุมด้วยพื้นที่ดาดแข็งเหล่านี้ ในช่วงกลางวันจะสะสมความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และปลดปล่อยความร้อนออกสู่บรรยากาศเมืองในเวลากลางคืน หรือเรียกว่าปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง ที่ทำให้ความต้องการการใช้พลังงานในเมืองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้น้ำผิวดินที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจากความร้อนที่สะสมในพื้นผิววัสดุ จะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง มีผลต่อคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำและต่อเนื่องถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ พื้นผิวดาดแข็งยังไปปิดกั้นการไหลเวียนอากาศในดิน ทำให้รากต้นไม้ขาดอากาศ ต้นไม้ใหญ่ในเมืองจึงไม่สามารถให้ร่มเงาหรือช่วยลดอุณหภูมิในเมืองลงได้

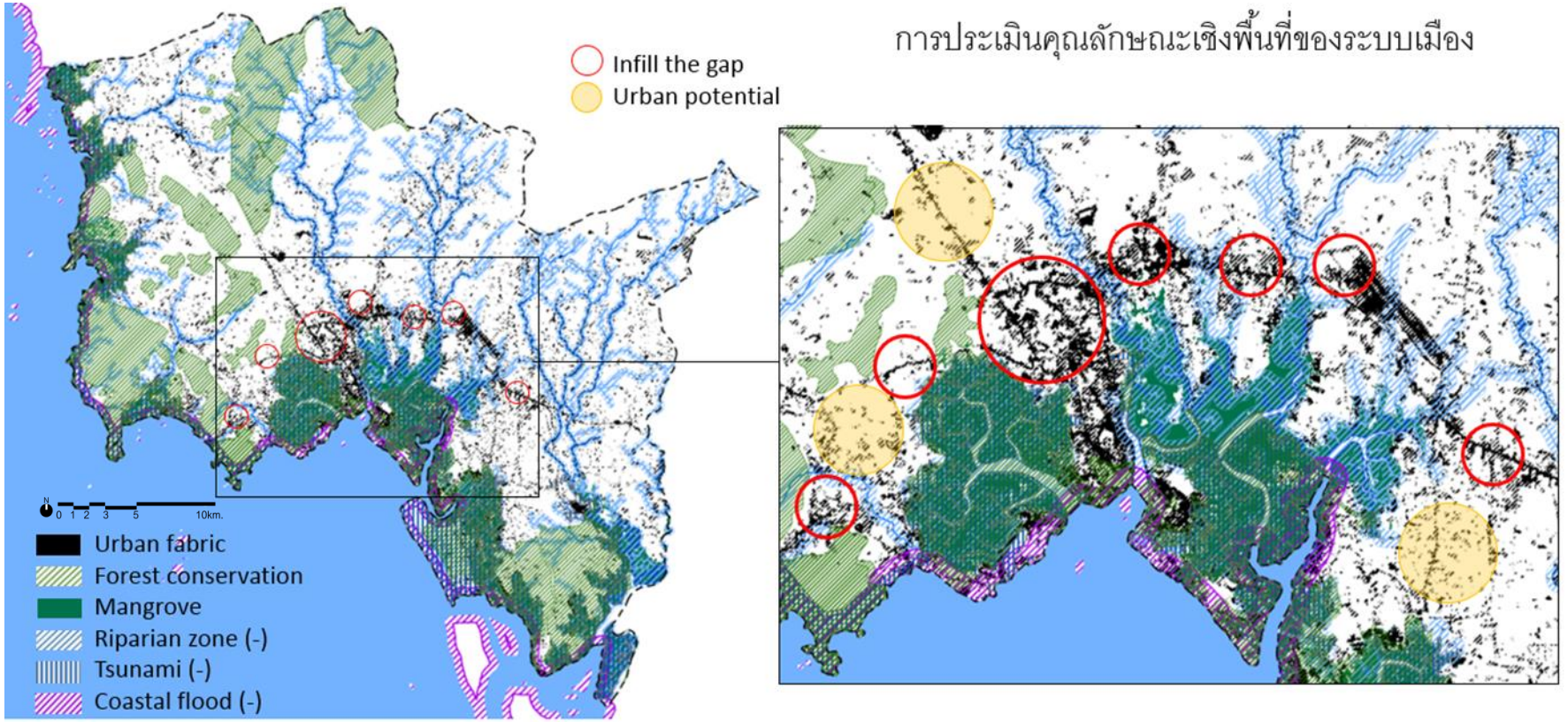
การขยายตัวของเขตเมืองออกพื้นที่ชานเมืองไปแทนที่พื้นที่เกษตรกรรมที่เป็นแหล่งผลิตอาหาร ซ้อนทับลงบนพื้นที่สีเขียว ทำลายระบบนิเวศ ลดผลผลิตของระบบนิเวศและรบกวนการหมุนเวียนคาร์บอนในสิ่งแวดล้อม โครงสร้างอาคารสูงบนพื้นที่ชายฝั่งไปเปลี่ยนแปลงทิศทางและความแรงของลมตามธรรมชาติ ซึ่งล้วนเป็นลักษณะทางกายภาพของเมืองที่ขัดกับลักษณะกายภาพของ

เมืองที่ดี นอกจากต้องปลอดภัย หลีกเลี่ยงความเสี่ยงและหลีกเลี่ยงการทำลายระบบนิเวศแล้ว เมืองควรมีลักษณะกายภาพทั้งทางด้านองค์ประกอบ (composition) และคุณลักษณะทางกายภาพขององค์ประกอบ(configuration) ที่ต้องคำนึงถึงได้แก่ การมีศูนย์กลาง การผสมผสานและกระชับ และคุณลักษณะพื้นที่นที่สีเขียงในเมือง

เมืองที่มีศูนย์กลางหลักและศูนย์กลางย่อย (polycentric city) หรือเมืองหลายศูนย์กลาง (Schneider, Chang, & Paulsen, 2015) เพื่อกระจายการพัฒนาทั้งทางเศรษฐกิจและสังคม ให้เกิดการพัฒนาแบบกระจายออกนอกศูนย์กลาง เป็นการจำกัดขนาดผืนเมืองไม่ให้ขยายเป็นเมืองขนาดใหญ่ ซึ่งการที่มีพื้นที่ไม่ซึมน้ำหรือพื้นที่สิ่งก่อสร้างต่อเนื่องกันเป็นผืนขนาดใหญ่ ก่อให้เกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง อุณหภูมิผิวเมืองสูงขึ้น เพิ่มปริมาณการไหลของน้ำผิวดิน ก่อให้เกิดน้ำท่วมขัง ปริมาณมลพิษสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง อีกทั้งยังเกิดปัญหาความแออัดและคุณภาพชีวิต

เมืองแบบผสมผสาน และกระชับ (Mix and compact city) (Beatley, 2011) ที่มีการเดินทางสะดวก สั้น โดยเฉพาะด้วยระบบขนส่งมวลชนและการเดิน พัฒนาเมืองโดยเติมเต็มช่องว่างในเมือง ที่เป็นศูนย์กลางพื้นที่พร้อมด้วยระบบสาธารณูปการรองรับ มากกว่าการขยายออกชานเมือง ที่การเดินทางยังต้องพึ่งพาการใช้รถยนต์ส่วนตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 6-18 แผนที่การประเมินคุณลักษณะเชิงพื้นที่ของระบบเมือง (ภาพซ้าย)
และแบบขยายบริเวณเทศบาลเมืองและท่าอากาศยานนานาชาติกระบี่ (ภาพขวา)

เมืองโครงข่ายพื้นที่สีเขียว (green network) ในเมืองที่มีคุณภาพ (Beatley, 2011) ประกอบด้วยผืนพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ ที่มีการกระจายตัวทั่วถึงทั้งเมือง และมีการเชื่อมโยงกัน ด้วยเส้นทางสีเขียว (green corridor) รวมถึง green belt และ green buffer ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ทางกิจกรรมนันทนาการของสังคมคนเมือง และเพื่อประโยชน์ต่อสมดุลระบบนิเวศ จากการบริการระบบนิเวศของพื้นที่สีเขียว เพิ่มความสามารถในการรับน้ำ ลดอุณหภูมิพื้นผิวเมือง กรองมลพิษทางน้ำและอากาศ เป็นแหล่งแวะพักสิ่งมีชีวิต

การพัฒนาเมืองกระบี่ จึงควรขยายตัวแบบเติมเต็มช่องว่างในเมืองบริเวณตอนเหนือของเขตเทศบาลเมือง ให้มีความหนาแน่น มีการใช้ประโยชน์ที่หลากหลาย พัฒนาเป็นศูนย์กลางเมืองหลักที่ชัดเจน (เส้นวงสีแดงใหญ่ใน ภาพที่ 6-18ภาพขวา) โดยตอนใต้ของเขตเทศบาลเมืองให้คงความเป็นเมืองเก่าที่มีรูปแบบสถาปัตยกรรมและสิ่งก่อสร้างทางประวัติศาสตร์ของเมืองบริเวณปากแม่น้ำไว้

พื้นที่ที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นศูนย์กลางเมืองย่อย (เส้นวงสีแดงเล็กใน ภาพที่ 6-18 ภาพขวา) แต่ละพื้นที่มีระยะรัศมีในการพัฒนาเมืองประมาณ 1 กม. โดยเป็นพื้นที่ที่มีระบบถนนเชื่อมต่อกับศูนย์กลางเมืองเดิมในระยะการเดินทางไม่เกิน 30 นาที

พื้นที่ที่มีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นเมืองย่อยใหม่ (วงสีเหลืองใน ภาพที่ 6-18ภาพขวา) โดยเป็นพื้นที่ที่มีระบบถนนเชื่อมต่อกับศูนย์กลางเมืองเดิมในระยะการเดินทางไม่เกิน 30 นาที อยู่ในระยะปลอดภัยจากภัยธรรมชาติ ไม่ขวางทางไหลของลำน้ำ ไม่รบกวนระบบนิเวศป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง

แนวทางแก้ปัญหาความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ โดยการสร้างให้เกิดความเชื่อมต่อในระบบนิเวศเมือง มักสัมฤทธิผลด้วยโครงข่ายพื้นที่ภูมิทัศน์หลากประโยชน์ (Multifunctional landscapes) ภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เช่น เส้นทางสีเขียว (greenways) โครงข่ายระบบนิเวศ โครงสร้างพื้นฐานทางภูมิทัศน์ ระบบพื้นที่สีเขียว ระบบทางน้ำ และสวนสาธารณะ (Ahern, 2012) ซึ่งแก้ปัญหาได้ทั้งความขัดแย้งในแง่เวลา พื้นที่ และการใช้ประโยชน์ (Kato & Ahern, 2009) โดยหากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่แก้ปัญหาโดยการบริหารเวลาใช้งานให้ต่างกัน หรือออกแบบกายภาพให้ซ้อนทับกันทางแนวตั้ง เช่น การทำสะพานหรืออุโมงค์ข้าม เป็นต้น แต่หากพื้นที่ไม่ใช้ข้อจำกัด ใช้การแบ่งสัดส่วนพื้นที่เพื่อลดความหนาแน่นในการใช้ประโยชน์พื้นที่ ใช้การออกแบบกายภาพเพื่อลดความขัดแย้งโดยการจัดให้มีพื้นที่กันชน (buffer area) หรือสร้างสิ่งขวางกั้น (barrier) ระหว่างความขัดแย้ง พัฒนาเขตพื้นที่ที่หลากหลายสำหรับการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นแนวทางการจัดการพื้นที่เมืองกระบี่ ต้องเพิ่มความเชื่อมโยงระบบนิเวศเมือง (urban ecosystem) ในรูปแบบของภูมิภาคเมือง ที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของ 3 ระบบไปพร้อม ๆ กัน โดยคุณภาพของทุกระบบต้องทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อรักษาประโยชน์จากสิ่งแวดล้อมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนในเมือง โดยใช้การ

ออกแบบลักษณะทางกายภาพที่สามารถตอบสนองต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ขัดแย้ง เป็นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาโครงข่ายระบบพื้นที่เมือง (urban system) รูปทรงของเมือง (urban geometry/ form) พื้นผิวเมือง (Urban surface) โครงข่ายพื้นที่สีเขียวเมือง (green network) และโครงข่ายพื้นที่น้ำ (hydrology network)

6.5 บทสรุป

การปรับเปลี่ยนพื้นผิวโลกโดยกิจกรรมมนุษย์ เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน (land use / land cover change, LULC) ซึ่งในการศึกษานี้มุ่งที่การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพหรือการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภูมิทัศน์หรือสิ่งปกลุมดิน โดยการจำแนกจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยบนบกและทางทะเล ได้แก่ เนินทราย ป่าชายหาด พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ป่าชายเลน หาดโคลน หาดหิน ปากแม่น้ำ ชะวากทะเล อ่าว รวมทั้งแหล่งหญ้าทะเลและปะการัง การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ธรรมชาติให้เป็นพื้นที่ประเภทอื่น ๆ ได้แก่ การตัดถางทำลายพืชพันธุ์ปกคลุมดิน การทำลายพื้นที่แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ การขยายตัวของพื้นที่ดาดแข็ง สิ่งก่อสร้าง และความเป็นเมือง ไปเปลี่ยนแปลงรูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ ซึ่งมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่ง

การวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น คือระบบพื้นที่สีเขียว ระบบพื้นที่น้ำ และระบบพื้นที่เมือง เป็นการเตรียมชุดข้อมูลพื้นที่ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเสนอแนะแบบจำลองการพัฒนาในอนาคต การนำชุดข้อมูลทั้ง 3 ระบบมาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับกันเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ทำให้สามารถแสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และระบุประเด็นปัญหาเชิงพื้นที่ในภูมิภาคเมืองได้ เป็นประโยชน์ในประเมินความรุนแรงของปัญหาในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

ความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่เกิดจากการรบกวนของมนุษย์ และมีผลต่อบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ ของภูมิภาคเมืองกระบี่ เกิดเป็นความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่าง ป่า น้ำ และเมือง โดยในการศึกษาแบบแผนปริภูมิของระบบนิเวศในพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ สรุปเป็นปัญหาสำคัญเชิงปริภูมิ ได้แก่ การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การขยายเมืองแบบเส้นขวางทางน้ำ ปัญหาการรุกล้ำทำลายผืนป่าบกและป่าชายเลนโดยเฉพาะบริเวณขอบ ปัญหาระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง การที่พื้นที่ป่าถูกทำลายจนเหลือเพียงเขาหินปูนโดด ๆ อยู่ในเขตเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม ขยายเมืองขวางทางน้ำ ชิดขอบลำน้ำและรุกล้ำลำน้ำ และการลดลงของพื้นที่รับน้ำ หน่วงน้ำ และซึมน้ำ

6.5.1 การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นอาศัย (habitat loss)

พื้นที่ชายฝั่งอันดามันมีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายของระบบนิเวศ ที่แสดงลักษณะพิเศษเฉพาะของพืชและสัตว์ที่เป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบโดยรวมของชีวภูมิศาสตร์ทะเลอันดามัน ซึ่งระบบนิเวศภูมิภาคอันดามันเป็นระบบที่มีความโดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างสองนิเวศจากบนคาบสมุทรมาลายูกับมหาสมุทรอินเดีย และระหว่างป่าดิบเขตศูนย์สูตรกับเขตป่าดิบแล้ง มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง

แต่ปัจจุบันพื้นที่ชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่รอบเมืองกระบี่เป็นพื้นที่เกษตร สวนยางพารา และปาล์มน้ำมัน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบภูมิทัศน์ จากพื้นที่ที่มีพืชพรรณพื้นถิ่นหลากหลายชนิด ถูกแทนที่ด้วยพืชเกษตรเชิงเดี่ยว อีกทั้งบางส่วนถูกแทนที่ด้วยพื้นที่เมือง จากพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุม เปลี่ยนเป็นพื้นที่ดาดแข็งและสิ่งก่อสร้าง แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตลดลง ทั้งป่าเขาหินปูน พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (ป่าชายเลน หาดเลน ป่าพรุ ป่าพุ บึงน้ำ) เนินทรายและชายหาด หาดหิน ปากแม่น้ำ รวมทั้ง แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง ที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมบนฝั่ง

6.5.2 การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ (landscape fragmentation)

ผืนป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำ ถูกเมืองกระบี่ตัดออกจากกันเป็นสองผืนทางฝั่งซ้ายของเมืองบริเวณปากคลองจิหลาดและฝั่งขวาของเมืองบริเวณปากคลองปากน้ำกระบี่ การแตกกระจายของผืนป่าชายเลน ทั้งที่เกิดจากการตัดผ่านโดยเส้นทางคมนาคม การพัฒนาเมือง หรือการรบกวนจากธรรมชาติ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่ป่าที่เริ่มจากบริเวณขอบป่า หรือทำให้ผืนป่าเป็นรูหรือเป็นแผลภายในผืนป่า เมื่อการรบกวนพื้นที่ขยายออกจากเส้นทาง ทำให้ระยะห่างระหว่างผืนห่างออกจากมากขึ้น และผืนป่าหดเล็กลง ลดจำนวนผืนลง ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าหรือพื้นที่ธรรมชาติที่เคยเชื่อมติดต่อกันเป็นผืนนิเวศขนาดใหญ่ ที่ถูกรบกวนจนแตกกระจายเป็นหย่อมป่า ที่อยู่ท่ามกลางภูมิทัศน์รูปแบบอื่น ๆ การลดลงของขนาดผืนป่ายังเป็นการเพิ่มพื้นที่ขอบป่า (edge) รอบต่อกับพื้นที่อื่น ๆ ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการรบกวนจากปัจจัยคุกคามจากโดยรอบ และผืนป่าอาจถูกทำลายไปในที่สุด

6.5.3 เมืองแนวเส้นขวางทางไหลของน้ำ (blocking the flow)

แบบแผนปริภูมิของเมืองกระบี่ มีรูปแบบเมืองชายฝั่งส่วนใหญ่พัฒนาจากชุมชนริมฝั่งแม่น้ำบริเวณปากแม่น้ำกระบี่ ต่อมาเมื่อมีการพัฒนาถนนทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) ที่เชื่อมภูมิภาคภาคใต้ฝั่งอันดามัน ตำแหน่งการขยายตัวของเมืองจึงเปลี่ยนแปลงจากเมืองหลักที่ตั้งอยู่บริเวณปาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แม่น้ำ เปลี่ยนเป็นขยายตัวตามแนวเส้นทางคมนาคมเป็นรูปแบบเมืองแบบเส้น ซึ่งถนนเพชรเกษมนี้เป็นสาธารณูปโภคหลักที่ชี้นำการพัฒนาในภูมิภาคนี้ แนวถนนที่วางตัวแนวเหนือใต้ทิศทางเดียวกับแนวชายฝั่ง และแนวทิวเขา เมื่อเมืองพัฒนาตามแนวถนนและขยายตัวหนาแน่นขึ้น จึงเป็นการพัฒนาในทิศทางตัดขวางการไหลของทางน้ำจากภูเขาสู่ทะเล และตัดขวางระหว่างระบบนิเวศทางบกและระบบนิเวศทางทะเล

6.5.4 การรบกวนบริเวณขอบผืนป่าชายเลน (edge effect)

ในเขตภูมิภาคเมืองกระบี่มีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนชาวเลที่หาเลี้ยงชีพด้วยการทำประมงมาแต่อดีต กลุ่มของชุมชนชาวเลมักอยู่ติดทะเล หรือกับทางน้ำที่ออกสู่ทะเล จึงปรากฏการตั้งชุมชนอยู่ชิดขอบป่าชายเลน ชุมชนเหล่านี้ส่วนมากสืบทอดอาชีพประมงชายฝั่ง มีการถือครองที่ดินแปลงขนาดเล็ก เฉพาะสำหรับใช้สร้างที่อยู่อาศัยและเพาะปลูกพืชอาหาร ปรากฏเป็นชุมชนชายน้ำขนาดเล็กอยู่ใกล้ป่าชายเลนหรือโครงข่ายคูคลอง เมื่อขยายครอบครัวใหญ่ขึ้นและวิถีชีวิตเปลี่ยนไปตามสังคมเศรษฐกิจทุนนิยม ลูกหลานมีความต้องการที่ดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกิน เกษตรกรรม ประมง ก็มักขยายพื้นที่รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลนมากขึ้นเรื่อยๆ

ปัจจุบันจึงมีผืนพื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์ (disturbance patch) ขนาดเล็ก ๆ แทรกอยู่ในผืนป่าชายเลน ใกล้ขอบป่าหรือขอบชายน้ำ โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แม้ว่ารัฐบาลได้มีมาตรการในการควบคุมและจำกัดการทำนากุ้งรวมทั้งยกเลิกการให้สัมปทานในพื้นที่ป่าชายเลนตั้งแต่ปี พ.ศ.2544 (Barbier, 2006; Hossain et al., 2009) ขอบเขตป่าชายเลนที่ติดกับฝั่งพื้นที่บก เป็นขอบเขตส่วนที่มีความเสี่ยงสูงจากการถูกรบกวนด้วยการบุกรุกทำนากุ้ง และการประจายของเมือง ในปี พ.ศ.2560 พบว่าในระดับภูมิภาคมีผืนเมืองขนาดพื้นที่รวมทั้งสิ้นกว่า 334.34 ตร.กม. ที่ตั้งอยู่ในหรืออยู่ติดกับขอบของพื้นที่ป่าชายเลน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.5.5 ระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง (coastal squeeze)

ระบบนิเวศชายฝั่งที่สำคัญ ได้แก่ หาดทราย ป่าชายหาด ป่าชายเลน หาดเลน พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง จะถูกกดดันจากทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทางฝั่งบก การพัฒนาเมือง และโครงสร้างชายฝั่ง เช่น กำแพงกันคลื่น เขื่อนสลายกำลังคลื่นนอกฝั่ง เขื่อนกั้นปากน้ำ ท่าเรือขนาดใหญ่ การถมทะเลและการสร้างเกาะเทียม เป็นต้น ประกอบกับการที่ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะทำให้ระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง (Ahlhorn, 2009; Huijbers et al., 2013) เนื่องจากการพัฒนาพื้นที่เมืองและการเปลี่ยนแปลงสัณฐานชายฝั่งในลักษณะต่าง ๆ โดยเฉพาะสิ่งก่อสร้างบริเวณชายฝั่งเป็นตัวกั้นขวาง เป็นอุปสรรค ลดความสามารถใน

การเคลื่อนย้ายถิ่นของระบบนิเวศขึ้นฝั่ง (landward migration) (Enwright et al., 2016) ระบบนิเวศชายฝั่งจึงมีความเสี่ยงที่จะถูกทำลายและสูญเสียไปอย่างถาวร (Luisa-Martínez et al., 2014)

6.5.6 การอยู่อย่างโดดเดี่ยวของป่าเขาหินปูน (patch isolation)

บริเวณชายฝั่งอันดามันมีเขาหินปูน (limestone outcrops) กระจายอยู่หลายพื้นที่ทั่วภูมิภาค ลักษณะเป็นเขาโดด ยอดแหลมคม มี ถ้ำ บนเขาหินปูนมีป่าผลัดใบ ที่มีพรรณไม้ขนาดเล็กมีลักษณะแคระแกร็น เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารที่จำกัด และต้องทนทานต่อแรงลม พายุชายฝั่ง เขาหินปูนเป็นแหล่งอาศัยและหลบภัยของนกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็กหลายชนิด เนื่องจากมีซอกหินและถ้ำที่สามารถเป็นพื้นที่หลบหนีและทำรังได้ดี หรือเป็นที่อพยพมาแวะพักของนกอพยพ

ในภูมิภาคเมืองกระบี่ มีเขาหินปูนกระจายอยู่ ซึ่งยังคงมีระบบนิเวศที่สมบูรณ์เนื่องจากความชันของภูเขาที่ยากต่อการใช้ประโยชน์ จึงคงเหลืออยู่โดยถูกล้อมรอบด้วยเมืองและพื้นที่เกษตร คงเหลือเป็นลักษณะเกาะ เช่น เขาคงคัง เขาไสไทย เขาช่องพลี เขาคลองแห้ง เขาอ่าวน้ำเมา เขาช่องอ้ายหมี เขาหนองเต่า เขาในช่อง เขานาตีน เขาอ่าวปากหมาก เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเขาก่องและเขาหน้าแดง ทางตอนเหนือของเมืองกระบี่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทิวเขาพนมเบญจา แต่ถูกพื้นที่เกษตรแบ่งแยกออกจากผืนป่าจนมีลักษณะเป็นเกาะ

โดยผลกระทบของพื้นที่ธรรมชาติที่ถูกตัดขาดออกจากกัน (patch isolation) ในลักษณะเหลือเป็นเกาะ จากทฤษฎีทางชีวภูมิภาคของเกาะ (Island Biogeography Theory) ของ Macarthur and Wilson (1967) อธิบายความสัมพันธ์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตจากการที่ผืนถิ่นที่อยู่อาศัยไม่เชื่อมต่อกับผืนถิ่นที่อยู่อื่นๆ ทำให้จำนวนชนิดพันธ์ลดลง ชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่นสูญหายและถูกแทนที่ด้วยชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีความสามารถในการปรับตัวสูงกว่า (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.5.7 การเปลี่ยนสภาพลำน้ำ (channelization)

เมืองกระบี่และเมืองชายฝั่งหลายที่มีการก่อสร้างเมืองและขยายเมืองขวางทางไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ทะเล มีการก่อสร้างชิดขอบลำน้ำ และการก่อสร้างหรือเปลี่ยนแปลงรุกล้ำเส้นทางน้ำ โดยภูมิภาคเมืองกระบี่พบว่ามีการรุกล้ำคลองและแพรกในพื้นที่ป่าชายเลน เพื่อสร้างท่าเรือขนาดใหญ่ มีการก่อสร้างบ้านเรือนรุกล้ำแนวลำน้ำ และพบมีการก่อสร้างกระชังเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รุกล้ำลำน้ำ ประกอบด้วย กระชังเลี้ยงปลา หอย และสาหร่าย ซึ่งมีรายงานการรุกล้ำลำน้ำในพื้นที่จังหวัดกระบี่รวมทั้งสิ้น 2,811 ราย (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดกระบี่, 2560) มีการถมพื้นที่ตลิ่งลำน้ำและก่อเป็นกำแพงริมคลอง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำไหลไม่สะดวก เอ่อล้นตลิ่งท่วมบ้านเรือนประชาชน นอกจากการรุกล้ำของภาคเอกชนแล้ว โครงการภาครัฐก็เป็นอีกส่วนสำคัญที่เร่งให้เกิดการรุกล้ำลำน้ำ

หลายโครงการที่เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเมือง ลำน้ำบางส่วนจะถูกถมและทำให้แห้ง โดยเฉพาะลำน้ำสาขาขนาดเล็ก ทางน้ำธรรมชาติในเมืองมากมายได้รับการพัฒนาเป็นทางน้ำประดิษฐ์ และก่อสร้างตลิ่งแบบดาดแข็ง เพื่อเพิ่มความจุลำน้ำรองรับน้ำท่วม แต่โครงสร้างในลำน้ำเหล่านี้กลับทำให้ลำน้ำแคบลง การเปลี่ยนแปลงทางน้ำรูปแบบอื่น ๆ เช่น การขุดลอกคลอง การรื้อทำลายคันคลองตามธรรมชาติ และปรับรูปแบบตลิ่ง

6.5.8 การลดลงของพื้นที่รับน้ำ หน่วงน้ำ และซึมน้ำ (low infiltration capacity)

จังหวัดกระบี่มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุกตลอดปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 2,174.4 มม. ฝนตกเฉลี่ย 153 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีฝนเฉลี่ย 330.3 มม. โดยในภูมิภาคเมืองชายฝั่งอันดามันนี้มีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน 34.69 ลิตร/วินาที/ตร.กม. รวมเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยทั้งปี 23,396 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งปริมาณน้ำฝนเหล่านี้ส่วนหนึ่งถูกกักเก็บไปในพืช และแหล่งน้ำ บางส่วนซึมลงใต้ดิน และส่วนที่เหลือจะไหลเป็นน้ำท่าลงสู่ทางน้ำออกสู่ทะเล

ที่ตั้งเมืองที่อยู่บนที่ราบต่ำใกล้ชายฝั่งและปากแม่น้ำ และการพัฒนาถนนและเมืองขวางทางน้ำ รวมถึงการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองหรือพื้นที่ไม่ซึมน้ำ พื้นที่ที่เคยมีความสามารถในการซึมน้ำและกักเก็บความชื้น ถูกปกคลุมด้วยพื้นผิวดาดแข็งและพื้นที่เมือง พื้นที่ที่ปูด้วยวัสดุที่น้ำซึมผ่านลงไปไม่ได้ เช่น พื้นผิวยางมะตอย คอนกรีต อิฐ หิน รวมทั้งหลังคาสิ่งก่อสร้าง กระบวนการก่อสร้างบดอัดดินจนแน่นและปิดกั้นการไหลของน้ำลงดิน ทำให้น้ำฝนและน้ำผิวดินไม่สามารถแทรกซึมและลงไปเติมน้ำบาดาลตามวัฏจักรน้ำตามธรรมชาติได้ ความสามารถในการรับน้ำของแม่น้ำลำคลองไม่สามารถรับมือกับความเร็วและปริมาณของน้ำผิวดินที่เพิ่มปริมาณมากขึ้นได้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาพายุฝนตกหนัก ซึ่งเป็นการเพิ่มความรุนแรงและความถี่ของการเกิดอุทกภัย น้ำที่ไหลนองบนพื้นผิวเมืองที่สะสมความร้อนและสิ่งปนเปื้อน จะถูกพัดพาชะลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ผ่านเครือข่ายแม่น้ำ ทะเลสาบ และพื้นที่ชุ่มน้ำ ก่อนไหลลงสู่ทะเล การปนเปื้อนมลพิษของน้ำผิวดินนี้มีผลกระทบมากมายต่อทั้งสัตว์น้ำ พืชพรรณ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำลดลง มีผลต่อคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำและต่อเนื่องถึงสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ พื้นผิวดาดแข็งยังไปปิดกั้นการไหลเวียนอากาศในดิน ทำให้รากต้นไม้ขาดอากาศ ต้นไม้ใหญ่ในเมืองจึงไม่สามารถให้ร่มเงาหรือช่วยลดอุณหภูมิในเมืองลงได้

สถานะปัจจุบันในลุ่มน้ำกระบี่ที่เมืองกระบี่ตั้งอยู่นั้น มีสัดส่วนพื้นที่พัฒนาเป็นเมืองและพื้นที่ดินเปล่ารวม 2.7% ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งหากในลุ่มน้ำมีพื้นที่ดาดแข็งมากกว่า 10% ของพื้นที่ คุณภาพของแหล่งน้ำและระบบนิเวศในลุ่มน้ำนั้นจะเสื่อมโทรมอย่างรุนแรง (Beach, 2002)

บทที่ 7
การวางผังภูมินิเวศเพื่อการพัฒนาเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน

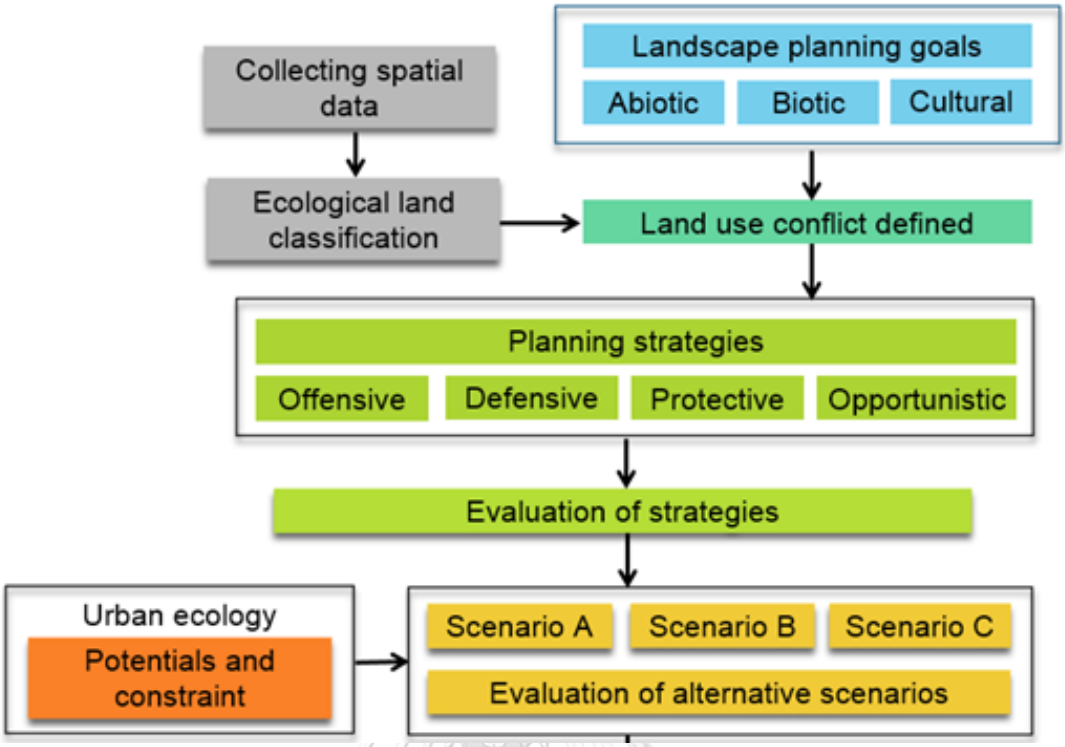
การวิเคราะห์การวางผังภูมินิเวศเพื่อการพัฒนาเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน เพื่อตอบวัตถุประสงค์ที่ 3 ของงานวิจัย ในการนำเสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน โดยแบ่งเป็น 2 ขั้น ขั้นแรกคือการพัฒนากรอบแนวคิดด้านการวางผังภูมินิเวศ โดยประยุกต์ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศ (planning strategies) กับเมืองชายฝั่งอันดามัน 4 ใน 6 เมือง ซึ่งเป็นเมืองลักษณะขยายตามแนวเส้นถนน ขวางการไหลของทางน้ำและตัดขวางระหว่างระบบนิเวศทางบกและระบบนิเวศทางทะเล ขั้นที่สองเลือกวางผังภูมินิเวศเมืองกระบี่ โดยใช้ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศที่มีประสิทธิภาพสูงสุดมาประยุกต์ร่วมกับแนวคิดภูมิทัศน์หลากประโยชน์เพื่อการพัฒนาภูมิภาคเมืองกระบี่อย่างยั่งยืน งานวิจัยส่วนนี้เป็นการนำเสนอกระบวนการและแบบจำลองทางเลือกในการวางผังภูมินิเวศภูมิภาคเมืองชายฝั่งโดยใช้หลักภูมินิเวศวิทยา เพื่อให้เกิดการพัฒนาระบบนิเวศป่าและเมืองชายฝั่งอย่างยั่งยืน

7.1 การวางผังภูมินิเวศ

การวางผังภูมินิเวศ (Landscape-ecological planning) นั้นเป็นศาสตร์เฉพาะที่แยกมาจากการวางผังภูมิทัศน์ (Landscape planning) โดยที่การวางผังภูมิทัศน์ มุ่งเน้นในการออกแบบกายภาพของพื้นที่ ตอบสนองรูปแบบการใช้งาน และความสัมพันธ์ของการใช้ประโยชน์พื้นที่ เพื่อพัฒนาให้พื้นที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด ในขณะที่การวางผังภูมินิเวศนั้นประยุกต์ใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา มาใช้ในการวางผัง โดยมุ่งเน้นความเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์ ทางสังคมและเศรษฐศาสตร์ นำมาวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางการวางผังที่เหมาะสมทั้งต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติและต่อการใช้งานของมนุษย์

ขั้นตอนการวางผังภูมินิเวศ ดัดแปลงจาก Ahern (1999) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน เริ่มจาก

1) ตั้งเป้าหมายในการวางผัง (landscape planning goals & assessment)
2) ระบุความขัดแย้งในการใช้พื้นที่ (land use conflict identification)
3) กำหนดและประเมินยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศ (planning strategies)
4) ประเมินศักยภาพการบริการระบบนิเวศภูมิทัศน์เมือง (potentials and constraints)
5) ทำและประเมินผังทางเลือก (landscape scenario)



ภาพที่ 7-1 ขั้นตอนการวางผังภูมินิเวศ ปรับปรุงจาก Ahern (1999)

7.2 เป้าหมายการวางผังภูมินิเวศชายฝั่ง

พื้นที่ชายฝั่งถูกกดดันจากหลากหลายปัจจัย หากการพัฒนาเมืองชายฝั่งยังดำเนินไปโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แนวโน้มความรุนแรงของปัญหาจะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาเมืองชายฝั่งเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น จึงต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบเพื่อแก้ปัญหาความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่เกิดขึ้นในอดีตและปัจจุบัน ป้องกันและบรรเทาผลกระทบทางลบจากความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือ โดยใช้กระบวนการวางผังและประเมินทางเลือก

7.2.1 บรรเทาผลกระทบจากการขยายเมือง

การวิเคราะห์แบบแผนปริภูมิของระบบนิเวศในพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ สรุปเป็นปัญหาสำคัญเชิงปริภูมิ ได้แก่ การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปัญหาการรุกล้ำทำลายผืนป่าบกและป่าชายเลนโดยเฉพาะบริเวณขอบ ปัญหาระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง การที่พื้นที่ป่าถูกทำลายจนเหลือเพียงเขาหินปูนโดด ๆ อยู่ในเขตเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม ขยายเมืองขวางทางน้ำ ชิดขอบลำน้ำและรุกล้ำลำ

น้ำ และการลดลงของพื้นที่รับน้ำ หน่วงน้ำ และซึมน้ำ ซึ่งปัญหาเชิงพื้นที่เหล่านี้ สามารถฟื้นฟูและพัฒนาขึ้นได้ด้วยการวางผังภูมินิเวศ

7.2.2 บรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ

ในอดีตที่ผ่านมา เมืองชายฝั่งประสบกับภัยพิบัติทางธรรมชาติที่สร้างความเสียหายอย่างมากมายทั้งต่อทรัพย์สินและชีวิต ซึ่งแสดงถึงความเปราะบางของเมืองชายฝั่ง ทั้งทางสังคมและโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพของเมือง (Nordenson et al., 2018) เมืองหลายแห่งทั่วโลกล้วนมีรูปแบบการพัฒนากระจายไปตามแนวชายฝั่งทะเลและแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ทะเลสาบ และแม่น้ำ น้ำท่วมจึงเป็นภัยพิบัติที่มีความถี่มากที่สุด โดยเมืองที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยสูงถึง 616 เมือง กระทบประชากรโลกกว่า 379 ล้านคน รองลงมาคือแผ่นดินไหว 283 ล้านคน จากวาตภัย 157 ล้านคน คลื่นซัดฝั่ง 33 ล้านคน และ สึนามิ 12 ล้านคน ตามลำดับ (Swiss Re, 2013) ซึ่งล้วนเป็นภัยที่เกิดบริเวณพื้นที่ต่ำใกล้ชายฝั่งทั้งสิ้น ยกเว้นเพียงแผ่นดินไหวเท่านั้น ชายฝั่งอันดามันของประเทศไทยประสบภัยสึนามิ ปลายปี พ.ศ.2548 ร่วมกับเกาะสุมาตรา ศรีลังกา และอินเดียตอนใต้ ผลจากสึนามิถล่มชายฝั่งประเทศไทยทำให้มีผู้เสียชีวิตและสูญหายมากกว่า 8 พันคน นอกจากจะมีผู้เสียชีวิต บาดเจ็บ และสูญหายเป็นจำนวนมากแล้ว ยังมีความเสียหายที่เกิดขึ้นกับทรัพย์สิน เป็นจำนวนมากเช่นกัน ได้แก่ อาคารที่พักนักท่องเที่ยว ร้านค้าและร้านอาหารบริเวณชายหาด บ้านเรือนของชุมชนประมง ทรัพย์สิน ยานพาหนะ เรือประมง และเรือของหน่วยงานราชการ ตลอดจนสาธารณูปโภคของท้องถิ่น เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ ถนน ความเสียหายที่เกิดขึ้น กับทรัพย์สินเหล่านี้คิดเป็นมูลค่ารวมกว่าหลายพันล้านบาท และผลกระทบต่อเนื่องด้านเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดคืออุตสาหกรรมการท่องเที่ยว จังหวัดที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ ภูเก็ต พังงา และกระบี่ ซึ่งเป็นจังหวัดแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ มีโรงแรม และที่พักนักท่องเที่ยวตั้งอยู่เป็นจำนวนมาก

7.2.3 ลดความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่

นอกจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ในปัจจุบันเมืองชายฝั่งยังประสบกับปัญหาความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ ที่เกิดจากการพัฒนาเมืองของมนุษย์ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานหรือบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศ รวมทั้งส่งผลความขัดแย้งในสังคม ในกรณีของภูมิภาคเมืองกระบี่มีความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่มากมายซึ่งปรากฏในสังคมผ่านข่าว เนื่องจากสื่อเหล่านี้เปรียบเสมือนเป็นกระจกเงาสะท้อนสภาพปัญหาของสังคม (Poungjinda, 2018; Mahood, Eerd & Irvin, 2014) สรุปเป็นความขัดแย้งเป็นประเด็นสำคัญได้แก่

ความขัดแย้งระหว่างป่ากับเมือง เกิดปัญหาการรุกล้ำทำลายผืนป่าบกและป่าชายเลน โดยเฉพาะบริเวณขอบป่า ปัญหาการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศพื้นที่ทางธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดกระบี่ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2504-2557 มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดกระบี่ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นชุมชนที่อยู่อาศัยชิดป่าชายเลนซึ่งทำอาชีพประมงชายฝั่งมาตั้งแต่ในอดีต มีการถือครองที่ดินแปลงเล็กแปลงน้อยสำหรับใช้สร้างที่อยู่อาศัย สร้างเป็นชุมชนอยู่ใกล้ป่าชายเลนหรือแม่น้ำลำคลอง บางชุมชนอยู่กันแออัดไม่มีพื้นที่บริเวณของบ้าน เมื่อลูกหลานแต่งงานมีครอบครัว มีความต้องการที่ดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกินเกษตรกรรม ประมง ก็ขยายพื้นที่เข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลน การเพาะเลี้ยงกุ้ง พบเห็นการเพาะเลี้ยงทำบ่อกุ้งเกือบตลอดแนวชายป่าชายเลน และส่วนมากมีพื้นที่รุกล้ำเข้าไปในเขตป่าชายเลนอีกทั้งมีการปล่อยน้ำเสียเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลนโดยไม่มีการบำบัด ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรสัตว์น้ำในพื้นที่ป่าชายเลน การท่องเที่ยวที่มีแนวแนวโน้มจะเติบโตขึ้น ทำให้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน รวมถึงความต้องการใช้ไม้จากป่าชายเลนเพื่อสร้างอาคารที่พักนักท่องเที่ยว และสิ่งอำนวยความสะดวกแก่ธุรกิจท่องเที่ยว จากข้อมูลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ระบุว่าพื้นที่ป่าชายเลนและพื้นที่ป่าสงวนในจังหวัดกระบี่ถูกบุกรุกแผ้วถาง ทำการเกษตรและสร้างรีสอร์ท รวมถึงท่าเรือเป็นบริเวณกว้างหลายแห่ง เช่น การบุกรุกป่าชายเลน ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าหลังสอด และป่าควนบากันเกาะ มีการปรับสภาพโดยการถมดินเป็นบริเวณกว้าง มีการทำรั้วกำแพงคอนกรีตกั้นแสดงขอบเขตพื้นที่เกือบทุกด้านของแปลงที่ดิน และมีสิ่งปลูกสร้าง (ข่าวไทยพีบีเอส, 17 พฤษภาคม 2561)

ความขัดแย้งระหว่างป่ากับเกษตร เกิดปัญหาการบุกรุกถางป่าเพื่อทำการเกษตร ปลูกพืชและเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตัวอย่างเช่น พบการบุกรุกถากถางป่าสงวนแห่งชาติเขาพนมเบญจา และพื้นที่ปลูกป่าด้วยกระถินเทพา บนภูเขาสูง เพื่อปลูกปาล์มน้ำมัน (มติชนออนไลน์, 17 พฤษภาคม 2561) และ พบการบุกรุกเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ในเกาะลันตาน้อย เพื่อปลูกปาล์มน้ำมัน (ไทยรัฐออนไลน์, 9 สิงหาคม 2559) พบมีการบุกรุกพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าแหลมกรวด และป่าคลองบางผึ้ง ซึ่งสภาพพื้นที่ที่ถูกบุกรุกเป็นเกาะกลางแม่น้ำและป่าชายเลน เพื่อปลูกปาล์ม ยางพารา (ไทยรัฐออนไลน์, 9 สิงหาคม 2560) ซึ่งหลายพื้นที่ที่มีการถือครองอย่างผิดกฎหมาย เป็นพื้นที่จากการทำกิจกรรมต่อเนื่องจากป่าที่หมดสัมปทาน ร่วมกับปัญหาการละเลยการปฏิบัติหน้าที่และบังคับใช้กฎหมายของเจ้าหน้าที่ของรัฐ (มติชนออนไลน์, 6 พฤษภาคม 2558)

ความขัดแย้งระหว่างเกษตรกับเมือง เกิดปัญหาการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศพื้นที่เกษตร มีการขยายเขตพื้นที่ผังเมืองรวมมีการให้พื้นที่บางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่การเกษตรบางส่วนถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่พาณิชยกรรม ปัญหาหนูกัดกินต้นข้าวในแปลงนาข้าวบ้าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกาะกลาง ต.คลองประสงค์ อ.เมืองกระบี่ เสียหายเป็นจำนวนมาก (ไทยรัฐออนไลน์, 1 ธันวาคม 2558)

ความขัดแย้งระหว่างเกษตรกับน้ำ เกิดปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เกษตร น้ำแล้ง น้ำเสียจากการเกษตร เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมหมู่บ้าน ถนน พื้นที่การเกษตร สวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน และบ่อปลา ในพื้นที่ อ.เขาพนม อ.คลองท่อม และ อ.เหนือคลอง (ไทยโพสต์, 4 ตุลาคม 2561)

ความขัดแย้งระหว่างน้ำกับเมือง เกิดปัญหาการก่อสร้างและขยายเมืองขวางทางน้ำ และชิดขอบลำน้ำ มีการลักลอบขุดคลองในพื้นที่ป่าชายเลน ให้กว้างและลึกขึ้น เพื่อสร้างท่าเรือมารีน่าและเส้นทางเดินเรือขนาดใหญ่ (ไทยรัฐออนไลน์, 29 มิถุนายน 2559) การก่อสร้างบ้านเรือนรุกล้ำแนวลำน้ำ เนื่องจากชุมชนที่ไม่มีกรรมสิทธิ ปลูกสร้างบ้านพักในเขตคลองมานานหลายชั่วอายุคน เมื่อต้องขยายครอบครัวและรองรับการท่องเที่ยวชุมชน จึงขยายตัวรุกล้ำเขตลำน้ำเพิ่มขึ้น (มติชนออนไลน์, 2561) และพบมีการก่อสร้างกระชังเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รุกล้ำลำน้ำ ประกอบด้วย กระชังเลี้ยงปลา หอย และสาหร่าย ของชาวประมงพื้นบ้าน บริเวณปากคลองจิหลาด ตำบลไสไทย และ ปากแม่น้ำกระบี่ ตำบลคลองประสงค์ ซึ่งมีรายงานการรุกล้ำลำน้ำในพื้นที่จังหวัดกระบี่ รวมทั้งสิ้น 2,811 ราย (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดกระบี่, 2560) ท่าเรือท่องเที่ยวรุกพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าคลองทุ่งมะพร้าว จ.พังงา พบการรุกล้ำพื้นที่ลำน้ำ พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติและป่าชายเลน (ข่าวไทยพีบีเอส, 11 เมษายน 2561) พื้นที่ริมคลองกระบี่ใหญ่ บริเวณชุมชนเมืองเก่าพัฒนา เขตเทศบาลเมืองกระบี่ มีการถมที่ด้วยหินขนาดใหญ่รุกล้ำลำคลองขวางทางน้ำออกมาจากตลิ่งที่ดินเดิม และก่อเป็นกำแพงริมคลอง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้น้ำไหลไม่สะดวก เอ่อล้นตลิ่งท่วมบ้านเรือนประชาชน (มติชนออนไลน์, 11 มิถุนายน 2555) บุกรุกป่าชายเลนทำถนนเพื่อเป็นเส้นทางสัญจรเข้าท่าเทียบเรือขนส่งแร่ยิปซั่ม ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ และหลังมีการปรับขยายทำถนนใหม่รุกล้ำป่าชายเลนแล้ว ทำให้ป่าชายเลนจำนวนมากยืนต้นตาย เนื่องจากน้ำทะเลหนุนไม่ถึงเพราะถนนขวางทางน้ำไว้ (DMCR NEWS, 6 มิถุนายน 2562) ปัญหาน้ำท่วมขังเขตชุมชนบริเวณชุมชนริมคลองโขง อำเภอเกาะลันตา จังหวัดกระบี่ เนื่องจากคลองโขงซึ่งเป็นคลองหลักในการระบายน้ำจากบริเวณเทือกเขา ผ่านหมู่บ้านชุมชนออกสู่ทะเล เดิมมีขนาดกว้าง 5-6 เมตร แต่ขณะนี้ได้ถูกถมและรุกล้ำ ก่อสร้างถนนและท่อระบายน้ำขวางทางน้ำทำให้เหลือเพียง 2-3 เมตร จึงไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำที่มากได้เพียงพอ (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดกระบี่, 17 กันยายน 2562) เกิดปัญหาน้ำเสียไหลลงทะเลที่บริเวณอ่าวนาง จ.กระบี่ จากการขุดลอกโคลนตม ขยะ และน้ำเสียที่ทับถมอยู่ในคลองจาก ซึ่งเป็นลำคลองที่เชื่อมต่อระหว่างย่านชุมชนอ่าวนาง และย่านธุรกิจโรงแรมที่พักหนาแน่น (มติชนออนไลน์, 16 เมษายน 2562) น้ำเสียคลองท่าแดง จากร้านอาหาร โรงแรม รวมถึงชุมชนจำนวนมาก ก่อนไหลลงปากแม่น้ำกระบี่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภายในเขตเทศบาลเมืองกระบี่ (MGR online, 4 กันยายน 2558) ปัญหาน้ำเสียจากโรงงานน้ำยางข้นและโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ต.ลำทับ (MGR online, 15 ธันวาคม 2557) การลอบขุดน้ำบาดาล การขุดเจาะน้ำบาดาล เพื่อรองรับการดำเนินธุรกิจของสถานประกอบการ และใช้เพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากองค์กรภาครัฐไม่สามารถจัดหาและบริการน้ำอุปโภคบริโภคได้เพียงพอในช่วงหน้าแล้ง โดยเฉพาะในพื้นที่แหล่งท่องเที่ยว การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากกว่าเกินปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ชั้นบาดาล ทำให้แหล่งน้ำบาดาลเกิดการขาดแคลนหรือเสียหายได้ เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ดินเกิดการทรุดตัว การแพร่กระจายของน้ำเค็มเข้าสู่ชั้นน้ำบาดาล ทำให้ระดับน้ำในชั้นบาดาลลดลง (MGR online, 29 ก.พ. 2555)

ความขัดแย้งระหว่างเมืองกับเมือง เกิดปัญหาการพัฒนาเมืองแบบกระจาย ไม่มีศูนย์กลางที่ชัดเจน ประสิทธิภาพการบริการระบบนิเวศต่ำ การจัดการขยะไม่ได้มาตรฐาน ปริมาณขยะสะสมบ่อขยะแบบฝังกลบที่บ้านทับไม้ ต.ทับปริก อ.เมือง จ.กระบี่ ไม่สามารถรองรับปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นได้ ส่งผลกระทบจากบ่อขยะ เช่น ปัญหาน้ำเสีย กลิ่นเหม็น แมลงวัน สุนัขจรจัด พืชผลทางการเกษตรเสียหาย ประชาชนไม่กล้าใช้น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ เนื่องจากกลัวว่าจะมีสารพิษเจือบน (ฐานเศรษฐกิจ, 18 กันยายน 2561)

7.2.4 รับมือกับความไม่แน่นอนของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในอนาคต เมืองชายฝั่งจะประสบกับปัญหาที่รุนแรงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ความแปรปรวนของสภาพอากาศ และความเป็นกรดของน้ำทะเล ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัยฯ (2554) และรายงานวิจัย “ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากร ระบบเศรษฐกิจ และชุมชนชายฝั่งทะเลในประเทศไทย พื้นที่ศึกษาต้นแบบจังหวัด ระบุผลการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าระดับน้ำทะเลปานกลางบริเวณ จ.กระบี่ ในช่วง พ.ศ. 2563 และ 2593 จะเพิ่มขึ้น 11 เซนติเมตร และ 21 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงปีฐาน คือ พ.ศ.2538 (อาคม พรรณนิกร, 2018) จากศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกระบี่ใหญ่จากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศที่อาจเปลี่ยนแปลงในอนาคต ระบุปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมากในฤดูฝนในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และในช่วงฤดูแล้งจะมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำเนื่องจากความต้องการปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นจากการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันและกิจกรรมการท่องเที่ยว (Sangmanee et al, 2011) โดยในช่วง 10 กว่าปีที่ผ่านมา พื้นที่บ้านเกาะกลาง ต.คลองประสงค์ จ.กระบี่ เริ่มประสบปัญหาในเรื่องพื้นที่นาหลายไร่ถูกน้ำเค็มรุกล้ำจนไม่สามารถปลูกข้าวได้ ปัญหาน้ำเค็มรุกจากการหนุนสูงของระดับน้ำทะเล เนื่องจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ อิทธิพลลมมรสุม และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ

ภูมิอากาศ (อาคม พรรณนิกร, 2018) การถูกกดดันจากการพัฒนาเมืองประกอบกับการที่ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ระบบนิเวศชายฝั่ง เช่น ป่าชายเลน ป่าชายหาด ถูกบีบให้แคบลง (coastal squeeze) (Ahlhorn, 2009)

7.3 ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศเมืองชายฝั่ง

โดยยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศ (Ahern, 1995) มี 4 ยุทธศาสตร์ (ภาพที่ 7-2) ได้แก่

S1) ยุทธศาสตร์ “ปกป้องรักษา” protective strategy

S2) ยุทธศาสตร์ “สร้างเกราะป้องกัน” defensive strategy

S3) ยุทธศาสตร์ “ซ่อมต่อเชื่อมเติม” offensive strategy

S4) ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” opportunistic strategy

7.3.1 ยุทธศาสตร์ “ปกป้องรักษา” ผืนระบบนิเวศที่สมบูรณ์ (S1)

ยุทธศาสตร์ S1 นี้เหมาะกับสถานการณ์ที่เมื่อภูมิทัศน์เดิมในพื้นที่ยังคงสามารถสนับสนุนรูปแบบโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศได้อย่างดีอยู่แล้ว ยุทธศาสตร์นี้จึงมุ่งเน้นการกำหนดขอบเขตการอนุรักษ์ และคงรักษาผืนระบบนิเวศที่มีคุณภาพเหล่านั้นไว้ ไม่ให้ถูกการรบกวนจากการเปลี่ยนแปลงของบริบท มีประสิทธิภาพในการป้องกันการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศในเมือง ซึ่งต้องทำควบคู่ไปกับการกำหนดข้อตกลงและกฎหมาย เพื่อใช้ดูแลรักษาผืนระบบนิเวศหรือทางเชื่อมต่อระบบนิเวศไว้

ยุทธศาสตร์นี้ มุ่งเน้นที่การกำหนดเขตและการจัดการพื้นที่ จึงไม่เน้นลักษณะกายภาพที่ต้องพัฒนาขึ้นใหม่ ในปัจจุบันภาครัฐมีแนวทางในการอนุรักษ์โดยมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ประกอบด้วย พื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรุกขชาติ ป่าเพื่อการอนุรักษ์ตามมติคณะรัฐมนตรี เป็นป่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็นพื้นที่ต้นน้ำชั้น 1 ป่าชายเลนเขตอนุรักษ์ และป่าที่คณะรัฐมนตรีกำหนดให้เป็นป่าอนุรักษ์เพิ่มเติม โดยกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มีภารกิจในการอนุรักษ์ ส่งเสริมและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชในเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ โดยการควบคุม ป้องกันพื้นที่ป่าอนุรักษ์เดิมที่มีอยู่ และพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมให้กลับสมบูรณ์ด้วยกลยุทธ์การส่งเสริม กระตุ้น และปลุก จิตสำนึกให้ชุมชนมีความหวงแหนและการมีส่วนร่วมในการดูแลทรัพยากรท้องถิ่น เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า แหล่งอาหาร แหล่งนันทนาการและการท่องเที่ยวทางธรรมชาติของประชาชน

นอกจากพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในการดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ยังมีการประกาศเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม ที่ถูกกำหนดขึ้นตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เพื่อป้องกัน อนุรักษ์ บำรุง รักษา คุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ได้อย่างสมดุลตามระบบนิเวศธรรมชาติ และคงความสมบูรณ์เพื่ออนุชนรุ่นหลังได้ใช้ต่อไปในอนาคต รวมทั้งแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และเป็นมาตรการเสริมให้กฎหมายอื่นในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ทางทะเล มีการกำหนดพื้นที่รักษาพืชพันธุ์สัตว์น้ำ พื้นที่กำหนดมาตรการในการทำประมงที่ประกาศใช้เพื่อห้ามใช้เครื่องมือประมงบางประเภทในระหว่างฤดูวางไข่และผสมพันธุ์ของสัตว์น้ำสำคัญทางเศรษฐกิจเป็นพื้นที่คุ้มครองที่จัดตั้งขึ้นภายใต้พระราชบัญญัติประมง พ.ศ. 2490 (แก้ไขเพิ่มเติม เมื่อ พ.ศ.2496 และ พ.ศ.2528)

นอกจากการอนุรักษ์โดยการกำหนดใช้กฎหมาย ยังมีในรูปแบบความร่วมมือจากอนุสัญญาแรมซาร์ หรืออนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นข้อตกลงระหว่างรัฐบาล ซึ่งกำหนดกรอบการทำงานสำหรับความร่วมมือระหว่างประเทศ เพื่อการอนุรักษ์แหล่งที่อยู่อาศัยที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ และระดับประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออนุรักษ์และยับยั้งการสูญหายของพื้นที่ชุ่มน้ำในโลกซึ่งจะต้องมีการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาด

7.3.2 ยุทธศาสตร์ “สร้างเกราะป้องกัน” เขตกันชนล้อมรอบผืนระบบนิเวศ (S2)

ยุทธศาสตร์ S2 นี้เหมาะกับสถานะการณ์ที่เมื่อภูมิทัศน์ที่มีอยู่รบกวนจนมีลักษณะแตกกระจายเป็นผืนย่อย ๆ แล้ว และพื้นที่แก่นของผืนนิเวศ (core area) มีอยู่อย่างจำกัดและแยกขาดออกจากกัน ยุทธศาสตร์นี้มุ่งเน้นการควบคุม ไม่ให้การรบกวนเข้าไปมีผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศที่เหลืออยู่ได้ โดยการกำหนดเขตกันชน (buffer zone) เพื่อป้องกันการลดลงของผืนพื้นที่ธรรมชาติป้องกันการรบกวนจากการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์

ลักษณะกายภาพของยุทธศาสตร์นี้คือ “พื้นที่กันชน” แนวคิดการสร้างพื้นที่กันชนนั้นมีวัตถุประสงค์สำคัญคือเพื่อปกป้องพื้นที่แก่นของผืนนิเวศ จากการรบกวนจากการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบ และขยายขนาดพื้นที่ธรรมชาติ แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ที่หลากหลาย ลักษณะพื้นที่กันชนที่ดีจึงควรมีองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ต้องการอนุรักษ์ เกิดการเชื่อมต่อระหว่างระบบนิเวศทางธรรมชาติและพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ให้คงอยู่ร่วมกันได้แบบเอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน โดยพื้นที่กันชนมี 4 รูปแบบ ได้แก่ พื้นที่กันชนรอบเขตอนุรักษ์ พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและหย่อมพื้นที่ป่า พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและแม่น้ำลำธาร และ พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เมือง (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การกำหนดพื้นที่เขตกันชนต้องทำร่วมกันกับการสร้างกลุ่มชุมชนในพื้นที่ให้มีความเข้มแข็ง ให้ชุมชนช่วยกันรักษาผืนป่าที่ชุมชนเห็นคุณค่าความสำคัฐและได้ประโยชน์จากป่าอย่างยั่งยืน เครือข่ายป่าชุมชนจัดตั้งตั้งคณะกรรมการผู้ร่วมดูแลป่าชุมชนขึ้นโดยมีหน้าที่ความรับผิดชอบ และร่วมกันจัดกิจกรรมเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีส่วนร่วม เช่น การให้ความรู้ในการจัดการไฟป่า การใช้ประโยชน์จากสมุนไพร การฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมให้มีความอุดมสมบูรณ์ การดูแลป่าโดยการสร้างจิตสำนึก ความเข้าใจเรื่องการจัดการป่าชุมชนและการพึ่งพิงป่าที่ยั่งยืน การสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อปกป้องป่าชุมชน และการจัดกิจกรรมสำหรับเยาวชนรักษาป่า เป็นต้น

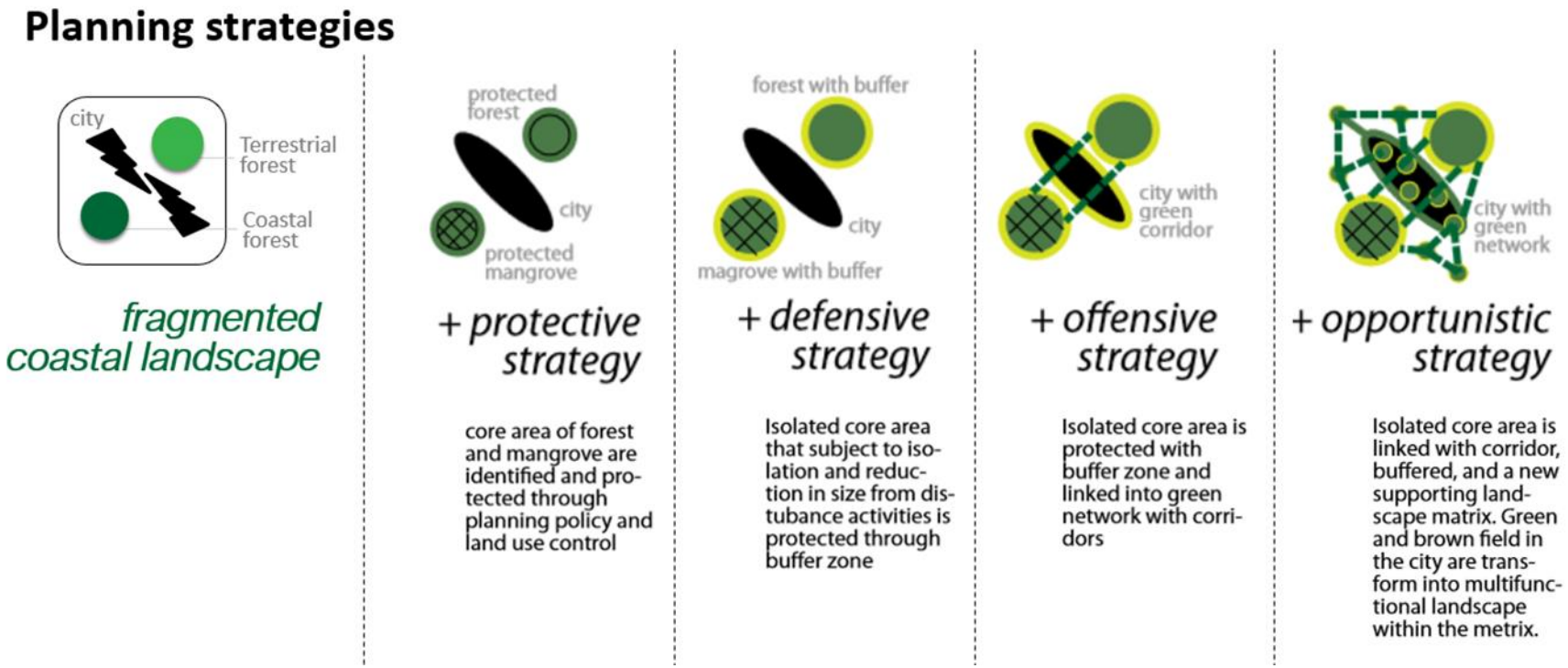
7.3.3 ยุทธศาสตร์ “ซ่อมต่อเชื่อมเติม” เชื่อมโยงผืนระบบนิเวศด้วยทางเชื่อม (S3)

ยุทธศาสตร์ S3 นี้เหมาะกับสถานะการณ์ที่เมื่อภูมิทัศน์ที่มีอยู่รบกวนจนมีลักษณะแตกกระจายเป็นผืนย่อย ๆ แล้ว และพื้นที่แก่นของผืนนิเวศ มีอยู่อย่างจำกัดและแยกขาดออกจากกัน โดยเป้าหมายของยุทธศาสตร์นี้ไม่เพียงปกป้องผืนระบบนิเวศทางธรรมชาติเดิมให้คงอยู่ แต่มุ่งในการฟื้นฟูสร้างองค์ประกอบภูมิทัศน์ขึ้นใหม่ ซ่อมแซมส่วนที่ถูกรบกวน ทำลาย หรือแตกกระจายไปแล้วให้กลับมา และสร้างความเชื่อมต่อระหว่างผืนธรรมชาติที่ขาดออกจากกัน ใช้องค์ความรู้ในการฟื้นฟูระบบนิเวศ ต้องใช้การมีส่วนร่วมหลายภาคส่วน และงบประมาณจำนวนมาก เนื่องจากต้องมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยน์ที่ดินกันพื้นที่บางส่วนเป็นเขตกันชน และเขตฟื้นฟู แทนที่พื้นที่เกษตรหรือพื้นที่ขยายตัวของเมือง ใช้การนำธรรมชาติกลับเข้าไปในภูมิทัศน์ ซึ่งในการประยุกต์กับพื้นที่จริงค่อนข้างมีข้อจำกัด เรื่องค่าใช้จ่ายสูงและมักเกี่ยวข้องกับประเด็นทางการจัดการการครอบครองพื้นที่

ลักษณะกายภาพของยุทธศาสตร์นี้คือ การสร้าง “แนวเชื่อมต่อ” การแนวคิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ธรรมชาตินั้น เพื่อ โดยการสร้างแนวเชื่อมต่อมี 2 รูปแบบคือ ทางเชื่อมระบบนิเวศระหว่างพื้นที่ธรรมชาติ และ เส้นทางสิ่งมีชีวิตชายฝั่งลำน้ำ (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553)

7.3.4 ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ (S4)

ในภูมิทัศน์มักจะมีองค์ประกอบ และมีบทบาทหน้าที่ของระบบนิเวศที่หลากหลายและเฉพาะเจาะจง แต่ละองค์ประกอบมีศักยภาพในการพัฒนาให้เกิดการบริการระบบนิเวศที่ไม่ซ้ำกันตามแต่ศักยภาพของพื้นที่ ยุทธศาสตร์ S4 นี้เหมาะกับสถานะการณ์ที่ภูมิทัศน์โดยรวมมีสภาพเสื่อมโทรม หรือมีระบบนิเวศทางธรรมชาติอยู่อย่างจำกัด คงเหลือแต่พื้นที่ไม่มีการใช้งานในขณะที่ภูมิทัศน์เหล่านั้นยังคงมีศักยภาพในการพัฒนา เช่น พื้นที่รกร้าง เสื่อมโทรมในเขตเมือง พื้นที่อุตสาหกรรมที่มีความเป็นพิษ พื้นที่ทิ้งขยะ พื้นที่น้ำเน่าขัง เป็นต้น ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มักไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ แต่ยุทธศาสตร์นี้จะพัฒนา ฟื้นฟูพื้นที่เหล่านี้ให้เป็นส่วนหนึ่งของระบบ เพิ่มให้เกิดการทำงานของระบบนิเวศในภาพรวม

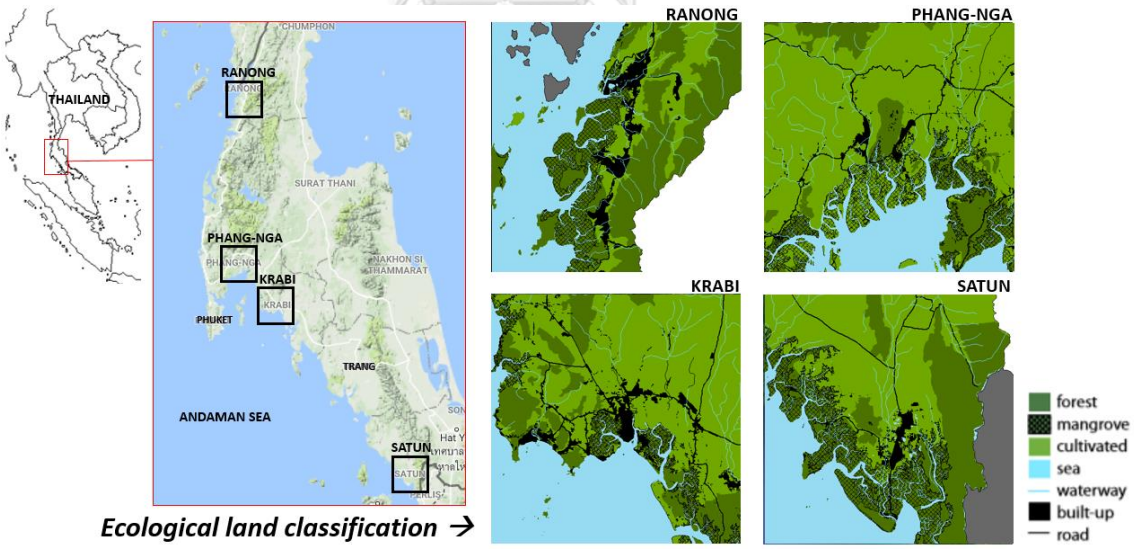


ภาพที่ 7-2 ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศ

7.4 การประเมินยุทธศาสตร์ผังภูมินิเวศทางเลือก

แบบแผนปริภูมิของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน รูปแบบเมืองชายฝั่งส่วนใหญ่พัฒนาจากชุมชนขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำหรือบนควน ตำแหน่งเมืองหลักตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำ อยู่ในพื้นที่ต่ำใกล้ชายฝั่งทะเล แล้วขยายตัวตามแนวเส้นทางคมนาคมกลายเป็นการกระจุกตัวของเมืองแบบเส้น ซึ่งถนนเป็นสาธารณูปโภคหลักที่ชี้นำการพัฒนาในภูมิภาคนี้ แนวถนนที่วางตัวตามแนวเหนือใต้ขนานแนวชายฝั่ง เมืองพัฒนาตามแนวถนนและขยายตัวหนาแน่นขึ้น จึงเป็นการพัฒนาในทิศทางตัดขวางการไหลของทางน้ำจากเขาสู่ทะเล ซึ่งมี 4 เมืองที่มีรูปแบบเมืองแบบเส้น ได้แก่ ระนอง พังงา กระบี่ และ สตูล

ตัวอย่างการประยุกต์ยุทธศาสตร์กับเมืองชายฝั่งที่ขยายตัวแบบแนวเส้น เริ่มจากทำการจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็น 3 ชั้นข้อมูล ตามองค์ประกอบหลักของภูมิทัศน์ ได้แก่ พื้นที่สีเขียวที่ปกคลุมด้วยพืช (จำแนกย่อยได้เป็น ผืนพื้นที่ป่าบก ผืนพื้นที่ป่าชายเลน และผืนพื้นที่เกษตรกรรม) พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ (จำแนกย่อยได้เป็น ผืนทะเล และเส้นลำน้ำ) และพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองและสิ่งก่อสร้าง (จำแนกย่อยได้เป็นผืนสิ่งก่อสร้าง และเส้นถนน) ภาพที่ 7-3



ภาพที่ 7-3 ผังการจำแนกพื้นที่ เมืองชายฝั่งที่ขยายตัวแบบแนวเส้น

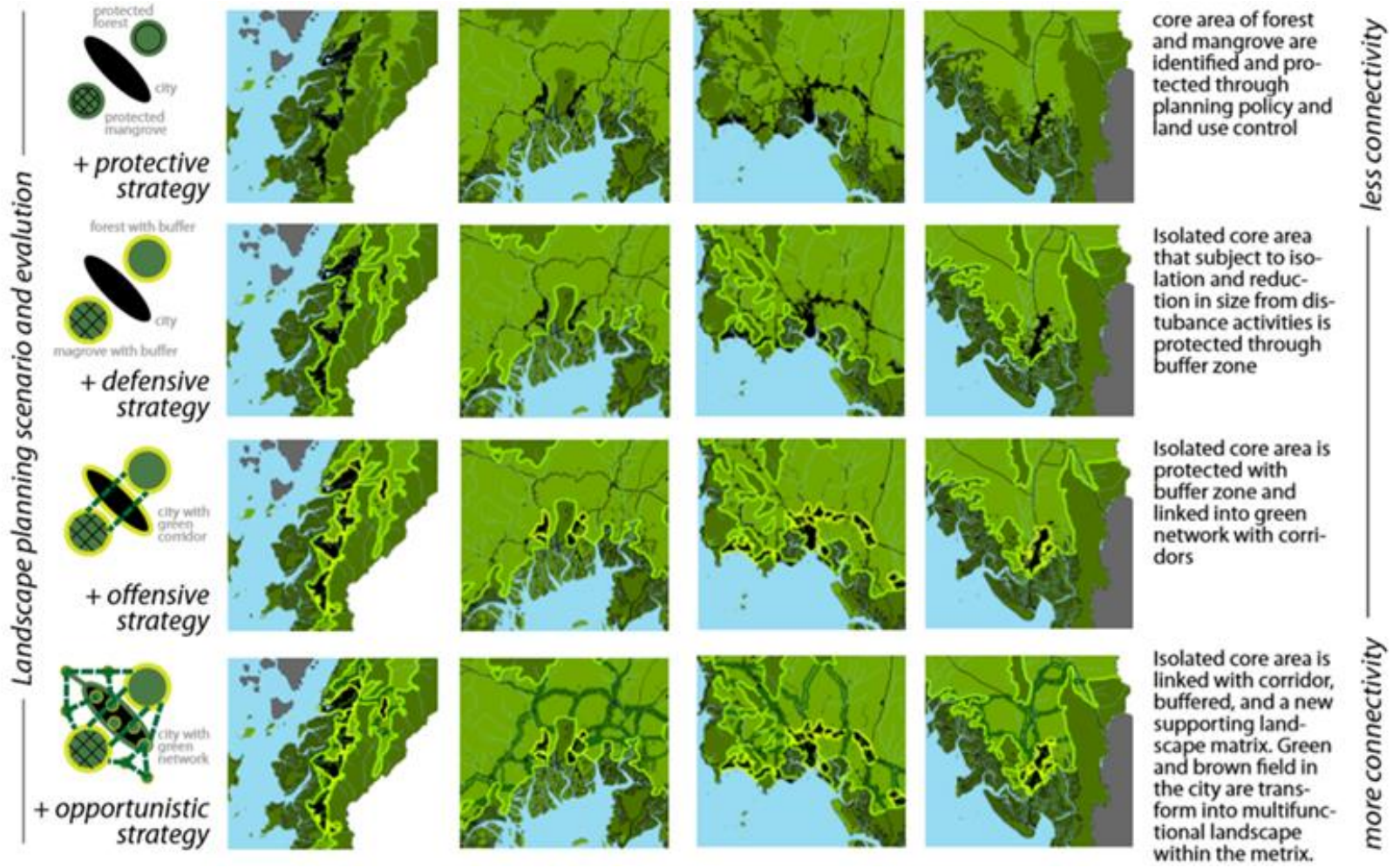
เมื่อนำยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศทั้ง 4 ยุทธศาสตร์ มาประยุกต์กับการวางผังภูมินิเวศระบบภูมิภาคกับเมืองชายฝั่ง 4 เมือง แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน แสดงในภาพที่ 7-4 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบนิเวศ จากลักษณะโครงสร้างภูมิทัศน์

เมื่อเปรียบเทียบความแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ (fragmentation) S1 ยังคงมีความแตกกระจายสูง ตามมาด้วย S2, S3, และ S4 ตามลำดับ แม้ว่า S3 จะเริ่มปรากฏการเชื่อมต่อแนวเส้นเชื่อมระหว่างผืนป่าที่ห่างกัน แต่ยังขนาดการเชื่อมในเขตเมือง เมื่อเปรียบเทียบความเชื่อมต่อ แต่ S4 ความต่อเนื่องของระบบนิเวศ (connectivity) ตรงกันข้ามกับการแตกกระจาย คือ S1 มีความต่อเนื่องต่ำสุด เนื่องจากคงรักษาไว้เพียงผืนป่าเดิมไม่มีการฟื้นฟูหรือสร้างพื้นที่ป่าใหม่ ตามมาด้วย S2, S3 และ S4 มีความต่อเนื่องสูงสุดทั้งระบบธรรมชาติและระบบนิเวศในเมือง

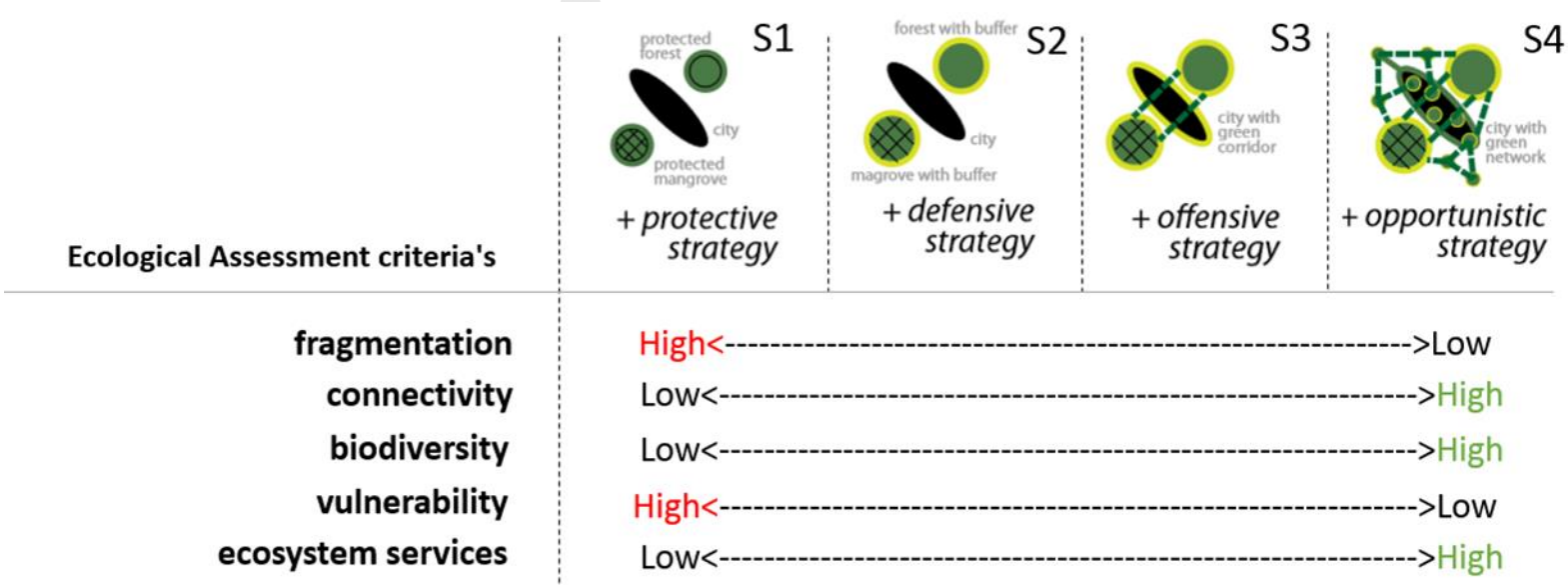
โครงสร้างของระบบที่มีการแตกกระจายต่ำ และมีความต่อเนื่องสูง เป็นการส่งเสริมคุณภาพแหล่งที่อยู่อาศัยและการเคลื่อนย้ายถิ่นฐานของสัตว์ป่า มีผลให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพสูง (Fahrig, 2003; Forman, 2008; Nagelkerken, 2009) อีกทั้งยังลดความเปราะบางของระบบนิเวศ (vulnerability) ให้ระบบนิเวศมีความทนทานและมีความสามารถในการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดี (Nagelkerken, 2009) ความเชื่อมต่อของทรัพยากรที่เชื่อมโยงระหว่างเมืองกับระบบนิเวศทางธรรมชาตินอกเขตเมือง ยังมีผลทำให้ประสิทธิภาพของการบริการระบบนิเวศในพื้นที่นั้นสูงขึ้น (Mega, 2016)

ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เป็นยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศสูงสุด ด้วยการทำงานของระบบต่าง ๆ ได้แก่ สิ่งแวดล้อมกายภาพ บรรยากาศ น้ำ และดิน สิ่งแวดล้อมชีวภาพ พืช สัตว์ และระบบนิเวศสิ่งแวดล้อมทางสังคมวัฒนธรรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 7-4 การประยุกต์ยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศระดับภูมิภาค กับเมืองชายฝั่งที่ขยายตัวแบบแนวเส้น



ภาพที่ 7-5 การประเมินทางเลือกเชิงยุทธศาสตร์

7.5 ศักยภาพและข้อจำกัดการบริการระบบนิเวศชายฝั่งของภูมิทัศน์เมือง

การบริการระบบนิเวศทางธรรมชาติมีมากมายและล้วนมีประโยชน์ต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม การขยายตัวของเมืองจากการเพิ่มขึ้นของประชากรคนเมือง และความต้องการใช้ประโยชน์พื้นที่ของมนุษย์ โดยเฉพาะเมืองชายฝั่งได้ทำลายทรัพยากรอันมีคุณค่า ขยายเมืองเข้าไปแทนที่ระบบนิเวศทางธรรมชาติ และลดประสิทธิการทางบริการระบบนิเวศของพื้นที่ลง (Nordenson et al., 2018) แต่ในพื้นที่เมืองยังคงมีพื้นที่ว่างที่แทรกอยู่ในเนื้อเมืองอย่างเปล่าประโยชน์ หากสามารถนำพื้นที่เหล่านั้นมาพัฒนา ตามศักยภาพของภูมิทัศน์ในการพัฒนาในรูปแบบของระบบนิเวศในเมือง (urban ecosystem) จะลดความขัดแย้งเชิงพื้นที่ระหว่างเมืองและระบบนิเวศทางธรรมชาติอื่น ๆ ให้เมืองสามารถเจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพร่วมกันกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้อย่างยั่งยืน

7.5.1 การบริการจากระบบภูมินิเวศน้ำ

ระบบภูมินิเวศน้ำผิวดินเป็นภูมิทัศน์ที่เป็นผลเชิงประจักษ์จากการทำงานของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ภูมิอากาศ ลักษณะสัณฐานของพื้นที่ ความลาดชัน และคุณสมบัติดิน ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำ คือทางไหลของน้ำ แหล่งน้ำ และพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่สามารถกักเก็บน้ำผิวดินไว้ได้ อาจมีน้ำตลอดทั้งปีหรือบางช่วงเวลา ทั้งที่มีพืชขึ้นปกคลุมและไม่มี ทั้งที่เป็นธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงพื้นที่ตลิ่ง และขอบน้ำ

พื้นที่น้ำธรรมชาติ คือแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นแต่มีลักษณะตลิ่งขอบน้ำใกล้เคียงธรรมชาติ ประกอบไปด้วย ลำน้ำที่เป็นทางไหลของน้ำ ได้แก่ แม่น้ำ คลอง ลำน้ำสาขา แพรก และร่องน้ำ แหล่งน้ำที่เป็นพื้นที่กักเก็บน้ำ ได้แก่ บึง หนอง บ่อน้ำ ขุมเหมือง นากุ้ง พื้นที่ชุ่มน้ำเป็นพื้นที่ลุ่มมีน้ำขัง อาจมีพืชปกคลุมหรือไม่ก็ได้ ได้แก่ ป่าชายเลน พรุ ป่าบึง เป็นต้น

พื้นที่น้ำในเมืองอาจเป็นบางส่วนของทางน้ำ แหล่งน้ำ หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ รวมพื้นที่ตลิ่งและขอบน้ำ ที่ไหลผ่านหรืออยู่ในเขตเมืองและชานเมือง ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น คลอง คู ร่องน้ำ บ่อ บึง เป็นต้น

การบริการระบบนิเวศของพื้นที่แหล่งน้ำ ***ด้านการเป็นแหล่งผลิต*** เป็นแหล่งน้ำใช้สำหรับอุปโภค บริโภค และการเกษตร นากุ้งเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์เพื่อเป็นอาหาร ***ด้านการควบคุม*** ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำและทางน้ำที่มีประสิทธิภาพ ลำเลียงน้ำจากต้นน้ำไหลออกสู่ทะเล บางส่วนกักเก็บเพิ่มความชื้นให้กับระบบนิเวศ พื้นที่ชุ่มน้ำ พื้นที่หน่วงน้ำ ช่วยลดความถี่และความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วม พื้นที่ตลิ่งและขอบน้ำธรรมชาติที่มีพืชปกคลุม ช่วยกรองตะกอน มลพิษ และสารอาหารส่วนเกิน

จากน้ำเสียเมืองและการเกษตร ทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น ป่าชายเลนและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง มีความสามารถในการสลายกำลังคลื่นซัดฝั่ง เพิ่มความมั่นคงของแนวชายฝั่ง ช่วยบรรเทาความเสียหายที่เกิดจากพายุ คลื่นลม ภัยธรรมชาติ และสึนามิ บรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม และชะลอการไหลของน้ำ ***ด้านการสนับสนุน*** แหล่งน้ำไหลและน้ำนิ่งเป็นระบบนิเวศที่เป็นแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต ป่าชายเลนและพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์ทะเล และเป็นแหล่งที่อาศัยสำหรับนกอพยพ และแหล่งที่อยู่ของชนิดพันธุ์พื้นถิ่น จึงเป็นระบบนิเวศที่ความหลากหลายทางชีวภาพสูง การเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ทำให้ทางน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำเหล่านี้เป็นแหล่งที่ตะกอนและสารอาหารมาสะสม มีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอน และสะสมธาตุอาหารสูง ควบคุมปริมาณสารอาหารและตะกอนในลุ่มน้ำให้อยู่ในระดับที่สมดุล ***ด้านวัฒนธรรม*** แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติและการท่องเที่ยว เช่น ท่าปอมคลองสองน้ำ เป็นต้น ก่อให้เกิดกิจกรรมการท่องเที่ยวสร้างรายได้ให้กับชุมชน เช่น พายเรือคายัค นั่งเรือชมทัศนียภาพ (ตารางที่ 7-1)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7-1 การบริการระบบนิเวศของพื้นที่น้ำ จากพื้นที่ชุ่มน้ำและขอบน้ำธรรมชาติ และศักยภาพของพื้นที่ในเมือง

การบริการระบบนิเวศ	การบริการระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและขอบน้ำธรรมชาติ	ศักยภาพของระบบนิเวศเมืองในการบริการระบบนิเวศ	กายภาพที่เป็นข้อจำกัดในการบริการระบบนิเวศ
PROVISIONING	แหล่งน้ำจืด ผลิตอาหาร	แหล่งน้ำจืด ผลิตอาหาร	ขอบน้ำธรรมชาติถูกทำลาย การถม หรือขุดลอกลำน้ำ คุณภาพน้ำ ดิน เสื่อมโทรม
REGULATING	ควบคุมคุณภาพน้ำ ป้องกันน้ำท่วม ป้องกันชายฝั่ง กำจัดของเสีย กักเก็บน้ำ สะสมตะกอน	ปรับปรุงคุณภาพน้ำ กรองตะกอนและสารพิษ ลดประมาณน้ำท่า ดักจับแร่ธาตุส่วนเกิน	เขื่อน โครงสร้างชายฝั่ง โครงสร้างในลำน้ำ การดาดแข็งตลิ่ง ก่อสร้างชิดขอบ/ รุกล้ำทางน้ำ พื้นที่ไม่ซึมน้ำขนาดใหญ่
SUPPORTING	แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ หมุนเวียนสารอาหาร	แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ แหล่งวางไข่ แวะพัก ของสัตว์อพยพ	การตัดถางพืชคลุมดิน การขยายเมืองแบบแตกกระจาย
CULTURAL	นันทนาการและการท่องเที่ยว สังคมวัฒนธรรมท้องถิ่น	นันทนาการและการท่องเที่ยว การศึกษาและเรียนรู้	การตัดถางพืชคลุมดิน การแทนที่แหล่งน้ำธรรมชาติ คุณภาพน้ำ ดิน เสื่อมโทรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Chulalongkorn University

ข้อจำกัดสำคัญที่เป็นอุปสรรคในระบบนิเวศน้ำ คือสิ่งก่อสร้างที่กั้นขวางการไหลในระบบน้ำ ตัวอย่างเช่น ระบบคันกั้นน้ำ เขื่อนกันคลื่น เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่อปกป้องเมืองชายฝั่งทะเลจากน้ำท่วม และการกัดเซาะชายฝั่ง แต่จากเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยพิบัติในอดีต แสดงให้เห็นถึงความล้มเหลวของโครงสร้างแข็งเหล่านี้ ที่นอกจากไม่สามารถป้องกันตลิ่งและชายฝั่งจากคลื่นลมได้แล้ว ยังเป็นการขวางการไหลของน้ำลงทะเล และยิ่งทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงยิ่งขึ้น (Nordenson et al., 2018) โครงสร้างเหล่านี้ยังไปทำลายระบบนิเวศชายน้ำ กั้นขวางการเชื่อมต่อสิ่งมีชีวิตอีกด้วย

7.5.2 การบริการของระบบภูมินิเวศพืชพันธุ์

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ปกคลุมด้วยพืช คือมีพืชพรรณนานาชนิดทั้งไม้ยืนต้นและไม้คลุมดินเจริญเติบโตบนเป็นผืนระบบนิเวศ พื้นที่ลักษณะนี้แสงแดด น้ำฝน และปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ ไม่กระทบถึงดินโดยตรง แต่ถูกผ่านการกรองทางธรรมชาติด้วยพุ่มใบที่หนาทึบของกลุ่มพืช พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชหรือพื้นที่สีเขียว โดยทั่วไปแบ่งตามความเข้มข้นของการใช้งานโดยมนุษย์ซึ่งเป็นแนวทางการแบ่งเดียวกันกับอัตราการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์ กล่าวคือ พื้นที่ธรรมชาติหรือพื้นที่ที่มนุษย์ยังไม่เข้าไปเปลี่ยนแปลง พื้นที่เกษตรหรือพื้นที่ที่มนุษย์เข้าไปเปลี่ยนแปลงบางส่วน และพื้นที่สีเขียวในเมืองหรือพื้นที่ที่มนุษย์เข้าไปเปลี่ยนแปลงระบบอย่างสิ้นเชิง

พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชธรรมชาติ ได้แก่ ป่าดิบ ป่าเบญจพรรณ ป่าเขาหินปูน ป่าชายเลน และป่าชายหาด พื้นที่เกษตร เป็นการใช้ประโยชน์พื้นที่จากลักษณะดินและสัณฐานเดิมของพื้นที่ แต่ปรับเปลี่ยนชนิดพืชที่ปกคลุมดินจากพืชที่มีความหลากหลายเป็นพืชเชิงเดี่ยว ในพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่นั้นส่วนใหญ่เป็นการปลูกพืชเกษตรเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ จากอุตสาหกรรมเกษตรที่เกี่ยวเนื่องกับยางพารา และปาล์มน้ำมัน ทั้งยางพารา และปาล์มน้ำมัน มีลักษณะเป็นพืชไม่ผลัดใบและมีอัตราการปกคลุมพื้นที่หนาแน่นใกล้เคียงกับความหนาแน่นของป่าตามธรรมชาติ จึงจำแนกด้วยความแตกต่างของดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมได้ยาก เนื่องจากเป็นวิธีการจำแนกโดยใช้คุณลักษณะการสะท้อนคลื่นแสงของคลอโรฟิลล์จากพุ่มใบพืช แต่ลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างระหว่างป่าธรรมชาติกับพื้นที่เกษตรคือการเรียงตัวของพืช ในธรรมชาติพืชจะขึ้นอย่างไม่มีรูปแบบ มีความหลากหลายทั้งรูปทรง สี และผิวสัมผัส ในขณะที่พื้นที่เกษตรมีการปลูกพืชเป็นแถวเป็นแนว ทำให้รูปแบบการเรียงตัวของพื้นที่เกษตรมีลักษณะเป็นระเบียบเป็นแนวตาราง และมีความเป็นเนื้อเดียวกันของพืชเชิงเดี่ยว ซึ่งสองลักษณะนี้สามารถแยกได้ด้วยการจำแนกด้วยสายตา การแยกด้วยดัชนีพืชพรรณ NDVI สามารถแยกพื้นที่ปกคลุมด้วยพืชหนาแน่น ออกจากลักษณะพื้นที่อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในพื้นที่ศึกษาไม่สามารถแยกพื้นที่เกษตรออกจากพื้นที่ป่าธรรมชาติได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พื้นที่สีเขียวในเมือง หมายถึง สวนสาธารณะ สนามกอล์ฟ สวนในสถานที่ราชการ สนามกีฬา พื้นที่กิจกรรมสาธารณะที่ยังไม่ถูกดาดแข็งพื้นที่ พื้นที่ดินเปล่าที่ไม่มีพืชปกคลุม รวมถึงพื้นที่สีเขียวที่ไม่มีการใช้งานในเขตเมืองและชานเมือง ซึ่งล้วนมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อประโยชน์ต่อระบบธรรมชาติและต่อการใช้งานกิจกรรมมนุษย์โดยไม่ขัดแย้งกัน

การบริการระบบนิเวศของพื้นที่สีเขียวนั้นมีมากมาย ***ด้านการเป็นแหล่งผลิต*** ป่าธรรมชาติเป็นแหล่งอาหาร ไม้ใช้สอย เชื้อเพลิง และยารักษาโรคของชุมชนมาแต่เดิม คนในพื้นที่ดั้งเดิมดำรงชีวิตด้วยการหาของป่า ในปัจจุบันแม้พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ในจังหวัดกระบี่จะปลูกเพื่อเกษตรอุตสาหกรรม และมีเพียง 1% ของพื้นที่เกษตรทั้งหมดที่ปลูกพืชผัก ข้าว และพืชอาหาร แต่ระบบนิเวศในพื้นที่เกษตรก็ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การใช้ประโยชน์จากไม้ป่าชายเลนสร้างที่อยู่อาศัย ทำเชื้อเพลิง เผาถ่าน เครื่องมือประมง สร้างท่าเรือ เพื่อใช้สอยตามวิถีของชุมชน เนื่องจากฐานะครอบครัวยากจน ไม่กำลังพอที่จะสามารถซื้อวัสดุอื่นที่มีขายในท้องตลาด และชุมชนบางส่วนมีการลักลอบตัดไม้ป่าชายเลนจำหน่าย เพื่อหารายได้เลี้ยงครอบครัว (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2561) ***ด้านการควบคุม*** ต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา บรรเทาความร้อนจากแสงแดดที่ตกกระทบพื้นผิวดินโดยตรง เป็นที่พักพิงต่อสิ่งมีชีวิต สังคมป่ารักษาความชื้นในดิน พืชชายฝั่งสามารถบรรเทาความรุนแรงของภัยธรรมชาติ ที่เกิดพายุ คลื่นและลมจากชายฝั่ง (Santana-Cordero et al., 2017) รากและพุ่มใบพืชที่ปกคลุมชายหาด ช่วยยึดและเพิ่มการสะสมตัวของตะกอนทรายชายหาด เสริมความมั่นคงและเสถียรภาพของเนินทรายและหาดทรายชายฝั่ง ***ด้านการสนับสนุน*** ป่าเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะชนิดพันธุ์พืชและสัตว์พื้นถิ่น ป่าและสังคมพืชชายฝั่งมีความหลากหลายทางชีวภาพของสายพันธุ์พื้นถิ่น ที่ปรับตัวจนมีลักษณะในการทนทานต่อแรงลม ความเค็มของได้ดี ป่าดิบและป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพสูง ***ด้านวัฒนธรรม*** ป่าชายเลน ระบบนิเวศชายฝั่งที่มีสังคมพืชสมบูรณ์ สร้างสุนทรียภาพทางการมองเห็น และส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการท่องเที่ยว ดังสรุปใน ตารางที่ 7-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7-2 การบริการระบบนิเวศของพื้นที่สีเขียว จากพื้นที่ป่าและเกษตร และศักยภาพของพื้นที่สีเขียวในเมือง

การบริการระบบนิเวศ	**การบริการระบบนิเวศพื้นที่สีเขียวธรรมชาติ**	**ศักยภาพของระบบนิเวศเมืองในการบริการระบบนิเวศ**	**กายภาพที่เป็นข้อจำกัดในการบริการระบบนิเวศ**
PROVISIONING	ผลิตอาหาร เส้นใย เชื้อเพลิง ไม้ แหล่งวัตถุดิบ แหล่งยารักษาโรค	ผลิตอาหาร	การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน การตัดถางพืชคลุมดิน คุณภาพน้ำ ดิน เสื่อมโทรม
REGULATING	ควบคุมภูมิอากาศ ควบคุมภัยธรรมชาติ ดูดซับน้ำฝน รักษาเสถียรภาพดิน	บรรเทาเกาะความร้อนในเมือง ทำให้เมืองเย็นขึ้นด้วยการคายระเหย ลดปริมาณน้ำท่า	ไม่มีต้นไม้ใหญ่ การตัดถางพืชคลุมดิน เมืองขยายแบบกระจาย พื้นที่ไม่ซึมน้ำขนาดใหญ่ ก่อสร้างชิดขอบ/ รุกล้ำทางน้ำ
SUPPORTING	แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ การหมุนเวียนแร่ธาตุ กักเก็บคาร์บอน แหล่งผลิตขั้นปฐมภูมิ	แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ แหล่งอาหารและแวะพักสัตว์อพยพ ลดการปลดปล่อยคาร์บอน	ไม่มีพืชพรรณปกคลุม ไม่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ปลูกพืชเชิงเดี่ยว
CULTURAL	นันทนาการและการท่องเที่ยว สุนทรียภาพ	นันทนาการและการท่องเที่ยว เพิ่มคุณค่าด้านเศรษฐกิจ การศึกษาและเรียนรู้	การเปลี่ยนแปลงสังคมพืชพื้นถิ่น การปลูกพืชต่างถิ่น การแทนที่พื้นที่ธรรมชาติ คุณภาพน้ำ ดิน เสื่อมโทรม

7.5.3 การบริการของระบบภูมินิเวศเมือง

ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ปกคลุมเมือง คือพื้นที่ที่มีสิ่งก่อสร้างปกคลุมที่ดินส่วนใหญ่ ประกอบด้วยอาคาร บ้านเรือน อาคารพาณิชยกรรม โรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ปลูกสร้างบนดิน ได้แก่ ถนน ทางรถไฟ ท่าเรือ พื้นที่ดาดแข็ง ลานจอดรถ เป็นต้น

การบริการระบบนิเวศของพื้นที่เมือง ***ด้านการเป็นแหล่งผลิต*** สามารถเป็นแหล่งผลิตและแปรรูปอาหาร น้ำ รวมทั้งสินค้าต่าง ๆ ให้กับการบริโภคของมนุษย์ ***ด้านการควบคุม*** ปรับสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของมนุษย์ ควบคุมคุณภาพอากาศ กรองมลพิษ ฝุ่น ควันในอากาศ เมืองมีผลต่อกลไกการไหล ปริมาณ และรูปแบบการระบายน้ำ กลไกการหมุนเวียนอากาศ ***ด้านการสนับสนุน*** เมืองเป็นที่อยู่อาศัยหลักของประชากรส่วนใหญ่ ***ด้านวัฒนธรรม*** เป็นแหล่งประวัติศาสตร์ สังคม วัฒนธรรม แหล่งประวัติศาสตร์ ประกอบไปด้วยสิ่งอำนวยความสะดวก เป็นพื้นที่นันทนาการ และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ตารางที่ 7-3

แต่การวางแผนเมืองในปัจจุบัน มีความท้าทายของการพัฒนาเมืองที่ต้องตอบโจทก์ในอนาคต คือการเป็นเมืองน่าอยู่ เมืองที่คนทุกกลุ่มเขาถึงได้ ส่งเสริมให้ผู้อยู่อาศัยมีสุขภาพดี มีระบบและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมความหลากหลาย ดึงดูดธุรกิจใหม่ และมีสุนทรียภาพ

เมืองมีศักยภาพในการพัฒนาให้เกิดการบริการระบบนิเวศที่จะส่งเสริมและยกระดับคุณภาพชีวิตของมนุษย์รวมถึงการให้บริการด้านอื่น ๆ ผ่านองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ในระบบนิเวศในเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการควบคุม รองลงมาเป็นด้านการสนับสนุน ด้านวัฒนธรรม และด้านการเป็นแหล่งผลิต ตามลำดับ การบริการระบบนิเวศด้านการควบคุมจากพื้นที่สีเขียว ต้นไม้ พืชที่ปกคลุมดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7-3 การบริการระบบนิเวศของพื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง และศักยภาพของการพัฒนา

การบริการระบบนิเวศ	**การบริการระบบนิเวศพื้นที่เมืองและสิ่งก่อสร้าง**	**ศักยภาพของระบบนิเวศเมืองในการบริการระบบนิเวศ**	**กายภาพที่เป็นข้อจำกัดในการบริการระบบนิเวศ**
PROVISIONING	-	แหล่งผลิตอาหารท้องถิ่น	คุณภาพดินและน้ำเสื่อมโทรม
REGULATING	ควบคุมคุณภาพอากาศ ควบคุมกลไกการระบายน้ำ	กำจัดสารอาหารส่วนเกิน ควบคุมคุณภาพอากาศจุลภาค ทำให้เมืองเย็นขึ้นจากต้นไม้ใหญ่ ดูดซับและเก็บกักคาร์บอน เติมน้ำใต้ดิน ลดความเปราะบางของเมืองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (FAO, 2016)	เมืองขยายแบบกระจาย พื้นที่ไม่ซึมน้ำขนาดใหญ่ ก่อสร้างชิดขอบ/ รุกล้ำทางน้ำ ไม่มีต้นไม้ใหญ่
SUPPORTING	ที่อยู่อาศัยของมนุษย์	ที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารและแวะพักของสัตว์	ไม่มีพืชพรรณปกคลุม สาธารณูปโภค ไม่มีประสิทธิภาพ ความไม่เชื่อมต่อ
CULTURAL	แหล่งประวัติศาสตร์ อำนวยความสะดวก นันทนาการ คุณค่าทางเศรษฐกิจ	คุณค่าด้านการศึกษาเรียนรู้ คุณค่าทางวัฒนธรรม ส่งเสริมสุขภาพกายและจิตใจ	สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม ไม่มีพื้นที่สาธารณะ แหล่งวัฒนธรรมถูกทำลาย

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7.6 แบบจำลองทางเลือกในการพัฒนาภูมิภาคเมืองกระบี่

จากการประเมินระดับยุทธศาสตร์ ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เป็นยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศสูงสุด ด้วยการทำงานของระบบต่าง ๆ จึงนำยุทธศาสตร์นี้มาพัฒนาพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ ในรูปแบบผังภูมิทัศน์ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำ ระบบพื้นที่สีเขียว และระบบเมือง แต่ละระบบมีกลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนา 4 รูปแบบ ได้แก่ พัฒนาผืนระบบนิเวศ (ecological patch) พัฒนาทางเชื่อมนิเวศ (ecological corridor) พัฒนาเป็นโครงข่าย (ecological network) และพัฒนาแบบองค์รวม (ecological matrix) (ภาพที่ 7-6) แต่ละรูปแบบมีบทบาทหน้าที่ คุณลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันดังนี้

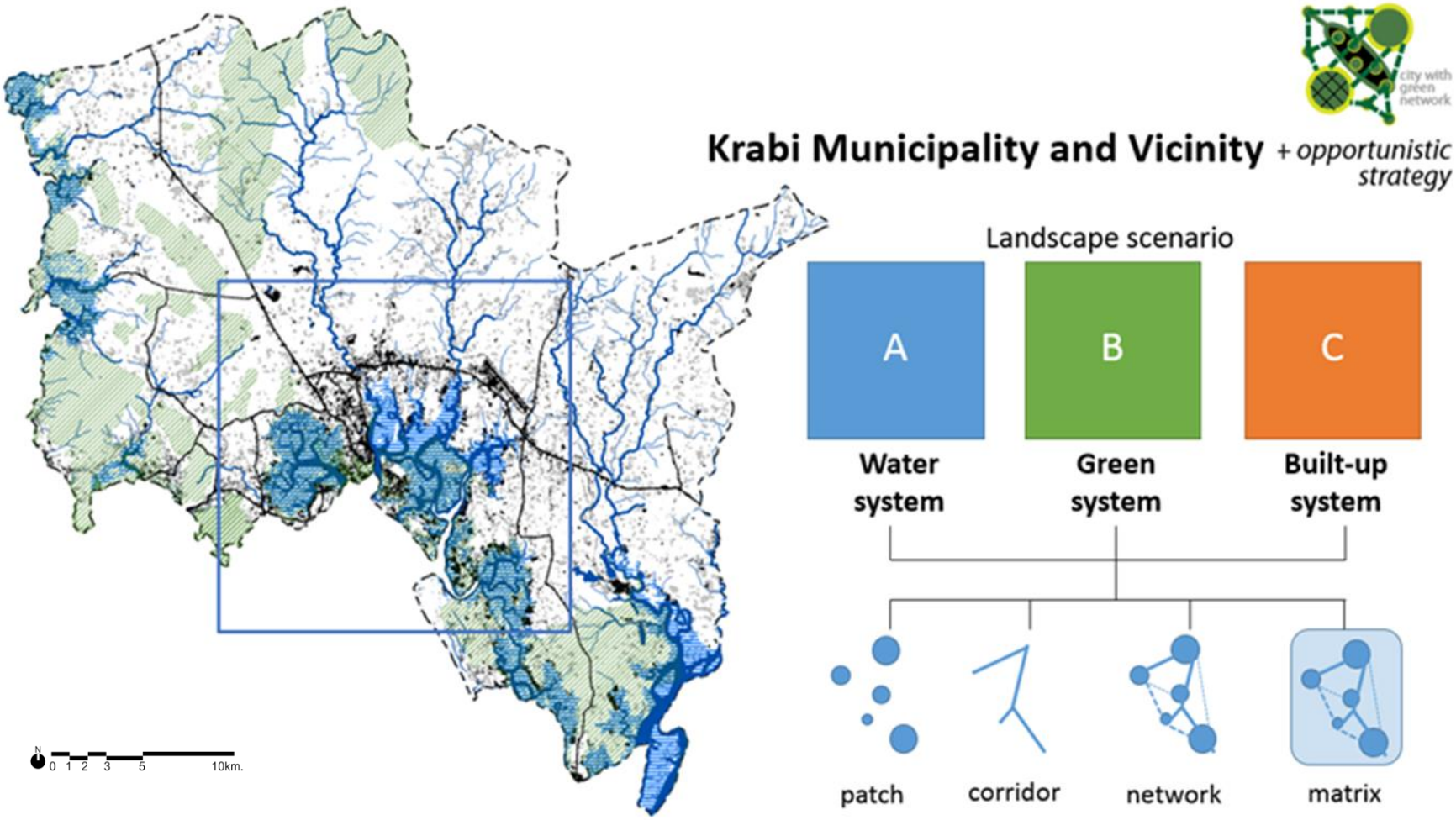
ผืนระบบนิเวศ (patch) มีบทบาทหน้าที่ในการเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต มีคุณลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างด้วย ขนาด รูปร่าง ตำแหน่งที่ตั้ง ทิศทางการจัดวางระยะห่างระหว่างกัน และความแตกต่างกับบริบท

ทางเชื่อมนิเวศ (corridor) มีบทบาทหน้าที่เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เป็นเส้นทางส่งต่อเคลื่อนย้าย เป็นตัวปิดกั้น คัดกรอง เป็นแหล่งรวบรวม และกระจายต่อ (Forman & Godron, 1984) มีคุณลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างด้วยขนาด ความกว้าง ลักษณะทางกายภาพ และความต่อเนื่อง

โครงข่ายนิเวศ (network) มีบทบาทหน้าที่ในการเป็นเส้นทางเคลื่อนย้ายของสิ่งมีชีวิต เชื่อมโยงระบบ เป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งควบคุมการไหลเวียนสสาร พลังงาน มีคุณลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างด้วยขนาด ความกว้าง ลักษณะทางกายภาพ ความต่อเนื่อง และระบบโครงข่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บริบทนิเวศ (matrix) มีบทบาทหน้าที่ในการเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งควบคุมการไหลเวียนสสาร พลังงานในระบบ เชื่อมโยงภาพรวมของทั้งพื้นที่ มีคุณลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างด้วยขนาด การกระจายตัว ความหนาแน่น ความแตกกระจาย ความโดดเดี่ยว และความต่อเนื่อง



ภาพที่ 7-6 แนวคิดด้านกายภาพในการพัฒนาภูมินิเวศ ภูมิภาคเมืองกระบี่

7.6.1 ระบบภูมินิเวศน้ำ

พื้นที่แหล่งน้ำและขอบน้ำในเมืองมีศักยภาพในการพัฒนาให้เกิดการบริการระบบนิเวศของโครงข่ายพื้นที่น้ำ จากการพัฒนาเป็นแหล่งผลิตอาหารในเมือง จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นแหล่งกักเก็บน้ำจืดไว้ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค การเก็บรักษาและพัฒนาระบบนิเวศขอบน้ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกรองตะกอน มลพิษ และสารอาหารส่วนเกินจากน้ำเสียเมืองและการเกษตร (Carey et al., 2011; Elmore & Kaushal, 2008) พื้นที่ลุ่มริมฝั่งลำน้ำ พื้นที่หน่วงน้ำในเมือง เพิ่มอัตราการซึมน้ำ ช่วยชะลอการไหลของน้ำ ลดปริมาณน้ำผิวดิน พื้นที่ชุ่มน้ำและระบบนิเวศขอบน้ำยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งวางไข่ อนุบาลตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิต พื้นที่แหล่งน้ำในเมืองยังมีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อการนันทนาการ การท่องเที่ยว และการศึกษาสิ่งแวดล้อม

7.6.1.1 การพัฒนาพื้นที่แหล่งน้ำในเมือง

แหล่งน้ำในเมืองมีได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำในเมือง (urban wetland, wetland park) พื้นที่หน่วงน้ำ (detention area) บ่อหน่วงน้ำ (retention pond) สวนรับน้ำฝน (rain garden) เป็นต้น ปัจจุบันในเขตเทศบาลเมืองกระบี่ มีพื้นที่บ่อบำบัดน้ำเสียในพื้นที่โรงปรับปรุงคุณภาพน้ำเทศบาลเมืองกระบี่ พื้นที่บ่อกุ้งที่รุกล้ำชายขอบของป่าชายเลน ที่มีศักยภาพในนำมาฟื้นฟูระบบนิเวศ พื้นที่ป่าชายเลนนอกเขตอนุรักษ์ ที่ควรรักษาสภาพความเป็นป่าชายเลนไว้ รวมถึงพื้นที่ว่างและพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ให้เป็นพื้นที่สีเขียวที่สามารถหน่วงน้ำ เพิ่มการซึมน้ำไปเติมน้ำใต้ดิน

กรณีศึกษา***การพัฒนาพื้นที่แหล่งน้ำในเมือง*** มีตัวอย่างในหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น Rotterdam Madrid Seoul และ New York ที่พื้นที่ริมน้ำที่เสื่อมโทรมได้รับการฟื้นฟูขึ้นใหม่ให้เป็นพื้นที่สาธารณะให้กับชุมชนคนเมือง และสร้างมูลค่ามากมายให้กับเมือง (Nordenson et al., 2018) ในศตวรรตที่ผ่านมา มีการฟื้นฟูทางน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำที่เสื่อมโทรมให้เป็นพื้นที่สาธารณะในรูปแบบพื้นที่ชุ่มน้ำในเมืองเกิดขึ้นมากมาย เช่น Weishan Wetland Park, Shanghai Houtan Park และ Liupanshui Minghu Wetland Park ประเทศจีน ที่ไม่เพียงเป็นพื้นที่เพื่อกิจกรรมนันทนาการ แต่ยังทำหน้าที่บำบัดคุณภาพน้ำและดินในเมือง (Ndubisi, 2014) ส่งเสริมความหลากหลายในระบบนิเวศเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (ASLA, 2014) Hong Kong wetland park เป็นพื้นที่สาธารณะในเขตเมืองใหม่ ที่อนุรักษ์สภาพพื้นที่ชุ่มน้ำเดิม ให้พัฒนาเป็นแหล่งเรียนรู้ธรรมชาติและกลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ ในประเทศไทยมีตัวอย่างสำคัญคือ อุทยาน 100 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เปลี่ยนแปลงพื้นที่เมืองหนาแน่นเป็นพื้นที่สาธารณะเพื่อรองรับน้ำของเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.6.1.2 การพัฒนาทางเชื่อมน้ำ

อำเภอเมืองและอำเภอเหนือคลอง จังหวัดกระบี่ มีลักษณะเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีต้นน้ำจากเทือกเขาทางฝั่งตะวันออกของพื้นที่และไหลลงทะเลทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่ ประกอบไปลุ่มน้ำหลัก 3 ลุ่มน้ำ คือลุ่มน้ำกระบี่ ที่ไหลออกทะเลที่เมืองกระบี่และป่าชายเลนปากแม่น้ำกระบี่ ลุ่มน้ำคลองกำและคลองยวน และ ลุ่มน้ำคลองเพหลาและคลองบางผึ้ง นอกจากนั้นยังมีลำน้ำสายสั้น ๆ อีกมากมาย ได้แก่ คลองไคร คลองไหนหนัง คลองปาหลี คลองในสระ คลองม่วง คลองสน คลองจิหลาด คลองตลิ่งชัน คลองย่านสะบ้า ซึ่งโครงข่ายของลำน้ำบางส่วนถูกตัดหรือซ้อนทับด้วยถนน ส่วนโครงสร้างสะพานข้ามลำน้ำบีบลำน้ำให้แคบลง บางส่วนของลำน้ำธรรมชาติถูกแทนที่ด้วยท่อหรืออุโมงค์น้ำ ลำน้ำในเขตเมืองหนาแน่นถูกรุกล้ำจากสิ่งก่อสร้าง มีผลต่อความกว้าง ลักษณะและคุณสมบัติของตลิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณที่ผืนเมืองมีความหนาแน่นสูงตอนบนของเขตเทศบาลเมืองกระบี่ ที่ซ้อนทับคลองกระบี่ใหญ่ ลดประสิทธิภาพการไหลของน้ำในลำน้ำ ควรพิจารณารื้อถอนสิ่งก่อสร้างขวางทางน้ำ กำหนดพื้นที่ถอยร่น และพื้นที่ธรรมชาติริมฝั่งสองข้างลำน้ำไว้

กรณีศึกษา***การพัฒนาทางเชื่อมน้ำ*** เช่น การรื้อเขื่อน สวนสาธารณะริมน้ำ (waterfront park) และทางเชื่อมต่อระบบน้ำ (riparian corridor) ตัวอย่าง ในสหรัฐอเมริกามีแนวคิดการรื้อเขื่อนที่กั้นขวางทางไหลของน้ำและสิ่งมีชีวิต ในปี 2018 มีเขื่อนที่ถูกรื้อทำลายจำนวน 82 แห่งทั่วประเทศ การเปลี่ยนแปลงสำคัญคือการรื้อทำลายเขื่อนที่กั้นแม่น้ำ Elwha ในพื้นที่ Olympic National Park, Washington ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญเป็นแหล่งวางไข่และอพยพของปลาแซลมอน อีกตัวอย่าง คือ Hunter's Point South Waterfront Park, Long Island City, New York พัฒนาพื้นที่สาธารณะริมน้ำที่นอกจากการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมให้กลายเป็นพื้นที่นันทนาการ ซึ่งใช้แนวทาง "soft" approach ในการจัดการปัญหาน้ำท่วม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Gowanus Canal Sponge Park, New York ออกแบบเพื่อดูดซับและจัดการน้ำผิวดินส่วนเกินจากการพัฒนาเมือง ฟื้นฟูคุณภาพระบบนิเวศขอบน้ำให้เป็นพื้นที่สำหรับกิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วมระหว่างคนกับระบบนิเวศคลอง Washington Canal Park, Washington, DC พัฒนาพื้นที่ริมคลองเพื่อการบริหารจัดการน้ำฝนและอนุรักษ์คุณค่าทางประวัติศาสตร์ของพื้นที่ โดยการฟื้นฟูคลองและริมคลองเป็นพื้นที่สาธารณะ ให้กลายเป็นศูนย์กลางชุมชน และเพิ่มโครงข่ายการทางเดินเท้าเชื่อมโยงในเมือง Bishan-Ang Mo Kio Park ประเทศสิงคโปร์ สวนสาธารณะชุมชนที่เปลี่ยนทางน้ำแบบดาดแข็ง ให้กลายเป็นทางน้ำธรรมชาติ ส่งเสริมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเป็นระบบนิเวศที่มีพลวัตจากการเปลี่ยนแปลงของระบบน้ำ มีพื้นที่ริมฝั่งน้ำที่สามารถรองรับน้ำหลากในช่วงน้ำมาก และสามารถรองรับกิจกรรมอื่น ๆ ในช่วงน้ำน้อยได้

ลักษณะทางเชื่อมต่อระบบน้ำที่ยั่งยืน ที่จะสามารถเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์ ส่งเสริมคุณภาพน้ำ ชายฝั่งลำน้ำ ควรมีพื้นที่ที่ประกอบด้วยสังคมพืชที่หลากหลาย โดยความกว้างของพื้นที่ริมชายฝั่งนั้นขึ้นอยู่กับบทบาทหน้าที่ของพื้นที่ริมน้ำต่อระบบนิเวศ ความกว้างของพื้นที่ชายน้ำที่ 5-30 เมตร ช่วยรักษาคุณภาพน้ำ รักษาอุณหภูมิ กรองตะกอน ลดปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลินทรีย์จากน้ำผิวดินก่อนไหลสู่ลำน้ำได้ ความกว้างของพื้นที่ชายน้ำระหว่าง 10-20 เมตร ช่วยรักษาเสถียรภาพของตลิ่ง (Fischer & Fischenich, 2543) ความกว้างของพื้นที่ชายน้ำอย่างน้อย 30 เมตร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ปลา สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำได้ (Fischer & Fischenich, 2543; Wenger, 1999) ความกว้างอย่างน้อย 50 เมตร สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และอย่างน้อย 60-100 เมตร สำหรับแหล่งวางไข่ และหาอาหารของนก (Fischer & Fischenich, 2543) ขนาดพื้นที่ชายน้ำความกว้าง 20-150 เมตร ช่วยหน่วงและกักเก็บน้ำ ลดการเกิดน้ำท่วมได้ อย่างไรก็ตามขนาดความกว้างยิ่งมากยิ่งมีประสิทธิภาพของการบริการระบบนิเวศ นอกจากความกว้างแล้ว ยังควรคำนึงถึงความลาดชัน และควรรักษาให้มีความต่อเนื่องตลอดทั้งลำน้ำ และตลอดทั้งสองฝั่งลำน้ำ เลือกใช้พืชพรรณพื้นถิ่นและจำกัดไม่ให้เกิดการนำพืชและสัตว์ต่างถิ่นเข้ามาในพื้นที่ (Beier et al., 2008)

ในปัจจุบันผังเมืองรวมจังหวัดกระบี่มีการกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง หรือแหล่งน้ำสาธารณะ ที่มีความกว้างน้อยกว่า 10 เมตร ให้มีที่ว่างตามแนวขนานริมฝั่งตามสภาพธรรมชาติไม่น้อยกว่า 3 เมตร และการใช้ประโยชน์ที่ดินริมฝั่งน้ำ ที่มีความกว้างตั้งแต่ 10 เมตรขึ้นไป ให้มีที่ว่างตามแนวขนานริมฝั่งตามสภาพธรรมชาติของลำน้ำไม่น้อยกว่า 6 เมตร ทั้งนี้เว้นแต่เป็นการก่อสร้างเพื่อการคมนาคมทางน้ำหรือการสาธารณูปโภค (ผังเมืองรวมจังหวัดกระบี่)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.6.1.3 การพัฒนาโครงข่ายน้ำ

กรณีศึกษา***การพัฒนาโครงข่ายน้ำ*** ตัวอย่างเช่น โครงสร้างพื้นฐานระบบน้ำ (blue infrastructure) ตัวอย่างเช่น ประเทศเนเธอร์แลนด์ หลังเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ ได้จัดตั้งโครงการขนาดใหญ่ที่จะพัฒนาระบบน้ำในแม่น้ำ Rhine, Meuse, Waal และ IJssel ซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลักของประเทศ โดยใช้แนวคิดใหม่ แทนที่จะสร้างคันกั้นน้ำเพื่อจำกัดการไหลของน้ำและป้องกันไม่ให้น้ำทำความเสียหายให้กับเมืองอย่างในอดีต เปลี่ยนเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้กับน้ำ “Room for the River” โดยเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำให้สามารถรองรับน้ำได้มากขึ้น ในขณะเดียวกันก็ปรับเปลี่ยนพื้นที่ริมน้ำให้สามารถรองรับน้ำส่วนเกินจากลำน้ำ และพื้นที่เดียวกันนั้นในบางฤดูกาลก็สามารถใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร นันทนาการ และส่งเสริมระบบนิเวศ ตามศักยภาพและบริบทของพื้นที่ และสามารถพัฒนาเมืองเกิดเป็นย่านใหม่เพื่อรองรับการขยายตัวของเมือง ซึ่งผลของการพัฒนามูลค่ามหาศาลนี้ สร้างให้เกิดย่านที่อยู่อาศัย ย่านธุรกิจ และแหล่งท่องเที่ยวใหม่ ที่สามารถ

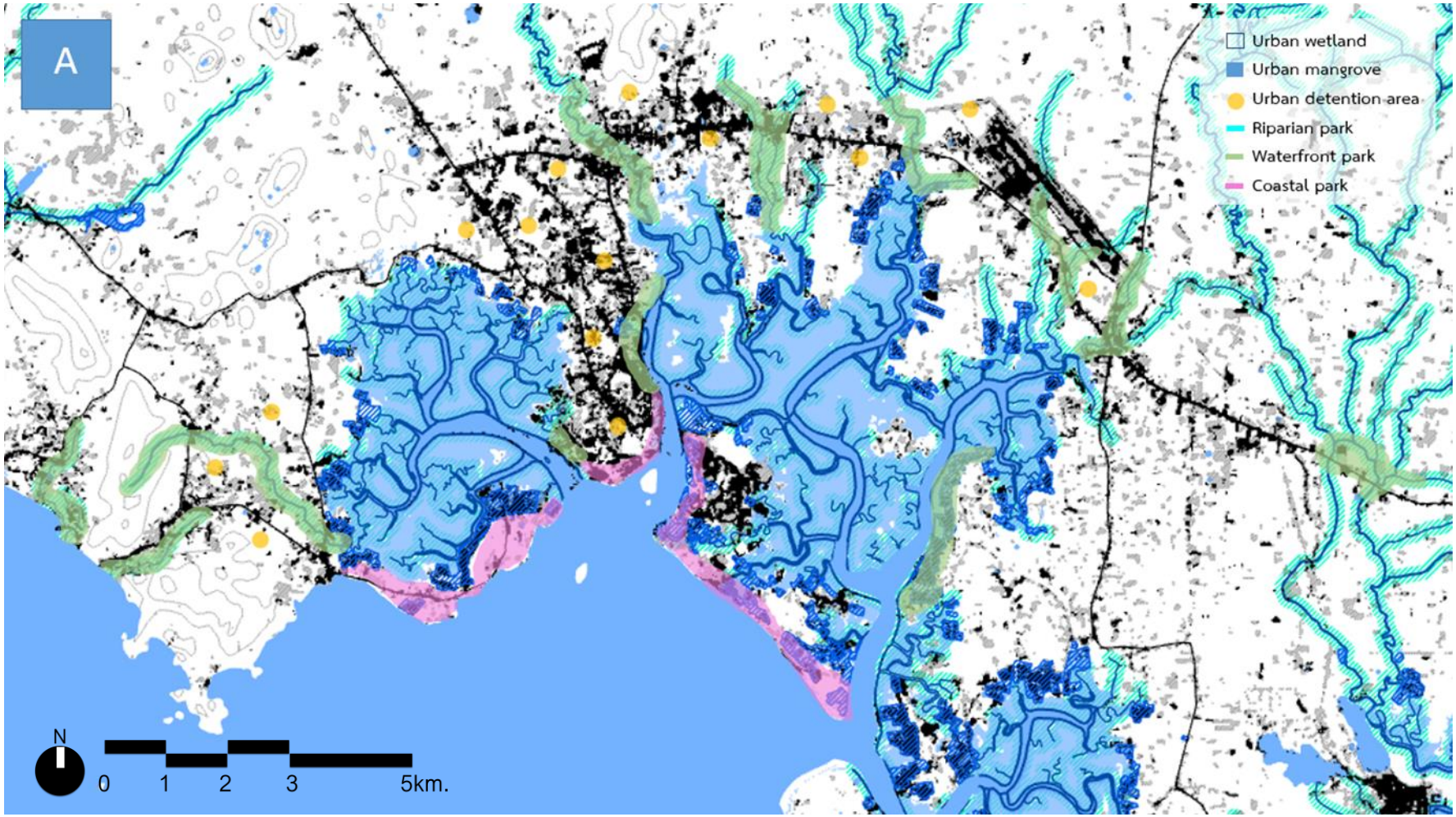
ยกระดับคุณภาพชีวิตทางสังคม และเพิ่มประสิทธิภาพของเมืองให้ทนทานและยืดหยุ่น พร้อมรับมือกับสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง อีกตัวอย่างคือการพัฒนาพื้นที่ริมน้ำแม่น้ำ Lee ประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นลำน้ำที่มีความเป็นเมืองสูง พื้นที่ 52% ของลุ่มน้ำถูกปกคลุมด้วยพื้นผิวเมืองโดยเฉพาะตอนล่างของแม่น้ำในเขตเมืองลอนดอนที่หนาแน่น ทำให้คุณภาพน้ำและตลิ่งไม่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการเป็นแหล่งที่อาศัยของสัตว์น้ำ การพัฒนาโครงการ Olympic Park waterways เกิดขึ้นเพื่อรองรับ Olympic and Paralympic ปี 2012 พัฒนาโครงข่ายสวนสาธารณะริมน้ำเพื่อฟื้นฟูย่านเมืองใหม่ พร้อมทั้งฟื้นฟูระบบธรรมชาติให้กลับมามีบทบาทหน้าที่ด้านการระบายน้ำ การไหลของน้ำตามฤดูกาล และเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศชายน้ำ (Wissmar, 2004)

7.6.1.4 การพัฒนาเมืองน้ำ

ชุมชนประมง มักมีกลุ่มของชุมชนอยู่ติดทะเล หรือกับทางน้ำที่ออกสู่ทะเล มีลักษณะชุมชนเป็นกลุ่มหมู่บ้านขนาดเล็ก ปลูกเรือนโดยใช้ไม้ในพื้นถิ่นรูปแบบเรือนเครื่องผูก มักเลือกตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ริมคลองและแพรก โดยปลูกเรือนเกาะตัวเป็นแนวยาวตามปากแม่น้ำ โดยเว้นระยะถอยร่นจากชายฝั่งทะเล เพื่อเก็บรักษาแนวป่าชายเลน เป็นแนวป้องกันคลื่นลมและพายุในฤดูมรสุม มีท่าเรือชุมชนเพื่อจอดเรือหลบลมพายุ รวมทั้งมีการวางกลุ่มเรือนสอดแทรกตามป่าชายเลน เพื่อให้ร่มเงาแก่ตัวเรือน โดยเรือนส่วนใหญ่มีการยกเสาสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงสุด เมื่อขยายครอบครัวใหญ่ขึ้นบางชุมชนอยู่กันแออัด ลูกหลานมีความต้องการที่ดินเพื่อสร้างที่อยู่อาศัย พื้นที่ทำกิน เกษตรกรรม ประมง ก็มักขยายพื้นที่รุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งปัจจุบันรูปแบบการอยู่อาศัยกับน้ำและธรรมชาติ ถูกแทนที่ด้วยวิถีชีวิตแบบคนเมืองบก จึงทำให้พื้นที่ตั้งถิ่นฐานดั้งเดิมไม่สอดคล้องกับรูปแบบการอยู่อาศัยในปัจจุบัน

รวมทั้งการพัฒนาธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ หมู่บ้าน ที่พัก โรงแรม ที่เกิดขึ้นมากมายในบริเวณพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง ควรคำนึงถึงรูปแบบการวางผังและการก่อสร้างที่ลดผลกระทบต่อระบบนิเวศ และสามารถปรับตัวยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณชายฝั่งได้ดี

กรณีศึกษา***การพัฒนาเมืองน้ำ*** ตัวอย่างการพัฒนาชุมชนที่อยู่อาศัยแบบร่วมกับน้ำ โครงการ Amphibious Suburb ที่เมือง Atlantic ชายฝั่ง New Jersey หลังจากย่านที่อยู่อาศัยบริเวณนี้ได้รับความเสียหายอย่างหนักจากเฮอริเคนแซนดี้ เป็นการปรับตัวให้ชุมชนอยู่กับระดับน้ำที่สูงขึ้นได้ โดยยกระดับบ้านและถนนให้สูงขึ้น และกดระดับพื้นที่อื่นให้ต่ำลงเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ชุ่มน้ำที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำได้ (Nordenson et al., 2018) แนวคิดเดียวกันกับ New Aqueous City ที่เสนอรูปแบบที่อยู่อาศัยริมชายฝั่งแบบกึ่งลอยน้ำ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ Sunset Park, Brooklyn



ภาพที่ 7-7 แบบจำลองภูมินิเวศน้ำ ภูมิภาคเมืองกระบี่

7.6.2 ระบบภูมินิเวศพืชพันธุ์

พื้นที่ว่างในเมืองมีศักยภาพในการพัฒนาให้เกิดการบริการระบบนิเวศของโครงข่ายพื้นที่สีเขียวในเมือง จากการพัฒนาเป็นพื้นที่เกษตรในเมืองเพื่อผลิตอาหารให้คนท้องถิ่น ต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา บรรเทาความร้อนจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง การคายระเหยยังช่วยเพิ่มความชื้นและการไหลเวียนอากาศในเมือง พื้นทีสีเขียวและพืชช่วยหน่วงน้ำและเพิ่มความสามารถในการซึมน้ำให้กับพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่เมืองที่มีสัดส่วนพื้นที่ซึมน้ำน้อย สังคมพืชในเมืองเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยให้กับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเมือง และยังเป็นแหล่งแวะพักของนกอพยพ พืชยังช่วยดูดซับคาร์บอนและมลพิษในอากาศ การพัฒนาพื้นที่สีเขียว พื้นที่สาธารณะ เพิ่มกิจกรรมนันทนาการและการท่องเที่ยว พื้นที่ทางสังคมที่ผู้คนมาพักผ่อน ทำกิจกรรม รวมตัวกันตามเทศกาล ประเพณี

7.6.2.1 การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมือง

ในพื้นที่เมืองกระบี่ มีป่าเขาหินปูนแทรกตัวอยู่ในเนื้อเมือง ซึ่งยังคงมีสังคมพืชและสัตว์ที่เป็นเอกลักษณ์ เขาหินปูนลักษณะเป็นเขาโดด ยอดแหลมคม มีเว้าหินและถ้ำ บนเขาหินปูนมักปรากฏป่าผลัดใบที่มีพรรณไม้ขนาดเล็กขึ้นอยู่ พืชบนเขาหินปูนมีลักษณะแคระแกร็นจากปริมาณดินอินทรียวัตถุและธาตุอาหารที่จำกัด รวมทั้งต้องทนทานต่อแรงลมและพายุชายฝั่ง เขาหินปูนเป็นแหล่งอาศัย สร้างรัง วางไข่ หลบภัย และเป็นแหล่งที่นกอพยพหลายชนิดมาแวะพัก รวมทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดเล็ก เช่น ค้างคาว กระรอก ลิง เป็นต้น นอกจากป่าเขาหินปูน ก็ยังมีผืนป่าชายเลนขนาดเล็กๆ ที่คงเหลือจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็น remnant patch ซึ่งหากไม่มีการจัดการพื้นที่เหล่านี้จะเสื่อมสภาพป่า และเปลี่ยนสภาพเป็นพื้นที่เสื่อมคุณค่าทางนิเวศไป รวมทั้งพื้นที่ว่างและพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ที่มีศักยภาพในการเป็นระบบนิเวศในเมือง แหล่งอาหารและแวะพักของสิ่งมีชีวิตได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากพื้นที่หย่อมป่าแล้ว ยังมีพื้นที่สีเขียวอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อส่งเสริมการทำงานของระบบนิเวศ เช่น สุสานทุ่งโหลง สวนสาธารณะธารา สวนเจ้าฟ้า ให้มีบทบาทเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น ในการเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต พื้นที่ซึมน้ำ พื้นที่ผลิตอาหาร เป็นต้น

กรณีศึกษา***การพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเมือง*** การพัฒนาพื้นที่สีเขียวทั้งเพื่อประโยชน์ด้านนันทนาการของคนเมือง ที่ต้องการพื้นที่สาธารณะ เพื่อรวมตัวทำกิจกรรมสังคมแล้ว ยังมีประโยชน์เพื่อเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำ ปรับภูมิอากาศจุลภาค และส่งเสริมระบบนิเวศ (Marzluff & Marzluff, 2016) โดยมีการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพชีวิตคนเมือง องค์กรอนามัยโลกกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวสาธารณะในเมือง 9 ตารางเมตรต่อคน ในขณะที่ JICA กำหนดไว้ที่ 16 ตารางเมตรต่อคน ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งสวนสาธารณะเชิงนิเวศ (ecological park) พื้นที่เกษตรเมือง (urban farm)

ป่าในเมือง (urban forest) และป่าชายเลนในเมือง (urban mangrove) คือการพัฒนาพื้นที่สาธารณะที่นอกจากจะตอบสนองเพื่อการนันทนาการแต่ยังมีระบบนิเวศ สังคมพืชที่ซับซ้อน ที่สามารถสร้างสมดุลให้ระบบนิเวศในเมืองและมีบทบาทสำคัญในการปรับสภาพภูมิอากาศในเมืองให้ดีขึ้น เช่น การพัฒนาป่าชายเลนและสวนสาธารณะริมน้ำในเมืองอุตสาหกรรม บริเวณ Shenzhen's bay ประเทศจีน โครงการ the Landlink Design Prototype เมือง Mumbai ประเทศอินเดีย ฟื้นฟูป่าชายเลนที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรม มีปัญหาน้ำเสียและขยะในพื้นที่ชุมชนแออัดให้กลายพื้นที่สีเขียวที่ให้ระบบนิเวศช่วยบำบัดและเป็นเส้นทางเดินเชื่อมระหว่างเมืองที่หนาแน่นที่คนในเมืองส่วนใหญ่ไม่สามารถเข้าถึงระบบขนส่งมวลชน

ตัวอย่างการพัฒนาพื้นที่เกษตรคนเมือง Lafayette Greens พื้นที่เล็ก ๆ ในเขตเมืองหนาแน่นของเมือง Detroit กลายเป็นแปลงปลูกผัก และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำฝนและการใช้น้ำ ส่งเสริมระบบนิเวศ สิ่งมีชีวิตในเมือง และประโยชน์เพื่อการศึกษาและกิจกรรมชุมชน (ASLA, 2012) โครงการ Big City Farms, Baltimore ในย่านเมืองเสื่อมโทรม พัฒนาเป็นพื้นที่ผลิตอาหารที่ชุมชนคนเมืองรายได้น้อยสามารถเข้าถึง อาหารท้องถิ่นที่ปลอดภัยและคุณภาพดี จากการฟื้นฟูพื้นที่ถูกทิ้งร้าง (brown field) ซึ่งพื้นที่ถูกทิ้งร้างในเมืองเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพอย่างยิ่งที่จะเปลี่ยนให้เป็นพื้นที่สาธารณะและผลิตอาหารให้คนเมือง (Carroll, 2016)

7.6.2.2 การพัฒนาทางเชื่อมต่อสีเขียว

ในเขตเทศบาลเมืองกระบี่ มีพื้นที่สาธารณะ ได้แก่ สวนสาธารณะธารา ต่อเนื่องกับสวนเจ้าฟ้า ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่สาธารณะริมแม่น้ำกระบี่ พื้นที่สุสานหอยริมชายฝั่งแหลมโพธิ์ ซึ่งมีศักยภาพจะพัฒนาให้ต่อเนื่องเป็นทางเชื่อมต่อสีเขียว เพื่อเชื่อมต่อระหว่างผืนป่าที่ถูกแบ่งแยกให้ห่างกัน หรือระหว่างผืนระบบนิเวศชายฝั่ง เพื่อให้สัตว์ป่าสามารถเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างผืนป่าได้ หลีกเลี่ยงความขัดแย้งของการใช้พื้นที่ระหว่างสัตว์ป่ากับกิจกรรมการสัญจรของมนุษย์ จากการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง ให้เชื่อมโยงเป็นวงสีเขียวรอบเมือง ร่วมกับการพัฒนาพื้นที่แนวยาวริมถนน ทางเดิน หรือริมฝั่งแม่น้ำ พัฒนาให้เป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการและระบบนิเวศ รวมทั้งการพัฒนาพื้นที่กันชน เป็นรูปแบบการพัฒนาเส้นสีเขียว เพื่อป้องกันการรบกวนพื้นที่ที่มีคุณค่าทางนิเวศสูง ทั้งพื้นที่กันชนรอบพื้นที่อนุรักษ์ พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและหย่อมพื้นที่ป่า พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและแม่น้ำลำธาร และพื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เมือง

กรณีศึกษา***การพัฒนาทางเชื่อมต่อสีเขียว*** เช่น ทางเชื่อมนิเวศ (ecological corridor) ทางข้ามสัตว์ป่า (wildlife corridor), สะพานเชื่อมนิเวศ (ecological bridge) วงรอบสีเขียว (green belt) ทางเชื่อมสีเขียว (green corridor) ตัวอย่างการพัฒนาทางเชื่อมนิเวศ เป็นการพัฒนาพื้นที่ป่าลักษณะแถบยาว เพื่อเชื่อมต่อระหว่างผืนป่าที่ถูกแบ่งแยกให้ห่างกันให้สัตว์ป่าสามารถเดินทางเคลื่อนย้ายระหว่างผืนป่าได้ เป็นการรักษาความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศ ลดความเสี่ยงในการผสมพันธุ์แบบสายเลือดชิด อาจมีความยาวเชื่อมต่อระดับภูมิภาคเช่น European Green Belt ที่มีความยาวกว่า 8,500 ก.ม. จากประเทศฟินแลนด์ถึงประเทศกรีซ หรือเชื่อมต่อระดับกลุ่มป่า ซึ่งเป็นแนวทางที่กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชใช้ในการอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของผืนป่า เช่น แนวเชื่อมกลุ่มป่าตะวันตก กลุ่มป่าแก่งกระจาน กลุ่มป่าแม่ปิง-อมก๋อย กลุ่มป่าลุ่มน้ำปาย-สาละวิน กลุ่มป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ กลุ่มป่าพนมดงรัก-ผาแต้ม กลุ่มป่าภูเขียว-น้ำหนาว และกลุ่มป่าตะวันออก (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2557) ซึ่งล้วนเป็นการเชื่อมต่อระบบนิเวศป่าบกทั้งสิ้น การพัฒนาทางข้ามสัตว์ป่าหรือสะพานเชื่อมนิเวศ มีวัตถุประสงค์เดียวกันกับทางเชื่อมนิเวศ คือเพื่อให้สัตว์ป่าสามารถเคลื่อนย้ายไปมาระหว่างผืนป่าได้ แต่เป็นการเชื่อมต่อพื้นที่ที่ถูกตัดขาดด้วยสิ่งก่อสร้างแนวยาวที่ตัดขวางผืนป่าออกจากกัน เช่น ถนน ทางรถไฟ ในรูปแบบทางเชื่อมคล้ายสะพาน หรืออุโมงค์ที่ต่างระดับกับ เพื่อหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของการใช้พื้นที่ระหว่างสัตว์ป่ากับกิจกรรมการสัญจรของมนุษย์ เช่น สะพานข้ามป่า Banff Wildlife Bridges ที่ Banff National Park ประเทศแคนาดา อุโมงค์ปูแดง (*Gecarcoidea natalis*) ที่ Christmas Island ประเทศออสเตรเลีย เป็นต้น ในการพัฒนาพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง มีแนวคิดการการพัฒนาวงสีเขียวรอบเมือง ที่กลายเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาเมืองของประเทศอังกฤษ สหรัฐอเมริกาและแคนาดา (Amati & Taylor, 2553) ในรูปแบบการพัฒนาและเก็บรักษาพื้นที่เปิดโล่ง ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างสุนทรียภาพ เกษตรกรรม และระบบนิเวศ เป็นแถบยาวล้อมรอบพื้นที่เมือง เพื่อแก้ปัญหาการที่เมืองขยายตัวอย่างรวดเร็วแบบไม่มีขอบเขต การพัฒนาทางเชื่อมสีเขียว คือพื้นที่สาธารณะแนวยาวเชื่อมพื้นที่สีเขียวในเมืองเข้าด้วยกัน อาจใช้พื้นที่แนวยาวริมถนน ทางเดิน หรือริมฝั่งแม่น้ำ พัฒนาให้เป็นพื้นที่เพื่อการนันทนาการและระบบนิเวศ เช่น The Emerald Necklace พื้นที่สีเขียวแนวยาวที่ออกแบบโดย Frederick Law Olmsted (1872-1892) เชื่อมระหว่างเมือง Boston กับ Brookline โดยเชื่อมพื้นที่สวนสาธารณะ สวนพฤกษศาสตร์ และพื้นที่ชุ่มน้ำในเมือง 5 แห่ง ประกอบด้วย The Arnold Arboretum, Back Bay Fens, Franklin Park, The Riverway, Olmsted Park, and Jamaica Pond เข้าด้วยกัน

การพัฒนาพื้นที่กันชน เป็นรูปแบบการพัฒนาเส้นสีเขียว เพื่อป้องกันการรบกวนพื้นที่ที่มีคุณค่าทางนิเวศสูง โดยพื้นที่กันชนรอบพื้นที่อนุรักษ์ ควรมีความกว้างอย่างน้อย 5 กม. ที่ประกอบด้วยพื้นที่ป่าธรรมชาติกับพื้นที่ป่าใช้ประโยชน์ พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและหย่อมพื้นที่ป่า ควรมีความกว้างอย่างน้อย 7 เมตร ปกคลุมด้วยไม้พุ่ม พื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมและแม่น้ำลำธาร ควรมีความกว้างอย่างน้อย 8 เมตร ปกคลุมด้วยสังคมพืชหลากหลาย และ ส่วนพื้นที่กันชนระหว่างพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เมือง ไม่มีการกำหนดความกว้างแต่ควรเป็นกิจกรรมที่เป็นการอนุรักษ์ร่วมกันกับการศึกษาและนันทนาการ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์การเรียนรู้ป่าในเมือง เป็นต้น (อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์, 2553)

7.6.2.3 การพัฒนาโครงข่ายสีเขียว

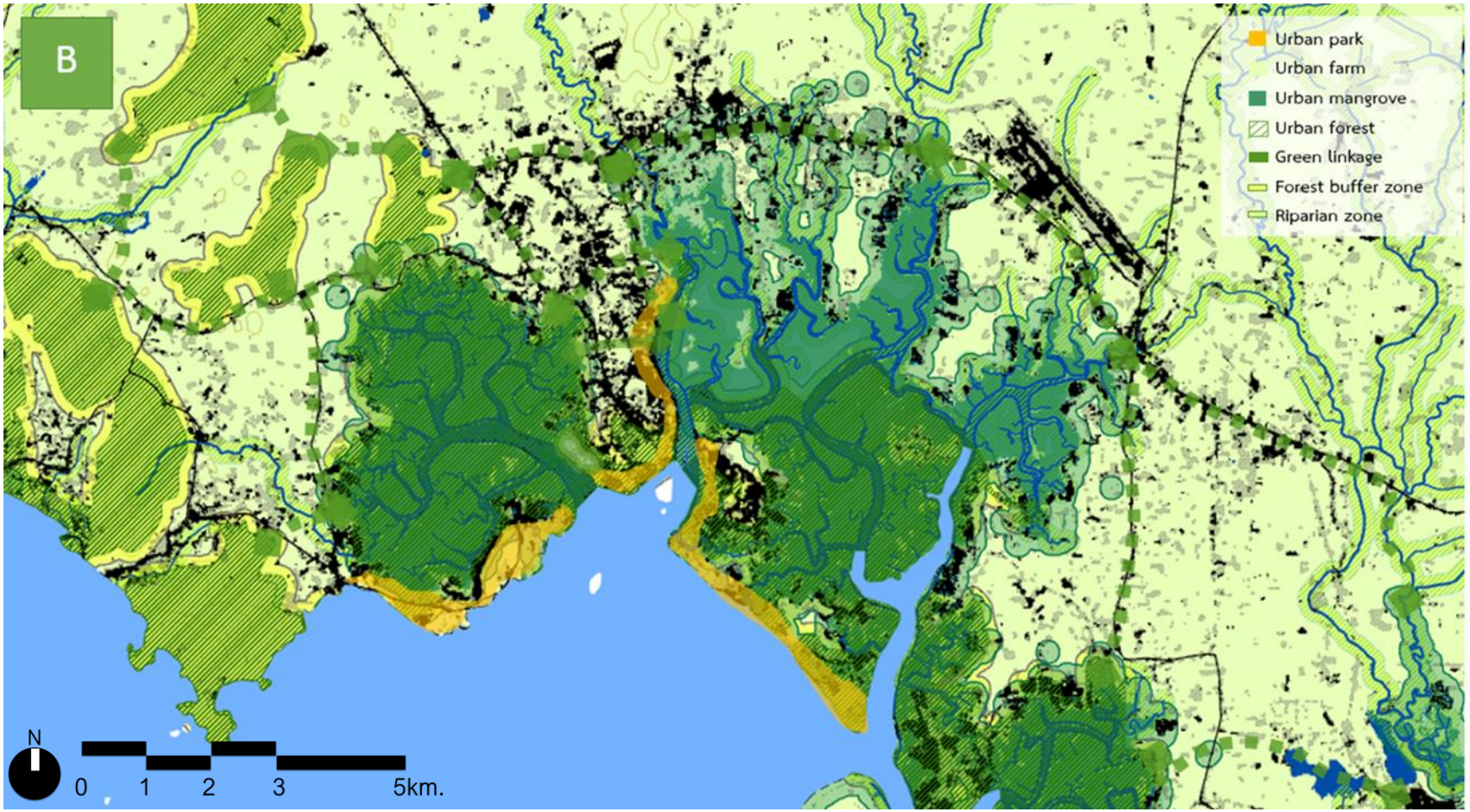
เส้นทางที่เป็นระบบสาธารณูปโภค ที่มีโครงข่ายการครอบครองพื้นที่อยู่ในเขตเมืองอยู่แล้ว เช่น แนวโครงข่ายถนน ทางเท้า พื้นที่ใต้แนวเสาไฟฟ้า แนวระบบทางและท่อระบายน้ำ ที่รวมถึงระบบระบายน้ำผิวดิน ระบบคู คลอง เป็นต้น

กรณีศึกษา***การพัฒนาโครงข่ายสีเขียว*** เช่น โครงข่ายสีเขียว (green network) โครงสร้างพื้นฐานสีเขียว (green infrastructure) เป็นแนวทางการพัฒนาระบบพื้นที่สีเขียวในเมืองที่พัฒนาแนวคิดมาจาก วงรอบสีเขียว (green belt) ที่เดิมมุ่งเน้นการเป็นพื้นที่เปิดโล่ง เป็นการมุ่งเน้นบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ที่หลากหลายในการบริการระบบนิเวศ ที่แตกต่างจากโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมที่ให้ประโยชน์แค่วัตถุประสงค์เดียว เช่น ถนนเพื่อการสัญจร สายไฟฟ้าเพื่อส่งกระแสไฟฟ้า ท่อระบายน้ำเพื่อส่งต่อน้ำทิ้ง เป็นภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เช่น การเป็นทั้งพื้นที่รับน้ำ กรองของเสีย ฟื้นฟูคุณภาพน้ำและดิน แหล่งที่อยู่ของสัตว์ ทางสัญจรและนันทนาการชุมชน เป็นต้น (Nijhuis & Jauslin, 2015) ตัวอย่างเช่น โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์เพื่อการสัญจร (Transport landscape infrastructures) การพัฒนาพื้นที่รอบจุดเปลี่ยนถ่ายการสัญจรในย่าน Heerhugowaard (Metropolitan Region Amsterdam) ประเทศเนเธอร์แลนด์ ตามแนวทางการพัฒนาพื้นที่รอบสถานีขนส่งสาธารณะ (transit oriented development, TOD) ให้เป็นพื้นที่ศูนย์กลางและพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกในระยะเดินเท้า โครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์สีเขียว (Green landscape infrastructures) The Emscherpark ประเทศเยอรมัน เป็นโครงข่ายระบบพื้นที่สีเขียวเพื่อระบบนิเวศทางธรรมชาติ นันทนาการ และคุณค่าทางวัฒนธรรม

7.6.2.4 การพัฒนาเมืองสีเขียว

ตัวอย่าง***การพัฒนาเมืองสีเขียว*** เช่น แนวคิดเมืองสีเขียว (green city, garden city) คือการพัฒนาเมืองแบบยังคงรักษาและเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้มากที่สุด แม้มีการพัฒนาย่านอุตสาหกรรมและพาณิชย์ควบคู่กัน ซึ่งเป็นหลักในการพัฒนาคุณภาพเมืองหลายเมืองทั่วโลก เช่น เมือง Letchworth ประเทศอังกฤษ เมือง Chicago และ Long Island ประเทศสหรัฐอเมริกา เมือง Christchurch ประเทศนิวซีแลนด์ และที่ชัดเจนที่สุดคือสิงคโปร์ ที่เปลี่ยนจากเมืองเสื่อมโทรมเป็นเมืองที่เต็มไปด้วยต่นไม้ใหญ่และสวนสาธารณะ รวมทั้งโครงการ the Bee Highway ที่ Oslo ประเทศนอรเวย์ ที่เปลี่ยนพื้นที่เล็ก ๆ ในเมืองเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร และแหล่งแวะพักสำหรับผึ้งและแมลงตัวเล็ก ได้มีอาหารและผสมพันธุ์พืชในเมือง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 7-8 แบบจำลองภูมินิเวศพืชพันธุ์ ภูมิภาคเมืองกระบี่

7.6.3 ระบบภูมินิเวศเมือง

พื้นที่ในเมืองทั้งที่เป็นพื้นที่ว่างและพื้นที่เสื่อมโทรม (brown field) เช่น พื้นที่ทิ้งขยะ พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารที่ไม่มีการใช้งาน หรือมีสภาพเสื่อมโทรม ล้วนมีศักยภาพในการพัฒนาให้เกิดการบริการระบบนิเวศของระบบนิเวศเมืองได้

7.6.3.1 การพัฒนาสิ่งก่อสร้างในเมือง

ในเขตพื้นที่เมืองประกอบไปด้วยอาคารและสิ่งก่อสร้างมากมาย ทั้งอาคารที่ทำการของรัฐ สถาบันการศึกษา อาคารที่พักอาศัย โรงแรม หรือบ้านเรือน โดยเฉพาะอาคารและสิ่งก่อสร้างที่กำลังจะสร้างขึ้นใหม่ ล้วนมีศักยภาพในการพัฒนาตามแนวทางอาคารเขียว (green building) หรืออาคารตามแนวคิดอื่นๆ เช่น อาคารอัจฉริยะ (smart building) เป็นต้น

กรณีศึกษา***การพัฒนาสิ่งก่อสร้างในเมือง*** ตัวอย่าง สิ่งก่อสร้างที่ส่งเสริมสิ่งแวดล้อมเมือง เช่นการปลูกพืชบนอาคาร บริเวณหลังคา (green roof) บนผนังอาคาร (green wall) และเปลือกอาคาร (green surface) เพื่อลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่มากระทบผิวอาคารโดยตรงและลดผลจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมือง จนพัฒนาเป็นอาคารแนวคิดป่าแนวตั้ง (Vertical Forest) เช่น อาคาร Bosco Verticale มิลาน ประเทศอิตาลี อาคาร Lina Ghotmeh ปารีส ประเทศฝรั่งเศส อาคาร Penda โตรอนโต ประเทศแคนาดา และอาคาร World Economic Forum ที่ประเทศจีน อีกรูปแบบของสิ่งก่อสร้างที่สามารถปรับตัวและอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อมที่มีพลวัตคือสถาปัตยกรรมพื้นถิ่น (vernacular architecture) เช่น บ้านยกพื้น และบ้านเรือนแพ ในที่ลุ่ม หรือการสร้างด้วยวัสดุพื้นถิ่น เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.6.3.2 การพัฒนาทางเชื่อมเมือง

กรณีศึกษา***การพัฒนาทางเชื่อมเมือง*** ตัวอย่าง โครงการ Viaduc des Arts ปารีส ประเทศฝรั่งเศส ที่ได้ปรับเปลี่ยนเส้นทางรถไฟเก่าสาย Paris-Bastille–Vincennes ให้กลายเป็นแกลเลอรี่ ร้านอาหาร และเป็นย่านงานศิลปะคราฟต์ขึ้นชื่อของเมือง โดยที่โครงสร้างทางรถไฟด้านบนระยะทางประมาณ 1.5 กม. ถูกปรับเป็นสวนสาธารณะ อีกตัวอย่างที่ประสบความสำเร็จมากคือโครงการ the High Line นิวยอร์ค ประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้ปรับปรุงโครงสร้างทางรถไฟฟ้ากลางเมืองที่ถูกทิ้งร้างระยะทางกว่า 2 กม. ให้เป็นสวนสาธารณะลอยฟ้า ที่เป็นการพลิกฟื้นย่านเมืองที่เสื่อมโทรมให้กลับมามีชีวิต ซึ่งโครงการนี้ส่งผลให้อสังหาริมทรัพย์ในบริเวณใกล้เคียงมีมูลค่าเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังมีการเพิ่มพื้นที่สวนหลังคาบนอาคารอีกหลายแห่งที่ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับเมือง ช่วยซึมซับน้ำฝนได้กว่า 7 ล้านแกลลอน ลดอุณหภูมิ และลดการใช้พลังงานของเมือง โครงการ Seoullo 7017 กรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ มีการปรับโครงสร้างทางด่วนเดิมให้เป็นสวนลอยฟ้าเช่นกัน

7.6.3.3 การพัฒนาโครงข่ายเมือง และโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์

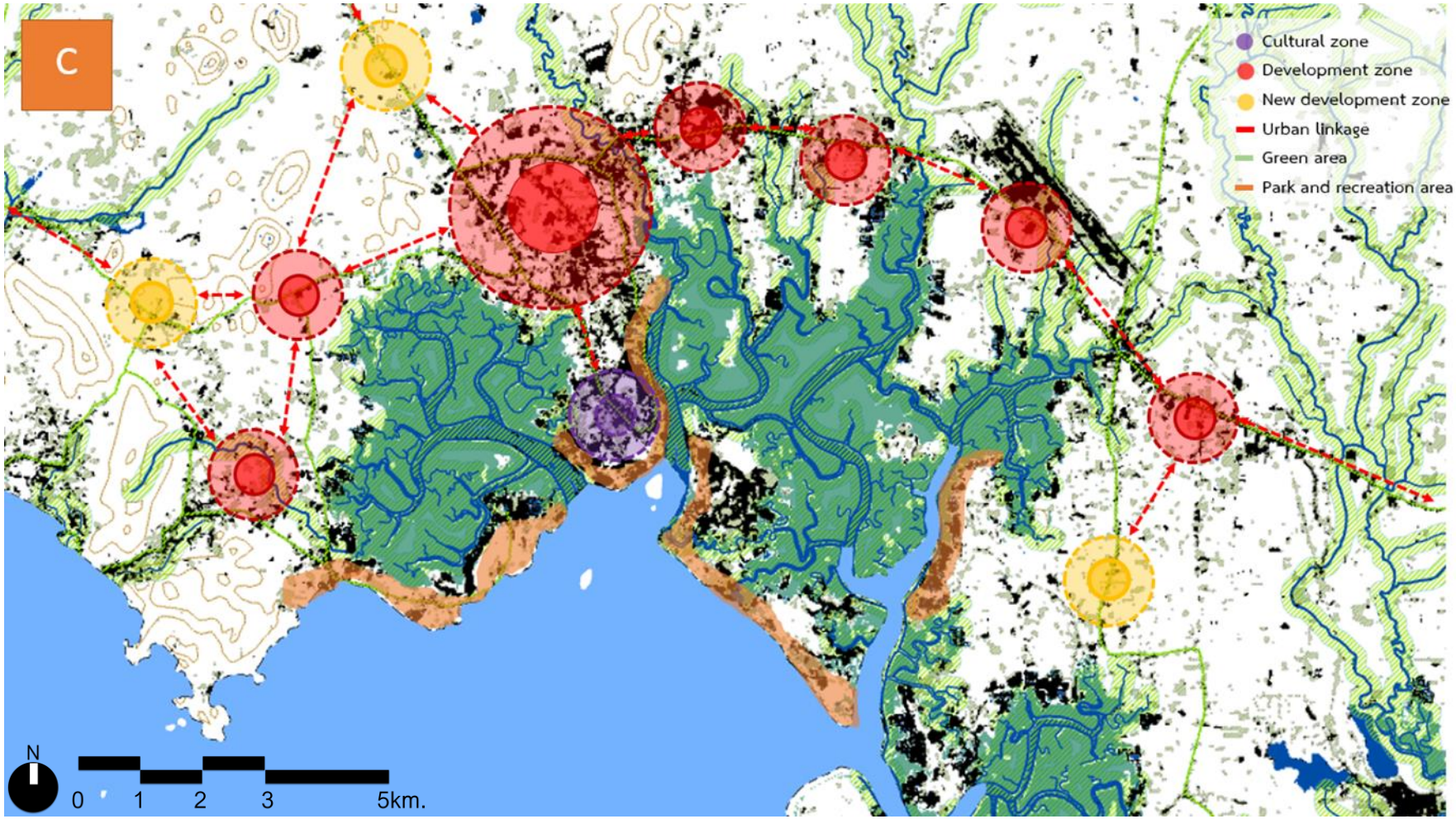
โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเมืองโดยการเพิ่มประสิทธิภาพโครงข่ายการสัญจรสาธารณะ ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว และลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง มุ่งการพัฒนาระบบสัญจรสาธารณะ และการใช้ประโยชน์พื้นที่รอบสถานีขนส่งมวลชน ที่เอื้อต่อการสัญจรทางเท้าและทางจักรยาน รวมทั้งพื้นที่ริมชายฝั่ง ที่มีความเสี่ยงต่อภัยพิบัติทางทะเล พายุ น้ำท่วม และคลื่นซัดฝั่ง ที่ควรกันพื้นที่ไว้เป็นพื้นที่ป้องกันชายฝั่ง โดยใช้สัณฐานของพื้นที่และระบบนิเวศเป็นเกราะป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ

กรณีศึกษา***การพัฒนาโครงข่ายเมือง*** และโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ (landscape infrastructure) ตัวอย่าง โครงการ Big U ที่พัฒนาขึ้นหลังจาก Hurricane Sandy ปี 2012 ได้สร้างความเสียหายมากมายกับชายฝั่งและเมือง Manhattan, New York ประเทศสหรัฐอเมริกา จึงได้พัฒนาระบบภูมิทัศน์ขนาดใหญ่บริเวณตลอดแนวริมฝั่งทะเลของเมือง ให้สามารถป้องกันและรับมือกับพายุ คลื่นซัดฝั่ง น้ำท่วมชายฝั่ง และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ด้วยแนวคิดโครงสร้างพื้นฐานภูมิทัศน์ ออกแบบสัณฐานของพื้นที่เป็นเนินสูง และเลือกใช้พันธุ์พืชทนเค็มและทนน้ำท่วมได้

7.6.3.4 การพัฒนาเมืองเชิงนิเวศ

กรณีศึกษา***การพัฒนาเมืองเชิงนิเวศ*** ได้แก่ เมืองนิเวศ (eco city) เมืองชาญฉลาด (smart growth city) เมืองปรับตัว (resilient city) เมืองนิเวศ คือเมืองที่มีการผสานระบบนิเวศเข้าไปในการออกแบบเมือง บริหารจัดการเมือง และสร้างรูปแบบการใช้ชีวิตของคน การพัฒนาเมืองโดยคำนึงถึงสมดุลระหว่างเมืองและสิ่งแวดล้อม เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเมืองเพื่อลดผลกระทบทั้งทางด้านน้ำ มลพิษ พลังงาน พืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งความเป็นอยู่และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของชุมชน ร่วมกับแนวคิด เมืองปรับตัว (resilient city) หรือเมืองที่มีความยืดหยุ่นสูง มีความสามารถในการรับมือและสามารถปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว จากการเปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวคิด Biophilic design การออกแบบให้เข้ากับธรรมชาติ หรือการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยสอดประสานวิถีชีวิตของคนในเมืองเชื่อมโยงให้เป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ โดยมองธรรมชาติเป็นศูนย์กลางของสถาปัตยกรรม สร้างความยั่งยืนของเมืองเพื่อเตรียมรับมือปัญหาสิ่งแวดล้อมในอนาคต ส่วนเมืองฉลาดนั้น คือเมืองที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการสื่อสารและการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคนและสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 7-9 แบบจำลองภูมินิเวศเมือง ภูมิภาคเมืองกระบี

บทที่ 8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล และแบบจำลองเพื่อการจัดการพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน เป็นงานวิจัยสหสาขาวิชาด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยาภูมิทัศน์ ผังเมือง และการจัดการชายฝั่ง เพื่อนำเสนอแนวทางการทำงานด้านสิ่งแลดล้อม โดยใช้มุมมองทางภูมิสถาปัตยกรรม วิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง ศึกษาโครงสร้างและรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนปริภูมิกับกระบวนการทำงานของระบบนิเวศป่าชายเลนและเมืองชายฝั่ง และนำเสนอแบบจำลองทางเลือกในการวางแผนภูมิทัศน์เมืองชายฝั่ง เพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

8.1 บทสรุปของการศึกษา

8.1.1 พื้นที่ชายฝั่ง: แบบแผนปริภูมิที่ถูกเปลี่ยนแปลง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่ง ระบุชัดเจนว่ากิจกรรมมนุษย์เป็นแรงกดดันหลักต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง และเชื่อมโยงไปถึงผลกระทบทางลบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง โดยมีลักษณะทางกายภาพของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งโดยกิจกรรมมนุษย์ ซึ่งล้วนเป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นบนฝั่ง ทั้ง 4 รูปแบบได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสัณฐานของพื้นที่ การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางน้ำ และการก่อสร้างโครงสร้างชายฝั่ง ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อโครงสร้างของระบบนิเวศชายฝั่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การพัฒนาเป็นเมืองชายฝั่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน แผ้วถางเพื่อทำการเกษตร เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและการก่อสร้างโครงสร้างขนาดใหญ่ในพื้นที่ชายฝั่ง จากการถางทำลายป่า ใช้ประโยชน์จากชายฝั่งที่มากเกินไป มลพิษจากเมืองสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ และการขาดการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เหตุปัจจัยเหล่านี้ ทำให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ชายฝั่งมากมายจากต้นน้ำถึงทะเล ทั้งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของป่าชายเลน แนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเล เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ที่ทำให้เกิดผลกระทบและเป็นสาเหตุของความเสื่อมโทรมของทรัพยากรชายฝั่ง แต่อย่างไรก็ตามหากระบบนิเวศถูกทำลายเป็นบางส่วน เช่น การถาง หรือการปรับระดับดิน ระบบนิเวศทางธรรมชาติก็สามารถที่จะฟื้นฟูตัวเองด้วยกลไกการทดแทน แต่หากระบบนิเวศถูกเปลี่ยนแปลงไปอย่างสิ้นเชิง เช่น การพัฒนาเป็นเมืองและอุตสาหกรรม การสร้างอาคาร โครงสร้างขนาดใหญ่และพื้นที่ดาดแข็ง ทำให้น้ำและอากาศซึมผ่านลงสู่ดินไม่ได้ ระบบนิเวศและพืชพันธุ์ถูกตัด

ขาดความสัมพันธ์กับพื้นดินอย่างสิ้นเชิง จนสูญเสียความมั่นคงทางระบบนิเวศ (ecological integrity) ไปอย่างไม่มีวันกลับคืน ทำให้การบริการทางระบบนิเวศของพื้นที่ที่พัฒนาไปเป็นเมืองนั้นลดลง

โครงสร้างของระบบนิเวศชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงไปนั้น ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของภูมิทัศน์ชายฝั่งลดลง ทั้งสภาพแวดล้อมบรรยากาศ ระบบน้ำ ดินตะกอนและวัตถุ สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศทั้งบนบกและในทะเล และกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลกระทบมากที่สุดคือการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขยายตัวของเมืองชายฝั่งทะเลอย่างไม่มีการวางแผนเป็นภัยคุกคามสำคัญ ปรากฏเป็นเมืองรูปแบบเส้น กระจุกตัวอยู่ตามถนนเส้นทางคมนาคม เมืองรูปแบบนี้ทำให้เกิดการตัดขาดของภูมิทัศน์ และส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่งด้านอื่น ๆ

8.1.2 ชายฝั่งอันดามัน: รูปแบบเชิงกาลของการขยายเมือง

ในช่วง 4 ทศวรรศที่ผ่านมา รูปแบบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่งอันดามัน มีการขยายตัวโดยรวมของแต่ละจังหวัดไม่คงที่ มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นในอัตราที่แตกต่างกันในแต่ละเมืองและช่วงเวลา สามารถแบ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงเชิงกาลของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามันได้ออกเป็น 3 ช่วง ได้แก่ 1) ช่วงปี 2523-2543 พื้นที่เมืองชายฝั่งอันดามันเป็นรูปแบบเมืองแบบกระจุกตัวแบบเส้น มีการเติบโตออกนอกขอบเมืองจากเขตศูนย์กลางเมืองเดิม มีอัตราการขยายตัวของเมือง 3.36% ต่อปี 2) ช่วงปี 2543-2553 การขยายเมืองเริ่มมีการพัฒนาขึ้นใหม่แบบกระจายตัวห่างจากเขตเมืองเดิม ด้วยอัตราการขยายตัว 8.08% ต่อปี และ 3) ช่วงสุดท้ายหลังปี 2553 เป็นการขยายตัวแบบกระจัดกระจาย ด้วยอัตราการขยายตัว 6.92% ต่อปี ดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์แสดงถึงทิศทางการขยายตัวของเมืองชายฝั่งที่มีพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองเพิ่มสูงขึ้น ขนาดผืนเมืองแตกกระจายและเล็กลง ขยายเข้าใกล้ชายฝั่งและผืนป่าชายฝั่งมากขึ้น และมีความยาวเส้นขอบเมืองมากขึ้น ซึ่งไทยยังขาดการวางแผนจัดการพื้นที่เมือง และวางแผนการขยายเมืองอย่างเหมาะสม การที่รัฐไม่ได้ให้ความสำคัญกับการบริหารจัดการพื้นที่ นับแต่อดีตมากนัก ส่งผลให้อาณาเขตพื้นที่เมืองใหญ่ของไทยในปัจจุบันกระจายตัวออกไปตามทิศทางต่าง ๆ อย่างไม่สมดุล ซึ่งการพัฒนาขยายเมืองแบบไม่มีประสิทธิภาพนี้นำไปสู่การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศชายฝั่งซึ่งเป็นการลดคุณภาพของทั้งเมืองและการบริการของระบบนิเวศชายฝั่ง

8.1.3 เมืองชายฝั่งอันดามัน: ขยายตัวบนความสัมพันธ์ที่ถูกตัดขาด

แบบแผนปริภูมิของเมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน รูปแบบเมืองชายฝั่งส่วนใหญ่พัฒนาจากชุมชนขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำหรือบนควน ตำแหน่งเมืองหลักตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำ อยู่ในพื้นที่ต่ำใกล้ชายฝั่งทะเล แล้วขยายตัวตามแนวเส้นทางคมนาคมเป็นรูปแบบเมืองแบบเส้น ซึ่งถนนเป็น

สาธารณูปโภคหลักที่ชี้นำการพัฒนาในภูมิภาคนี้ แนวถนนขนานแนวชายฝั่ง เมืองพัฒนาตามแนวถนน และขยายตัวหนาแน่นขึ้น จึงเป็นการพัฒนาในทิศทางตัดขวางการไหลของทางน้ำจากเขาสู่ทะเล ตัดขวางความสัมพันธ์และการทำงานของระบบนิเวศบก-ทะเล ในการส่งต่อน้ำ ตะกอนดิน แร่ธาตุ สารอาหาร อินทรียวัตถุ และสิ่งมีชีวิต

ในพื้นที่ชายฝั่งธรรมชาติที่มนุษย์ยังไม่เข้าไปรบกวน หรือมีการรบกวนในระดับต่ำ ภูมิทัศน์ชายฝั่งยังเชื่อมต่อถึงกันบก ชายฝั่ง ทะเล โดยมีระบบพื้นที่สีเขียวและทางน้ำเชื่อมโยงไว้ แต่เมื่อมนุษย์เข้าไปเปลี่ยนแปลงลักษณะพื้นที่ในรูปแบบต่าง ๆ การทำเกษตรกรรม นากุ้ง และพัฒนาเป็นเมืองที่ขยายตัวใหญ่ขึ้น ซ้อนทับแทนที่ผืนภูมิทัศน์ธรรมชาติ ทำให้ลักษณะทางกายภาพของระบบนิเวศชายฝั่งถูกตัดขาดออกจากกัน ในปัจจุบันการขยายตัวของพื้นที่พัฒนาบนชายฝั่งอันดามันทั้ง 6 จังหวัด มีรูปแบบการขยายแบบกระจัดกระจาย ทำให้เกิดการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศ

8.1.4 เมืองกระบี่: อดีต ปัจจุบัน และแนวทางสู่อนาคต

พื้นที่ชายฝั่งถูกกดดันจากหลากหลายรูปแบบของการพัฒนา หากการพัฒนาเมืองชายฝั่งยังดำเนินไปโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต แนวโน้มความรุนแรงของปัญหาจะเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการพัฒนาเมืองชายฝั่งเพื่อมุ่งสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น จึงต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ เพื่อแก้ปัญหาความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่เกิดขึ้นในอดีตและปัจจุบัน ป้องกันและบรรเทาผลกระทบทางลบ รวมทั้งเพิ่มขีดความสามารถในการรับมือ จากความไม่แน่นอนที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

จากการวิเคราะห์รูปแบบโครงสร้างภูมิทัศน์ป่าและเมืองชายฝั่งภูมิภาคเมืองกระบี่ โดยแยกวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ประเด็น คือระบบพื้นที่สีเขียว ระบบพื้นที่น้ำ และระบบพื้นที่เมือง มาวิเคราะห์โดยการซ้อนทับกันเพื่อหาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ ทำให้สามารถแสดงสถานะปัจจุบันของโครงสร้างภูมิทัศน์ชายฝั่ง และระบุความขัดแย้งจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ สรุปเป็นปัญหาสำคัญเชิงปริภูมิ ได้แก่ การสูญเสียหรือลดลงของถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การขยายเมืองแบบเส้นขวางทางน้ำ ปัญหาการรุกล้ำทำลายผืนป่าบกและป่าชายเลนโดยเฉพาะบริเวณขอบ ปัญหาระบบนิเวศชายฝั่งถูกบีบให้แคบลง การที่พื้นที่ป่าถูกทำลายจนเหลือเพียงเขาหินปูนโดด ๆ อยู่ในเขตเมืองและพื้นที่เกษตรกรรม ขยายเมืองขวางทางน้ำ ชิดขอบลำน้ำและรุกล้ำลำน้ำ และการลดลงของพื้นที่รับน้ำ หน่วงน้ำ และซึมน้ำ

แนวทางแก้ปัญหาความขัดแย้งของการใช้ประโยชน์พื้นที่ โดยการสร้างให้เกิดความเชื่อมต่อระบบนิเวศในและนอกเมือง ด้วยยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ ส่งเสริมการทำงานของระบบภูมินิเวศตามศักยภาพพื้นที่ และขจัดข้อจำกัดที่ขัดขวางการ

ทำงานของระบบ ในรูปแบบการวางผังภูมิทัศน์ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำ ระบบพื้นที่สีเขียว และระบบเมือง แต่ละระบบมีทางเลือกในการพัฒนา 4 รูปแบบ ได้แก่ พัฒนาผืนระบบนิเวศ (ecological patch) พัฒนาทางเชื่อมนิเวศ (ecological corridor) พัฒนาเป็นโครงข่าย (ecological network) และพัฒนาแบบองค์รวม (ecological matrix)

8.2 ข้อจำกัดของการศึกษา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาสิ่งแวดล้อมชายฝั่งจากมุมมองด้านภูมิสถาปัตยกรรมและภูมินิเวศวิทยา วิเคราะห์จากลักษณะทางกายภาพของสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง สัณฐานของพื้นที่ สิ่งปกคลุมดิน องค์ประกอบในภูมิทัศน์ที่ปรากฏให้รับรู้ได้จากพื้นที่ จากภาพดาวเทียม และแผนที่รูปแบบต่าง ๆ นำผลการวิเคราะห์นั้นมาผ่านกระบวนการวางผังภูมินิเวศ ในการศึกษานี้จึงยังขาดการวิเคราะห์มิติอื่น ๆ ซึ่งในการวางผังนั้นมีทั้งสิ้น 4 ส่วนที่จำเป็นต้องคำนึงถึง ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ ด้านนโยบาย ด้านสังคมวัฒนธรรม และด้านเศรษฐกิจ (Burchell & Sternlieb, 1978; Fabos, 1985) โดยเฉพาะอย่างยิ่งมิติทางสังคมและเศรษฐกิจพื้นที่ชายฝั่งอันดามัน ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงและมีความสัมพันธ์กับชายฝั่งอันดามันที่พัฒนาร่วมกันมาอย่างยาวนาน เช่น วัฒนธรรม ประเพณี ศาสนา ความเชื่อ ความสัมพันธ์ในชุมชน และการประกอบอาชีพ เป็นต้น

ในการศึกษานี้มุ่งที่การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพหรือการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภูมิทัศน์ หรือสิ่งปกลุมดิน โดยการจำแนกจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย ครอบคลุมทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยบนบกและทางทะเล ได้แก่ เนินทราย ป่าชายหาด พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง ป่าชายเลน หาดโคลน หาดหิน ปากแม่น้ำ ชะวากทะเล อ่าว รวมทั้ง แหล่งหญ้าทะเลและปะการัง ซึ่งบางประเภทสามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม เช่น พื้นที่ป่าชายเลน แต่บางประเภทอาจยังมีข้อจำกัดเช่น ลำน้ำขนาดเล็กที่มีพืชขึ้นปกคลุมจนไม่ปรากฏรูปน้ำที่ชัดเจน หรือระบบนิเวศที่อยู่ใต้น้ำ เช่น หญ้าทะเล ปะการัง หรือระบบที่มีลักษณะการปกคลุมคล้ายคลึงกัน เช่น สวนยางพารา กับป่าเบญจพรรณ ที่มีลักษณะพุ่มใบพืชปกคลุมทั้งพื้นที่ หรือพื้นที่ดาดแข็งกับพื้นที่ดินเปล่า ที่มีลักษณะพื้นผิวใกล้เคียงกัน เป็นต้น จึงต้องพิจารณาใช้ร่วมกันเทคนิคอื่น ๆ เช่น การจำแนกด้วยสายตาผู้เชี่ยวชาญ หรือเทียบกับพื้นที่จริง เป็นต้น การศึกษาในขนาดพื้นที่ใหญ่ อาจมีความละเอียดต่ำ จึงควรศึกษาในหลายระดับของขนาดพื้นที่ศึกษา ก่อนการนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่จริง

ในการศึกษานี้ วิเคราะห์คุณภาพของสิ่งแวดล้อม ด้วยการประเมินจากคุณลักษณะทางกายภาพของสิ่งปกคลุมดินที่ปรากฏ โดยอ้างอิงหลักภูมินิเวศวิทยาที่ว่าด้วยความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบปริภูมิ (คุณลักษณะเชิงกายภาพขององค์ประกอบ) ของผืนระบบนิเวศและการทำงานของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระบบนิเวศ หากในอนาคตมีการศึกษาต่อเนื่อง ถึงคุณลักษณะขององค์ประกอบจริงในพื้นที่ศึกษา ที่สนับสนุนผลในด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ด้วยการวัดตัวแปรทางกายภาพ เช่น คุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ ตัวแปรทางชีวภาพ จำนวนชนิดพันธุ์ และความหลากหลายทางชีวภาพของพืชและสัตว์ในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งคุณภาพชีวิตคนในชุมชนได้ จะทำให้งานวิจัยนี้ครอบคลุมมิติทางวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น

8.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์โครงสร้างทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน เพื่ออธิบายปรากฏการณ์การขยายตัวของเมืองชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของภูมิทัศน์ชายฝั่งที่สัมพันธ์กับประสิทธิภาพการทำงานของระบบนิเวศชายฝั่ง และเสนอแนะรูปแบบการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งและเมืองชายฝั่งที่เหมาะสม โดยสรุปเป็นแนวทางดังนี้

8.3.1 ลำดับขั้นการพัฒนาผังภูมินิเวศ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ และผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่ง จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดทิศทางการบริหารจัดการ และกำหนดตัวชี้วัด ในการพัฒนาชายฝั่ง การรักษาหรือฟื้นฟูความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะที่ระบบนิเวศและแหล่งที่อยู่ทางธรรมชาติคงอยู่อย่างจำกัด การเข้าใจว่าภูมิทัศน์ชายฝั่งเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรและไปมีผลต่อโครงสร้าง และบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์อย่างไรนั้น จำเป็นอย่างยิ่งต่อการวางแผนการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน ลดการสูญเสียและเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมชายฝั่ง จากการพัฒนาเมืองโดยไม่คำนึงถึงมูลค่าความเสียหายจากการลดลงของการบริการระบบนิเวศ

การศึกษานี้ได้นำเสนอการทำงานตามกรอบแนวคิดลำดับขั้นการวางผังภูมินิเวศ (ภาพที่ 8-1) ที่มุ่งเน้นความเชื่อมโยงระหว่างโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการกระทำของธรรมชาติและมนุษย์ ทางสังคมและเศรษฐศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนการวางผังภูมินิเวศ ดัดแปลงจาก Ahern (1999) ในการศึกษานี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน เริ่มจาก

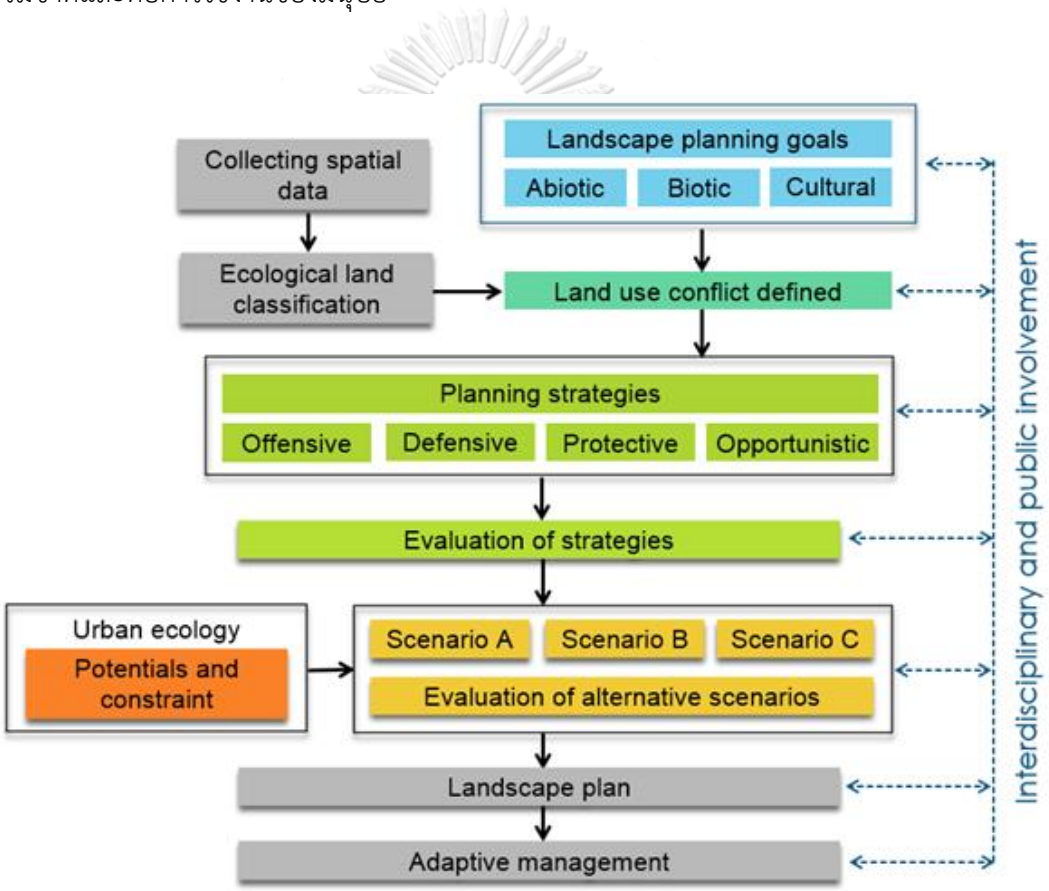
1) ตั้งเป้าหมายในการวางผัง (landscape planning goals & assessment)
2) ระบุความขัดแย้งในการใช้พื้นที่ (land use conflict identification)
3) กำหนดและประเมินยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศ (planning strategies)
4) ประเมินศักยภาพการบริการระบบนิเวศภูมิทัศน์เมือง (potentials and constraints)
5) ทำและประเมินผังทางเลือก (landscape scenario)

ได้เป็นแบบจำลองทางเลือกในการพัฒนาเมืองและพื้นที่โดยรอบเมืองกระบี่ หลังจากนั้นต้องนำไปพัฒนาต่ออีก 2 ขั้นตอนได้แก่

6) วางผังภูมิทัศน์ และ

7) วางแผนการจัดการพื้นที่

โดยที่ทุกขั้นตอนควรมีกระบวนการมีส่วนร่วมและการบูรณาการสหสาขา (Ahern, 1999) ตั้งแต่ขั้นตอนการวางเป้าหมาย การวิเคราะห์ความขัดแย้ง จนถึงการเสนอแนะแนวทางการวางผังที่เหมาะสม เพื่อการวิเคราะห์อย่างรอบด้านครบทุกมิติ เป็นประโยชน์สูงสุดทั้งต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติและต่อการใช้งานของมนุษย์



ภาพที่ 8-1 กรอบแนวคิดลำดับขั้นการวางผังภูมินิเวศ ที่ทุกขั้นตอนควรมีกระบวนการมีส่วนร่วมและการบูรณาการสหสาขา

8.3.2 การประยุกต์ใช้ยุทธศาสตร์และกลยุทธ์ในการวางผังภูมินิเวศ

แบบจำลองภูมิทัศน์เมืองชายฝั่งโดยใช้หลักการภูมินิเวศวิทยา ที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะส ามารถนำไปเป็นกรอบในการวางแผนและนโยบายการอนุรักษ์และจัดการป่าชายเลนชายฝั่งอันดามัน และเป็นกรอบการพัฒนาเมืองชายฝั่งเพื่อให้เกิดการพัฒนาชายฝั่งอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตามในการนำไปใช้กับพื้นที่ชายฝั่งใด ๆ จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจกับพื้นที่ใน 2 มิติ คือมิติด้านเวลา การเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน และมิติด้านขนาดพื้นที่ ตั้งแต่ระดับภูมิภาคจนถึงระดับท้องถิ่น ก่อนที่จะวางแผนที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งต่อไป

โดยยุทธศาสตร์การวางผังภูมินิเวศที่เสนอในการศึกษานี้มี 4 ยุทธศาสตร์ เรียงตามลำดับขั้นความซับซ้อนของการจัดการพื้นที่ ได้แก่ 1) ยุทธศาสตร์ “ปกป้องรักษา” protective strategy 2) ยุทธศาสตร์ “สร้างเกราะป้องกัน” defensive strategy 3) ยุทธศาสตร์ “ซ่อมต่อเชื่อมเติม” offensive strategy และ 4) ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” opportunistic strategy

ยุทธศาสตร์ “โครงข่ายแห่งโอกาส” สร้างโครงข่ายภูมิทัศน์หลากประโยชน์ เป็นยุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานของสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศสูงสุด และเป็นยุทธศาสตร์ที่มีความซับซ้อนสูงสุด จึงนำมาเป็นตัวอย่างในการประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาภูมิภาคเมืองกระบี่ แต่อย่างไรก็ตามในการนำไปใช้ในพื้นที่ อาจเริ่มจากยุทธศาสตร์ที่ 1 ปกป้องรักษาผืนระบบนิเวศที่ยังคงมีโครงสร้างและสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการกำหนดขอบเขตพื้นที่คงเหลือเหล่านั้นเป็นพื้นที่อนุรักษ์ประเภทต่าง ๆ ร่วมกับการกำหนดมาตรการในการจัดการพื้นที่อนุรักษ์เหล่านั้น จากนั้นพัฒนาเป็นยุทธศาสตร์ที่ 2 สร้างเกราะป้องกัน โดยกำหนดเขตกันชนพื้นที่อนุรักษ์ที่ต้องการคงรักษาไว้ไม่ให้เกิดการรบกวน ทั้งการอนุรักษ์ผืนระบบนิเวศ เช่น ผืนป่า ผืนป่าชายเลน และการอนุรักษ์เส้นทางนิเวศ เช่น ลำน้ำ เส้นทางเชื่อมป่าเป็นต้น พร้อมกับกำหนดเขตกันชนพื้นที่เมือง เพื่อจำกัดการขยายไปรบกวนพื้นที่อื่น ๆ จากนั้นจึงพัฒนาเป็นยุทธศาสตร์ที่ 3 ซ่อมแซมฟื้นฟูระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมไปแล้ว ให้มีรูปแบบโรงสร้างใกล้เคียงของเดิมให้มากที่สุด ต่อเชื่อมผืนระบบนิเวศที่ถูกรบกวนจนแตกกระจายออกจากกันให้กลับมาเชื่อมต่อกันด้วยแนวเชื่อมต่อนิเวศ เติมผืนระบบนิเวศที่กำลังจะถูกทำลายโดนเจาะกลายเป็นรูหรือโดนทำลายเป็นเส้น ให้กลับมาเต็มผืน และจึงพัฒนาเป็นยุทธศาสตร์ที่ 4 ฟื้นประโยชน์จากทุกพื้นที่ในเมือง ให้กลับมามีบทบาทหน้าที่ในระบบนิเวศ สร้างความต่อเนื่องเป็นโครงข่าย ที่ระบบนิเวศนอกและในเมืองสามารถเชื่อมโยงกันเป็นระบบเดียวกันได้เป็นลำดับสุดท้าย

การทำงานของระบบนิเวศชายฝั่งมีความซับซ้อนอย่างยิ่ง ในการทำง่ายต่อความเข้าใจและเพื่อประสิทธิภาพในการสื่อสาร ในการศึกษานี้จึงแยกองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ที่ซับซ้อน มาอธิบาย

ด้วยตัวแทน คือ 3 องค์ประกอบสำคัญได้แก่ ระบบน้ำ ระบบสังคมพืช และระบบเมือง ตั้งแต่ขั้นตอนการวิเคราะห์และนำเสนอผังภูมินิเวศ จึงนำยุทธศาสตร์มาอธิบายการพัฒนาพื้นที่ภูมิภาคเมืองกระบี่ในรูปแบบผังภูมิทัศน์ 3 ระบบ ได้แก่ ระบบน้ำ ระบบพื้นที่สีเขียว และระบบเมือง แต่ละระบบมีกลยุทธ์ทางเลือกในการพัฒนา 4 รูปแบบ ได้แก่ พัฒนาผืนระบบนิเวศ (ecological patch) พัฒนาทางเชื่อมนิเวศ (ecological corridor) พัฒนาเป็นโครงข่าย (ecological network) และพัฒนาแบบองค์รวม (ecological matrix)

8.3.3 การประยุกต์ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์เชิงปริภูมิ-กาล

การศึกษาสิ่งแวดล้อมชายฝั่งด้วยการรับรู้ระยะไกล จากการอ่านและแปลความภาพถ่ายดาวเทียมเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอย่างยิ่งในการติดตามการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากมีความต่อเนื่องในการพัฒนาของเทคโนโลยี เข้าถึงง่าย สะดวกและไม่เสียค่าใช้จ่าย (เพื่อวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย) มีการใช้งานอย่างกว้างขวางจึงสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้วิธีการแปลและวิเคราะห์ผลได้อย่างหลากหลาย ล้วนเป็นข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับการหาข้อมูลพื้นที่ศึกษาจากพื้นที่จริง ด้านข้อจำกัดของการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมคือ ไม่สามารถใช้ข้อมูลพื้นที่ในฤดูกาลที่มีเมฆปกคลุม รบกวนการสะท้อนในภาพ อีกทั้งในการแปลภาพต้องอาศัยความเชี่ยวชาญในการอ่านและใช้โปรแกรม เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ ในขณะที่การศึกษาข้อมูลพื้นที่จริงซึ่งต้องใช้เวลาแรงงาน และค่าใช้จ่ายมากมาย และได้แค่ข้อมูลในขนาดพื้นที่จำกัด ด้วยข้อจำกัดจากการเดินทางบางพื้นที่เข้าถึงไม่ได้ หรือบางพื้นที่อยู่นอกเขตการปกครอง และไม่สามารถย้อนเวลาไปเทียบกับในอดีตได้ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาด้วยการรับรู้ระยะไกลก็จำเป็นต้องสอบทานความถูกต้องของตำแหน่งและการแปลภาพด้วยพื้นที่จริง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การจำแนกสิ่งปกคลุมดินจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยทั่วไปการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในงานด้านภูมิสารสนเทศ และการวิเคราะห์ติดตามประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน อาจใช้การจำแนกด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญ หรือด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์มีวิธีการจำแนก 2 ลักษณะคือ การจำแนกแบบกำกับดูแล เป็นการจำแนกซึ่งต้องอาศัยข้อมูลอ้างอิงเป็นการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของรายละเอียดเพื่อช่วยในการจำแนก และการจำแนกแบบไม่กำกับดูแล เป็นการจำแนกข้อมูลเชิงภาพ โดยอัตโนมัติด้วยการจัดกลุ่มเชิงสถิติ โดยในงานวิจัยนี้มีการใช้การจำแนกประเภทข้อมูลทั้งแบบจำแนกด้วยสายตา และจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งการจำแนกด้วยสายตานั้นต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ อีกทั้งใช้เวลาในการทำงานมาก ได้ผลการจำแนกที่ความละเอียดต่ำ แต่จำแนกได้ชัดเจนกว่า เหมาะกับการจำแนกสิ่งปกคลุมแบบเฉพาะเจาะจง ในขณะที่การจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ ร่วมกับดัชนีพืชพรรณ NDVI

(Normalized Difference Vegetation Index) ดัชนีน้ำและความชื้น แบบ MNDWI (Modified normalized difference water index) และดัชนีสิ่งก่อสร้าง NDBI (Normalized Difference Built Index) ได้ข้อมูลที่ละเอียดและรวดเร็วกว่า แต่มีข้อควรระวังในการจำแนกพื้นที่ป่ากับพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นยางพาราและปาล์มน้ำมัน ซึ่งมีสัดส่วนการปกคลุมดินใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าชายหาด จึงทำให้การจำแนกภาพระหว่างพื้นที่เกษตรกับพื้นที่ป่ามีความคลาดเคลื่อนมาก อีกปัจจัยสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินที่มีพลวัตตามฤดูกาล เช่นพื้นที่น้ำ และพื้นที่เกษตร จากข้อจำกัดในการเลือกภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงที่เมฆน้อยนั้นมีประสิทธิภาพในการแปลความสูงกว่า แต่ทำให้ข้อมูลพื้นที่นาข้าวที่ปลูกในฤดูฝนนั้นถูกแปลเป็นพื้นที่เปล่า เป็นต้น

ดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์เป็นอีกเครื่องมือสำคัญในการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ธรรมชาติ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์กายภาพของเมืองร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเมือง ดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์แสดงถึงทิศทางการขยายตัวของเมืองชายฝั่งที่มีพื้นที่ปกคลุมด้วยเมืองเพิ่มสูงขึ้น ขนาดผืนเมืองแตกกระจายและเล็กลง ขยายเข้าใกล้ชายฝั่งและผืนป่าชายฝั่งมากขึ้น และมีความยาวเส้นขอบเมืองมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาขยายเมืองแบบไม่มีประสิทธิภาพนี้ นำไปสู่การแตกกระจายของผืนระบบนิเวศชายฝั่งซึ่งเป็นการลดคุณภาพของทั้งเมืองและการบริการของระบบนิเวศชายฝั่ง การขยายของเมืองไปมีผลให้เกิดการแตกกระจายของผืนระบบนิเวศทั้งป่าชายเลย ป่าบกอื่น ๆ และพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบเมือง ปริมาณขอบของผืนเมืองเพิ่มขึ้นนำไปสู่ผลเชิงลบด้านอื่นที่จะไปรบกวนต่อระบบนิเวศข้างเคียง อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดทางภูมิทัศน์นั้น ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลแผนที่นำเข้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8.3.4 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง ประเด็นสำคัญคือผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการจัดการโดยเฉพาะผู้มีอำนาจตัดสินใจ ต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อมูล หลักฐานทางวิชาการ และต้องอยู่ในกรอบแนวคิดที่เหมาะสม

กรอบแนวคิดในการทำงานกับการจัดการพื้นที่ชายฝั่งทะเลนั้นมีความเฉพาะเจาะจง ไม่เหมือนพื้นที่บก ซึ่งไม่สามารถยกวิธีคิด วิธีวิเคราะห์ และแนวทางปฏิบัติจากการจัดการพื้นที่อื่นๆ มาใช้กับพื้นที่ทางทะเลและชายฝั่งได้ หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบดูแล ผู้มีส่วนได้เสีย รวมถึงชุมชนต้องทำความเข้าไปกับปัญหา สถานการณ์ และประเมินทางเลือกถึงประโยชน์และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างรอบคอบและรอบด้าน

8.3.4.1 การอนุรักษ์ระบบนิเวศชายฝั่ง

ชายฝั่งอันดามัน มีลักษณะสภาพทางภูมิศาสตร์และสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันเป็น 6 นิเวศภูมิภาค ประกอบกันเป็นชีวภูมิภาคอันดามันแห่งประเทศไทย ซึ่งมีความโดดเด่นอันเป็นเอกลักษณ์ ทั้งทางภูมิศาสตร์และองค์ประกอบของสังคมพืชและสิ่งมีชีวิต ประกอบด้วยระบบนิเวศที่มีคุณค่าทั้งป่าดิบ ป่าเบญจพรรณ ป่าเขาหินปูน ป่าชายเลน ป่าเนินทรายหรือป่าชายหาด หาดโคลน ปากแม่น้ำ แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง อีกทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตหายากและสิ่งมีชีวิตเฉพาะถิ่นจำนวนมาก

ภาครัฐมีแนวทางในการอนุรักษ์โดยมีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ป่าเพื่อการอนุรักษ์ ที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ประกอบด้วย พื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรุกขชาติ ป่าเพื่อการอนุรักษ์ตามมติ นอกจากพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในการดูแลของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ยังมีการประกาศเขตพื้นที่คุ้มครองสิ่งแวดล้อม ที่ถูกกำหนดขึ้นตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 มีการกำหนดพื้นที่รักษาพืชพันธุ์สัตว์น้ำ กำหนดมาตรการในการทำประมงที่ประกาศใช้เพื่อห้ามใช้เครื่องมือประมงบางประเภทในระหว่างฤดูวางไข่และผสมพันธุ์ นอกจากการอนุรักษ์โดยการกำหนดใช้กฎหมาย ยังมีในรูปแบบข้อตกลงความร่วมมือจากอนุสัญญาแรมซาร์หรืออนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ

ซึ่งพื้นที่อนุรักษ์แต่ละระดับใช้ขอบเขตเชิงนโยบาย หรือขอบเขตเชิงการจัดการมากำหนดมาตรการในการอนุรักษ์ ตามระดับความเข้มข้นของการจัดการ แต่มีหลายพื้นที่ที่มีการทับซ้อน อีกทั้งพื้นที่อนุรักษ์เหล่านี้ มุ่งเน้นไปที่รูปแบบการจัดการการใช้ประโยชน์ ไม่ใช่ประเภทของระบบนิเวศ ดังนั้นความสำคัญของระบบนิเวศบางประเภท เช่น ป่าชายหาด หาดเลน หาดหิน หรือระบบนิเวศปากแม่น้ำ จึงอาจจะถูกละเลยหรือถูกเหมารวมการจัดการไปเป็นการอนุรักษ์ “ป่า” เหมือน ๆ กัน จึงควรมีการจัดทำแผนที่นิเวศ ที่ระบุถึงลักษณะนิเวศของพื้นที่ควบคู่กัน

ในระดับภูมิภาค ควรมีการกำหนดระยะถอยร่นจากแนวชายฝั่งและแนวป่าชายฝั่งเป็นมาตรการทางกฎหมาย เพื่อรักษาความสมดุลพลวัตของชายฝั่งทะเล โดยอาจมีรูปแบบ ประเภท และวิธีการที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ ลักษณะการใช้ประโยชน์ และวัตถุประสงค์ของการกำหนดระยะถอยร่นในพื้นที่ชายฝั่งทะเล (อารยา สุขสม, 2560) ซึ่งควรหมายรวมถึงการก่อสร้างบนชายฝั่งทุกรูปแบบไม่เฉพาะอาคาร แต่ควรหมายรวมถึงถนน ทางเดิน โครงสร้างป้องกันชายฝั่ง กำแพงกันคลื่น เป็นต้นด้วย โดยเฉพาะในโครงการที่รัฐเป็นผู้ดำเนินการ

8.3.4.2 การฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่ง

ต้องให้ความสำคัญกับระบบนิเวศมากกว่ามูลค่าทางเศรษฐกิจและสังคม แม้ระบบนิเวศจะมีความสามารถในการฟื้นฟูตัวเอง ด้วยกลไกกระบวนการทดแทน แต่หากระบบถูกรบกวนจนเกินจุด (tipping point) ที่จะสามารถฟื้นฟูตัวเองได้ ระบบนิเวศจะสูญเสียการบริการไปอย่างสิ้นเชิง อย่างไรก็ตามรูปแบบหนึ่งของการฟื้นฟูพื้นที่ทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในระยะยาว คือการปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นฟูตนเองด้วยกระบวนการทดแทน

ในการฟื้นฟูระบบนิเวศที่ถูกทำลายหรือถูกรบกวนจนมีสภาพเปลี่ยนแปลงไป ควรต้องวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง มากกว่าใช้การแก้ปัญหาแบบสำเร็จรูป เนื่องจากระบบนิเวศแต่ละพื้นที่มีความเฉพาะ วิธีที่ดีของพื้นที่หนึ่งอาจไม่ใช่คำตอบของอีกพื้นที่หนึ่ง จึงไม่ควรใช้ความรู้ชุดเดิมในการจัดการพื้นที่ฟื้นฟู เช่น การปลูกป่า ทำฝาย หรือสร้างกำแพงกันคลื่น แต่การแก้ปัญหาควรเลือกวิธีและกระบวนการให้เหมาะสมกับบริบทอย่างแท้จริง

คงรักษาผืนระบบนิเวศที่มีคุณภาพไว้ คือผืนระบบนิเวศขนาดใหญ่และความต่อเนื่องสูง หลีกเลี่ยงการเข้าไปรบกวนผืนระบบนิเวศที่ทำให้เกิดการแตกกระจายของผืนป่า และฟื้นฟูผืนภูมิทัศน์ที่เสื่อมโทรมหรือถูกทำลายไป โดยการสร้างความเชื่อมต่อระหว่างผืนระบบนิเวศ หรือสร้างโครงข่ายของระบบนิเวศ ผ่านระบบโครงสร้างภูมินิเวศพืชพันธุ์ และโครงสร้างภูมินิเวศน้ำ

8.3.4.3 การพัฒนาเมืองชายฝั่งโครงสร้างพื้นฐานภูมินิเวศ

นโยบาย แผนพัฒนา และผังการพัฒนาเมือง ของภาครัฐควรชี้นำการพัฒนา และต้องมีการปรับให้ทันต่อเหตุปัจจัยภายนอกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างสม่ำเสมอ ทั้งทางสังคม การเมือง เศรษฐกิจ เทคโนโลยี และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการวางแผนการพัฒนาเมืองในปัจจุบัน มีความท้าทายของการพัฒนาเมืองที่ต้องตอบโจทก์ในอนาคต คือการเป็นเมืองน่าอยู่ เมืองที่คนทุกกลุ่มเขาถึงได้ ส่งเสริมให้ผู้อยู่อาศัยมีสุขภาพดี มีระบบและสิ่งอำนวยความสะดวกที่มีประสิทธิภาพ ส่งเสริมความหลากหลาย ดึงดูดการลงทุนอย่างสร้างสรรค์ และมีสุนทรียภาพในการใช้ชีวิตอยู่ร่วมกับธรรมชาติ

รูปแบบการขยายตัวของเมือง หลีกเลี่ยงการขยายเมืองแบบกระจัดกระจาย ควรส่งเสริมการพัฒนาเมืองแบบเติมเต็มช่องว่างในเมือง สร้างเมืองที่กระชับ ในระยะที่สะดวกต่อการเดินเท้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกและพลังงานในการเดินทางของคนในเมือง ลดพื้นที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้าง พัฒนาพื้นที่แนวสูง เพิ่มคุณภาพพื้นที่สีเขียว แต่เว้นพื้นที่สีเขียวทั่วเมืองในรูปแบบของเมืองพรุนน้ำ (porous city) รักษาผืนระบบนิเวศเกษตรและพื้นที่ที่ธรรมชาติขนาดใหญ่รอบ ๆ ผืนเมืองไว้ สร้างและรักษาความเชื่อมต่อของผืนระบบนิเวศ เพื่อคุณภาพของการบริการระบบนิเวศ หลีกเลี่ยงเมืองที่ขวางทางไหลของน้ำ ทั้งน้ำฝน น้ำหลาก และน้ำในลำน้ำ กำหนดแนวระยะถอย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ร่นของสิ่งก่อสร้างจากชายฝั่งทะเล เพื่อเว้นพื้นที่ให้เกิดระบบนิเวศชายฝั่ง และลดความเสี่ยงของเมืองจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

โดยวางแผนโครงสร้างพื้นฐานภูมินิเวศ (Landscape Infrastructure) ควบคู่ไปกับโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรม (grey infrastructure) ทั้งโครงข่ายพื้นที่สีเขียว และพื้นที่น้ำในภูมิทัศน์เชื่อมโยงทั้งพื้นที่ทางธรรมชาติ กึ่งธรรมชาติ และพื้นที่กิจกรรมมนุษย์ที่มีคุณภาพ ที่ได้รับการออกแบบและจัดการเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ด้านการบริการระบบนิเวศ และการปกป้องระบบนิเวศทั้งในพื้นที่ตัวเมืองและพื้นที่ชนบทรอบเมือง ให้ระบบภูมินิเวศเป็นเสมือนโครงสร้างเชิงพื้นที่ที่นำเอาประโยชน์จากธรรมชาติมาสู่มนุษย์ ซึ่งเป็นลักษณะการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในหลากหลายบทบาท ทั้งด้านการจัดการน้ำ การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ วิถีชุมชน สุขภาพมนุษย์ เศรษฐกิจสังคม และระบบนิเวศ

8.3.5 การพัฒนาด้านอื่น ๆ

ในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืนนั้น นอกจากการจัดการพื้นที่ทางธรรมชาติ และพื้นที่เมืองอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังต้องพัฒนาปัจจัยด้านอื่น ๆ ควบคู่กันไปด้วย เช่น ภาครัฐ ภาคการเกษตร การประมง ภาคการท่องเที่ยว ภาคอุตสาหกรรม รวมถึงภาคครัวเรือน

การพัฒนาเมืองชายฝั่งนั้น สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายภาคส่วน โดยไม่จำเป็นต้องผลักดันจากภาครัฐเท่านั้น การพัฒนาเมือง อาจเป็นรูปแบบ top-down approach คือการบังคับการเจริญเติบโตโดยนโยบายและแผนจากหน่วยงานของรัฐ หรืออาจเป็นรูปแบบ bottom-up approach คือการพัฒนาขึ้นจากภายในชุมชน เป็นผู้ร่วมกำหนดทิศทางนโยบาย เป็นผู้ร่วมกันคิดและผลักดันโครงการ ในการพัฒนาสภาวะแวดล้อมและความเป็นอยู่ในชุมชน โดยมี “การใช้กระบวนการวางผังภูมินิเวศ” เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านสิ่งแวดล้อม สังคม วัฒนธรรม ความปลอดภัย และคุณภาพชีวิต ดังนั้นไม่ว่าจะอยู่ในภาคส่วนใดในสังคมเมืองชายฝั่ง ก็สามารถมีส่วนร่วมตามกำลังและศักยภาพในการผลักดันเมืองชายฝั่งสู่ความยั่งยืนได้

ภาครัฐ กำหนดมาตรฐานและเป้าหมาย ในการดำเนินงานการพัฒนาให้สอดคล้องกับศักยภาพของภูมิภาคซึ่งมีความเป็นเอกลักษณ์ กำหนดมาตรการที่ชี้นำการพัฒนาสู่เป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยใช้การมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในการอำนวยความสะดวกแก่สาธารณะ ในรูปแบบการขนส่งคมนาคม การจัดการขยะ ของเสีย รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานทางภูมิทัศน์ การระบายน้ำ เส้นทางเชื่อมต่อพื้นที่สีเขียวในเมือง เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคการท่องเที่ยวเป็นแหล่งรายได้หลักของพื้นที่จากฐานทรัพยากรความหลากหลายของระบบนิเวศ และทรัพยากรอันอุดมสมบูรณ์ของชายฝั่งอันดามัน และเป็นตัวเร่งอัตราความเร็วของการขยายตัวของเมืองในภูมิภาค การท่องเที่ยวจึงเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งอย่างยั่งยืน โดยใช้กลไกทางเศรษฐกิจขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืนที่คำนึงถึงสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่ควรมีการควบคุมการพัฒนาเมืองท่องเที่ยว ส่งเสริมให้กลุ่มผู้ประกอบการมีการกำหนดมาตรการและกลไกในการรักษาฐานทรัพยากรการท่องเที่ยวร่วมกัน ผลักดันการพัฒนาการบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดขยะ โดยเฉพาะในพื้นที่เปราะบาง และการท่องเที่ยวในชุมชนเมือง เชื่อมโยงการคมนาคมขนส่งจากสนามบินไปยังแหล่งท่องเที่ยวหลักของจังหวัด พร้อมปรับปรุงคุณภาพของระบบการขนส่งมวลชนในพื้นที่

ภาคการเกษตร ที่การปลูกยางพาราและปาล์มน้ำมันเป็นรูปแบบการทำการเกษตรหลักของพื้นที่ เป็นเกษตรเชิงเดี่ยว และเป็นการเกษตรที่พึ่งพาระบบเศรษฐกิจอุตสาหกรรม เมื่อเกิดวิกฤตเศรษฐกิจ ราคาผลผลิตตกต่ำ สินค้าล้นตลาด จึงมีผลต่อโครงสร้างภูมิทัศน์ และคุณภาพชีวิตชุมชนเกษตร ทำให้รูปแบบการใช้พื้นที่จากการทำการเกษตรเปลี่ยนเป็นการใช้ประโยชน์อื่น ๆ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินมีผลกระทบทางลบต่อสิ่งแวดล้อม เกษตรกรควรพิจารณาลดสัดส่วนการปลูกพืชเกษตรอุตสาหกรรม เพิ่มพื้นที่การผลิตพืชอาหาร เพื่อลดความเสี่ยงและตอบสนองความต้องการอาหารของคนเมืองและนักท่องเที่ยวที่เพิ่มมากขึ้น ลักษณะพื้นที่เกษตรที่ติดกับลำน้ำธรรมชาติ ควรมีพื้นที่กันชนความกว้างอย่างน้อย 8 เมตร ปกคลุมด้วยพืชธรรมชาติ พื้นที่เกษตรที่ติดพื้นที่ป่าควรมีพื้นที่กันชนความกว้างอย่างน้อย 7 เมตร ปกคลุมด้วยไม้พุ่มพื้นถิ่น ในพื้นที่ควรส่งเสริมความหลากหลายของพืชพรรณ และปลูกชนิดพืชพื้นถิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคการประมงเพาะเลี้ยง หลีกเลี่ยงการรุกล้ำป่าชายเลนที่มีความอุดมสมบูรณ์ งดการใช้สารเคมีที่เป็นพิษ ส่งเสริมความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ควรเว้นพื้นที่กันชนริมฝั่งลำน้ำ และบำบัดน้ำก่อนปล่อยออกสู่ลำน้ำธรรมชาติ

ภาคเอกชน และภาคครัวเรือนในพื้นที่ ซึ่งเป็นเจ้าของพื้นที่ส่วนใหญ่ของเมือง เป็นอีกส่วนสำคัญในการพัฒนาเมืองชายฝั่งได้ ตั้งแต่การเลือกที่ตั้งและรูปแบบการสร้างที่อยู่อาศัยที่ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย และไม่อยู่ในพื้นที่เปราะบางทางนิเวศ ลดพื้นที่ดาดแข็ง พิจารณาเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพื่อการซึมน้ำและความหลากหลายของพืชในเมืองในพื้นที่ของตัวเอง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างโครงข่ายภูมิทัศน์ในเขตเมือง

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2556). ตารางการแบ่งประเภทชายฝั่งของไทย จากระบบฐานข้อมูลกลางและมาตรฐานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เข้าถึงจาก https://km.dmcr.go.th/th/c_53/d_8831 เข้าถึงเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2561

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2561). แนวทางการจัดทำแผนงาน/โครงการ ป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง. กรุงเทพฯ: กองบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมประมง. (2560). สถิติผลผลิตการเลี้ยงกุ้งทะเล ประจำปี 2558. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง กองนโยบายและยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง เอกสารฉบับที่ 2/2560

กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2550) บทที่ 5 เขตการจัดการพื้นที่แหล่งอนุรักษ์ทะเลอันดามัน พ.ศ. 2554 – 2563 เข้าถึงจาก http://park.dnp.go.th/dnp/media/media_160715_93829.pdf เข้าถึงเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2561

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2553). แผนแม่บทการจัดการพื้นที่แหล่งอนุรักษ์ทะเลอันดามัน เล่ม 3 สรุปย่อสำหรับผู้บริหาร

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2557). แนวเชื่อมต่อระบบนิเวศในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ดอกเบี้ย.

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2560). รายงานวิเคราะห์ภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมจังหวัดกระบี่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม–ธันวาคม 2560. http://www.industry.go.th/krabi/index.php/2017-05-18-07-14-31/2017-05-18-07-15-43/6/285-61-1-61/file

กองบริหารจัดการพื้นที่ชายฝั่ง. (2560). สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่ง ประจำปี 2560 กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการ อปท.กับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ครั้งที่ 6 ณ โรงแรม เจบี หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การยางแห่งประเทศไทย. (2561). พื้นที่ปลูกยางของเกษตรกรที่ขึ้นทะเบียนกับการยางแห่งประเทศไทย. เข้าถึงจาก http://emarket.raot.co.th/rdu/. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

จิระเดช มาจันแดง. (2558). การประยุกต์ใช้ดัชนีชี้วัดภูมิทัศน์สำหรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินพื้นที่ชุ่มน้ำ: เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง, *วารสารวิจัย มสด สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 8 (1), 25-44.

ชาญ ชัยธนาวุฒิ และ เชาวน์ ยงเฉลิมชัย. (2556). รายงานฉบับสมบูรณ์การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลอันดามันในเขตพื้นที่จังหวัดพังงาและภูเก็ตโดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ดนัย ทายตะคุ. (2548). โครงสร้างเชิงปริภูมิของภูมิทัศน์กับการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลอง: การทบทวนเชิงทฤษฎีของกระบวนการเชิงปริมาณทางภูมินิเวศวิทยา. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, 1* (ฉบับงานบริการวิชาการสู่สังคม ภาควิชาภูมิสถาปัตกรรม). 97-124. เข้าถึงจาก http://www.land.arch.chula.ac.th/pdf/landspatial.pdf

ตรีชาติ เลาแก้วหนู. (2560). การกำหนดขอบเขตเมืองเก่าภูเก็ต. *วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, 66*, 55-68.

ปัทม์ วงค์ประดิษฐ์, เกรียงไกร เกิดศิริ และ อรศิริ ปาณินท์. (2558). บริบทแวดล้อมที่ส่งผลต่อการก่อตัวและการพัฒนาของตึกแถวในภูมิทัศน์ย่านประวัติศาสตร์ทับเที่ยง จังหวัดตรัง. *หน้าจั่ว: สถาปัตยกรรม การออกแบบ และสภาพแวดล้อม, 29*, 205-205.

นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์ และ ประทีป ด้วงแค. (2553). นิเวศวิทยาของการออกแบบแนวเชื่อมต่อสำหรับสัตว์ป่า: แนวความคิดในเบื้องต้นสำหรับประเทศไทย. *วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย*, ปีที่ 17, ฉบับที่ 1, 1-25.

พนิต ภู่จินดา และ ยศพล บุญสม. (2559). แนวคิดการพัฒนาเมืองต้นแบบ. *เจ-ดี: วารสารวิชาการการออกแบบสภาพแวดล้อม, 3*(1).

มนตรี ชูวงษ์. (2554). ธรณีสัณฐานวิทยาพื้นฐาน. พระนครศรีอยุธยา: เทียนวัฒนาพริ้นท์ติ้ง.

มานะ ขุนวีช่วย. (2560). ชุมชนมะนัง จังหวัดสตูล จากพื้นที่ประวัติศาสตร์ และมรดกความทรงจำ. *วารสารอินทนิล ทักษิณสาร มหาวิทยาลัยทักษิณ, 12*, 237-260.

เมธิรา ไกรนที. (2552). พัฒนาการของการตั้งถิ่นฐานชุมชนอูรักลาโว้ยในพื้นที่ภูเก็ตจากมุมมองนิเวศวัฒนธรรม. (หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, บัณฑิตวิทยาลัย.

ผังเมืองรวมจังหวัดกระบี่. (2559). กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมจังหวัดกระบี่ พ.ศ.2559 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับกฤษฎีกา เล่มที่ 133 ตอนที่ 98

วงศกร อุดมโภชน์. (2554). พัฒนาการของเรือนพื้นถิ่นไทยพุทธภูเก็ต. เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปากรระดับชาติ ครั้งที่ 1

วิจารณ์ ธานีรัตน์. (2542). การตั้งถิ่นฐาน ระบบการถือครอง และการใช้ทรัพยากรของชุมชนในเขตป่า อำเภอควนกาหลง จังหวัดสตูล. (วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง และปิ่นสักก์ สุรัสวดี. (2555). ความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเล. การประชุมวิชาการวันสากลแห่งความหลากหลายทางชีวภาพ ปี 2555 เข้าถึงจาก http://chm-thai.onep.go.th/chm/Meeting/2012/may22-23/doc/0523B202.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2559

ศูนย์ปฏิบัติการอุทยานแห่งชาติทางทะเล ที่ 3 จังหวัดตรัง. (2558). การศึกษาความหลากชนิดของนกในอทุยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ปี 2558. เข้าถึงจาก http://www.mnpic-trang.com/site2014/index.php/results-and-research/birds?download=26:bird-2558. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 กันยายน 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560) แผนพัฒนาภาคใต้ พ.ศ. 2560-2565 ฉบับทบทวน.

สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). แผนยุทธศาสตร์จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมภาคใต้ พ.ศ.2560-2564. เข้าถึงจาก http://reo16.mnre.go.th/reo16/files/com_download/2016-07/20160704_srarqiou.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2559

สำนักงานสถิติจังหวัดกลุ่มจังหวัดภาคใต้ชายแดน. (2556). รายงานวิเคราะห์สถานการณ์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ชายแดน. เข้าถึงจาก http://osthailand.nic.go.th/ เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2559

สำนักงานสถิติจังหวัดภูเก็ต. (2560). สถิติการท่องเที่ยวและกีฬา. เข้าถึงจาก http://phuket.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=132&Itemid=507. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

สำนักงานสถิติจังหวัดกระบี่. (2560). รายงานสถิติจังหวัด เข้าถึงจาก http://krabi.nso.go.th/ เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

สำนักงานสถิติจังหวัดพังงา. (2560). รายงานสถิติจังหวัด พ.ศ.2560 จังหวัดพังงา เข้าถึงจาก http://phangnga.nso.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=547:2560&catid=102&Itemid=507 เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). เนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร รายจังหวัด ปี พ.ศ. 2560 สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เข้าถึงจาก http://www.oae.go.th/การใช้ที่ดิน/TH-TH/. เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2560

สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน. (2553). แผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน (ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง) พ.ศ.2553-2556 เข้าถึงจาก http://www.osmsouth-w.moi.go.th/main/page/28 เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

สำนักบริหารยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน. (2560). แผนพัฒนากลุ่มจังหวัดภาคใต้ฝั่งอันดามัน พ.ศ.2557-2560 ฉบับทบทวน เข้าถึงจาก http://www.osmsouth-w.moi.go.th/main/page/28 เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

สำนักวิจัย พัฒนา และอุทกวิทยา. (2552) แผนที่มาตรฐานการแบ่งลุ่มน้ำหลัก และลุ่มน้ำสาขาของประเทศไทย. กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สุมาลี สุขดานนท์. (2561). ข้อมูลและสถิติ/ รหัสท่าเทียบเรือ (Berth Number) รายชื่อท่าเรือสินค้าและท่าเรือประมง และท่าเรือโดยสารเพื่อการท่องเที่ยว ในท่าเรือในชายฝั่งอันดามัน เข้าถึงจาก http://www.cuti.chula.ac.th/triresearch/andamun/andamun.html เขถงเมอวันที่ 4 มีนาคม 2561

สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์. (2555). การจัดการชายฝั่ง: การบูรณาการสู่ความยั่งยืน. นครปฐม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

องค์การบริหารส่วนตำบลจังหวัดกระบี่. (2558) ข้อมูลทั่วไปจังหวัดกระบี่ เข้าถึงจาก http://demo-cv.com/demoweb/krabi/content/general เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

อรเอม ตั้งกิจงามวงศ์. (2553). นิเวศวิทยาภูมิทัศน์: การประยุกต์ใช้ในการวางผังภูมิทัศน์เพื่อการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ธรรมชาติ ในประเทศไทย. *หน้าจั่ว: สถาปัตยกรรม การออกแบบและสภาพแวดล้อม, 25*, 263-286.

อริสา จันทรบุญทา และจิรัฐ เจนพึ่งพร. (2561). ความเป็นเมือง (Urbanization) และนัยเชิงนโยบายของไทย. *FOCUSED AND QUICK (FAQ)* (128).

อัมพิกา อำลอย. (2558). ภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับภูมิทัศน์ชุมชนประมงพื้นบ้านปากแม่น้ำกระบี่ อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ (หลักสูตรปริญญาภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

อัมพิกา อำลอย. (2560). การตั้งถิ่นฐานของชุมชนอูรักลาโว้ยในเกาะลันตาใหญ่ จังหวัดกระบี่. Paper presented at the การประชุมวิชาการระดับชาติ “สถาปัตย์กระบวนทัศน์”.

อาคม พรรณนิกร. (2018). เกาะกลาง, กระบี่ วิกฤตน้ำเค็มรุกล้ำพื้นที่นา. เข้าถึงจาก https://www.seub.or.th/ เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มกราคม 2561

อารยา สุขสม. (2560). การกำหนดระยะถอยร่นสำหรับชายฝั่งทะเลตามกฎหมายของต่างประเทศ. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม, 13*, 118-137. doi:10.14456/jem.2560.7

อุดมศักดิ์ เดโชชัย และ สุรินทร์ ทองทศ. (2561). ขบวนองค์กรชุมชนกับการจัดการพื้นที่ทางการเกษตรในภาคใต้ ภายใต้ชุดโครงการการสร้างความมั่นคงด้านอาหารและการจัดการพื้นที่ทางการเกษตรอย่างสมดุลยั่งยืน. *วารสารนาคบุตรปริทรรศน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 10*, 29-39.

เอนก ศรีสุวรรณ. (2558). การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินศักยภาพแหล่งที่อยู่อาศัยของช้างป่าในเขตอุทยานแห่งชาติทับลาน.

Aguilar, A.G., Ward, P.M., & Smith Sr, C.B. (2003). Globalization, regional development, and mega-city expansion in Latin America: Analyzing Mexico City’s peri-urban hinterland. *Cities, 20*(1), 3-21. doi:https://doi.org/10.1016/S0264-2751(02)00092-6

Aguilera, M.A. (2017). Artificial defences in coastal marine ecosystems in Chile: Opportunities for spatial planning to mitigate habitat loss and alteration of the marine community structure. *Ecological Engineering, 120*, 601-610. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.04.021

Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning, 33*(1-3), 131-155.

Ahern, J. (1999). Spatial Concepts, Planning Strategies, and Future Scenarios: A Framework Method for Integrating Landscape Ecology and Landscape Planning. In J. M. K. e. al. (Ed.), *Landscape Ecological Analysis*. New York: Springer-Verlag

Ahern, J. (2012). Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology, 28*(6), 1203-1212. doi:10.1007/s10980-012-9799-z

Ahlhorn, F. (2009). *Long-Term Perspective in Coastal Zone Development*: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Airoldi, L., Ponti, M., & Abbiati, M. (2016). Conservation challenges in human dominated seascapes: The harbour and coast of Ravenna. *Regional Studies in Marine Science, 8*, 308-318. doi:10.1016/j.rsma.2015.11.003

Alberti, M. (2005). The Effects of Urban Patterns on Ecosystem Function. *International Regional Science Review, 28*(2), 168-192. doi:10.1177/0160017605275160

Almeida, D., Rocha, J., Neto, C., & Arsénio, P. (2016). Landscape metrics applied to formerly reclaimed saltmarshes: A tool to evaluate ecosystem services? *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 181*, 100-113. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.020

Amati, M., & Taylor, L. (2553). From Green Belts to Green Infrastructure. *Planning Practice & Research, 25*(2), 143-155. doi:10.1080/02697451003740122

Amyot, J., & Grant, J. (2014). Environmental Function Analysis: A decision support tool for integrated sandy beach planning. *Ocean and Coastal Management, 102*, 317-327. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.10.009

Angel, S., Sheppard, S., Civco, D.L., Buckley, R., Chabaeva, A., Gitlin, L., Perlin, M. (2005). *The dynamics of global urban expansion*: Citeseer.

Armendáriz, L.C., Cortese, B., Rodriguez, M., & Rodrigues Capítulo, A. (2017). Ecosystem services of runoff marshes in urban lowland basins: Proposals for their management and conservation. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*(418). doi:10.1051/kmae/2017022

Armitage, A.R., Ho, C.-K., Madrid, E.N., Bell, M.T., & Quigg, A. (2014). The influence of habitat construction technique on the ecological characteristics of a restored brackish marsh. *Ecological Engineering, 62*, 33-42. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.10.021

As-syakur, A.R., Adnyana, I.W.S., Arthana, I.W., & Nuarsa, I.W. (2012). Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area. *Remote Sensing, 4*(10), 2957-2970. doi:10.3390/rs4102957

Avelar, S., & Tokarczyk, P. (2014). Analysis of land use and land cover change in a coastal area of Rio de Janeiro using high-resolution remotely sensed data. *Journal of Applied Remote Sensing, 8*(1), 083631.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Azevedo, I.C., Duarte, P.M., & Bordalo, A.A. (2008). Understanding spatial and temporal dynamics of key environmental characteristics in a mesotidal Atlantic estuary (Douro, NW Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76*(3), 620-633. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.07.034

Baltsavias, E.P. (2004). Object extraction and revision by image analysis using existing geodata and knowledge: current status and steps towards operational systems. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 58*(3-4), 129-151. doi:10.1016/j.isprsjprs.2003.09.002

Barbedo, J., Miguez, M., van der Horst, D., & Marins, M. (2014). Enhancing ecosystem services for flood mitigation: A conservation strategy for peri-urban landscapes? *Ecology and Society, 19*(2). doi:10.5751/ES-06482-190254

Barbier, E.B. (2006). Mangrove Dependency and the Livelihoods of Coastal Communities in Thailand. In C. T. Hoanh, T. P. Tuong, J. W. Gowing, & B. Hardy (Eds.), *Environment and Livelihoods in Tropical Coastal Zones* (pp. 126-139). London: CAB International.

Barbier, E.B. (2015). Valuing the storm protection service of estuarine and coastal ecosystems. *Ecosystem Services, 11*, 32-38. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.06.010

Battiata, J., Collins, K., Hirschman, D., & Hoffmann, G. (2553). The Runoff Reduction Method. *Journal of Contemporary Water Research & Education*(146), 11-21.

Beach, D. (2002). Coastal Sprawl: The Effects of Urban Design on Aquativ Ecosystems in the United States.

Beatley, T. (2011). *Biophilic Cities: integrating nature into urban design and planning* Washington, DC: Island Press.

Beier, P., Majka, D., Newell, S., & Garding, E. (2008). Best management practices for wildlife corridors. *Northern Arizona University, 1*(3).

Benediktsson, J.A., Pesaresi, M., & Arnason, K. (2003). Classification and feature extraction for remote sensing images from urban areas based on morphological transformations. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41*(9), 1940-1949. doi:10.1109/tgrs.2003.814625

Bernardino, A.F., Netto, S.A., Pagliosa, P.R., Barros, F., Christofoletti, R.A., Rosa Filho, J.S., Lana, P.C. (2015). Predicting ecological changes on benthic estuarine assemblages through decadal climate trends along Brazilian Marine Ecoregions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 166*, 74-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.021

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Berry, A.J., Fahey, S., & Meyers, N. (2014). Sandy beaches as dynamic refugia: Potential barriers to shoreline retreat on the Sunshine Coast, Queensland, Australia. *Ocean and Coastal Management, 102*, 32-39. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.08.006

Bhatta, B. (2553). Causes and Consequences of Urban Growth and Sprawl. In *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data* (pp. 17-36).

Bi, X., Wang, B., & Lu, Q. (2011). Fragmentation effects of oil wells and roads on the Yellow River Delta, North China. *Ocean and Coastal Management, 54*(3), 256-264. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2553.12.005

Billé, R. (2008). *Integrated coastal zone management: four entrenched illusions*. SAPI EN. S. Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society, (1.2).

Bishop, M.J., Mayer-Pinto, M., Airoldi, L., Firth, L.B., Morris, R.L., Loke, L.H.L., Dafforn, K.A. (2017). Effects of ocean sprawl on ecological connectivity: impacts and solutions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 492*, 7-30. doi:10.1016/j.jembe.2017.01.021

Bohnet, I.C., & Pert, P.L. (2553). Patterns, drivers and impacts of urban growth—A study from Cairns, Queensland, Australia from 1952 to 2031. *Landscape and Urban Planning, 97*(4), 239-248. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2553.06.007

Booth, D.B., & Jackson, C.R. (1997). Urbanization of Aquatic Systems: Degradation Thresholds, Stormwater Detection, and the Limits of Mitigation *JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 33*(5), 1077-1090.

Brady, A.F., & Boda, C.S. (2017). How do we know if managed realignment for coastal habitat compensation is successful? Insights from the implementation of the EU Birds and Habitats Directive in England. *Ocean and Coastal Management, 143*, 164-174. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.11.013

Brown, G., & Hausner, V.H. (2017). An empirical analysis of cultural ecosystem values in coastal landscapes. *Ocean and Coastal Management, 142*, 49-60. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.03.019

Bueren, E.V., Bohemen, H.V., & Visscher, L.I.H. (2012). *Sustainable Urban Environments: An Ecosystem Approach*. London: Springer Dordrecht Heidelberg

Burchell, R.W., & Sternlieb, G. (1978). *Planning theory in the 2523's: a search for future directions*: Center for Urban Policy Research, Rutgers University New Brunswick, NJ.

Burger, J., O'Neill, K.M., Handel, S.N., Hensold, B., & Ford, G. (2017). The shore is wider than the beach: Ecological planning solutions to sea level rise for the Jersey

Shore, USA. *Landscape and Urban Planning, 157*, 512-522. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.017

Cai, Y.B., Li, H.M., Ye, X.Y., & Zhang, H. (2016). Analyzing Three-Decadal Patterns of Land Use/Land Cover Change and Regional Ecosystem Services at the Landscape Level: Case Study of Two Coastal Metropolitan Regions, Eastern China. *Sustainability, 8*(8), 21. doi:10.3390/su8080773

Çakir, G., Ün, C., Baskent, E.Z., Köse, S., Sivrikaya, F., & Keleş, S. (2008). Evaluating urbanization, fragmentation and land use/land cover change pattern in Istanbul city, Turkey from 1971 TO 2002. *Land Degradation & Development, 19*(6), 663-675. doi:10.1002/ldr.859

Callahan, T.J., Amatya, D.M., & Stone, P.A. (2017). Coastal forests and groundwater: Using case studies to understand the effects of drivers and stressors for resource management. *Sustainability (Switzerland), 9*(3). doi:10.3390/su9030447

Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., Ghermandi, A., Berlanga-Robles, C.A., & Nunes, P. A. (2014). Effects of land use changes on the ecosystem service values of coastal wetlands. *Environmental Management, 54*(4), 852-864. doi:10.1007/s00267-014-0332-9

Camacho, A., Peinado, R., Santamans, A.C., & Picazo, A. (2012). Functional ecological patterns and the effect of anthropogenic disturbances on a recently restored Mediterranean coastal lagoon. Needs for a sustainable restoration. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 114*, 105-117. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.04.034

Cao, W., Li, R., Chi, X., Chen, N., Chen, J., Zhang, H., & Zhang, F. (2017). Island urbanization and its ecological consequences: A case study in the Zhoushan Island, East China. *Ecological Indicators, 76*, 1-14. doi:10.1016/j.ecolind.2017.01.001

Careddu, G., Costantini, M. L., Calizza, E., Carlino, P., Bentivoglio, F., Orlandi, L., & Rossi, L. (2015). Effects of terrestrial input on macrobenthic food webs of coastal sea are detected by stable isotope analysis in Gaeta Gulf. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 154*, 158-168. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.01.013

Carey, R.O., Migliaccio, K.W., Li, Y., Schaffer, B., Kiker, G.A., & Brown, M. T. (2011). Land use disturbance indicators and water quality variability in the Biscayne Bay Watershed, Florida. *Ecological Indicators, 11*(5), 1093-1104. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2553.12.009

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Carollo, C., Allee, R.J., & Yoskowitz, D.W. (2013). Linking the Coastal and Marine Ecological Classification Standard (CMECS) to ecosystem services: an application to the US Gulf of Mexico. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management, 9*(3), 249-256. doi:10.1080/21513732.2013.811701

Carretero, S., Braga, F., Kruse, E., & Tosi, L. (2014). Temporal analysis of the changes in the sand-dune barrier in the Buenos Aires Province, Argentina, and their relationship with the water resources. *Applied Geography, 54*, 169-181. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.08.004

Carroll, A. (2016). Brownfields as Sites for Urban Farms. In *Sowing Seeds in the City* (pp. 339-349).

Chalermrat Sangmanee, Suppakorn Chinvanno, Jutatip Tanakitmethavut, Suratta Bunsomboonsakul, & Jariya Thitiwate. (2011). *Impact of Climate Change on Hydrological Regime of Khlong Krabi Yai Watershed, Krabi Province, Thailand.* Paper presented at the SWAT-SEA II Conference-Southeast Asia, Vietnam

Chang, L.F., & Huang, S.L. (2015). Assessing urban flooding vulnerability with an emergy approach. *Landscape and Urban Planning, 143*, 11-24. doi:10.1016/j.landurbplan.2015.06.004

Chee, S.Y., Othman, A.G., Sim, Y.K., Mat Adam, A.N., & Firth, L.B. (2017). Land reclamation and artificial islands: Walking the tightrope between development and conservation. *Global Ecology and Conservation, 12*, 80-95. doi:https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.08.005

Chen, B., Yu, W., Liu, W., & Liu, Z. (2012). An assessment on restoration of typical marine ecosystems in china – Achievements and lessons. *Ocean and Coastal Management, 57*, 53-61. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2011.11.007

Chen, W.Y., & Hu, F.Z.Y. (2015). Producing nature for public: Land-based urbanization and provision of public green spaces in China. *Applied Geography, 58*, 32-40. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.007

Chen, X., Mark, B., Patrick, S., Robertson, M., Jon, K., & Wang, Z. (2013). Bibliometrical study method on tidal freshwater marshes loss and research orientation. *Acta Ecologica Sinica, 33*(4), 237-240. doi:https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.05.001

Chuai, X., Huang, X., Lai, L., Wang, W., Peng, J., & Zhao, R. (2013). Land use structure optimization based on carbon storage in several regional terrestrial ecosystems across China. *Environmental Science and Policy, 25*, 50-61. doi:https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.05.005

Cohen, J.E. (2003). Human population: the next half century. *Science, 302*, 1172-1175.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Colantoni, A., Grigoriadis, E., Sateriano, A., Venanzoni, G., & Salvati, L. (2016). Cities as selective land predators? A lesson on urban growth, deregulated planning and sprawl containment. *Science of the Total Environment, 545–546*, 329-339. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.170

Colby, J.D., & Keating, P.L. (2553). Land cover classification using Landsat TM imagery in the tropical highlands: The influence of anisotropic reflectance. *International Journal of Remote Sensing, 19*(8), 1479-1500. doi:10.1080/014311698215306

Costa, L.L., Tavares, D.C., Suciu, M.C., Rangel, D.F., & Zalmon, I.R. (2017). Human-induced changes in the trophic functioning of sandy beaches. *Ecological Indicators, 82*, 304-315. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.016

Craft, C. (2016). 8 - Tidal Marshes. In *Creating and Restoring Wetlands* (pp. 195-232). Boston: Elsevier.

Creel, L. (2003). *Ripple effects: population and coastal regions.* Washington, DC: Population Reference Bureau and Measure Communication.

Cruise Lines International Association Southeast Asia. (2017). Asia Cruise Trends 2017 Edition. Cruise Lines International Association.

Dai, X., Ma, J., Zhang, H., & Xu, W. (2013). Evaluation of ecosystem health for the coastal wetlands at the Yangtze Estuary, Shanghai. *Wetlands Ecology and Management, 21*(6), 433-445. doi:10.1007/s11273-013-9316-4

Davivongs, V., Yokohari, M., & Hara, Y. (2012). Neglected Canals: Deterioration of Indigenous Irrigation System by Urbanization in the West Peri-Urban Area of Bangkok Metropolitan Region. *Water, 4*(1), 12-27. doi:10.3390/w4010012

de Almeida, L.T., Olímpio, J.L. S., Pantalena, A.F., de Almeida, B.S., & de Oliveira Soares, M. (2016). Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. *Ocean & Coastal Management, 125*, 29-37. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.03.008

de Andrés, M., Barragán, J.M., & García Sanabria, J. (2017). Relationships between coastal urbanization and ecosystems in Spain. *Cities, 68*, 8-17. doi:10.1016/j.cities.2017.05.004

Deegan, L.A., Johnson, D.S., Warren, R.S., Peterson, B.J., Fleeger, J.W., Fagherazzi, S., & Wollheim, W.M. (2012). Coastal eutrophication as a driver of salt marsh loss. *Nature, 490*(7420), 388-392. doi:10.1038/nature11533

Dennison, W.C. (2008). Environmental problem solving in coastal ecosystems: A paradigm shift to sustainability. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 77*(2), 185-196. doi:10.1016/j.ecss.2007.09.031

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Din, N., Ngo-Massou, V.M., Essomè-Koum, G.L., Ndema-Nsombo, E., Kottè-Mapoko, E., & Nyamsi-Moussian, L. (2017). Impact of Urbanization on the Evolution of Mangrove Ecosystems in the Wouri River Estuary (Douala Cameroon). In *Coastal Wetlands: Alteration and Remediation* (pp. 81-131).

Diop, S., & Scheren, P.A. (2016). Sustainable oceans and coasts: Lessons learnt from Eastern and Western Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 183*, 327-339. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.03.032

Dipson, P.T., Chithra, S.V., Amarnath, A., Smitha, S.V., Harindranathan Nair, M.V., & Shahin, A. (2015). Spatial changes of estuary in Ernakulam district, Southern India for last seven decades, using multi-temporal satellite data. *Journal of Environmental Management, 148*, 134-142. doi:https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.021

Douglass, M. (2543). Mega-urban Regions and World City Formation: Globalisation, the Economic Crisis and Urban Policy Issues in Pacific Asia. *Urban Studies, 37*, 2315–2335. doi:10.1080/00420980025432823

Doygun, H. (2009). Effects of urban sprawl on agricultural land: a case study of Kahramanmaras, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment, 158*(1-4), 471-478. doi:10.1007/s10661-008-0597-7

Dramstad, W., Olson, J.D., & Forman, R.T. (1996). *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*: Island press.

Drius, M., Malavasi, M., Acosta, A.T.R., Ricotta, C., & Carranza, M.L. (2013). Boundary-based analysis for the assessment of coastal dune landscape integrity over time. *Applied Geography, 45*, 41-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.08.003

Du, Z., Li, W., Zhou, D., Tian, L., Ling, F., Wang, H., Yuanmiao, G., & Sun, B. (2014). Analysis of Landsat-8 OLI imagery for land surface water mapping. *Remote Sensing Letters, 5*(7), 672-681. doi:10.1080/2150704x.2014.960606

Duan, H., Zhang, H., Huang, Q., Zhang, Y., Hu, M., Niu, Y., & Zhu, J. (2016). Characterization and environmental impact analysis of sea land reclamation activities in China. *Ocean and Coastal Management, 130*, 128-137. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.06.006

Duan, S.W., Kaushal, S.S., Groffman, P.M., Band, L.E., & Belt, K.T. (2012). Phosphorus export across an urban to rural gradient in the Chesapeake Bay watershed. *Journal of Geophysical Research-Biogeosciences, 117*, 12. doi:10.1029/2011jg001782

Dupras, J., Parcerisas, L., & Brenner, J. (2016). Using ecosystem services valuation to measure the economic impacts of land-use changes on the Spanish Mediterranean coast (El Maresme, 1850–2553). *Regional Environmental Change, 16*(4), 1075-1088. doi:10.1007/s10113-015-0847-5

Ellis, E.C., & Ramankutty, N. (2008). Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment, 6*(8), 439-447. doi:10.1890/070062

Elmore, A.J., & Kaushal, S.S. (2008). Disappearing headwaters: Patterns of stream burial due to urbanization. *Frontiers in Ecology and the Environment, 6*(6), 308-312. doi:10.1890/070101

Enwright, N.M., Griffith, K.T., & Osland, M.J. (2016). Barriers to and opportunities for landward migration of coastal wetlands with sea-level rise. *Frontiers in Ecology and the Environment, 14*(6), 307-316. doi:10.1002/fee.1282

Epanchin-Niell, R., Kousky, C., Thompson, A., & Walls, M. (2017). Threatened protection: Sea level rise and coastal protected lands of the eastern United States. *Ocean and Coastal Management, 137*, 118-130. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.12.014

Er, K.B.H., Innes, J.L., Martin, K., & Klinkenberg, B. (2005). Forest loss with urbanization predicts bird extirpations in Vancouver. *Biological Conservation, 126*(3), 410-419. doi:10.1016/j.biocon.2005.06.023

Ernoul, L., Sandoz, A., & Fellague, A. (2012). The evolution of two great Mediterranean Deltas: Remote sensing to visualize the evolution of habitats and land use in the Gediz and Rhone Deltas. *Ocean and Coastal Management, 69*, 111-117. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.07.026

Esbah, H., Deniz, B., Kara, B., & Kesgin, B. (2553). Analyzing landscape changes in the Bafa Lake Nature Park of Turkey using remote sensing and landscape structure metrics. *Environmental Monitoring and Assessment, 165*(1-4), 617-632.

Estes, M.G., Al-Hamdan, M.Z., Ellis, J.T., Judd, C., Woodruff, D., Thom, R. M., Quattrochi, D., Watson, B., Rodriguez, H., Johnson III, H. and Herder, T., & Herder, T. (2015). A modeling system to assess land cover land use change effects on SAV habitat in the Mobile Bay Estuary. *Journal of the American Water Resources Association, 51*(2), 513-536. doi:10.1111/jawr.12263

Fabos, J.G. (1985). Land-use planning: from global to local challenge.

Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34*(1), 487-515. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F.G., Crist, T.O., Fuller, R.J., Sirami, C., Siriwardena, G.M., &. Martin, J.L. (2011). Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecol Lett, 14*(2), 101-112. doi:10.1111/j.1461-0248.2553.01559.x

Falco, E. (2017). Protection of coastal areas in Italy: Where do national landscape and urban planning legislation fail? *Land Use Policy, 66*, 80-89. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.04.038

Fan, X., Dai, X., Yang, G., Jia, Z., Liu, L., & Sun, N. (2017). Detecting artificialization process and corresponding state changes of estuarine ecosystems based on naturalness assessment. *Ocean and Coastal Management, 146*, 178-186. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.07.007

Fanelli, R., Prestegaard, K., & Palmer, M. (2017). Evaluation of infiltration-based stormwater management to restore hydrological processes in urban headwater streams. *Hydrological Processes, 31*(19), 3306-3319. doi:10.1002/hyp.11266

Fang, X., Hou, X., Li, X., Hou, W., Nakaoka, M., & Yu, X. (2018). Ecological connectivity between land and sea: a review. *Ecological Research, 33*(1), 51-61. doi:10.1007/s11284-017-1549-x

Fang, Y., Ceola, S., Paik, K., McGrath, G., Rao, P. S. C., Montanari, A., & Jawitz, J. W. (2018). Globally Universal Fractal Pattern of Human Settlements in River Networks. *Earths Future, 6*(8), 1134-1145. doi:10.1029/2017ef000746

FAO. (1998). Integrated coastal area management and agriculture, forestry and fisheries. Retrieved from http://www.fao.org/docrep/w8440e/W8440e00.htm Retrieved 15/06/2019

FAO. (2016). *Guidelines on urban and peri-urban forestry*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Federal Interagency Stream Resoration Working Group. (1998). Stream corridor restoration: Principles, processes, and practices.

Felix, G., Marenzi, R.C., Polette, M., & Netto, S.A. (2016). Landscape Visual Quality and Meiofauna Biodiversity on Sandy Beaches. *Environmental Management, 58*(4), 682-693. doi:10.1007/s00267-016-0735-x

Fernando, H.J.S., Samarawickrama, S.P., Balasubramanian, S., Hettiarachchi, S.S.L., & Voropayev, S. (2008). Effects of porous barriers such as coral reefs on coastal wave propagation. *Journal of Hydro-environment Research, 1*(3), 187-194. doi:https://doi.org/10.1016/j.jher.2007.12.003

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Feyisa, G.L., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S.R. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment, 140*, 23-35. doi:10.1016/j.rse.2013.08.029

Fischer, R.A., & Fischenich, J.C. (2543). *Design recommendations for riparian corridors and vegetated buffer strips*. Retrieved from

Flores-Cárdenas, F., Millán-Aguilar, O., Díaz-Lara, L., Rodríguez-Arredondo, L., Hurtado-Oliva, M.Á., & Manzano-Sarabia, M. (2018). Trends in the Normalized Difference Vegetation Index for Mangrove Areas in Northwestern Mexico. *Journal of Coastal Research, 344*, 877-882. doi:10.2112/jcoastres-d-17-00022.1

Forman, R.T.T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. New York: Cambridge University Press.

Forman, R.T.T. (2008). *Urban Regions*. New York: Cambridge University Press.

Forman, R.T.T., & Godron, M. (1984). *Landscape ecology principles and landscape function.* Paper presented at the Methodology in landscape ecological research and planning: proceedings, 1st seminar, International Association of Landscape Ecology, Roskilde, Denmark, Oct 15-19, 1984/eds. J. Brandt, P. Agger.

Forman, R.T.T., & Gordon, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley.

Friess, D.A., Richards, D.R., & Phang, V.X.H. (2016). Mangrove forests store high densities of carbon across the tropical urban landscape of Singapore. *Urban Ecosystems, 19*(2), 795-810. doi:10.1007/s11252-015-0511-3

Frondoni, R., Mollo, B., & Capotorti, G. (2011). A landscape analysis of land cover change in the Municipality of Rome (Italy): Spatio-temporal characteristics and ecological implications of land cover transitions from 1954 to 2001. *Landscape and Urban Planning, 100*(1–2), 117-128. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2553.12.002

Fuentes, A., & Baynes-Rock, M. (2017). Anthropogenic Landscapes, Human Action and the Process of Co-Construction with other Species: Making Anthromes in the Anthropocene. *Land, 6*(1). doi:10.3390/land6010015

Fusi, M., Beone, G. M., Suciu, N. A., Sacchi, A., Trevisan, M., Capri, E., Daffonchio, D., Din, N., Dahdouh-Guebas, F. & Cannicci, S. (2016). Ecological status and sources of anthropogenic contaminants in mangroves of the Wouri River Estuary (Cameroon). *Marine Pollution Bulletin, 109*(2), 723-733. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.06.104

García, M. L., & Caselles, V. (1991). Mapping burns and natural reforestation using Thematic Mapper data. *Geocarto International*, 6(1), 31-37.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Garonna, I., Fazey, I., Brown, M.E., & Pettorelli, N. (2009). Rapid primary productivity changes in one of the last coastal rainforests: the case of Kahua, Solomon Islands. *Environmental Conservation, 36*(3), 253-260. doi:10.1017/s0376892909990208

Ghosh, A., Munshi, M., Areendran, G., & Joshi, P.K. (2012). Pattern space analysis of landscape metrics for detecting changes in forests of Himalayan foothills. *Asian Journal of Geoinformatics, 12*(1).

Gitelson, A.A., Verma, S.B., Vina, A., Rundquist, D.C., Keydan, G., Leavitt, B., Arkebauer, T.J., Burba, G.G. and Suyker, A.E (2003). Novel technique for remote estimation of CO2 flux in maize. *Geophysical Research Letters*, 30(9).

Gonçalves, S.C., & Marques, J.C. (2017). Assessement and management of environmental quality conditions in marine sandy beaches for its sustainable use—Virtues of the population based approach. *Ecological Indicators, 74*, 140-146. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.024

Gong, C., Yu, S., Joesting, H., & Chen, J. (2013). Determining socioeconomic drivers of urban forest fragmentation with historical remote sensing images. *Landscape and Urban Planning, 117*, 57-65. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.009

Gonzalez-Abraham, C.E., Radeloff, V.C., Hammer, R.B., Hawbaker, T.J., Stewart, S.I., & Clayton, M. K. (2007). Building patterns and landscape fragmentation in northern Wisconsin, USA. *Landscape Ecology, 22*, 217–230.

González, S.A., & Holtmann-Ahumada, G. (2017). Quality of tourist beaches of northern Chile: A first approach for ecosystem-based management. *Ocean and Coastal Management, 137*, 154-164. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.12.022

Groot, A.V., Janssen, G.M., Isermann, M., Stock, M., Glahn, M., Arens, B., Elschot, K., Hellwig, U., Petersen, J., Esselink, P., Duin, W.V., Körber, P., Jensen, K., & Hecker, N. (2017). *Beaches and dunes*. Retrieved from Wilhelmshaven, Germany: https://qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/beaches-and-dunes

Gueguen, L., Soille, P., & Pesaresi, M. (2012). *A new built-up presence index based on density of corners*. Paper presented at the 2012 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium

Guneroglu, A. (2015). Coastal changes and land use alteration on Northeastern part of Turkey. *Ocean and Coastal Management, 118, Part B*, 225-233. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.019

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Guneroglu, N., Acar, C., Dihkan, M., Karsli, F., & Guneroglu, A. (2013). Green corridors and fragmentation in South Eastern Black Sea coastal landscape. *Ocean and Coastal Management, 83*, 67-74. doi:10.1016/j.ocecoaman.2013.02.025

Haas, J., & Ban, Y. (2014). Urban growth and environmental impacts in Jing-Jin-Ji, the Yangtze, River Delta and the Pearl River Delta. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 30*, 42-55. doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.12.012

Haas, J., Furberg, D., & Ban, Y. (2015). Satellite monitoring of urbanization and environmental impacts—A comparison of Stockholm and Shanghai. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 38*, 138-149. doi:https://doi.org/10.1016/j.jag.2014.12.008

Haase, D., Larondelle, N., Andersson, E., Artmann, M., Borgstrom, S., Breuste, J., Gomez-Baggethun, E., Gren, Å., Hamstead, Z., Hansen, R., Kabisch, N., & Elmqvist, T. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. *Ambio, 43*(4), 413-433. doi:10.1007/s13280-014-0504-0

Habibi, A., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Delphi technique theoretical framework in qualitative research. *The International Journal of Engineering and Science, 3*, 8-13.

Haines-Young, R., & Potschin, M. (2553). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis, 1*, 110-139.

Halpern, B.S., & Fujita, R. (2013). Assumptions, challenges, and future directions in cumulative impact analysis. *Ecosphere, 4*(10). doi:10.1890/es13-00181.1

Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F., & Kappel, C.V. (2007). Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conserv Biol, 21*(5), 1301-1315. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00752.x

Hamlington, B. D., Fasullo, J. T., Nerem, R. S., Kim, K. Y., & Landerer, F. W. (2019). Uncovering the Pattern of Forced Sea Level Rise in the Satellite Altimeter Record. Geophysical Research Letters.

Hari, B., Srinivasan, P., & Viratha, H. (2014). Morphometric Factors Influencing Settlements in the Lesser Himalayas: A Case Study of the Dhundsir Gad, a Tributary of the Alaknanda River. *Journal of Human Ecology, 46*, 165-176.

Harrison, M.D., Groffman, P.M., Mayer, P.M., Kaushal, S.S., & Newcomer, T.A. (2011). Denitrification in alluvial wetlands in an urban landscape. *Journal of Environmental Quality, 40*(2), 634-646. doi:10.2134/jeq2553.0335

Hartshorne, R. (1933). Geographic and Political Boundaries in Upper Silesia. *Annals of the Association of American Geographers, 23*(4), 195-228. doi:10.1080/00045603309357073

Haslett, S. (2008). *Coastal systems*: Routledge.

Hauser, L.T., Nguyen V.G., Nguyen, B.A., Dade, E., Nguyen, H.M., Nguyen, T.T.Q., Le, T.Q., Vu, L.H., Tong, A.T.H. & Pham, H.V. (2017). Uncovering the spatio-temporal dynamics of land cover change and fragmentation of mangroves in the Ca Mau peninsula, Vietnam using multi-temporal SPOT satellite imagery (2004–2013). *Applied Geography, 86*, 197-207. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.019

Heatherington, C., & Bishop, M.J. (2012). Spatial variation in the structure of mangrove forests with respect to seawalls. *Marine and Freshwater Research, 63*(10), 926-933. doi:10.1071/MF12119

Heery, E.C., Bishop, M.J., Critchley, L.P., Bugnot, A.B., Airoldi, L., Mayer-Pinto, M., Sheehan, E.V., Coleman, R.A., Loke, L.H., Johnston, E.L. & Komyakova, V. (2017). Identifying the consequences of ocean sprawl for sedimentary habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 492*, 31-48. doi:https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.01.020

Hepcan, C.C. (2013). Quantifying landscape pattern and connectivity in a Mediterranean coastal settlement: the case of the Urla district, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment, 185*(1), 143-155. doi:10.1007/s10661-012-2539-7

Hernández-Cordero, A.I., Hernández-Calvento, L., & Espino, E.P.C. (2017). Vegetation changes as an indicator of impact from tourist development in an arid transgressive coastal dune field. *Land Use Policy, 64*, 479-491. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.03.026

Hidle, K., Farsund, A.A., & Lysgård, H.K. (2009). Urban-Rural Flows and the Meaning of Borders: Functional and Symbolic Integration in Norwegian City-Regions. *European Urban and Regional Studies, 16*(4), 409-421.

Hill, K. (2015). Coastal infrastructure: A typology for the next century of adaptation to sea-level rise. *Frontiers in Ecology and the Environment, 13*(9), 468-476. doi:10.1890/150088

Hong, S.K., Koh, C.H., Harris, R.R., Kim, J.E., Lee, J.S., & Ihm, B.S. (2553). Land use in Korean tidal wetlands: Impacts and management strategies. *Environmental Management, 45*(5), 1014-1026. doi:10.1007/s00267-006-0164-3

Hooke, R.L., & Martín-Duque, J.F. (2012). Land transformation by humans: A review. *GSA Today, 12*(12), 4-10. doi:10.1130/gsat151a.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Hoppus, M. L., Riemann, R. I., Lister, A. J., & Finco, M. V. (2002). The effectiveness of texture analysis for mapping forest land using the panchromatic bands of Landsat 7, SPOT, and IRS imagery. In In: Greer, Jerry Dean, ed. Rapid delivery of remote sensing products, Proceedings of the ninth forest service remote sensing applications conference; San Diego, CA; April 8-12, 2002: The American Society for Photogrammetry and Remote Sensing..

Hossain, M.Z., Tripathi, N.K., & Gallardo, W.G. (2009). Land Use Dynamics in a Marine Protected Area System in Lower Andaman Coast of Thailand, 2533–2005. *Journal of coastal research, 255*, 1082-1095. doi:10.2112/08-1058.1

Howarth, R.W. (2008). Coastal nitrogen pollution: A review of sources and trends globally and regionally. *Harmful Algae, 8*(1), 14-20. doi:10.1016/j.hal.2008.08.015

Huang, S.L., Lee, Y.C., Budd, W.W., & Yang, M.C. (2012). Analysis of changes in farm pond network connectivity in the peri-urban landscape of the Taoyuan area, Taiwan. *Environmental Management, 49*(4), 915-928. doi:10.1007/s00267-012-9824-7

Huete, A.R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment, 25*(3), 295-309.

Huijbers, C.M., Schlacher, T.A., Schoeman, D.S., Weston, M.A., & Connolly, R.M. (2013). Urbanisation alters processing of marine carrion on sandy beaches. *Landscape and Urban Planning, 119*, 1-8. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.06.004

Hung, K.L.J., Ascher, J.S., & Holway, D.A. (2017). Urbanization-induced habitat fragmentation erodes multiple components of temporal diversity in a Southern California native bee assemblage. *PLoS ONE, 12*(8). doi:10.1371/journal.pone.0184136

Ichimura, M. (2003). Urbanization, Urban Environment and Land Use: Challenges and Opportunities.

Ietto, F., Salvo, F., & Cantasano, N. (2014). The quality of life conditioning with reference to the local environmental management: A pattern in Bivona country (Calabria, Southern Italy). *Ocean and Coastal Management, 102, Part A*, 340-349. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.10.014

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC.

James A. Rodgers, J., & Smith, H.T. (1995). Set-Back Distances to Protect Nesting Bird Colonies from Human Disturbance in Florida. *Conservation Biology, 9* 89-99.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

James, K.L., Randall, N.P., & Haddaway, N.R. (2016). A methodology for systematic mapping in environmental sciences. *Environmental Evidence, 5*(1). doi:10.1186/s13750-016-0059-6

Janekarnkij, P. (2010). Assessing the Value of Krabi River Estuary Ramsar Site Conservation and Development. ARE Working Paper No. 2553/4. http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/6262443.pdf

Jeevalakshmi, D., Narayana, R.S., & Manikiam, B. (2016). *Land Cover Classification based on NDVI using LANDSAT8 Time Series: A Case Study Tirupati Region.* Paper presented at the International Conference on Communication and Signal Processing, India.

Jensen, J.R. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*: Prentice Hall Press.

Jia, K., Wei, X., Gu, X., Yao, Y., Xie, X., & Li, B. (2014). Land cover classification using Landsat 8 Operational Land Imager data in Beijing, China. *Geocarto International, 29*(8), 941-951. doi:10.1080/10106049.2014.894586

Johnson, M., & Bayley, A. (2016). *Coastal Change, Ocean Conservation and Resilient Communities*. Switzerland: Springer.

Kamthonkiat, D., Rodfai, C., Saiwanrungkul, A., Koshimura, S., & Matsuoka, M. (2011). Geoinformatics in mangrove monitoring: damage and recovery after the 2004 Indian Ocean tsunami in Phang Nga, Thailand. *Natural Hazards and Earth System Sciences, 11*(7), 1851-1862. doi:10.5194/nhess-11-1851-2011

Karbassi, A.R., & Valavi, S. (2553). Assessment of heavy metal pollution in Bamdedj marsh sediment (Khuzestan province) by Muller's geochemical index. *Journal of Environmental Studies, 36*(54), 1-10. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78349257787&partnerID=40&md5=ed5b5ab93b1b9b17ab657b2702b90f2c

Karstens, S., Buczko, U., Jurasinski, G., Peticzka, R., & Glatzel, S. (2016). Impact of adjacent land use on coastal wetland sediments. *Science of The Total Environment, 550*, 337-348. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.079

Kato, S., & Ahern, J. (2009). Multifunctional Landscapes as a Basis for Sustainable Landscape Development. *LRJ, 72*(5), 799-804.

Khamis, Z.A., Kalliola, R., & Käyhkö, N. (2017). Geographical characterization of the Zanzibar coastal zone and its management perspectives. *Ocean and Coastal Management, 149*, 116-134. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.10.003

Kizos, T., Tsilimigkas, G., & Karampela, S. (2017). What Drives Built-Up Area Expansion on Islands? Using Soil Sealing Indicators to Estimate Built-Up Area Patterns on Aegean Islands, Greece. Tijdschrift voor economische en sociale geografie, 108(6), 836-853.

Kjerfve, B., & Magill, K.E. (1989). Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. *Marine Geology, 88*, 187-199.

Kondolf, M., Podolak, K., & Gaffney, A. (2553). From high rise to coast: Revitalizing riveira da barcarena. *Contribution - University of California, Water Resources Center*(210), 1-77. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78449273960&partnerID=40&md5=f23de3cc65e23e417cf03bad29c19b1b

Kongsang, S., Vongphet, J., & Chompuchan, C. (2019). Extraction of Land Surface Water from Landsat-8 OLI imagery using Normalized Different Water Index (NDWI). *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand, 20*.

Kozlovsky, R., & Grobman, Y.J. (2017). The blue garden: coastal infrastructure as ecologically enhanced wave-scapes. *Landscape Research, 42*(5), 439-454. doi:10.1080/01426397.2016.1260702

Laurance, S.G.W., Baider, C., Vincent Florens, F.B., Ramrekha, S., Sevathian, J.C., & Hammond, D.S. (2012). Drivers of wetland disturbance and biodiversity impacts on a tropical oceanic island. *Biological Conservation, 149*(1), 136-142. doi:https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.015

Lazarus, E. (2017). Toward a Global Classification of Coastal Anthromes. *Land, 6*(1). doi:10.3390/land6010013

Lee, S.Y. (2016). From blue to black: Anthropogenic forcing of carbon and nitrogen influx to mangrove-lined estuaries in the South China Sea. *Marine Pollution Bulletin, 109*(2), 682-690. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.01.008

Lee, S.Y., Dunn, R.J.K., Young, R.A., Connolly, R.M., Dale, P.E.R., Dehayr, R., Lemckert, C.J., McKinnon, S., Powell, B., Teasdale, P.R., & Welsh, D.T., (2006). Impact of urbanization on coastal wetland structure and function. *Austral Ecology, 31*(2), 149-163. doi:10.1111/j.1442-9993.2006.01581.x

Lee, S.Y., Primavera, J.H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J.O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C., & Mendelssohn, I., (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography, 23*(7), 726-743. doi:10.1111/geb.12155

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Lee, Y.C., Ahern, J., & Yeh, C.T. (2015). Ecosystem services in peri-urban landscapes: The effects of agricultural landscape change on ecosystem services in Taiwan's western coastal plain. *Landscape and Urban Planning, 139*, 137-148. doi:10.1016/j.landurbplan.2015.02.023

Leigh, C., Burford, M., Connolly, R., Olley, J., Saeck, E., Sheldon, F., Smart, J., & Bunn, S., (2013). Science to support management of receiving waters in an event-driven ecosystem: From land to river to sea. *Water (Switzerland), 5*(2), 780-797. doi:10.3390/w5020780

Leight, A.K., Slacum, W.H., Wirth, E.F., & Fulton, M.H. (2011). An assessment of benthic condition in several small watersheds of the Chesapeake Bay, USA. *Environmental Monitoring and Assessment, 176*(1-4), 483-500. doi:10.1007/s10661-010-1599-9

Leitao, A.B., & Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning, 59*, 65-93.

Li, Y., Feng, Y., Guo, X., & Peng, F. (2017). Changes in coastal city ecosystem service values based on land use—A case study of Yingkou, China. *Land Use Policy, 65*, 287-293. doi:10.1016/j.landusepol.2017.04.021

Li, Y., Shi, Y., Zhu, X., Cao, H., & Yu, T. (2014). Coastal wetland loss and environmental change due to rapid urban expansion in Lianyungang, Jiangsu, China. *Regional Environmental Change, 14*(3), 1175-1188. doi:10.1007/s10113-013-0552-1

Li, Y., Zhu, X., Sun, X., & Wang, F. (2553). Landscape effects of environmental impact on bay-area wetlands under rapid urban expansion and development policy: A case study of Lianyungang, China. *Landscape and Urban Planning, 94*, 218–227. doi:10.1016/j.landurbplan.2009.10.006

Lill, A.W.T., Schallenberg, M., Lal, A., Savage, C., & Closs, G.P. (2013). Isolation and connectivity: Relationships between periodic connection to the ocean and environmental variables in intermittently closed estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 128*, 76-83. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.011

Lin, T., Xue, X., Shi, L., & Gao, L. (2013). Urban spatial expansion and its impacts on island ecosystem services and landscape pattern: A case study of the island city of Xiamen, Southeast China. *Ocean and Coastal Management, 81*, 90-96. doi:10.1016/j.ocecoaman.2012.06.014

Lindenmayer, D.B., Franklin, J.F., & Fischer, J. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation, 131*(3), 433-445. doi:10.1016/j.biocon.2006.02.019

Lins-de-Barros, F.M. (2017). Integrated coastal vulnerability assessment: A methodology for coastal cities management integrating socioeconomic, physical and environmental dimensions - Case study of Região dos Lagos, Rio de Janeiro, Brazil. *Ocean and Coastal Management, 149*, 1-11. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.09.007

Longley, P.A., Barnsley, M.J., & Donnay, J.P. (2543). Remote sensing and urban analysis: a research agenda. *Remote Sensing and Urban Analysis: GISDATA 9*, 245.

Lucrezi, S., Schlacher, T.A., & Walker, S. (2009). Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: A test of ghost crabs (Ocypode spp.) as biological indicators on an urban beach. *Environmental Monitoring and Assessment, 152*(1-4), 413-424. doi:10.1007/s10661-008-0326-2

Lugo, A.E., & Snedaker, S.C. (1974). The ecology of mangroves. *Annu Rev Ecol Syst, 5*, 39–64.

Luisa-Martínez, M., Mendoza-González, G., Silva-Casarín, R., & Mendoza-Baldwin, E. (2014). Land use changes and sea level rise may induce a “coastal squeeze” on the coasts of Veracruz, Mexico. *Global Environmental Change, 29*, 180-188. doi:https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.09.009

MacDonnell, C.P., Zhang, L., Griffiths, L., & Mitsch, W.J. (2017). Nutrient concentrations in tidal creeks as indicators of the water quality role of mangrove wetlands in Southwest Florida. *Ecological Indicators, 80*, 316-326. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.043

Mah, D.Y.S., & Bustami, R.A. (2011). Conserving the land: the resilience of riparian wetlands and river channels by a fuzzy inference system. *Sustainability Science, 7*(2), 267-272. doi:10.1007/s11625-011-0146-0

Mahood, Q., Van Eerd, D., & Irvin, E. (2014). Searching for grey literature for systematic reviews: challenges and benefits. *Research synthesis methods*, 5(3), 221-234.

Malavasi, M., Santoro, R., Cutini, M., Acosta, A.T.R., & Carranza, M.L. (2013). What has happened to coastal dunes in the last half century? A multitemporal coastal landscape analysis in Central Italy. *Landscape and Urban Planning, 119*, 54-63. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.06.012

Marzluff, J.M., Endlicher, W., Alberti, M., Bradley, G., Ryan, C., & Simon, U. (2008). *Urban Ecology*. New York: Springer.

Marzluff, Z.A., & Marzluff, J.M. (2016). Improving the Suitability of Urban Farms for Wildlife. In *Sowing Seeds in the City* (pp. 235-242).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Mayer-Pinto, M., Cole, V.J., Johnston, E.L., Bugnot, A., Hurst, H., Airoldi, L., Glasby, T.M. & Dafforn, K.A., (2018). Functional and structural responses to marine urbanisation. *Environmental Research Letters, 13*(1). doi:10.1088/1748-9326/aa98a5

McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features*. International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432.

McGranahan, G., Balk, D., & Anderson, B. (2007). The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and urbanization, 19*(1), 17-37.

McHarg, I. (1971). *Design With Nature*. New York: Published for the American Museum of Natural History.

McHarg, I (1996). A quest for life: an autobiography. Wiley, New York

McLachlan, A. (1991). Ecology of coastal dune fauna. *Arid Environment, 21*, 229–243.

Mega, V. P. (2016). *Conscious Coastal Cities*. New York: Springer Cham Heidelberg

Mendoza-González, G., Martínez, M.L., Lithgow, D., Pérez-Maqueo, O., & Simonin, P. (2012). Land use change and its effects on the value of ecosystem services along the coast of the Gulf of Mexico. *Ecological Economics, 82*, 23-32. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.018

Mercader, M., Mercière, A., Saragoni, G., Cheminée, A., Crec'hriou, R., Pastor, J., Rider, M., Dubas, R., Lecaillon, G., Boissery, P. & Lenfant, P., (2017). Small artificial habitats to enhance the nursery function for juvenile fish in a large commercial port of the Mediterranean. *Ecological Engineering, 105*, 78-86. doi:10.1016/j.ecoleng.2017.03.022

Millennium Ecosystem Assessment. (2003). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. *World Resources Institute, WashingTon (DC)*.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystem and human well-being a framework for assessment*. Washington DC: Island Press.

Mitsch, W.J., & Jørgensen, S.E. (1989). Ecological engineering: an introduction to ecotechnology.

Molnar, M., Clarke-Murray, C., Whitworth, J., & Tam, J. (2009). *Marine and Coastal Ecosystem Services: A report on ecosystem servides in the Pacific North Coast Integrated Management Area (Pncima) on the British Columbia coast*. Retrieved from

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Monprapussorn, S. (2017). Impact of climate and land use change on ecosystem services: A case study of Samutsakorn province, Thailand. *Ecological Informatics*. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2017.08.007

Mortberg, U.M., Balfors, B., & Knol, W.C. (2007). Landscape ecological assessment: a tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning. *J Environ Manage, 82*(4), 457-470. doi:10.1016/j.jenvman.2006.01.005

Munoz, S.E., Giosan, L., Therrell, M.D., Remo, J.W., Shen, Z., Sullivan, R.M., Wiman, C., O'Donnell, M. & Donnelly, J.P., (2018). Climatic control of Mississippi River flood hazard amplified by river engineering. Nature, 556(7699), 95.

Muñoz-Vallés, S., & Cambrollé, J. (2014). Successes and failures in the management of coastal dunes of SW Spain: Status analysis nine years after management decisions. *Ecological Engineering, 71*, 415-425. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.07.042

Murray, N.J., Clemens, R.S., Phinn, S.R., Possingham, H.P., & Fuller, R.A. (2014). Tracking the rapid loss of tidal wetlands in the Yellow Sea. *Frontiers in Ecology and the Environment, 12*(5), 267-272. doi:10.1890/130260

Nagelkerken, I. (2009). *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems*. London: Springer Dordrecht Heidelberg.

Naish, M., & Warn, S. (2001). Changing environments In A. Strahler & A. Strahler (Eds.), *Introducing physical geography (third edition)*. Edinburgh John Wiley & Sons, Inc.

Ndubisi, F.O. (2014). *The Ecological Design and Planning Reader* Washington DC: Island Press.

Neel, M.C., McGarigal, K., & Cushman, S.A. (2004). Behavior of class-level landscape metrics across gradients of class aggregation and area *Landscape Ecology, 19*, 435-455.

Neumann, B., Vafeidis, A.T., Zimmermann, J., & Nicholls, RJ. (2015). Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding--a global assessment. *PLoS ONE, 10*(3), e0118571. doi:10.1371/journal.pone.0118571

Nijhuis, S., & Jauslin, D. (2015). Urban landscape infrastructures: Designing operative landscape structures for the built environment. *Research In Urbanism Series, 3*, 13-34. doi:10.7480/rius.3.874

Nordenson, C.S., Nordenson, G., & Chapman, J. (2018). *Structures of Coastal Resilience*. Washington, DC: Island Press.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Obiefuna, J.N., Nwilo, P.C., Atagbaza, A.O., & Okolie, C.J. (2013). Land Cover Dynamics Associated with the Spatial Changes in the Wetlands of Lagos/Lekki Lagoon System of Lagos, Nigeria. *Journal of Coastal Research, 29*(3), 671-679. doi:10.2112/jcoastres-d-12-00038.1

Olds, A.D., Frohloff, B.A., Gilby, B.L., Connolly, R.M., Yabsley, N.A., Maxwell, P.S., Henderson, C.J., & Schlacher, T.A., (2018). Urbanisation supplements ecosystem functioning in disturbed estuaries. *Ecography, 41*(12), 2104-2113. doi:10.1111/ecog.03551

Oliver-Smith, A. (2009). *Sea Level Rise and the Vulnerability of Coastal Peoples: Responding to the Local Challenges of Global Climate Change in the 21st Century*: UNU-EHS.

Pan, S., Li, G., Yang, Q., Ouyang, Z., Lockaby, G., & Tian, H. (2013). Monitoring landuse and land-cover change in the Eastern Gulf Coastal Plain using multi-temporal Landsat imagery. *J Geophys Remote Sens, 2*(108), 2169-0049.

Parry, M., Parry, M. L., Canziani, O., Palutikof, J., Van der Linden, P., & Hanson, C. (Eds.). (2007). Climate change 2007-impacts, adaptation and vulnerability: Working group II contribution to the fourth assessment report of the IPCC (Vol. 4). Cambridge University Press.

Pesaresi, M., Ehrlich, D., Caravaggi, I., Kauffmann, M., & Louvrier, C. (2011). Toward Global Automatic Built-Up Area Recognition Using Optical VHR Imagery. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 4*(4), 923-934. doi:10.1109/jstars.2011.2162579

Petrakos, M., Benediktsson, J.A., & Kanellopoulos, I. (2001). The effect of classifier agreement on the accuracy of the combined classifier in decision level fusion. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 39*, 2539-2546.

Pinto, R., de Jonge, V.N., & Marques, J.C. (2014). Linking biodiversity indicators, ecosystem functioning, provision of services and human well-being in estuarine systems: Application of a conceptual framework. *Ecological Indicators, 36*, 644-655. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.015

Piwowarczyk, J., Kronenberg, J., & Dereniowska, M. A. (2013). Marine ecosystem services in urban areas: Do the strategic documents of Polish coastal municipalities reflect their importance? *Landscape and Urban Planning, 109*(1), 85-93. doi:10.1016/j.landurbplan.2012.10.009

Poungjinda, W. (2018). The Reform of Professional Media Organizations in Compliance with the Guidelines Stipulated in the Constitution Law of the Kingdom of Thailand. *Kasem Bundit Journal*, 19(2), 40-56.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Ramos-González, O.M. (2014). The green areas of San Juan, Puerto Rico. *Ecology and Society, 19*(3). doi:10.5751/ES-06598-190321

Randall, N.P., & James, K.L. (2012). The effectiveness of integrated farm management, organic farming and agri-environment schemes for conserving biodiversity in temperate Europe Asystematicmap. *Environmental Evidence, 1*(4).

Rao, N.S., Ghermandi, A., Portela, R., & Wang, X. (2015). Global values of coastal ecosystem services: A spatial economic analysis of shoreline protection values. *Ecosystem Services, 11*, 95-105. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.011

Rashed, T., & Weeks, J. (2003). Exploring the spatial association between measures from satellite imagery and patterns of urban vulnerability to earthquake hazards. *Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci, 34*(7).

Rashed, T., Weeks, J.R., Roberts, D., Rogan, J., & Powell, R. (2003). Measuring the physical composition of urban morphology using multiple endmember spectral mixture models. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 69*, 1011-1020.

Reed, J., Deakin, L., & Sunderland, T. (2014). What are 'Integrated Landscape Approaches' and how effectively have they been implemented in the tropics: a systematic map protocol. *Environmental Evidence, 4*(2).

Rodriguez, W., Feller, I.C., & Cavanaugh, K.C. (2016). Spatio-temporal changes of a mangrove–saltmarsh ecotone in the northeastern coast of Florida, USA. *Global Ecology and Conservation, 7*, 245-261. doi:https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.07.005

Rolet, C., Spilmont, N., Davoult, D., Goberville, E., & Luczak, C. (2015). Anthropogenic impact on macrobenthic communities and consequences for shorebirds in Northern France: A complex response. *Biological Conservation, 184*, 396-404. doi:https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.02.016

Rondeaux, G., Steven, M., & Baret, F. (1996). Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment, 55*(2), 95-107.

Rothenberger, M.B., Burkholder, J.M., & Brownie, C. (2009). Long-term effects of changing land use practices on surface water quality in a coastal river and lagoonal estuary. *Environmental Management, 44*(3), 505-523. doi:10.1007/s00267-009-9330-8

Rouse, J., Haas, R.H., Schell, J.A., & Deering, D.W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sakané, N., Alvarez, M., Becker, M., Böhme, B., Handa, C., Kamiri, H.W., Langensiepen, M., Menz, G., Misana, S., Mogha, N.G., & Möseler, B.M., (2011). Classification, characterisation, and use of small wetlands in East Africa. *Wetlands, 31*(6), 1103-1116.

Sale, P.F., Van Lavieren, H., Lagman, M.A., Atema, J., Butler, M., Fauvelot, C., Hogan, J.D., Jones, G.P., Lindeman, K.C., Paris, C.B. and Steneck, R. (2010). Preserving reef connectivity: A handbook for marine protected area managers. Connectivity Working Group. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program, UNU-INWEH.

Salkind, N. (2553). *Encyclopedia of Research Design*.

Salomons, W., & Förstner, U. (2012). Metals in the Hydrocycle. Springer Science & Business Media.

Sanderson, J. & Harris L.D. (2019). Landscape ecology: a top down approach. CRC Press.

Santana-Cordero, A.M., Bürgi, M., Hersperger, A.M., Hernández-Calvento, L., & Monteiro-Quintana, M.L. (2017). A century of change in coastal sedimentary landscapes in the Canary Islands (Spain) — Change, processes, and driving forces. *Land Use Policy, 68*, 107-116. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.028

Santos, I.R., Friedrich, A.C., & Ivar do Sul, J.A. (2009). Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment, 148*(1-4), 455-462. doi:10.1007/s10661-008-0175-z

Saraswat, C., Kumar, P., & Mishra, B.K. (2016). Assessment of stormwater runoff management practices and governance under climate change and urbanization: An analysis of Bangkok, Hanoi and Tokyo. *Environmental Science and Policy, 64*, 101-117. doi:https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.018

Schlacher, T.A., & Thompson, L. (2012). Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. *Biological Conservation, 147*(1), 123-132. doi:https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.022

Schneider, A., Chang, C., & Paulsen, K. (2015). The changing spatial form of cities in Western China. *Landscape and Urban Planning, 135*, 40-61. doi:https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.005

Schoonover, J.E., Lockaby, B.G., & Pan, S. (2005). Changes in chemical and physical propertiesof stream water across an urban-rural gradient in western Georgia. *Urban Ecosystems, 8*(1), 107-124.

Scialabba, N. (1998). *Integrated coastal area management and agriculture, forestry and fisheries*: Food & Agriculture Org.

Seto, K.C., & Fragkias, M. (2005). Quantifying Spatiotemporal Patterns of Urban Land-use Change in Four Cities of China with Time Series Landscape Metrics. *Landscape Ecology, 20*(7), 871-888. doi:10.1007/s10980-005-5238-8

Seto, K.C., Fragkias, M., Guneralp, B., & Reilly, M.K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS ONE, 6*(8), e23777. doi:10.1371/journal.pone.0023777

Sharma, R., Chakraborty, A., & Joshi, P.K. (2015). Geospatial quantification and analysis of environmental changes in urbanizing city of Kolkata (India). *Environ Monit Assess, 187*(1), 4206. doi:10.1007/s10661-014-4206-7

Sirami, C. (2016). Biodiversity in heterogeneous and dynamic landscapes. In *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*.

Small, C., & Nicholls, R.J. (2003). A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of coastal research*, 584-599.

Sohail, A. (2012). *Mapping Landcover/Landuse and Coastline Change in the Eastern Mekong Delta (Viet Nam) from 1989 to 2002 using Remote Sensing*.

Spencer, K.L., & Harvey, G.L. (2012). Understanding system disturbance and ecosystem services in restored saltmarshes: Integrating physical and biogeochemical processes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 106*, 23-32. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2012.04.020

Sreelekshmi, S., Preethy, C.M., Varghese, R., Joseph, P., Asha, C.V., Bijoy Nandan, S., & Radhakrishnan, C.K. (2018). Diversity, stand structure, and zonation pattern of mangroves in southwest coast of India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity, 11*(4), 573-582. doi:10.1016/j.japb.2018.08.001

Stauber, J.L., Chariton, A., & Apte, S. (2016). Chapter 10 - Global Change. In P. M. Chapman, O. Campana, & M. Hampel (Eds.), *Marine Ecotoxicology* (pp. 273-313).

Steiner, F. (2004). Commentary. *Philosophy & Geography, 7*(1), 141-149. doi:10.1080/1090377042543196065

Steven, M.D. (1998). The sensitivity of the OSAVI vegetation index to observational parameters. *Remote Sensing of Environment, 63*(1), 49-60.

Sun, X., He, J., Shi, Y., Zhu, X., & Li, Y. (2012). Spatiotemporal change in land use patterns of coupled human–environment system with an integrated monitoring approach: A case study of Lianyungang, China. *Ecological Complexity, 12*, 23-33. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2012.09.002

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Sun, X., Li, Y., Zhu, X., Cao, K., & Feng, L. (2017). Integrative assessment and management implications on ecosystem services loss of coastal wetlands due to reclamation. *Journal of Cleaner Production, 163*, S101-S112. doi:10.1016/j.jclepro.2015.10.048

Surjan, A., Parvin, G.A., Atta ur, R., & Shaw, R. (2016). Expanding Coastal Cities. In *Urban Disasters and Resilience in Asia* (pp. 79-90).

Swangjang, K., & Iamaram, V. (2011). Change of Land Use Patterns in the Areas Close to the Airport Development Area and Some Implicating Factors. *Sustainability, 3*(9), 1517-1530. doi:10.3390/su3091517

Swiss Re. (2013). *Mind the risk: A global ranking of cities under threat from natural disasters*: Swiss Re.

Tanaka, N., & Onai, A. (2017). Mitigation of destructive fluid force on buildings due to trapping of floating debris by coastal forest during the Great East Japan tsunami. *Landscape and Ecological Engineering, 13*(1), 131-144. doi:10.1007/s11355-016-0308-4

Taufik, A., Ahmad, S.S.S., & Ahmad, A. (2016). Classification of Landsat 8 satellite data using NDVI thresholds. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering, 8*(4).

Teal, J.M. (1991). *Contributions of marshes and salt marshes to ecological engineering.* Paper presented at the Ecological Engineering for Wastewater Treatment, Stensund (Sweden), 24-28 Mar 1991.

Thiagarajah, J., Wong, S.K.M., Richards, D.R., & Friess, D.A. (2015). Historical and contemporary cultural ecosystem service values in the rapidly urbanizing city state of Singapore. *Ambio, 44*(7), 666-677. doi:10.1007/s13280-015-0647-7

Tsatsaros, J.H., Brodie, J.E., Bohnet, I.C., & Valentine, P. (2013). Water Quality Degradation of Coastal Waterways in the Wet Tropics, Australia. *Water, Air, & Soil Pollution, 224*(3). doi:10.1007/s11270-013-1443-2

Turner, M.G., Gardner, R.H., & O'Neill, R.V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. New York, USA: Springer-Verlag.

Turner, R., & Freiermuth, E. (2017). Travel & Tourism Economic Impact 2017 Thailand. In W. T. T. Council (Ed.).

UN. (2017). *Factsheet: People and Oceans*. Paper presented at the The Ocean Conference, New York.

UN. (2018). *The speed of urbanization around the world*. Retrieved from https://esa.un.org/unpd/wup/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Utz, R.M., Hilderbrand, R.H., & Boward, D.M. (2009). Identifying regional differences in threshold responses of aquatic invertebrates to land cover gradients. *Ecological Indicators, 9*(3), 556-567. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.08.008

Utz, R.M., Hilderbrand, R.H., & Raesly, R.L. (2553). Regional differences in patterns of fish species loss with changing land use. *Biological Conservation, 143*(3), 688-699. doi:https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.12.006

Van der Sluis, T., Bloemmen, M., & Bouwma, I. M. (2004). European corridors: Strategies for corridor development for target species. ECNC, Tilburg, the Netherlands & Alterra.

Vaz, E. (2014). Managing urban coastal areas through landscape metrics: An assessment of Mumbai's mangrove system. *Ocean & Coastal Management, 98*, 27-37. doi:10.1016/j.ocecoaman.2014.05.020

Ventura, A.D.O.B., & Lana, P.D.C. (2014). A new empirical index for assessing the vulnerability of peri-urban mangroves. *Journal of Environmental Management, 145*, 289-298. doi:10.1016/j.jenvman.2014.04.036

Waltham, N.J., & Sheaves, M. (2015). Expanding coastal urban and industrial seascape in the Great Barrier Reef World Heritage Area: Critical need for coordinated planning and policy. *Marine Policy, 57*, 78-84. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.03.030

Wang, W.Q., Wang, C., Tong, C., Zeng, C.S., Jia, R.X., & Huang, J.F. (2012). Soil organic carbon along a salinity gradient in phragmites australis marsh in the minjiang river estuary. *Wetland Science, 10*(2), 164-169. Retrieved from https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84865047146&partnerID=40&md5=82014b14fc0d5eb760529a7eb3ef23b0

Wang, X.H., Cho, Y.K., Guo, X., Wu, C.R., & Zhou, J. (2015). The status of coastal oceanography in heavily impacted Yellow and East China Sea: Past trends, progress, and possible futures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 163*, 235-243. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.039

Waycott, M., McKenzie, L. J., Mellors, J. E., Ellison, J. C., Sheaves, M. T., Collier, C., & Schwarz, A.-M. (2011). Vulnerability of mangroves, seagrasses and intertidal flats in the tropical Pacific to climate change. In.

Weng, Y.C. (2007). Spatiotemporal changes of landscape pattern in response to urbanization. *Landscape and Urban Planning, 81*(4), 341-353. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.01.009

Wenger, S. (1999). A review of the scientific literature on riparian buffer width, extent and vegetation.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Whitfield, A., & Elliott, M. (2011). Ecosystem and Biotic Classifications of Estuaries and Coasts. In *Treatise on Estuarine and Coastal Science* (pp. 99-124).

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

Wilcox, B.A., & Murphy, D.D. (1985). Conservation Strategy: The Effects of Fragmentation on Extinction. *The American Naturalist, 125*(6), 879-887. doi:10.1086/284386

Wilson, A.M.W., Mugerauer, R., & Klinger, T. (2015). Rethinking marine infrastructure policy and practice: Insights from three large-scale marina developments in Seattle. *Marine Policy, 53*, 67-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.11.020

Wilson, E.H., J., H., Civco, D., Prisloe, M.P., & Arnold, C. (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. . *Remote Sensing Environment, 86*, 275–285.

Wissmar, R.C. (2004). Riparian corridors of Eastern Oregon and Washington: functions and sustainability along lowland-arid to mountain gradients. *Aquatic Sciences, 66*(4), 373-387.

Wong, P.P. (1998). Coastal tourism development in Southeast Asia: relevance and lessons for coastal zone management. . *Ocean & Coastal Management, 38*, 89-109.

Wu, L., Wang, Z., & Mao, X. (2017). How multilateral financial institutions promote sustainable water infrastructure planning through economic appraisal: case studies from coastal cities of China. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1-17. doi:10.1080/09640568.2017.1351334

Wu, W.T., Zhou, Y.X., & Tian, B. (2017). Coastal wetlands facing climate change and anthropogenic activities: A remote sensing analysis and modelling application. *Ocean & Coastal Management, 138*, 1-10. doi:https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.005

Wu, W., Yang, Z., Tian, B., Huang, Y., Zhou, Y., & Zhang, T. (2018). Impacts of coastal reclamation on wetlands: Loss, resilience, and sustainable management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science, 210*, 153-161. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.06.013

Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing*, 27(14), 3025-3033.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Xu, H. (2007). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing, 27*(14), 3025-3033. doi:10.1080/01431160600589179

Xu, H. (2008). A new index for delineating built-up land features in satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing, 29*(14), 4269-4276. doi:10.1080/01431160802039957

Yaakub, S.M., McKenzie, L.J., Erftemeijer, P.L.A., Bouma, T., & Todd, P.A. (2014). Courage under fire: Seagrass persistence adjacent to a highly urbanised city–state. *Marine Pollution Bulletin, 83*(2), 417-424. doi:https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.012

Yáñez-Arancibia, A., Day, J.W., Sánchez-Gil, P., Day, J.N., Lane, R.R., Zárate-Lomelí, D., Vásquez, H.A., Rojas-Galaviz, J.L., & Ramírez-Gordillo, J., (2014). Ecosystem functioning: The basis for restoration and management of a tropical coastal lagoon, Pacific coast of Mexico. *Ecological Engineering, 65*, 88-100. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.03.007

Yang, X., & Liu, Z. (2005). Use of satellite-derived landscape imperviousness index to characterize urban spatial growth. *Computers, Environment and Urban Systems, 29*(5), 524-540.

Zhang, J., Wang, D.R., Jennerjahn, T., & Dsikowitzky, L. (2013). Land–sea interactions at the east coast of Hainan Island, South China Sea: A synthesis. *Continental Shelf Research, 57*, 132-142. doi:https://doi.org/10.1016/j.csr.2013.01.004

Zhang, R., Pu, L., Li, J., Zhang, J., & Xu, Y. (2016). Landscape ecological security response to land use change in the tidal flat reclamation zone, China. *Environmental Monitoring and Assessment, 188*(1), 1. doi:10.1007/s10661-015-4999-z

Zhang, Y.S., Zhao, L., Liu, J.Y., Liu, Y.L., & Li, C.S. (2015). The Impact of Land Cover Change on Ecosystem Service Values in Urban Agglomerations along the Coast of the Bohai Rim, China. *Sustainability, 7*(8), 10365-10387. doi:10.3390/su70810365

Zhao, S., Peng, C., Jiang, H., Tian, D., Lei, X., & Zhou, X. (2006). Land use change in Asia and the ecological consequences. *Ecological Research, 21*(6), 890-896. doi:10.1007/s11284-006-0048-2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	น.ส.อลิษา สหวัชรินทร์
วัน เดือน ปี เกิด	18 กันยายน 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
วุฒิการศึกษา	ภ.สถ.บ. ภูมิสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย MSc International Horticulture, Writtle College, University of Essex, UK
ที่อยู่ปัจจุบัน	สาขาวิชาภูมิสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต 99 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121
ผลงานตีพิมพ์	อลิษา สหวัชรินทร์ และ เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล. (2561). การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ เมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน. เอกสารสืบเนื่องการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 (The 6th Marine Science Conference) จังหวัดชลบุรี. มหาวิทยาลัยบูรพา. Sahavacharin, A. & Sompongchaiyakul P. (2018). Landscape infrastructure for planning the sustainable coastal cities. Poster presentaion and in The 23rd joint Intergovernmental Meeting and Scientific Planning Group Meeting, Bangkok, Thailand. The Asia-Pacific Network for Global Change Research (APN)
รางวัลที่ได้รับ	รางวัลนำเสนอผลงานวิชาการระดับดีเด่น ประเภทบรรยาย เรือง การเปลี่ยนแปลงเชิงปริภูมิ เมืองชายฝั่งทะเลอันดามัน. ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 (The 6th Marine Science Conference) วันที่ 18-20 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ โรงแรมบางแสนเฮอริเทจ จังหวัดชลบุรี. มหาวิทยาลัยบูรพา รางวัล The APN Mitra Award on Global Change Research 2018 ผลงานการนำเสนอโดย poster เรื่อง Landscape infrastructure for planning the sustainable coastal cities. ในงาน The 23rd joint Intergovernmental Meeting and Scientific Planning Group Meeting, A Thai Youth Poster Session. 9–12 July 2018. Bangkok, Thailand.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University