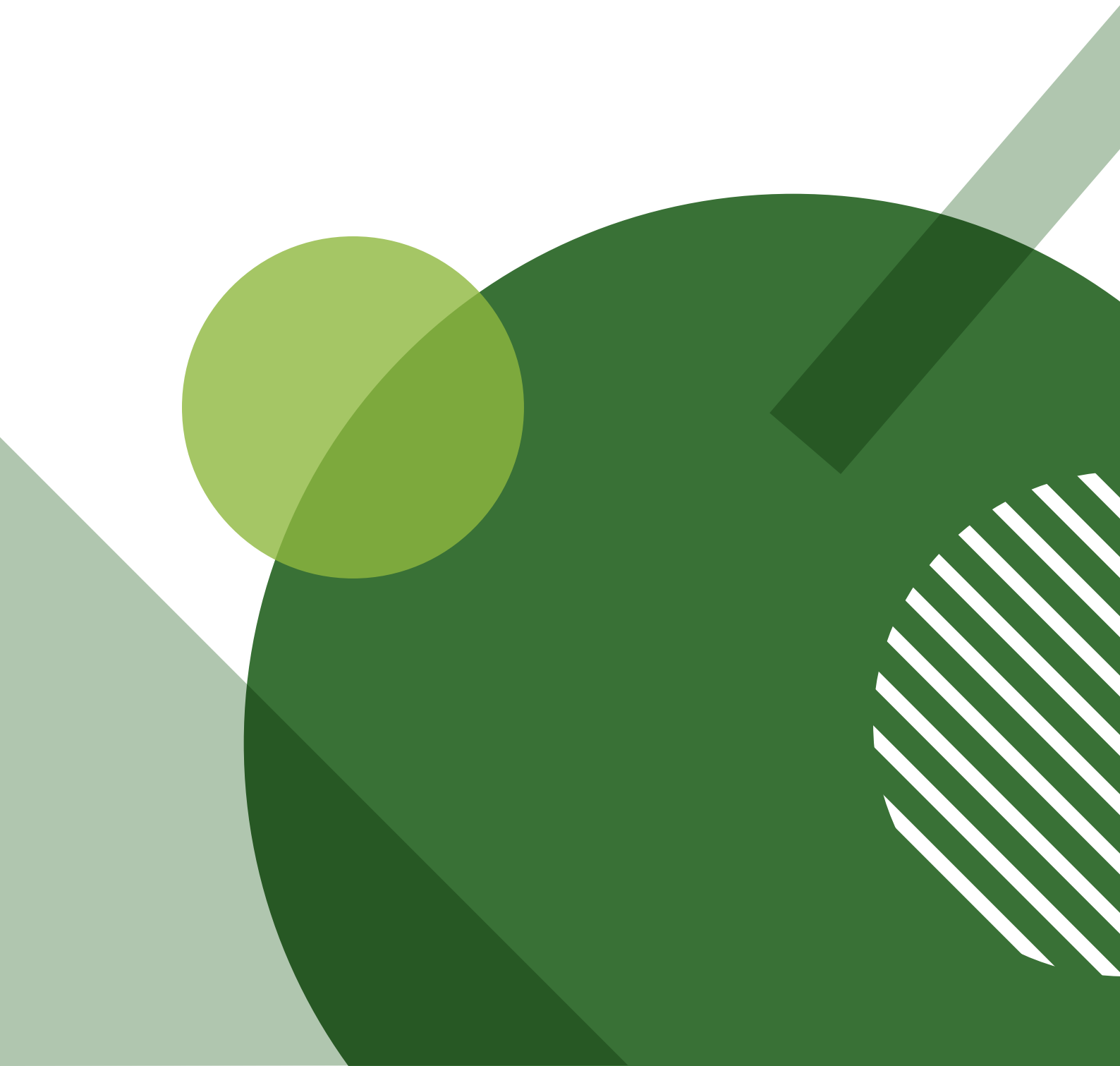


คู่มือการออกแบบมาตรการ การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ ในภาคส่วนน้ำของประเทศไทย



ในฐานะองค์กรภายใต้รัฐบาลประเทศไทย องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) นั้นเป็นองค์กรที่ดำเนินงานด้านความร่วมมือระหว่างประเทศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

เผยแพร่โดย:

องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)

สำนักงานที่จดทะเบียน:

บอนน์ และ เอชเบอร์น ประเทศเยอรมนี

ที่อยู่:

193/63 อาคารเลคซ์ดาออฟฟิซคอมเพล็กซ์ (ชั้น 16)

ถนนรัชดาภิเษกตัดใหม่ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย

กรุงเทพฯ 10110 ประเทศไทย

โทรศัพท์: +66 2 661 9273

โทรสาร: +49 228 44 60-17 66

ร่วมกับ:

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

ผู้เขียน:

ดร.ธงชัย โรจนกันนท์

ดร.จิรนุช ศักดิ์คำดวง

นางสาวธนวิรัตน์ ธนวัฒน์

นายนิริวัฒน์ แก้วเปรมกุล

ออกแบบ:

อิทธิพร ตึกแสง , กรุงเทพฯ

แผนที่:

แผนที่ทั้งหมดที่จัดทำขึ้นในรายงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ข้อมูลเท่านั้นและไม่ได้รับการรับรองจากกฎหมายระหว่างประเทศ ว่าด้วยเรื่องเขตแดนและอาณาเขต ทางองค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ) ไม่มีหน้าที่รับผิดชอบในการปรับปรุงแผนที่เหล่านี้ให้มีความทันสมัย ความถูกต้อง หรือความครบถ้วน รวมทั้ง จะไม่รับผิดชอบสำหรับความเสียหายใดๆ ทั้งทางตรงหรือทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งาน

สถานที่ และปีที่ตีพิมพ์:

กรุงเทพฯ ประเทศไทย พ.ศ. 2565

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	ก
สารบัญภาพ	ข
สารบัญตาราง	ค
วัตถุประสงค์ ความสำคัญ และการนำคู่มือฯ ไปใช้งาน	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถานการณ์น้ำของประเทศไทย การจัดการและความท้าทาย	1
1.2 ระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh Water Ecosystem) การบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) และความเชื่อมโยงกับความหลากหลายทางชีวภาพ	3
1.3 การบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)	5
บทที่ 2 ความหมายของมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศและแนวทางการคัดเลือกมาตรการฯ	7
2.1 ความหมายและลักษณะของมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Approach-EbA)	7
2.2 กระบวนการและเกณฑ์การคัดเลือก EbA	10
2.3 มาตรการที่ได้คัดเลือก	11
บทที่ 3 รายละเอียดมาตรการที่ได้รับคัดเลือก	13
3.1 การปลูกและฟื้นฟูป่า	14
3.2 การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	21
3.3 การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/การฟื้นฟูป่าทางน้ำรูปแอก	30
3.4 การป้องกันกีดกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ	36
3.5 การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน	43
3.6 การฟื้นฟูป่าและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง	52
3.7 การประยุกต์ใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ	65
บทที่ 4 สรุป	69
4.1 การเผยแพร่การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ	70
4.2 การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	71
ภาคผนวก ก คำอธิบายมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำเพื่อประกอบการคัดเลือก มาตรการสำหรับการจัดทำคู่มือ EbA CoP	74
ภาคผนวก ข เกณฑ์การคัดเลือกมาตรการเพื่อจัดทำคู่มือการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัย ระบบนิเวศ (EbA Code of Practice)	80
ภาคผนวก ค ผลการคัดเลือกมาตรการ EbA โดยกระบวนการมีส่วนร่วม (Participatory Approach) จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	81
ภาคผนวก ง ระเบียบ กฎหมายและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	82

ภาพที่ 1	มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในฐานะส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions)	8
ภาพที่ 2	การสร้างฝายมีชีวิต การแก้ปัญหาที่ใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ	9
ภาพที่ 3	กระบวนการในการจัดทำคู่มือการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคนี้	10
ภาพที่ 4	การปลูกและฟื้นฟูป่า	14
ภาพที่ 5	การปลูกป่าร่วมกับชุมชน	16
ภาพที่ 6	การปลูกและฟื้นฟูป่าและปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	18
ภาพที่ 7	การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	21
ภาพที่ 8	การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	22
ภาพที่ 9	การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	24
ภาพที่ 10	แก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ	30
ภาพที่ 11	การฟื้นฟูกำแพงน้ำรูปแอก	30
ภาพที่ 12	พื้นที่แก้มลิงที่ใช้รับน้ำบริเวณชุมชน	31
ภาพที่ 13	กุดหรือ หลง (Oxbow lake) บริเวณแม่น้ำมูล	32
ภาพที่ 14	บึงน้ำในสวนเพชรกาญจนารมย์ ใช้เป็นแก้มลิงสำหรับบรรเทาปัญหาอุทกภัย	33
ภาพที่ 15	ลักษณะพื้นที่และแนวปฏิบัติในการใช้ประโยชน์ทางน้ำรูปแอก	34
ภาพที่ 16	การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยใช้โครงสร้างแข็งและการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยใช้วัสดุธรรมชาติ	36
ภาพที่ 17	การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ	37
ภาพที่ 18	การใช้โครงสร้างแข็งเพื่อป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง (ซ้าย) เปรียบเทียบกับสภาพธรรมชาติเดิม (ขวา)	38
ภาพที่ 19	สาเหตุของความเสื่อมโทรมของป่าชายเลนและผลกระทบ	43
ภาพที่ 20	การปลูกป่าชายเลนร่วมกับชุมชน	44
ภาพที่ 21	การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน	46
ภาพที่ 22	การฟื้นฟูป่าและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง	53
ภาพที่ 23	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำระนอง	54
ภาพที่ 24	สภาพแม่น้ำโมรวาในยุโรปตอนกลางก่อน (ซ้าย) และหลังการปรับปรุง (ขวา) ให้ความมั่นคงตลิ่งมากขึ้น	55
ภาพที่ 25	แม่น้ำ Isar ในนครมิวนิค ประเทศเยอรมันหลังการปรับปรุงและขยายร่องน้ำให้กว้างขึ้น และฟื้นฟูป่าระบบนิเวศตลอดริมฝั่งน้ำ	66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของไม้เบิกนำและไม้เด่นที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกและฟื้นฟูป่าในป่าประเภทต่าง ๆ	17
ตารางที่ 2 ตัวอย่างของพรรณไม้ชนิดต่าง ๆ สำหรับปลูกในแต่ละโซนเพื่อวางแผนออกแบบการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	25
ตารางที่ 3 การบำรุงรักษาพื้นที่ปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำตามลักษณะของพื้นที่แต่ละโซน	27
ตารางที่ 4 ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงในประเทศไทย พิสัยของความทนต่อความเค็มสัมพัทธ์จากมาก (+++++) ถึงน้อย (+) เครื่องหมาย ? เป็นการคาดการณ์ เนื่องจากไม่มีข้อมูล	47
ตารางที่ 5 การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่นของมาตรการที่ได้รับการคัดเลือก (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020 และ NWRM, 2014)	58
ตารางที่ 6 แนวทางการประเมินความเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ โดยชุมชนหลังจากใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020)	62

วัตถุประสงค์ของคู่มือการออกแบบ มาตรการการปรับตัวโดย อาศัยระบบนิเวศในภาคส่วนน้ำ ของประเทศไทย

การจัดทำคู่มือฯ เล่มนี้ มุ่งหวังเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องในภาคส่วนน้ำได้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคส่วนน้ำ และเป็นคู่มือสำหรับการดำเนินการตามแนวทางมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในประเทศไทยตามมาตรการที่ได้คัดเลือกมานำเสนอในคู่มือเล่มนี้ และเป็นการให้แนวทางแก่ผู้ปฏิบัติงานในการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ ที่เฉพาะเจาะจง

คู่มือฯ เล่มนี้เกิดจากการศึกษาข้อมูล งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง การหารือ รวบรวมความคิดเห็น ประสพการณ์และข้อเสนอแนะจากพันธมิตรหลายภาคส่วน เช่น ภาคเอกชน หน่วยงานราชการ ชุมชนท้องถิ่น พันธมิตรภาคประชาสังคม องค์กรวิชาการและองค์กรระหว่างประเทศเพื่อให้ได้มาตรการที่เหมาะสมและเป็นไปได้สำหรับประเทศไทยสำหรับเป็นแนวทางการนำมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศไปปรับใช้ในท้องถิ่นของตน

ความสำคัญ

หลายทศวรรษที่ผ่านมา ผลกระทบของภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทวีความรุนแรงมากขึ้น และไม่ได้มีผลกระทบต่อมนุษย์เท่านั้น แต่ยังกระจายผลกระทบไปยังพืชและสัตว์บนโลก นักวิชาการหลากหลายสาขาต่างแสวงหามาตรการเพื่อบรรเทาผลกระทบ แนวทางสำคัญที่ถูกนำมาประยุกต์อย่างจริงจัง ได้แก่ มาตรการที่เน้นเรื่องระบบนิเวศ

การออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคส่วนน้ำของประเทศไทย (Ecosystem-based Adaptation Code of Practice Compendium for Thai Water Sector: EbA COP) มีสาระเกี่ยวข้องกับศาสตร์และองค์ความรู้ต่าง ๆ หลากหลายสาขา โดยเฉพาะด้านนิเวศวิทยา

การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมนุษย์ต้องพึ่งพาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อสนองความต้องการในการดำรงชีวิต และที่สำคัญ มนุษย์เป็นผู้ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการหาประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและปล่อยของเสียออกมา หากไม่บริหารจัดการกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างรอบคอบ จะก่อความเสียหายให้แก่มนุษย์ สัตว์ พืชพันธุ์ แหล่งน้ำ และองค์ประกอบอื่นทางธรรมชาติบนโลกนี้¹

ระบบนิเวศมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงอยู่ของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ จากเอกสารที่สามารถอ้างอิงได้ พบว่ามีการผนวกแนวทางด้านนิเวศ (Ecological Approach) เข้ากับการวางแผนและบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Planning and Management) เป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1978 (พ.ศ. 2521) ในโครงการร่วมมือระหว่างประเทศแคนาดาและสหรัฐอเมริกา เพื่อบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในทะเลสาบ The Great Lake ซึ่งดำเนินการในทศวรรษที่ 1980 โดยนำสาระด้านระบบนิเวศเป็นแกนสำคัญในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในทะเลสาบทั้งห้าที่เป็นพื้นที่รอยต่อของสองประเทศ

¹ All humans rely on the environment and natural resources to fulfill needs and sustain health. People have the greatest impact on the environment in the ways that they exploit natural resources and dispose of waste. If these activities are not managed carefully, environmental damage can affect people, animals, plants, waterways, and other parts of the natural world. (<https://www.encyclopedia.com/environment/>)

หลายปีต่อมา มีเอกสารทางวิชาการที่กล่าวถึงแนวทางระบบนิเวศ (Ecological Approach) ถูกตีพิมพ์และเผยแพร่ออกไปมากมาย ปรากฏนิยามของแนวทางระบบนิเวศที่หลากหลาย เนื่องจากระบบนิเวศในแต่ละแห่งมีลักษณะ (Characteristics of Ecological System) แตกต่างกัน ตั้งแต่ ขนาด รูปร่าง จำนวนสายพันธุ์ของพืชและสัตว์ ความหลากหลายและความซับซ้อนของระบบนิเวศ

ในปี ค.ศ. 2008 (พ.ศ. 2551) องค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations, Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) ได้ตีพิมพ์เอกสารทางวิชาการในหมวด Urban Water Series เป็นหนังสือชื่อ Aquatic Habitats in Sustainable Urban Water Management ครอบคลุมสาระสำคัญของการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมด้วยแนวทางระบบนิเวศ (Ecological Approach) อย่างละเอียด ซึ่งต่อมาหลักการและเกณฑ์ต่าง ๆ ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การสหประชาชาติ

UNESCO ได้ขยายความว่า แนวทางระบบนิเวศถูกประยุกต์ใช้โดยครอบคลุมเนื้อหาสาระที่กว้างและลึก มีการนำมาบูรณาการเข้ากับการปกป้องคุ้มครองและฟื้นฟูระบบนิเวศ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ ควบคู่กับการเสริมสร้างความเข้มแข็ง รวมถึงเชื่อมโยงระหว่างเศรษฐกิจและสังคมของมนุษย์ กับความอุดมสมบูรณ์ด้านสิ่งแวดล้อม² โดยมีบริบทที่สำคัญและน่าสนใจ ได้แก่

- แนวทางระบบนิเวศ ควรตระหนักรู้ถึงขอบเขตความยืดหยุ่น ความเปลี่ยนแปลง และข้อจำกัดของระบบนิเวศ ที่มีผลต่อกิจกรรมของมนุษย์ อีกนัยหนึ่งระบบนิเวศตามธรรมชาติมีขีดจำกัดในการรองรับกิจกรรมและความต้องการของมนุษย์

- องค์ประกอบของระบบนิเวศทั้งหมด ไม่ว่าจะด้านกายภาพ เคมี ชีววิทยา ด้านวิทยาศาสตร์อื่น ๆ และด้านมนุษย์ (เศรษฐกิจ สังคม การเมือง และ ฯลฯ) ต่างเป็นเอกเทศ ส่วนใหญ่เป็นอิสระแยกจากกัน (Interdependent) หากแต่สามารถก่อผลกระทบถึงกันและกัน ดังนั้นแนวทางระบบนิเวศต้องการต้นทุน (Resources) คือองค์ความรู้ที่ดีในการดำเนินการ และจัดการองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องที่เป็นเอกเทศและเป็นอิสระต่อกันและกัน เพื่อให้เกิดความยั่งยืน

- สมดุล (Balance) เป็นอีกนิยามหนึ่งที่ถูกกำหนดไว้ในแนวทางระบบนิเวศ เพื่อให้องค์ประกอบทั้งหลายในระบบนิเวศดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืน

- ระบบนิเวศตามธรรมชาติมีลักษณะเป็นพลวัต (Dynamic) และซับซ้อน (Complex) การประยุกต์มาตรการระบบนิเวศจึงควรยืดหยุ่น (Flexible) พร้อมรับความเป็นพลวัตและความซับซ้อนของระบบนิเวศ

ขอบเขตของระบบนิเวศ (Ecological Boundaries) เป็นนิยามสำคัญอีกนิยามหนึ่งสำหรับการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติ ขอบเขตสามารถกว้างหรือแคบขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบนิเวศ โดยทั่วไป พิจารณาตามลักษณะทางกายภาพเป็นสำคัญ ควบคู่กับลักษณะด้านอื่นประกอบ เช่น ภูมิอากาศ และอื่น ๆ

การนำคู่มือฯ ไปใช้งาน

ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในประเทศไทยสามารถนำคู่มือฯ เล่มนี้ไปประยุกต์ใช้งาน โดยคำนึงถึงประเด็นปัญหาด้านน้ำที่ปรากฏในพื้นที่ของตน และเลือกใช้มาตรการที่มีความสอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ พิจารณาข้อจำกัดด้านงบประมาณ วัสดุและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการหนุนเสริมของมาตรการที่เลือกใช้ต่อมาตรการอื่น ๆ ที่มีการดำเนินงานอยู่แล้วในพื้นที่

² Definition of the ecological approach is adopted as a comprehensive regional approach that integrates ecological protection and rehabilitation with human needs to strengthen the fundamental connection between economic and social prosperity and environmental well-being (Ramsar, 1998)

บทที่

1

บทนำ

1.1 สถานการณ์น้ำของประเทศไทย การจัดการและความท้าทาย

ท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อประชากรโลกและสภาพแวดล้อม ประเทศไทยเองเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน ทั้งจากอุณหภูมิที่สูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงรูปแบบฝนตก เช่น ฝนมาก ฝนทิ้งช่วง ซึ่งปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งโดยปกติก็ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์อยู่แล้ว

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2494-2548) ภาวะแห้งแล้งอย่างรุนแรงในประเทศไทยเกิดขึ้นถี่มาก และในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) เป็นต้นไปยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นอีกเนื่องจากอุณหภูมิโลกที่สูงขึ้น³ และ ในปี

พ.ศ. 2554 ประเทศไทยได้ประสบกับสถานการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจประมาณ 1.4 ล้านล้านบาท หรือประมาณ 1 ใน 3 ของ GDP ของประเทศ⁴

ในปี พ.ศ. 2564 ประเทศไทยมีปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วประเทศ เท่ากับ 1,759.3 มิลลิเมตร สูงกว่าค่าปกติหรือปริมาณฝนเฉลี่ยคาบ 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.0 เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2563 ที่มีปริมาณฝนเฉลี่ย 1,527.3 มิลลิเมตร และในปีเดียวกันนี้ประเทศไทยประสบกับสถานการณ์อุทกภัย เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากพายุและร่องมรสุม จำนวน 4 ลูก ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ทั้งสิ้น 41 จังหวัด โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมส่วนใหญ่เป็นภาคเกษตรกรรม รองลงมาเป็นภาคบริการ และภาคอุตสาหกรรม ตามลำดับ⁵

³ Atsamon Limsakul et al. (2011). PDSI-based Variations of Droughts and Wet Spells in Thailand: 1951-2005. Environment Asia 4(1):12-20

⁴ The World Bank. (2012). The Thai Flood 2011: Rapid Assessment for Resiliency Recovery and Reconstruction Planning. Office of the Publisher, the World Bank.

⁵ นรพัทธ์ อัสวาลลภ, คงขวัญ ศิลา, ภัทร จารุวัฒนมงคล, ประกอบ สุริเยนทรากร, บุญทริกา ชลพิทักษ์วงศ์ และกานต์ แจ็งชัดใจ. (2564) อุทกภัยปี 2564 กระทบเศรษฐกิจไทยแค่ไหน? วารสารการเงินการคลัง, ธันวาคม 2564

จะเห็นได้ว่าสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อภาคน้ำอย่างรุนแรง และส่งผลกระทบต่อเนื่องแก่มนุษย์และระบบนิเวศอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ เพื่อตอบสนองต่อปัญหานี้ประเทศไทยได้วางยุทธศาสตร์ในการปรับตัวต่อผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศครอบคลุม 5 ด้านหลัก ประกอบด้วย (1) ด้านป่าไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ (2) ด้านพื้นที่ชายฝั่ง (3) ด้านการเกษตร (4) ด้านทรัพยากรน้ำ และ (5) ด้านสุขภาพ⁶

การปรับตัวในด้านทรัพยากรน้ำนั้น มุ่งเน้นไปที่การส่งเสริมการจัดการลุ่มน้ำแบบบูรณาการ การสนับสนุนการจัดการทรัพยากรน้ำโดยชุมชน และการกระตุ้นให้เกิดการใช้น้ำอย่างรู้ค่าและการปลูกพืชที่หลากหลายในภาคเกษตร อย่างไรก็ตาม ที่ผ่านมาในการปรับตัวด้านทรัพยากรน้ำยังเป็นการใช้งบประมาณในการก่อสร้างโครงสร้างต่าง ๆ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามากกว่าที่จะคำนึงถึงแนวทางการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ

ในปัจจุบันหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินงานเพื่อป้องกันและแก้ไขวิกฤตด้านน้ำ ซึ่งประกอบด้วยน้ำท่วม น้ำหลากและภัยแล้ง มีการบูรณาการให้ความช่วยเหลือประชาชน รวมทั้งดำเนินโครงการอนุรักษ์ฟื้นฟู พัฒนาแหล่งน้ำและบริหารจัดการน้ำ และโครงการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพระบบกระจายน้ำ นอกจากนี้มีการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำชุมชนตามแนวพระราชดำริ ตลอดจนติดตามการบริหารจัดการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศในลุ่มน้ำ และการศึกษาวิจัยในด้านทรัพยากรน้ำ รวมถึงความร่วมมือกับต่างประเทศ

โครงการด้านน้ำ ภายใต้แผนงานความร่วมมือไทย-เยอรมันด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (TGCP-Water) โดยการสนับสนุนจากกระทรวงสิ่งแวดล้อม คุ้มครองธรรมชาติ และความปลอดภัยทางปรมาณู แห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (BMU) ได้ร่วมมือกับสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช) ในการดำเนินงานโครงการด้านน้ำ (TGCP-Water) มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561 ซึ่งภายใต้การดำเนินงานด้านที่ 2: การขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสู่ระดับจังหวัดและท้องถิ่น (Field of Action 2: FoA2) มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างบูรณาการภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Adaptation, EbA)

มาตรการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศคือการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศเพื่อช่วยให้ผู้คนปรับตัวเข้ากับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ⁷ สามารถนำไปใช้กับหลายภาคส่วน เป็นมาตรการที่ประหยัดต้นทุนเมื่อเทียบกับมาตรการที่ใช้สิ่งก่อสร้าง เน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน และการใช้ระบบความรู้ดั้งเดิมและท้องถิ่น โดยมาตรการนี้ปรากฏอยู่ในแผนระดับต่าง ๆ ของประเทศไทย เช่น การมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contribution: NDC) และแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (National Adaptation Plan: NAP) และล่าสุดในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (the 13th National Economic and Social Development Plan)

⁶ Aree Wattana Tummakird (2006) "Climate Change Impacts & Adaptation in Thailand", Workshop on Mainstreaming Policies and Investment in Low Carbon: Opportunities for New Approaches to Investment and Flexible Mechanisms 31 August 2006 United Nations Conference Centre – Bangkok, Thailand

⁷ ที่มา: Convention on Biological Diversity

1.2 ระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh Water Ecosystem) การบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) และความเชื่อมโยงกับความหลากหลายทางชีวภาพ

“น้ำ” คือองค์ประกอบสำคัญของระบบนิเวศ การพิจารณาและการกำหนดขอบเขตของระบบนิเวศจึงให้ความสำคัญและใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำเป็นหลัก เช่น พื้นที่รับน้ำ (Catchment Area, Drainage Basin) ซึ่งประกอบด้วยหลายพื้นที่รวมกันเป็นโครงข่ายระบบน้ำ และมีระบบนิเวศอื่น ๆ ตามบริบทของระบบนิเวศนั้น ๆ ด้วยเหตุนี้ น้ำจึงเป็นแกนหลักของการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม องค์ความรู้ด้านการบริหารจัดการน้ำนี้ถูกพัฒนามากขึ้น จนปรากฏเป็นนิยามและสาระที่ละเอียดอีกมาก

ระบบนิเวศน้ำ (Eco-hydrology)⁸ เป็นนิยามย่อยในงานอุทกวิทยา ที่เน้นความสำคัญของกระบวนการของระบบนิเวศในวงจรของน้ำ นักวิชาการให้ความสำคัญกับบริบทนี้ และขยายองค์ความรู้กว้างและลึกมากขึ้น เพราะความเข้าใจบริบทเหล่านี้ช่วยเสริมการดำเนินงานด้านความยั่งยืนให้กับสิ่งแวดล้อม

ถิ่นที่อยู่อาศัยในน้ำ (Aquatic Habitat)⁹ เป็นบริบทของระบบนิเวศที่สัมพันธ์กับ “น้ำ” เป็นถิ่นอาศัย ซึ่งอาจปรากฏอาณาเขตของระบบนิเวศของพืชและสัตว์บางสายพันธุ์หรือหลายสายพันธุ์ได้ชัดเจนทางกายภาพในระดับหนึ่ง

เมื่อประมวลองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้น สามารถพิจารณาลักษณะเด่นของระบบนิเวศ (Local Ecosystem Domain/significances) ในพื้นที่บริเวณนั้น ซึ่งนิยามที่ปรากฏในบริบทเดียวกัน กล่าวถึง ศักยภาพของระบบนิเวศ (Ecological Potential) อันหมายถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศในบริเวณนั้น ดัชนีชี้วัดที่ปรากฏทั่วไปคือ ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) นั่นเอง

สำหรับการบริการของระบบนิเวศน้ำ (Water Ecosystem Services) เช่นเดียวกับระบบนิเวศอื่น ๆ น้ำ ให้บริการด้านนิเวศทั้งต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตอื่น สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศอื่น ดังสามารถจำแนกได้ดังนี้¹⁰

1. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (Provisioning Services) เป็นแหล่งอาหาร เป็นแหล่งน้ำอุปโภคบริโภค ใช้ในการเกษตรและอุตสาหกรรม เป็นต้น
2. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ (Regulating Services) ช่วยคงสมดุลของน้ำใต้ดิน ช่วยคงสมดุลของวัฏจักรน้ำ ช่วยสร้างสมดุลของสภาพอากาศ เป็นต้น
3. บริการด้านวัฒนธรรม (Cultural Services) เช่น เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ เป็นแหล่งกำเนิดของความเชื่อ วัฒนธรรม และประเพณีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น แข่งเรือ ลอยกระทง พญานาคให้น้ำ ประเพณีขอฝน เป็นต้น
4. บริการด้านการสนับสนุน (Supporting Services) เช่น เป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์น้ำวัยอ่อน และเป็นแหล่งอาหารของสัตว์อื่น ๆ เป็นองค์ประกอบในการสร้างความมั่นคงทางอาหาร เป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพ

⁸ Eco-hydrology is a sub-discipline of hydrology that focuses on ecological processes occurring within the hydrological cycle and strives to utilize such process for enhancing environmental sustainability (Wagner and et al, 2008).

⁹ Aquatic habitat may be defined as the living place of an organism, a population, a species or a species group in an aquatic ecosystem characterised by its physical and biological properties (Wagner and et al, 2008).

¹⁰ UN-Water. Water and Ecosystems. <https://www.unwater.org/water-facts/ecosystems/>

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological Diversity) ¹¹ หมายถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทุกประเภทและทุกเผ่าพันธุ์ รวมถึงกลุ่มสายพันธุ์กรรมเดียวกันหรือสายพันธุ์กรรมใกล้เคียงกัน และข้ามสายพันธุ์กรรม ที่อาศัยร่วมกันอยู่ในอาณาบริเวณเดียวกัน

Andras Szollosi Nagy รองเลขาธิการ UNESCO และผู้อำนวยการ UNESCO International Hydrological Programme (IHP) ได้กล่าวว่า สภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงมีผลกระทบต่อถิ่นที่อยู่อาศัยในน้ำ ทั้งในแม่น้ำ ทะเลสาบ พื้นที่ชุ่มน้ำ และแหล่งน้ำต่าง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งระดับน้ำที่ลดลงหรือมากเกินไป ทิศทางการไหลของน้ำ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน อุณหภูมิ และความเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ ที่มีผลให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลงอย่างมาก

การประยุกต์และนำระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เป็นกระบวนการที่มีเนื้อหาสาระมากมายและล้วนมีความสำคัญทั้งด้านการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของระบบนิเวศในพื้นที่ และความหลากหลายทางชีวภาพ เหล่านี้ควรเป็นหลักปฏิบัติเบื้องต้นที่ผู้ที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการ รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ นอกจากข้อมูลทางกายภาพ ข้อมูลด้านอุทกศาสตร์ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อม ยังต้องจัดเก็บข้อมูลจำนวนชนิดพันธุ์ ทั้งพืชและสัตว์ จำนวนประชากร แยกหมวดหมู่บันทึกเป็นสถิติ เพื่อประมวลสรุปสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน หากระบบนิเวศมีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนและหลากหลายสูง ควรมีความพร้อมทั้งด้านบุคลากร เครื่องมือ งบประมาณ และระยะเวลา ดำเนินการอย่างเพียงพอ

โดยหลักการพื้นฐาน ระบบนิเวศตามลักษณะกายภาพแบ่งเป็น ระบบนิเวศบนแผ่นดิน (Terrestrial Ecosystem) ¹² และระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystem) โดยมีพื้นที่ริมตลิ่งเป็นบริเวณที่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์พึ่งพากันและกัน (Ecotone) ¹³ มักปรากฏเป็นบริเวณแนวยาวที่พบระบบนิเวศมากกว่าหนึ่งระบบอาศัยร่วมกัน และพบความหลากหลายของระบบนิเวศชัดเจนในบริเวณเหล่านี้

ระหว่าง วันที่ 21 มีนาคมถึง 4 เมษายน ค.ศ. 2022 หน่วยงานขององค์การสหประชาชาติด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC ได้จัดการประชุมสัมมนาวิชาการ ณ กรุง Geneva ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ว่าด้วยการลดผลกระทบของภาวะโลกร้อน ซึ่งเวทีหนึ่งมุ่งเน้นสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศและความหลากหลายด้านชีวภาพ และได้มีการกำหนดเป้าหมายที่เป็นภารกิจที่ประเทศสมาชิกต้องนำไปปฏิบัติ ดังนี้

- เป้าหมายแรก คือการหยุดยั้งหรือทำให้การสูญพันธุ์มีอัตราต่ำที่สุด (Halt or minimize extinction rates) ในระบบนิเวศ
- เป้าหมายต่อมา ได้แก่การให้ตระหนักถึงคุณค่าสนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์ การฟื้นฟู และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายด้านชีวภาพอย่างยั่งยืน
- เป้าหมายอื่น ๆ เกี่ยวกับหลักปฏิบัติทั่วไปครอบคลุมสาระด้านการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศ

¹¹ Biodiversity may be defined as the variability among living organisms from all sources including, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are parts; this includes diversity within species, between species and of ecosystems (Wagner and et al, 2008).

¹² The type of ecosystems which are predominantly found on land are called the terrestrial ecosystem (<https://byjus.com/biology/terrestrial-ecosystem/>)

¹³ Ecotone may be defined as narrow and fairly sharply defined transition zone between two or more ecosystems, which is typically species rich (Wagner and et al, 2008).

เปลี่ยนแปลง ในบริบทของความสามารถในการฟื้นตัว
สู่สภาพปกติ (Resilience) และการพัฒนาที่ยั่งยืนในมิติ
ของการปฏิบัติ เช่น การลดมลภาวะ การลดปริมาณสาร
เคมีและยาฆ่าแมลงที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศ
การปรับปรุงกฎหมายและข้อกำหนดเพื่อเอื้อประโยชน์
ต่อการบรรเทาผลกระทบภาวะโลกร้อน การสนับสนุน
ด้านงบประมาณ เป็นต้น

แนวทางจากประชาคมโลกที่กล่าวมานี้ล้วนมีความ
สำคัญ ซึ่งการประยุกต์และนำมาปรับใช้ควรพิจารณา
และบูรณาการให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมใน
ประเทศไทย

ด้วยเหตุนี้ ลักษณะสำคัญของระบบนิเวศในพื้นที่
จึงต้องได้รับการพิจารณาและวิเคราะห์อย่างละเอียด
รอบคอบ เพื่อให้กระบวนการทำงานทุกด้านที่เกี่ยวข้อง
กับทรัพยากรน้ำสอดคล้องและเอื้อประโยชน์กันและกัน

1.3 การบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) และ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากการสะสม
ของกลุ่มก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์
ถูกมองว่าเป็นสาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ
ในชั้นบรรยากาศ รวมถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นน้ำ
และผิวดิน จากรายงานของคณะกรรมการระหว่าง
รัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (AR5
Report of the Intergovernmental Panel on Climate
Change) พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น
ประมาณ 0.85 องศาเซลเซียสในรอบศตวรรษที่ผ่านมา

ทั้งนี้ การเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องของอุณหภูมิผิวโลก
ยังเป็นปัจจัยร่วมที่สำคัญทำให้เกิดการละลายตัวของ
น้ำแข็งบริเวณขั้วโลก การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล
การเกิดภัยพิบัติและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
ที่ทวีความรุนแรงในหลายพื้นที่และหลายรูปแบบภัย
อาทิ ภัยแล้งและน้ำท่วมอย่างฉับพลันจากปริมาณ
การเกิดฝนที่เปลี่ยนแปลงไป การเพิ่มขึ้นของระดับ
น้ำทะเล รวมถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพน้ำ
ในแหล่งน้ำธรรมชาติจากการแปรผันของปริมาณฝน
ในหลายพื้นที่¹⁴

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าวส่ง
ผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศ โดยเฉพาะ
บริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบ ที่มีมนุษย์เคย
ได้รับประโยชน์ เช่น เมื่ออุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติ
เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อการทำงานของสัตว์น้ำ หรือเกิด
พืชน้ำปกคลุมในปริมาณมากเกินไปจนลดปริมาณ
ออกซิเจนในน้ำ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฝน
ที่เป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอส่งผลกระทบต่อปริมาณและ
การกักเก็บน้ำใต้ดิน นอกจากนี้ อุณหภูมิที่สูงขึ้น
ยังส่งผลให้เกิดการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วของแมลง
บางชนิดและสร้างความเสียหายต่อพืชผลทาง
การเกษตรซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงความมั่นคงทางอาหาร
ดังกรณีการระบาดของด้กัแตนในทวีปแอฟริกาได้
เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่ง
ผลกระทบต่อการทำงานของระบบนิเวศ และส่งผลกระทบ
ต่อเนื่องไปถึงการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ
รวมถึงคุณภาพชีวิตของประชาชน

¹⁴ ศิริรัตน์ สังข์รักษ์, พิชชาพันธ์ รัตนพันธ์, อาทิตย์ เพ็ชรรักษ์, สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ. (2563). ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศ
ที่เปลี่ยนแปลงต่อทรัพยากรน้ำและการจัดการ. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 24 (ฉบับที่ 1)

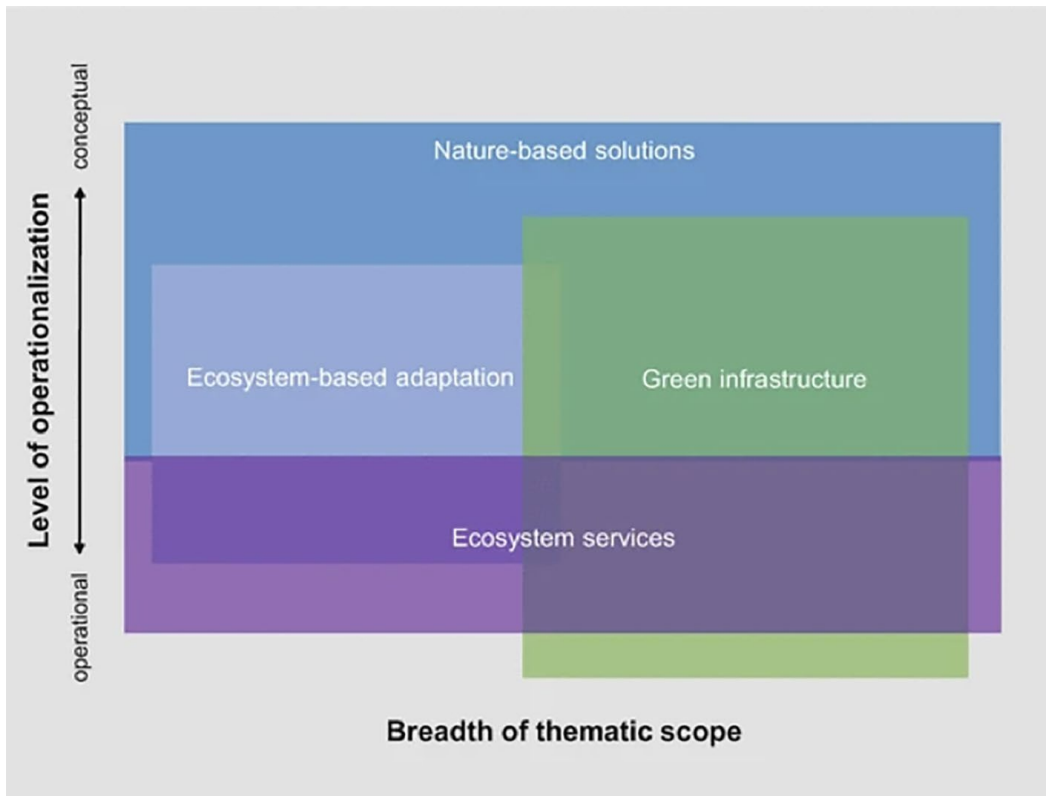
บทที่ 2

ความหมายของมาตรการการปรับตัว โดยอาศัยระบบนิเวศ และแนวทางการคัดเลือกมาตรการฯ

2.1 ความหมายและลักษณะของ มาตรการการปรับตัวโดยอาศัย ระบบนิเวศ (Ecosystem-based Approach)

มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Approach) คือการใช้ความหลากหลายทางชีวภาพและการบริการของระบบนิเวศในฐานะส่วนหนึ่งของยุทธศาสตร์การปรับตัวโดยรวมเพื่อช่วยให้ผู้คนสามารถปรับตัวให้เข้ากับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (CBD, 2009 & 2010) มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions) ซึ่งประกอบด้วยหลาย

แนวคิด (ภาพที่ 1) ซึ่งก็คือกิจกรรมที่ปกป้องธรรมชาติโดยมีการจัดการอย่างยั่งยืน และฟื้นฟูหรือปรับปรุงระบบนิเวศเพื่อตอบสนองความท้าทายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นต่อสังคม และในขณะเดียวกันก็ให้ประโยชน์แก่ความเป็นอยู่ของมนุษย์และความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (IUCN Global Standard for NbS, 2020) ภายใต้แนวคิดของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานประกอบด้วยแนวคิดอื่น เช่น การปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Adaptation) การบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem Services) และการใช้โครงสร้างสีเขียว (Green Infrastructure)



ภาพที่ 1 มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในฐานะส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติ เป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions)

ที่มา: Nature-Based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green (2017)

ด้วยหลักคิดและการดำเนินการบนพื้นฐานของความยั่งยืน ความคุ้มค่า การนำเอาภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้รวมถึงความยืดหยุ่นด้านขนาดของกิจกรรม ทำให้มาตรการทางธรรมชาติเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ดีที่สุดที่มีอยู่ในการดำเนินงานเพื่อนำไปสู่ความเปลี่ยนแปลงเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การศึกษาวิจัยและดำเนินงานด้านมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำในประเทศไทยได้มีการดำเนินงานโดยหลายภาคส่วน ทั้งจากภาควิชาการ ภาคประชาสังคมและหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของ

ประเทศ มาตรการที่เป็นที่แพร่หลายคือการสร้างฝายมีชีวิต ซึ่งเป็นแนวคิดการแก้ปัญหาการจัดการน้ำของชุมชนเอง และยังช่วยฟื้นฟูระบบนิเวศของพื้นที่ป่าโดยรวม โดยมีประโยชน์ คือ ในช่วงฤดูฝน ฝายจะช่วยชะลอการไหลของน้ำไปยังพื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำให้สามารถระบายน้ำได้ทัน ลดปัญหาน้ำท่วม ในช่วงฤดูแล้งจะช่วยยกระดับน้ำให้สูงขึ้น ทำให้ชุมชนมีน้ำไว้อุปโภคบริโภคตลอดช่วงฤดูแล้ง และรักษาความชุ่มชื้นให้ระบบนิเวศ ทำให้น้ำมีเวลาซึมลงสู่ใต้ดินได้ลึก เป็นการช่วยเติมน้ำใต้ดินให้กลับมามีน้ำมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การสร้างฝายมีชีวิต การแก้ปัญหาที่ใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ
ที่มา: องค์การบริหารส่วนตำบลนิคมน้ำออน (2561) โครงการฝายมีชีวิต ประจำปี 2561

อย่างไรก็ตาม นอกเหนือจากฝายมีชีวิตแล้ว ยังมีมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศอีกหลายมาตรการที่สามารถนำมาปรับใช้ในประเทศไทยได้ หรือมีการปฏิบัติอยู่แล้ว เพียงแต่มาตรการเหล่านั้นอาจไม่ได้ถูกเรียกว่าเป็นมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ เช่น การปลูกและฟื้นฟูป่า การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยวิธีธรรมชาติ การสร้างแก้มลิง การจัดการและฟื้นฟูป่าพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง เป็นต้น เนื่องจากแนวคิดด้านการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศเป็นแนวคิดใหม่ แต่เมื่อมีการเผยแพร่แนวคิดนี้เข้ามาในประเทศไทยและเมื่อเทียบกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวปฏิบัติดังกล่าว ก็เป็นการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศเช่นกัน¹⁵

เพื่อให้ความรู้และความเข้าใจต่อมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำเป็นไปอย่างกว้างขวางและถูกนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในด้านภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมในประเทศ โครงการด้านน้ำ ภายใต้แผนงานความร่วมมือไทย-เยอรมันด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (TGCP-Water) โดยการสนับสนุนจากกระทรวงสิ่งแวดล้อม คู่ครองธรรมชาติ และความปลอดภัยทางปรมาณู แห่งสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี (BMU) ร่วมกับสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สทนช.) ได้มอบหมายให้สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ในฐานะองค์กรที่ปรึกษารวบรวมข้อมูลและดำเนินงานเพื่อคัดเลือกมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำมาจัดทำเป็นคู่มือ เพื่อเผยแพร่ต่อผู้ปฏิบัติงานในภาคน้ำของประเทศไทยต่อไป

¹⁵ FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2022). Ecosystembased Adaptation and the successful implementation and achievement of the Sustainable Development Goals. IUCN, Gland, Switzerland. 40 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6789086>

2.2 กระบวนการและเกณฑ์การคัดเลือก EbA

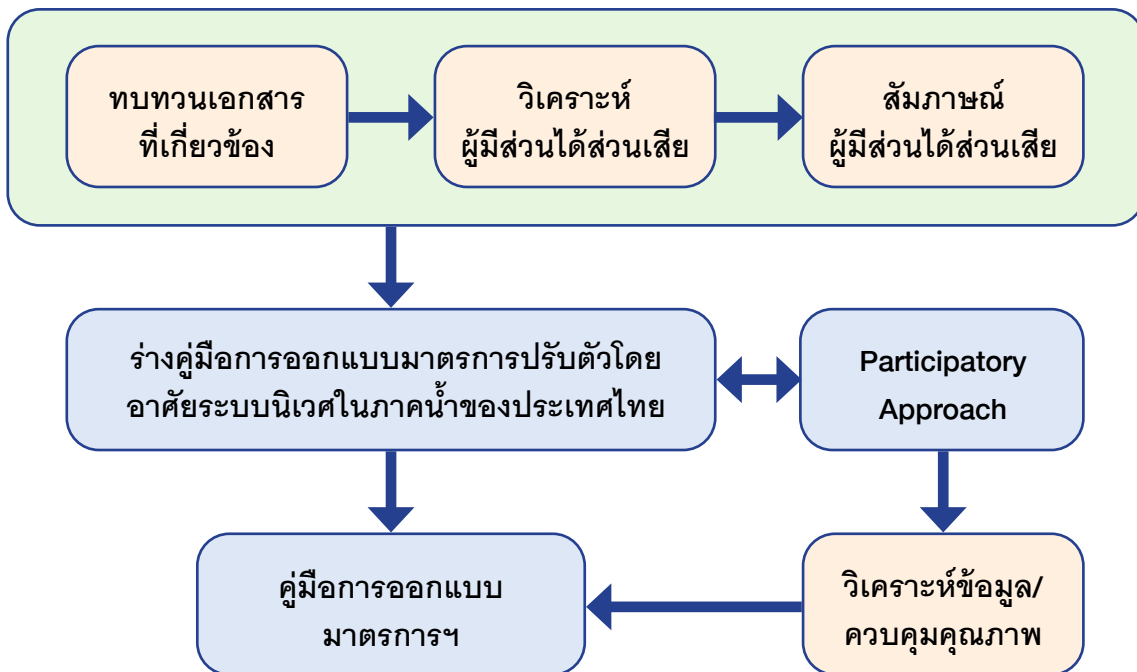
ที่ปรึกษาได้ทบทวนเอกสาร รวบรวมแนวคิด งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศทั้งที่มีการดำเนินงานในต่างประเทศและในประเทศ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียกับการจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทย และได้ทำการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำ

จากนั้นได้รวบรวมมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำ มาจัดทำเป็นรายการพร้อมคำอธิบายและเกณฑ์ในการคัดเลือกมาตรการเพื่อนำมาจัดทำคู่มือ ผ่านกระบวนการมีส่วนร่วม (Participatory Approach) ของผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ กรมประมง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่น เช่น ตัวแทนจากองค์กรผู้ใช้น้ำลุ่มน้ำยมและสะแกกรัง สถาบันทางวิชาการ องค์กรภาคประชาสังคมและองค์กรระหว่างประเทศ เป็นต้น

หลังจากการจัดทำร่างคู่มือการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคส่วนน้ำ ร่างคู่มือได้ผ่านการให้ความเห็นจาก สททช. และกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากนั้นได้ปรับปรุงร่างคู่มือตามความเห็นและคำแนะนำ แล้วจึงนำเข้าสู่ขั้นตอนการควบคุมคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิจากองค์กรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ แล้วจึงจัดทำเป็นคู่มือฉบับสมบูรณ์ กระบวนการในการจัดทำคู่มือ ฯ ได้แสดงในภาพที่ 3

รายละเอียดของรายการมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำและเกณฑ์ในการคัดเลือกพร้อมผลการให้คะแนนได้แสดงในภาคผนวก ก ข และ ค ตามลำดับ



ภาพที่ 3 กระบวนการในการจัดทำคู่มือการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำของประเทศไทย

2.3 มาตรการที่ได้คัดเลือก

จากกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ทรงคุณวุฒิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในภาคน้ำ ได้มีการคัดเลือก 6 มาตรการเพื่อนำมาจัดทำคู่มือฯ โดยที่สามารถนำไปปรับใช้ในพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังนี้

1. การปลูกและฟื้นฟูป่า
2. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ
3. การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก
4. การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ
5. การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน
6. การฟื้นฟูป่าและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละมาตรการได้นำเสนอในบทที่ 3

บทที่ 3

รายละเอียดมาตรการที่ได้รับคัดเลือก

การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงนั้น เริ่มในหลายประเทศมากกว่าสิบปีแล้ว แต่เป็นแนวความคิดใหม่ในประเทศไทย หน่วยงานราชการบางแห่งเริ่มให้ความสำคัญ และจัดทำเป็นโครงการนำร่อง แต่ข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศ ได้แก่ พื้นฐานความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศและระบบธรรมชาติ (Natural System) ของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญที่สามารถร่วมกำหนดเป้าหมายของงานและสนับสนุนการทำงานของแต่ละหน่วยงาน

คู่มือการออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำของประเทศไทย (Ecosystem-based Adaptation Code of Practice Compendium for Thai Water Sector: EbA CoP) เน้นความสำคัญของระบบนิเวศในภาคน้ำ โดยประยุกต์แนวทางการปรับตัวในบริบทที่แตกต่างกัน เพื่อลดผลกระทบของภาวะโลกร้อนและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เอกสารฉบับนี้จัดทำเพื่อเผยแพร่ความรู้ และเพื่อแนะนำ ส่งเสริม และสนับสนุนให้ทุกภาคส่วนเข้าใจการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงให้มากที่สุด ดังนั้นมาตรการต่าง ๆ ที่นำเสนอ ถูกวิเคราะห์ตามหลักวิชาการ เพื่อเสนอแนะ และให้ผู้เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดภายใต้บริบทของพื้นที่ของตน

การออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคน้ำของประเทศไทย ควรพิจารณาปัจจัยและองค์ประกอบในทุกบริบทและทุกมิติ รายละเอียดการออกแบบจึงต้องหลีกเลี่ยงและลดผลกระทบต่าง ๆ ให้มากที่สุด โดยมีหลักปฏิบัติดังนี้

1. การออกแบบมาตรการควรคำนึงถึงขีดจำกัดของระบบนิเวศตามธรรมชาติในการรองรับกิจกรรมมนุษย์ และควรจำกัดตลอดจนควบคุมกิจกรรมที่เหมาะสมกับระบบนิเวศในบริเวณนั้น โดยใช้กฎระเบียบ หรือกฎหมายเป็นเครื่องมือ

2. มาตรการที่จะดำเนินการควรลดความเสี่ยงใด ๆ ที่จะมีผลกระทบต่อการสูญเสียพันธุ์ การลดจำนวนและลดความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศนั้น

3. มาตรการการปรับตัวควรผนวกบทบาทหน้าที่และประโยชน์ใช้สอย (Roles and Functions) ระหว่างระบบนิเวศและกิจกรรมของมนุษย์อย่างกลมกลืนและไม่ขัดแย้งกัน

4. มาตรการการปรับตัวทุกมาตรการควรเป็นมาตรการที่ยั่งยืน เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ประหยัด สะดวกต่อการบำรุงรักษาในระยะยาว

ในกรณีที่มีการปรับตัวเกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง เช่น การเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำด้วยการสร้างฝาย รายละเอียดประกอบการก่อสร้างควรกำหนดวิธีการดำเนินงาน ตลอดจนขั้นตอนการดำเนินงานที่ตอบรับมาตรการต่าง ๆ ข้างต้น บนพื้นฐานความรู้และความเข้าใจด้านระบบนิเวศ ข้อพิจารณาเหล่านี้ครอบคลุมถึงการเลือกวัสดุที่เหมาะสม การใช้วัสดุในท้องถิ่นเป็นหลัก การปรับแต่งภูมิทัศน์ชายน้ำ (Riverine Landscape) ที่กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติเดิม โดยกำหนดขอบเขตงานก่อสร้างเท่าที่จำเป็น ไม่ขยายงานต่อเนื่องจนเกิดความเปลี่ยนแปลงใด ๆ ต่อสภาพแวดล้อมในระยะยาว และเอื้อประโยชน์ต่อการจัดหางบประมาณในการบำรุงรักษาในอนาคต

3.1 การปลูกและฟื้นฟูป่า

- รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

ป่าไม้ ช่วยรักษาสมดุลน้ำ ป้องกันดินถล่มและลดความเสียหายจากน้ำหลาก การปลูกและฟื้นฟูป่าช่วยเพิ่มความหนาแน่นของต้นไม้ ช่วยซับน้ำฝนและค่อย ๆ ปลดปล่อยออกมาบริเวณต้นน้ำ รักษาสมดุลน้ำและช่วยยึดเกาะหน้าดินเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดดินถล่ม การสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ หรือความเสื่อมโทรมของป่าส่งผลกระทบต่อสมดุลของน้ำและระบบนิเวศในระยะยาว ป่าไม้ช่วยในการควบคุมวัฏจักรของน้ำ โดยช่วยควบคุมให้การระเหยและการไหลของน้ำสมดุลกัน เรือนยอดต่างระดับของป่า กิ่งก้านสาขาและรากไม้ช่วยเก็บกักและปลดปล่อยการระเหยของน้ำซึ่งส่งผลถึงการเกิดฝน

ป่าไม้ช่วยลดผลกระทบจากน้ำท่วมและความเสี่ยงต่อดินถล่ม โดยช่วยต้านทานและชะลอการไหลของน้ำผิวดิน นอกจากนี้ป่าไม้ยังช่วยบรรเทาปัญหาภัยแล้งในระยะยาวจากการที่ป่าไม้ช่วยรักษาสมดุลของน้ำ ซึ่งหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญประการนี้และได้ริเริ่มโครงการปลูกป่าเพื่อลดปัญหาภัยแล้งมาเป็นโดยตลอด

การเปลี่ยนแปลงของป่าไม้ทั้งการสูญเสียพื้นที่จากการตัดไม้ทำลายป่า (Deforestation) และการทำให้ป่าเสื่อมโทรม (Forest Degradation) ส่งผลกระทบต่อวัฏจักรของน้ำและระบบนิเวศและเชื่อมโยงถึงการเปลี่ยนแปลงของการบริการของระบบนิเวศ (Ecosystem services) ซึ่งส่งผลกระทบต่อมนุษย์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้



ภาพที่ 4 การปลูกและฟื้นฟูป่า

ที่มา: <https://actionaidrecycling.org.uk/reforestation-examples-around-the-world/>

“การปลูกป่า” (Reforestation) คือกระบวนการทดแทนป่าไม้ที่เคยมีอยู่ที่ถูกทำลาย หรือเสียหายจากการตัดไม้ทำลายป่าหรือการสัมปทานไม้ โดยการปลูกต้นไม้ลงบนพื้นที่ที่เคยถูกทำลาย การปลูกป่าจึงเป็นได้ตั้งแต่ พื้นที่ปลูกป่าชุมชน การทำวนเกษตร รวมไปถึงการปลูกไม้เศรษฐกิจต่าง ๆ ด้วย

“การฟื้นฟูป่า” (Forest restoration) คือการคืนสภาพระบบนิเวศป่าไม้ โดยช่วยเร่งการฟื้นตัวของโครงสร้างป่า การบริการของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพให้กลับคืนสภาพเดิม หรือให้มีสภาพใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าที่เคยมีอยู่เดิมให้มากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยผ่านการป้องกันไม่ให้เกิดการรุกรานพื้นที่ การป้องกันไม่ให้เกิดไฟป่า การปลูกเสริมเพื่อเร่งให้ป่าได้ฟื้นตัวเร็วขึ้น เป็นต้น การฟื้นฟูป่าจึงมุ่งเน้นที่จะสนับสนุนกระบวนการพัฒนาตัวเองของระบบนิเวศป่าด้วยการฟื้นฟูโครงสร้างและการทำงานของระบบนิเวศ โดยการปลูกพืชที่มีความสำคัญของระบบนิเวศดั้งเดิม ความสำเร็จของการฟื้นฟูป่าสามารถวัดได้จากจำนวนชั้นเรือนยอดของต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น จำนวนของชนิดสิ่งมีชีวิตที่กลับเข้ามาในพื้นที่ โดยเฉพาะชนิดที่หายากหรือมีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของระบบนิเวศ และคุณภาพของดิน น้ำที่ดีขึ้น เป็นต้น การฟื้นฟูป่าจึงเป็นการปลูกป่าที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างไปจากการปลูกป่าแบบอื่น ๆ ¹⁶¹⁷

การปลูกและฟื้นฟูป่ามีวัตถุประสงค์เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการกระทำของมนุษย์หรือโดยธรรมชาติ ให้กลับฟื้นคืนสภาพดั้งเดิมหรือใกล้เคียงสภาพเดิมให้มากที่สุด เพื่อช่วยให้การบริการของระบบนิเวศของป่าไม้กลับคืนมาสู่สภาพเดิม หรือใกล้เคียงสภาพเดิม โดยในส่วนของที่เกี่ยวข้องกับภาคส่วนน้ำนั้น การปลูกและฟื้นฟูป่าจะช่วยรักษาสมดุลน้ำ ปรับปรุงคุณภาพน้ำ และลดค่าใช้จ่ายในการจัดการน้ำให้เหมาะสมกับการอุปโภคบริโภค

ในประเทศไทยมีการปลูกและฟื้นฟูป่าโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชนและประชาสังคม โดยในการปลูกและฟื้นฟูป่าในปัจจุบัน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะกรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ให้ความสำคัญกับการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและคำนึงถึงระบบนิเวศและความมั่นคงทางอาหารและประโยชน์ของราษฎรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์มากขึ้น ¹⁸¹⁹

¹⁶ หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, (2549) ปลูกให้เป็นป่า แนวคิดและแนวปฏิบัติสำหรับการฟื้นฟูป่าเขตร้อน

¹⁷ Elliott, S., (2000). Defining forest restoration for wildlife conservation. In: Elliott, S., J. Kerby, D. Blakesley, K. Hardwick, K. Woods and V. Anusarnsunthorn (eds.) Forest Restoration for Wildlife Conservation. Chiang Mai University, pp 13-17.

¹⁸ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ, (2563) คู่มือการปลูกป่าเลียนแบบธรรมชาติ. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพมหานคร

¹⁹ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2564) การสร้างป่าเชิงนิเวศเพื่อความมั่นคงของราษฎรในพื้นที่ป่าอนุรักษ์. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 5 การปลูกป่าร่วมกับชุมชน
ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2565

• ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดินและความลาดชัน การปกคลุมของพรรณพืชที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ

ในการปลูกป่าและฟื้นฟูป่า มีสิ่งสำคัญหลายประการที่ต้องคำนึงถึง ประกอบด้วย

ประเภทของป่าไม้ในพื้นที่เดิม เช่น ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ซึ่งประเภทของป่าจะเป็นปัจจัยกำหนดชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมในการปลูกป่า เช่นการเลือกไม้เบิกนำ ไม้เด่น ไม้รอง ซึ่งต้องพิจารณาจากพรรณไม้เดิมที่มีอยู่ในพื้นที่ โดยทั่วไปไม้เบิกนำ (Pioneer Species) จะเป็นไม้โตเร็ว ชอบแสงแดด ส่วนไม้เด่นนั้นจะต้องคำนึงถึงไม้ที่พบมากในประเภทป่าเดิม ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างของไม้เบิกนำและไม้เด่นที่เหมาะสมสำหรับใช้ปลูกและฟื้นฟูป่าในป่าประเภทต่าง ๆ

ชนิดป่าเดิม	ไม้เบิกนำ	ไม้เด่น
ป่าดิบเขา	พังกาใหญ่ (Trema orientalis (L.) Blume.) ทะโล้ (Schima wallichii (DC.) Korth.) ลำพูป่า (Duabanga grandiflora (DC.) Walp.) ทองหลวงป่า (Erythrina subumbrans Merr.) ขนุนป่า (Artocarpus lakoocha Roxb.)	ก่อหยุ่ม (Castanopsis argyrophylla King) ก่อเด็ดย (Castanopsis acuminatissima (Blume) A.DC.) กล้วยฤๅษี (Diospyros glandulosa Lace) จำปาป่า (Magnolia champaca (L)) ยางชนิดต่าง ๆ (Dipterocarpus sp.)
ป่าเบญจพรรณ	ซ้อ (Gmelina arborea Roxb.) ลำโรง (Sterculia foetida L.) มะกอกป่า (Spondias pinnata (L.f.) Kurz)	แดง (Xylia xylocarpa (Roxb.)) ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus Kurz.) มะค่าโมง (Afzelia xylocarpa (Kurz) Craib.) สัก (Tectona grandis L.f.)
ป่าเต็งรัง	เปล้าหลวง (Croton oblongifolius Roxb.) ขี้ขาว (Haldina cordifolia) รูกฟ้า (Terminalia alata) มะกอกเกลื้อน (Canarium subulatum) ยอป่า (Morinda coreia)	เต็ง (Shorea obtusa Wall. ex Blume.) รัง (Shorea siamensis Miq.) เหียง (Dipterocarpus obtusifolius Teijsm. ex Miq.) พลวง (Dipterocarpus tuberculatus Roxb.) กราด (Dipterocarpus intricatus Dyer.) ติ้วชนิดต่าง ๆ (Cratoxylum sp.)

หมายเหตุ

ไม้เบิกนำ คือพืชที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่เพียงชั่วคราวในขั้นของการทดแทน ก่อนจะถูกแทนที่ด้วยสังคมพืชขั้นสูงขึ้นไปเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อไป พบได้ตั้งแต่พืชล้มลุก จนถึงไม้ต้น

ไม้เด่น คือ ชนิดพันธุ์ไม้ที่พบมากกว่าชนิดพันธุ์อื่น ๆ ในพื้นที่เดียวกัน มีผลต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่และความหลากหลายของสังคมพืช ไม้เด่นสามารถกระจายพันธุ์ได้อย่างกว้างขวาง หรือกระจายพันธุ์เฉพาะเจาะจงในสภาพแวดล้อมแบบใดแบบหนึ่งก็ได้²⁰

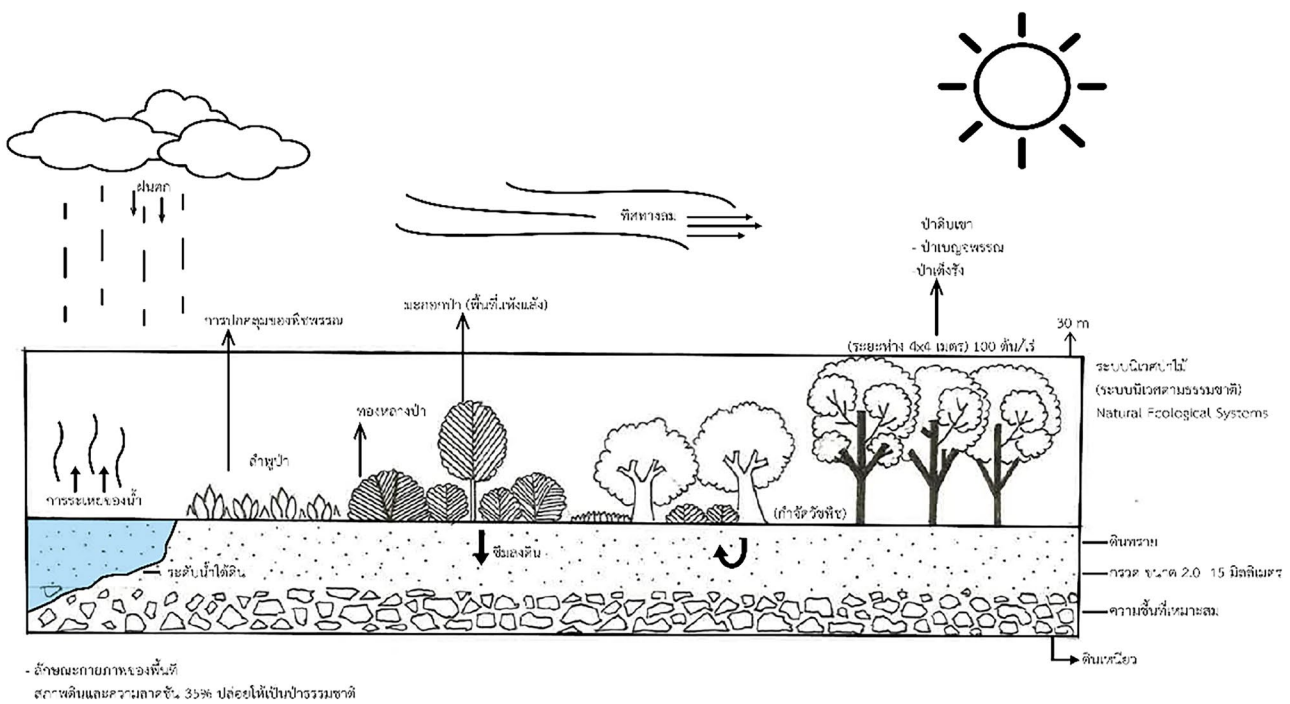
²⁰ New Phytologist Foundation. (2019) <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nph.15789>

นอกจากนั้นต้องพิจารณาสภาพดินในพื้นที่ว่าเป็นดินเหนียว ดินทราย ดินลูกรัง เนื่องจากมีผลต่อการระบายน้ำ พันธุ์ไม้บางชนิดเติบโตได้ดีในพื้นที่ดินทราย เช่น กันเกรา (*Fagraea fragrans* Roxb.) และหูกวาง (*Terminalia catappa* L.) แต่บางชนิดเติบโตได้ไม่ดีนัก และความตื้นลึกของหน้าดินก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึง ในพื้นที่หน้าดินตื้น มีหินโผล่ อาจจะต้องพิจารณาปลูกพืชชนิดเดิมที่ขึ้นอยู่ในสภาพพื้นที่นั้น ๆ เป็นหลัก เนื่องจากสังคมพืชผ่านการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ มาแล้ว

ความลาดชันของพื้นที่ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งซึ่งต้องคำนึง เนื่องจากระบบรากของพืชมีความลึกตื้นต่างกัน ซึ่งพื้นที่ที่มีความลาดชันเกินร้อยละ 35 นั้นควรปล่อยไว้ให้เป็นป่าตามธรรมชาติ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

• รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบก่อสร้าง (ข้อควรพิจารณาระหว่างการก่อสร้าง) ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ

หากสังเกตพืชพรรณที่ขึ้นตามธรรมชาติ จะพบว่าในพื้นที่ที่ปริมาณฝนน้อย ต้นไม้จะขึ้นค่อนข้างห่างกัน ดังนั้นหากจะปลูกฟื้นฟูป่าในพื้นที่เขตแห้งแล้งควรปลูกในระยะที่ค่อนข้างห่างกันเพื่อหลีกเลี่ยงการแก่งแย่งความชื้นในดิน ในขณะที่พื้นที่ที่มีฝนตกชุกต้นไม้จะเบียดเสียดกันหนาแน่น การปลูกฟื้นฟูป่าต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนเป็นหนึ่งในปัจจัยหลัก



ภาพที่ 6 การปลูกและฟื้นฟูป่าและปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง

ปริมาณน้ำที่ต้องการสำหรับแปลงปลูกและฟื้นฟูป่า ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของต้นไม้ที่ปลูก ดังที่ได้กล่าวไปแล้วว่าในพื้นที่แห้งแล้งควรปลูกต้นไม้ให้ห่างกันและกำจัดวัชพืชที่อาจแย่งน้ำและธาตุอาหารและนำมาคลุมโคนต้นไม้ วิธีการนี้ช่วยเพิ่มการซึมของน้ำลงสู่ดินและลดอัตราการสูญเสียน้ำจากดินผ่านการระเหย หากมีการวางระบบให้น้ำ ควรคำนึงถึงการปลูกเป็นแถวเป็นแนวเพื่อความสะดวกในการติดตั้งระบบน้ำ หากเป็นการปลูกเสริมในพื้นที่ป่าเดิม ก็ไม่จำเป็นต้องปลูกเป็นแถวให้คำนึงถึงความเหมาะสมและความหนาแน่นของต้นไม้เดิมที่มีอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งระยะห่างในการปลูกป่าจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ พรรณไม้บางชนิดที่มีทรงพุ่มกว้างต้องการระยะห่างมากกว่าชนิดที่มีทรงพุ่มแคบ

โดยทั่วไประยะห่างระหว่างต้นและแถวของต้นไม้ในการปลูกป่าคือ 4x4 เมตร หรือประมาณ 100 ต้นต่อไร่ สำหรับการปลูกฟื้นฟูป่า ให้พิจารณาบนพื้นฐานของจำนวนต้นไม้เดิมที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ ขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกป่านั้นไม่พบว่ามีการกำหนดไว้ แต่จากนิยามของพื้นที่ป่าไม่ว่า พื้นที่ป่าต้องมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 3.125 ไร่ หรือ 0.5 เฮกตาร์ ดังนั้นพื้นที่ในการปลูกและฟื้นฟูป่าจึงควรมีพื้นที่มากกว่าตัวเลขดังกล่าว หลุมปลูกควรมีขนาด 30x30x30 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อย และหากสามารถรองกันหลุมด้วยปุ๋ยคอก จะทำให้กล้าไม้ที่ปลูกตั้งตัวได้เร็วขึ้น หลังปลูกควรปักหลักไม้ไผ่และยึดกล้าไม้เข้ากับหลักนั้น เพื่อป้องกันความเสียหายจากลม หลักไม้ไผ่ควรทาสีแดงเพื่อความสะดวกในการสังเกตเวลากำจัดวัชพืช สำรวจอัตราการรอดตายและวัดอัตราการเจริญเติบโต

หากพื้นที่ปลูกและฟื้นฟูป่ามีขนาดใหญ่กว่า 100 ไร่ ควรแบ่งพื้นที่เป็นแปลงย่อยและทำเส้นทางตรวจการความกว้าง 6 เมตร เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงแปลง และเพื่อช่วยในการขนส่งกล้าไม้ไปปลูกและดูแลแปลงปลูก นอกจากนี้เส้นทางตรวจการยังใช้เป็นแนวกันไฟ และเส้นทางลาดตระเวนป้องกันไฟป่าได้อีกด้วย

• งบประมาณโดยประมาณ

เมื่ออ้างอิงจากงบประมาณในการปลูกและฟื้นฟูป่า รวมถึงงบประมาณในการบำรุงรักษาจากอัตราราคางานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) พบว่า อัตรางบประมาณในการปลูกป่าอยู่ที่ 4,020 บาทต่อไร่ ซึ่งงบประมาณในการบำรุงป่าในระยะ 2-6 ปี จะอยู่ที่ 1,060 บาทต่อไร่ และงานบำรุงป่าอายุ 7-10 ปี อยู่ที่ 510 บาทต่อไร่ และในการเพาะชำกล้าไม้จะมีงบประมาณที่ 2.96 บาทต่อกล้า หากหน่วยงานในท้องถิ่นหรือชุมชนที่ต้องการดำเนินการปลูกและฟื้นฟูป่าไม่ในพื้นที่ที่ตนเองมีสิทธิ์ในการดำเนินการสามารถใช้ตัวเลขดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการคำนวณงบประมาณ หรืออาจขอความร่วมมือและการสนับสนุนจากภาคเอกชนในกรณีที่มีงบประมาณในการดำเนินงานไม่เพียงพอ

• การบำรุงรักษา

การดูแลพื้นที่ปลูกป่าในช่วง 1-3 ปีแรกควรเน้นที่การกำจัดวัชพืชที่แย่งน้ำและแสงแดด อาจควบคุมวัชพืชโดยการใส่วัสดุคลุมโคนต้นไม้ที่ปลูก หรือแผ้วถางโดยใช้แรงงานในพื้นที่ปลูกป่าขนาดใหญ่อาจมีการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ต้องใช้ตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเข้มงวด และให้ใช้เพื่อเป็นทางเลือกสุดท้ายในการกำจัดวัชพืชหลังจากที่ไม่สามารถดำเนินการโดยใช้แรงงานได้เท่านั้น และในพื้นที่ต้นน้ำหรือใกล้แหล่งน้ำ ไม่ควรใช้สารกำจัดวัชพืชโดยสิ้นเชิง เพื่อให้การปลูกและฟื้นฟูป่าบรรลุเป้าหมาย ต้องมีการปลูกซ่อมกล้าไม้ที่ตาย ร่วมกับการใส่ปุ๋ยและการป้องกันไฟป่า นอกจากนี้ควรมีการติดตามการฟื้นตัวของป่าโดยการเก็บข้อมูลอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกล้าไม้ที่ปลูกอย่างสม่ำเสมอ

• การประยุกต์ใช้

การหนุนเสริม (synergy) ของการปลูกและฟื้นฟูป่าไม้ต่อมาตรการอื่น การปลูกและฟื้นฟูป่าไม้จะส่งผลดีต่อการบริการของระบบนิเวศจากป่าไม้ในด้านการสร้างสมดุลของน้ำแล้ว ยังช่วยหนุนเสริมมาตรการในภาคส่วนน้ำมาตรการอื่น เช่น ช่วยให้ป่อดักตะกอนแหล่งน้ำหรืออ่างเก็บน้ำไม่ตื้นเขินเร็ว เนื่องจากป่าไม้ช่วยกรองและดักตะกอนจากการพัดพาของน้ำได้ในระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ตามมีข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้ โดยก่อนการปลูกและฟื้นฟูป่าควรคำนึงถึงข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่มีกฎหมายกำกับดูแล นอกจากนั้นควรพิจารณาการคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ไม่นำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมาปลูกจนเกิดปัญหา ควรคำนึงถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เพื่อให้ป่าที่ปลูกมีความคล้ายคลึงกับสภาพธรรมชาติมากที่สุด

กรณีตัวอย่างของการใช้มาตรการปลูกและฟื้นฟูป่าแสดงในกล่องข้อความ

หน่วยวิจัยการฟื้นฟูป่า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับชุมชนบ้านแม่สาใหม่ อ. แม่ริม และอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ดำเนินงานวิจัยการฟื้นฟูป่าโดยใช้พรรณไม้โครงสร้าง จนสามารถฟื้นฟูป่าได้จนมีสภาพใกล้เคียงกับสภาพป่าธรรมชาติ และได้รับรางวัลลูกโลกเงินสำหรับการดูแลต้นไม้จากกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543 การดำเนินงานเน้นไปที่การศึกษาสภาพป่าเดิม ใช้พรรณไม้เบิกนำ และปลูกไม้พื้นถิ่นให้มีโครงสร้างคล้ายคลึงกับป่าเดิมมากที่สุด เน้นความหลากหลายของพรรณไม้ในทุกระดับรวมถึงการมีส่วนร่วมของชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง



ที่มาของภาพ <https://www.forru.org/th/about/>

3.2 การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

• รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

มาตรการปลูกป่าเพื่อจัดทำแนวกันชนตามริมน้ำ ถูกนำเสนอสำหรับปกป้องสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ ทั้งลำธาร คลอง แม่น้ำ จนถึงทะเลและทะเลสาบ โดยแนวความคิดนี้ได้รับการพัฒนามายาวนาน จากอดีตที่เริ่มจากการศึกษา เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบสภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้นในช่วงเวลาต่าง ๆ นับตั้งแต่การตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี เช่น ความเป็นกรด ความเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนในน้ำ การปนเปื้อนของโลหะหนัก และลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น ความใส หรือความขุ่นของน้ำ



ภาพที่ 7 การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

ที่มา: <https://cropwatch.unl.edu/2017/nda-offers-funding-buffer-strips>

ในทศวรรษที่ 1980 แนวความคิดด้านระบบนิเวศ ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานมากขึ้น และอย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ การกำหนดแนวเขต ระยะห่างหรือระยะถอยร่น ตลอดจนขนาดของแนวกันชนระหว่างริมน้ำกับสิ่งก่อสร้างที่เหมาะสมและเกิดประโยชน์ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูมากที่สุด ความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีทำให้กระบวนการศึกษาวิเคราะห์ และการจัดเก็บข้อมูลเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรน้ำถูกพัฒนามากขึ้น ซึ่งนำไปสู่การวัดผลกระทบเชิงบวกที่เกิดขึ้นจากการปลูกป่าแนวกันชนตามริมน้ำที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศ

การปรับตัวของเมืองรับสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง (Urban Climate Adaptation) เป็นแนวความคิดที่เผยแพร่และนำไปปฏิบัติแพร่หลาย และพัฒนาแนวความคิดเป็นป่าในเมือง (Urban Forestry) เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียวขนาดใหญ่ในชุมชนเมือง พื้นที่ว่างริมแม่น้ำในเมืองจึงถูกพิจารณาเป็นพิเศษสำหรับปรับปรุงเป็นแนวป่ากันชนตามริมน้ำ อันเป็นส่วนหนึ่งของการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 8 การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

ที่มา: https://cointwashingmachine.blogspot.com/2018/09/blog-post_17.html

เมื่อพิจารณาระบบนิเวศชายน้ำจากบริเวณป่าต้นน้ำลงมาถึงปลายน้ำออกสู่ทะเล หรือจากป่าต้นน้ำถึงป่าชายเลน บริเวณที่ยากต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำมากที่สุด ได้แก่บริเวณที่ถูกพัฒนาเป็นชุมชนที่มนุษย์อาศัยอยู่และมีกิจกรรมหนาแน่น ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนชนบท

ในปี ค.ศ. 2008 James H. Thorp และคณะ ได้ตีพิมพ์หนังสือชื่อ The Riverine Ecosystem Synthesis กล่าวถึงกรณีระบบนิเวศตามลำน้ำในประเทศออสเตรเลียที่มีรูปแบบมากมาย หลากหลาย และแตกต่างจากแม่น้ำในภูมิภาคอื่นของโลก บางลุ่มน้ำเป็นระบบนิเวศที่มีขนาดใหญ่ระดับภาค (Regional Ecology) ที่มีสาระเรียนรู้มากมาย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์แตกต่างจากภูมิภาคอื่น ระบบนิเวศตามลำน้ำในประเทศออสเตรเลียมีความสำคัญอย่างยิ่ง หน่วยงานทุกระดับมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศ โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เพราะได้รับ

ผลกระทบจากภาวะน้ำท่วม ภัยแล้ง และไฟป่าที่รุนแรงมากขึ้น การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเป็นมาตรการหนึ่งในการบรรเทาผลกระทบจากภัยพิบัติเหล่านี้

ดังนั้น การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำตามแนวคิดนี้ เหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่สภาพแวดล้อมยังเป็นธรรมชาติค่อนข้างสมบูรณ์ เช่น คลองนาคาในจังหวัดระนอง ลุ่มน้ำตาปี และลุ่มน้ำตรัง นอกจากนี้จะเหมาะสำหรับประยุกต์ใช้ในพื้นที่ที่สภาพแวดล้อมยังเป็นธรรมชาติค่อนข้างสมบูรณ์แล้ว การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำยังเป็นประโยชน์ต่อพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่ชุมชนบทและพื้นที่ในเขตเมืองอีกด้วย ในแง่ของการช่วยดักตะกอนที่จะไหลลงสู่ลำน้ำ บรรเทาความรุนแรงของน้ำป่าไหลหลาก ช่วยทำให้พื้นที่ริมตลิ่งมีความแข็งแรงมั่นคง ต้นไม้ที่ปลูกช่วยดักจับธาตุอาหารส่วนเกินจากพื้นที่การเกษตร เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจของผู้คนและช่วยในการดูดซับคาร์บอน

• **ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดินและความลาดชัน การปกคลุมของพรรณพืช และลักษณะทางอุทกวิทยาที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ**

ในปี ค.ศ. 2008 UNESCO ได้เผยแพร่เอกสารทางวิชาการในชุด Urban Water Series อธิบายหลักการประเมิน การออกแบบ จัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออนุรักษ์แหล่งน้ำในบริบทของระบบนิเวศ โดยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การประเมินด้านชีววิทยา (Bio-assessment) หมายถึงการศึกษา การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องด้านระบบนิเวศ ที่ประกอบด้วยตัวชี้วัดระบบนิเวศ ไล่เรียงจากสิ่งมีชีวิตสายพันธุ์ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ได้แก่ Phytoplankton, zooplankton, macroinvertebrates, macrophytes จนถึงสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ เช่น ปลา สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีถิ่นอาศัยในน้ำ (Aquatic Habitat) เกือบทุกชนิดและกัน ในโครงสร้างที่สัมพันธ์กับระบบนิเวศบนบก ครอบคลุมถึงพันธุ์ไม้ต่าง ๆ ที่ปรากฏบริเวณรอบแหล่งน้ำนั้น

2. การประเมินด้านลักษณะทางกายภาพและธรณีลักษณะ (Physical and Geomorphological assessment) หมายถึงการประเมินผลการศึกษาวินิจฉัย จากการรวบรวมข้อมูลด้านกายภาพ ได้แก่ ลักษณะธรณีลักษณะ สภาพพื้นดิน ความลาดชัน ลักษณะของท้องน้ำ (Characteristics of River Bed) อัตราการไหลของน้ำ (Discharge) ความเร็วของกระแส น้ำ ระดับน้ำสูงสุด/ต่ำสุด อัตราการตกตะกอน การกัดเซาะพังทลายของตลิ่งและชายฝั่ง และอื่น ๆ

ผลวิเคราะห์จากการประเมินทั้งสองด้าน จะเป็นฐานของการออกแบบ การกำหนดขนาดแนวป่ากันชนตามริมน้ำ ตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ สำหรับการวางผังภูมิทัศน์ ซึ่งรวมถึงการพิจารณาจัดหาพันธุ์ไม้ที่เหมาะสม เพื่อสนองประโยชน์ (Functions) เป็นแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

• **รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบก่อสร้าง (ข้อควรพิจารณาระหว่างการก่อสร้าง) ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ**

ทฤษฎีลำดับชั้น (Theory of Hierarchy) กล่าวถึงความเกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์ ลำดับชั้นในระบบนิเวศทั้งในระดับเดียวกัน ที่เรียกว่า แนวราบ (Horizontal) หมายถึงระบบนิเวศในขนาดใกล้เคียงกัน รูปแบบการดำรงชีวิตคล้ายกันและพึ่งพากัน มีถิ่นที่อยู่ในละแวกเดียวกัน เช่น ระบบนิเวศในกลุ่มสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำ (Macroinvertebrates) และในแนวตั้ง (Vertical) ซึ่งรวมถึงแหล่งน้ำใต้ดินที่เป็นระบบนิเวศอีกรูปแบบ ทฤษฎีนี้จึงเกี่ยวข้องกับทุกระบบนิเวศในรูปแบบหลากหลายมาก แนวป่ากันชนที่ประยุกต์ใช้ในประเทศต่าง ๆ โดยอาศัยทฤษฎีนี้เป็นฐาน กำหนดระยะถอยร่นจากตลิ่งตั้งแต่ 10-30 เมตร สำหรับลำน้ำที่ตลิ่งมีความชันมาก และระยะ 50-1,000 เมตร สำหรับพื้นที่ราบน้ำท่วม (Floodplain) โดยในหลายประเทศมีการกำหนดระยะถอยร่นเป็นส่วนหนึ่งของกฎหมายควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน ²¹

ทฤษฎีลำดับชั้นที่กล่าวมา สอดคล้องกับการวางแผนออกแบบการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำที่จัดทำโดยศูนย์วนศาสตร์ มหาวิทยาลัยมิสซูรี ²² ซึ่งได้แนะนำว่า การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำควรแบ่งพื้นที่เป็น 3 โซน ประกอบด้วย

²¹ United Nations Environment Programme Publication. (2014) Green Infrastructure Guide for Water Management: Eco-system-based management approaches for water-related infrastructure projects

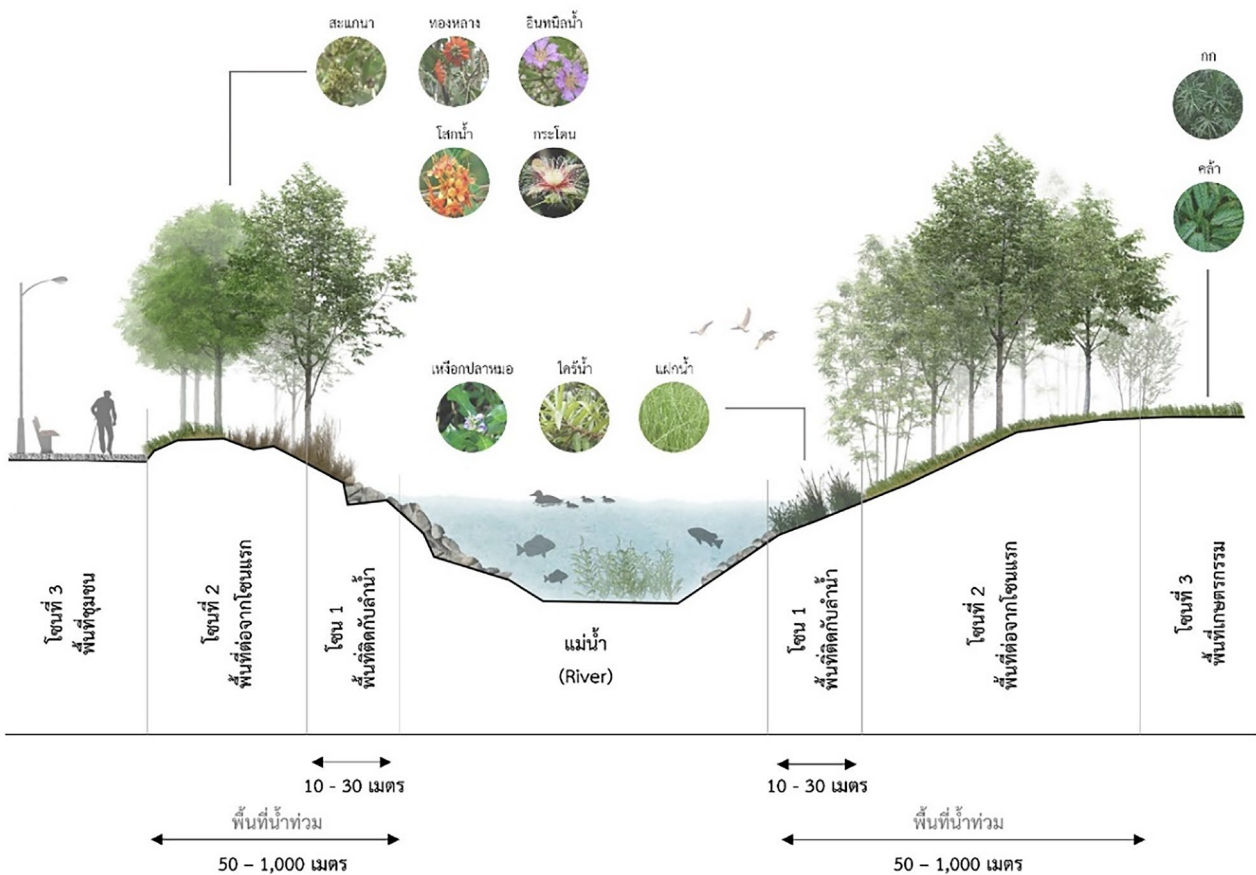
²² University of Missouri Center of Agroforestry. (2013) Training manual for applied agroforestry practices – 2013 Edition, Chapter 5: Upland & Riparian Forest Buffers. University of Missouri, USA.

โซนที่ 1 พื้นที่ติดกับลำน้ำ ควรปลูกพืชโตเร็ว เช่น ไม้พุ่ม ไม้ยืนต้นขนาดเล็กเพื่อช่วยคลุมและยึดหน้าดิน บริเวณตลิ่ง นอกจากนี้พืชที่ปลูกในบริเวณนี้ต้องทน น้ำท่วมถึง ซึ่งในพื้นที่โซนที่ 1 นี้ จะช่วยเชื่อมต่อระบบ นิเวศบนฝั่งกับลำน้ำ

โซนที่ 2 พื้นที่ต่อจากโซนแรก ควรปลูกไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม หรือไม้ล้มลุกที่ทนน้ำท่วมขังเป็นครั้งคราว โดยเฉพาะเมื่อปลูกต้นไม้ที่แตกลำต้นมาก เช่น สะแกนา หรือมะดัน จะช่วยดักเศษขยะที่ถูกพัดพามาเมื่อน้ำท่วม

ก่อนที่จะลงสู่ลำน้ำได้ด้วย พืชที่ปลูกหากมีผลเป็น อาหารสำหรับนกและสัตว์ขนาดเล็ก ก็จะช่วยดึงดูดสัตว์ ต่าง ๆ เป็นการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพได้อีก ด้วย

โซนที่ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ต่อเนื่องจากโซนที่ 2 อาจเป็น พื้นที่ที่ติดกับพื้นที่เกษตรหรือที่อยู่อาศัยหรือพื้นที่ ชุมชน ควรปลูกไม้พุ่มหรือพืชใบเลี้ยงเดี่ยวประเภทหญ้า ที่มีรากแผ่กว้างและลึกที่เป็นพืชท้องถิ่น พื้นที่โซนนี้จะ ช่วยในการดักจับตะกอนและชะลอการไหลบ่าของน้ำ



ภาพที่ 9 การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

ทั้งนี้ตัวอย่างพืชท้องถิ่นของไทยที่เหมาะสมกับการปลูกในพื้นที่ทั้ง 3 โซน แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งพรรณไม้ ส่วนใหญ่ในตาราง สามารถพบได้ทั่วประเทศ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างของพรรณไม้ชนิดต่าง ๆ สำหรับปลูกในแต่ละโซนเพื่อวางแผนออกแบบการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ

โซนที่ 1	โซนที่ 2	โซนที่ 3
ไคร้ริ้ว (<i>Homonoia riparia</i> Lour.)	สะแกนา (<i>Combretum quadrangulare</i> Kurz.)	กก (<i>Cyperus involucratus</i> Roxb.)
เสม็ด (<i>Syzygium antisepticum</i> (Blume))	ทองหลาง (<i>Erythrina variegata</i> L.)	แฝก (<i>Vetiveria zizanioides</i> (L.))
สนุ่น (<i>Salix tetrasperma</i> Roxb.)	อินทนิลน้ำ (<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.)	ขลุ่ย (<i>Pluchea indica</i> (L.) Less.)
แฝกน้ำ (<i>Vetiveria zizanioides</i> (L.))	โสกน้ำ (<i>Saraca indica</i> L.)	คัล้า (<i>Schumannianthus dichotomus</i> (Roxb.))
กระทุ่มน้ำ (<i>Nauclea orientalis</i> (L.))	ไผ่สีสุก (<i>Bambusa blumeana</i> Schult.f.)	โสน (<i>Sesbania javanica</i> Miq.)
กระทุ่มนา (<i>Mitragyna diversifolia</i> (Wall. ex G. Don))	มะเดื่อ (<i>Ficus racemosa</i> L.)	เม่าไขปลาคา (<i>Antidesma ghaesembilla</i> Gaertn.)
กุ่มน้ำ (<i>Crateva magna</i> (Lour.) DC.)	ไทร (<i>Ficus</i> sp.)	เสี้ยวใหญ่ (<i>Phyllanthus taxodiifolius</i> Beille)
มะกอกน้ำ (<i>Elaeocarpus hygrophilus</i> Kurz.)	กระโดน (<i>Careya sphaerica</i> Roxb.)	
มะดัน (<i>Garcinia schomburgkiana</i> Pierre.)	ห้ว (<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels.)	
จิกน้ำ (<i>Barringtonia acutangula</i> (L.) Gaertn.)		
ลำพู (<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.)		
เหงือกปลาหมอ (<i>Acanthus ebracteatus</i> Vahl.)		

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อกำหนดความกว้างของแนวป่ากันชนตามริมน้ำ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการใช้งาน รวมถึงความจำกัดของพื้นที่ โดยความกว้างของแนวป่ากันชนที่จำแนกตามวัตถุประสงค์มีดังนี้

1. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อเสริมความแข็งแรงของตลิ่ง ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 6 เมตร และสามารถกว้างได้ถึง 10 เมตร

2. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 8 เมตร และสามารถกว้างได้ถึง 14 เมตร

3. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อตัดตะกอน ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 12 เมตร และสามารถกว้างได้ถึง 25 เมตร

4. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อกรองธาตุอาหารจากพื้นที่การเกษตร ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 28 เมตร และสามารถกว้างได้ถึง 40 เมตร

5. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อป้องกันความเสียหายจากน้ำท่วม ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 20 เมตร

6. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำเพื่อเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 20 เมตร

สำหรับการเลือกวิธีปลูกว่าจะปลูกต้นไม้โดยใช้เมล็ด เหง้า หรือกล้าจากถุงเพาะชำให้ดูตามงบประมาณและชนิดของพันธุ์ไม้นั้น ๆ เป็นหลัก โดยจำนวนของต้นไม้ที่จะปลูกต่อไร่อย่างน้อยควรจะไม่น้อยกว่า 253 ต้นต่อไร่เมื่อโตเป็นไม้ใหญ่²³ หรือใช้ระยะปลูกประมาณ 2x3 เมตร จะได้ต้นไม้ 266 ต้นต่อไร่ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่เดิมว่ามีต้นไม้เดิมอยู่มากน้อยเพียงใดด้วย

• งบประมาณโดยประมาณ

งบประมาณในการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำไม่พบว่ามีกำหนดไว้ แต่สามารถอ้างอิงงบประมาณในการปลูกและฟื้นฟูป่ารวมถึงงบประมาณในการบำรุงรักษาจากอัตราราคางานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำงบประมาณได้ โดยอัตรางบประมาณในการปลูกป่าอยู่ที่ 4,020 บาทต่อไร่ ซึ่งงบประมาณในการบำรุงรักษาในระยะ 2-6 ปี จะอยู่ที่ 1,060 บาทต่อไร่ และงานบำรุงรักษาป่าอายุ 7-10 ปี อยู่ที่ 510 บาทต่อไร่ และในการเพาะชำกล้าไม้จะมีงบประมาณที่ 2.96 บาทต่อกล้า

• การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาพื้นที่ปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำตามลักษณะของพื้นที่แต่ละโซน แสดงไว้ในตารางที่ 3 ดังนี้

²³ Department of Environmental Protection. (2006). Pennsylvania stormwater best management practices manual. Chapter 6 Riparian buffer restoration. Department of Environmental Protection, Pennsylvania. USA.

ตารางที่ 3 การบำรุงรักษาพื้นที่ปลูกแนวปากกันชนตามริมน้ำตามลักษณะของพื้นที่แต่ละโซน

โซน	ประโยชน์	การบำรุงรักษา
โซนที่ 1 (เริ่มจากริมน้ำ ซึ่งปลูกไม้พุ่ม ไม้โตเร็วที่ทนหรือชอบน้ำ)	<ul style="list-style-type: none"> • ให้ร่มเงาแก่ลำน้ำ ช่วยสมดุลอุณหภูมิของน้ำ • ช่วยให้ตลิ่งมีความแข็งแรง • ช่วยเพิ่มพื้นที่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในน้ำด้วยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ • เป็นตัวกรองชั้นสุดท้ายที่จะไม่ให้วัสดุใด ๆ ไหลลงสู่แหล่งน้ำ • ลดความแรงในการไหลบ่าของน้ำ 	<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ให้มีการตัดไม้และเลี้ยงสัตว์ในโซนนี้ • หากมีระบบระบายน้ำในบริเวณนี้ จะต้องหมั่นเก็บเศษกิ่งไม้หรือต้นไม้ที่หักโค่นขนาดใหญ่ ออกอยู่เสมอ • มีการปลูกเสริม เมื่อมีต้นไม้ตายหรือหักโค่นโดยลมพายุหรือกระแสน้ำที่รุนแรง • ไม่ให้ใช้สารเคมีทางการเกษตร
โซนที่ 2 (เริ่มจากเขตแดนของโซนที่ 1 ปลูกไม้โตเร็วและโตช้า และไม้พุ่มที่ทนน้ำขังเป็นครั้งคราว)	<ul style="list-style-type: none"> • ช่วยในการซึมผ่านของน้ำลงในพื้นที่ดิน • ช่วยกรองและดูดซับธาตุอาหารและสารเคมี • เป็นแหล่งอาหารและผลิตผลจากป่า • เพิ่มพูนที่อยู่อาศัยของสัตว์ต่าง ๆ • ลดความแรงในการไหลบ่าของน้ำ • ช่วยดักขยะหรือวัสดุที่ลอยมากับน้ำท่วมไม่ให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่การเกษตรหรือที่อยู่อาศัย 	<ul style="list-style-type: none"> • สามารถตัดสายขยายระยะได้ หากต้นไม้ขึ้นหนาแน่นเกินไป • ควรมีการใช้ประโยชน์จากต้นไม้ที่ปลูก เช่น เก็บผล ใบเป็นอาหารเพื่อจูงใจให้คนร่วมกันดูแล • หลีกเลี่ยงกิจกรรมที่จะทำให้ดินแน่นแข็ง • ไม่ให้มีการเลี้ยงสัตว์ในบริเวณนี้ • ส่งเสริมกิจกรรมการเรียนรู้ด้านระบบนิเวศ เช่น ดูนก ศึกษาพรรณไม้ • ไม่ให้ใช้สารเคมีทางการเกษตร
โซนที่ 3 (เริ่มจากเขตแดนของโซนที่ 2 ปลูกไม้พุ่มและไม้ใบเลี้ยงเดี่ยว)	<ul style="list-style-type: none"> • ช่วยชะลอความรุนแรงของการไหลของน้ำ • ช่วยให้ตะกอนและเศษวัสดุต่าง ๆ ทับถมบริเวณขอบของโซนนี้ก่อนที่จะสร้างความเสียหายให้แก่พื้นที่เกษตรกรรมหรือที่อยู่อาศัย • ช่วยกรองและดูดซับธาตุอาหารและสารเคมี 	<ul style="list-style-type: none"> • ตัดแต่งต้นไม้ที่โตเกินไป • สามารถเลี้ยงสัตว์ในบริเวณนี้ได้แต่ต้องคอยระวังไม่ให้เข้าไปในโซนที่ 2 • คอยจัดการทำความสะอาดเศษซากพืชบริเวณชายขอบของเขตนี้ที่ติดต่อกับพื้นที่การเกษตรหรือที่อยู่อาศัย

• การประยุกต์ใช้

การหนุนเสริม (synergy) ของการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำต่อมาตรการอื่น นอกจะส่งผลดีต่อระบบนิเวศในลำน้ำและเชื่อมโยงบริเวณตลิ่งแล้ว ยังช่วยหนุนเสริมมาตรการอื่น เช่น ช่วยทำให้ตลิ่งมีความแข็งแรง ป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยวิธีธรรมชาติ ช่วยให้แหล่งน้ำไม่ตื้นเขินเร็ว เนื่องจากต้นไม้ช่วยกรองและดักตะกอนได้ ช่วยบรรเทาความรุนแรงของน้ำหลาก และช่วยในเรื่องของคุณภาพน้ำเนื่องจากมาตรการนี้ช่วยลดซับธาตุอาหารส่วนเกินที่ถูกชะล้างจากพื้นที่เกษตรกรรมอีกด้วย และนอกจากนั้นระยะถอยร่นจากลำน้ำยังเป็นมาตรการที่ส่งผลดีต่อเกษตรกรที่ทำสวนป่า เนื่องจากสอดคล้องกับหลักการและข้อกำหนดเพื่อมาตรฐานการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน (Sustainable Forest Management) ไม่ว่าจะเป็นมาตรฐาน FSC: Forest Stewardship Council²⁴ หรือ มาตรฐาน มตช. 14061 (หรือในชื่อเดิม คือ มอก. 14061) และยังเป็นผลดีกับเกษตรกรชาวสวนปาล์มเนื่องจากการเว้นระยะจากแหล่งน้ำสอดคล้องกับมาตรฐานการผลิตน้ำมันปาล์ม

อย่างยั่งยืนโดยเกษตรกรรายย่อย ภายใต้การรับรองมาตรฐานโดยองค์การเจรจาการค้าระหว่างประเทศว่าด้วยปาล์มน้ำมันยั่งยืน (Roundtable on Sustainable Palm Oil: RSPO)²⁵

อย่างไรก็ตามมีข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้ โดยก่อนการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ ควรคำนึงถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากพื้นที่ริมน้ำมีกฎหมายกำกับดูแล และพื้นที่ส่วนใหญ่มีกรรมสิทธิ์ จึงควรมีการทำความเข้าใจร่วมกันกับเจ้าของพื้นที่เพื่อให้ยอมรับแนวทางการนำมาตรการนี้ไปใช้ในพื้นที่ นอกจากนี้ควรคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่ ไม่นำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมาปลูกจนเกิดปัญหา ควรคำนึงถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เพื่อให้บริเวณที่ปลูกคล้ายคลึงกับสภาพธรรมชาติมากที่สุด นอกจากนี้ต้องระมัดระวังเมื่อปลูกต้นไม้ในบริเวณโซน 1 ต้องมิให้เกิดขวางทางน้ำธรรมชาติ

กรณีตัวอย่างของการใช้มาตรการปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำแสดงในกล่องข้อความ

²⁴ Forest Stewardship Council Canada. 2008. Certification Standards for Best Forestry Practices in the Maritimes Region. Forest Stewardship Council Canada, Ontario, Canada.

²⁵ <https://rspo.org/smallholders>

ในปี พ.ศ. 2564 มีการปลูกลดต้นไม้ต้นล้านบริเวณสองฝั่งแม่น้ำและลำน้ำในสก๊อตแลนด์เพื่อช่วยปกป้องปลาแซลมอนในธรรมชาติจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นเนื่องจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง นักวิทยาศาสตร์ด้านการประมงพบว่าในช่วงฤดูร้อนน้ำในแม่น้ำและแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณพื้นที่สูงของสก๊อตแลนด์มีอุณหภูมิสูงเกินไปสำหรับการวางไข่ของปลาแซลมอน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความอยู่รอดของปลาชนิดนี้ สมาชิกชุมชนบริเวณชายฝั่งแม่น้ำจึงช่วยกันปลูกลดต้นไม้เพื่อลดอุณหภูมิน้ำและรักษาระบบนิเวศบริเวณแม่น้ำและลำน้ำเพื่อให้เหมาะสมกับการวางไข่ของปลา



ที่มาของภาพ Murdo MacLeod/The Guardian

3.3 การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก

- รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

แก้มลิง หรือแหล่งพักน้ำชั่วคราว (Temporary Retention Pond) หมายถึงบริเวณที่รองรับน้ำและเก็บกักน้ำในฤดูฝนสำรองใช้ในฤดูแล้ง อาจมีขนาดหรือรูปร่างแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ส่วนทางน้ำรูปแอก (Oxbow Lake) หรือรูปโค้งเกือกม้า (Horseshoe Bend) หรือภาษาท้องถิ่นเรียกว่า “กุด” หรือ “หลง” ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเดินของน้ำ อันมีสาเหตุหลักจากการตกตะกอนทับถม จนทำให้ลำน้ำเปลี่ยนทิศทาง มักพบในบริเวณพื้นที่ราบลุ่มมีลักษณะโค้งคล้ายเกือกม้า แหล่งน้ำทั้งสองประเภทนี้ ทำหน้าที่หน่วงน้ำและชะลอน้ำที่มีปริมาณมากเกินระดับปกติ



ภาพที่ 10 แก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ
ที่มา: <https://pantip.com/topic/35751409>



ภาพที่ 11 การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก
ที่มา: <http://nwrn.eu/measure/reconnection-oxbow-lakes-and-similar-features>

แก้มลิง อาจเป็นหนองน้ำ หรือพื้นที่ลุ่มตามธรรมชาติ ที่สามารถรองรับน้ำในหน้าน้ำได้ นิยามนี้ปรากฏใช้ในงานป้องกันน้ำท่วม อันเป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๙ ทรงงานไว้ เริ่มเป็นนิยามที่สังคมไทยได้เรียนรู้จากโครงการป้องกันน้ำในจังหวัดชุมพร โดยนำหนองใหญ่ที่เป็นแหล่งน้ำเดิมรับน้ำจากคลองท่าแซะ ผันเข้าไปเก็บในหนองใหญ่เมื่อฝนตกหนักและคลองท่าแซะเอ่อล้นท่วมเมืองชุมพร โดยผันน้ำผ่านลงคลองหัววัง-พังกาลงสู่ทะเลเมื่อระดับน้ำเป็นปกติ ด้วยเหตุที่หนองใหญ่สามารถรับน้ำได้ประมาณ 3 ล้านลูกบาศก์เมตร และถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการป้องกันน้ำท่วมเมืองกรมการผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ผู้รับผิดชอบการออกข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในขณะนั้น จึงกำหนดขนาดของแหล่งน้ำสำหรับพัฒนาเป็นแก้มลิงควรมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 3 ล้านลูกบาศก์เมตร และกำหนดเป็นมาตรฐานขั้นต่ำในงานวางผังเมืองตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

ทางน้ำรูปแอก (Oxbow Lake) เกิดจากธารน้ำโค้งตวัด (Meandering Stream) เป็นรูปแบบธารน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณปลายน้ำ มีความชันของธารน้ำต่ำมาก และระดับท้องน้ำใกล้เคียงกับระดับอ้างอิง (ระดับน้ำทะเลปานกลาง) จึงมีการกัดกร่อนในแนวราบมากกว่าแนวตั้ง และเนื่องจากธารน้ำมีการไหลแบบโค้งตวัด ดังนั้นความเร็วของน้ำสูงที่สุดจะอยู่ที่โค้งนอกของธารน้ำและส่วนโค้งในจะมีความเร็วต่ำที่สุด ผลจากความเร็วน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทำให้บริเวณโค้งนอกถูกกัดกร่อนได้ง่ายจนทำให้เกิดเป็น ตลิ่งชัน (Cut Bank) ในขณะที่โค้งในของธารน้ำซึ่งมีความเร็วการไหลของน้ำที่ต่ำ จะเป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนพอกอยู่ริมตลิ่งเรียกว่า เนินทรายริมตลิ่ง (Point Bar) ซึ่งเมื่อมีการกัดกร่อนและการสะสมตัวไปอย่างต่อเนื่อง ธารน้ำจะโค้งตวัดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเกิดการตัดธารน้ำ โดยจะแยกธารน้ำโค้งตวัดเดิมออกจากธารน้ำหลัก เกิดเป็นทางน้ำรูปรางคล้ายกับแอกเทียมว่าทางน้ำรูปแอก นิยมใช้เป็นแก้มลิง เพราะ เป็นที่ลุ่มต่ำอยู่ใกล้ลำน้ำหลัก และมีจำนวนมาก ขนาบข้างมาตามลำน้ำหลัก²⁶



ภาพที่ 12 พื้นที่แก้มลิงที่ใช้น้ำบริเวณชุมชน

ที่มา: <https://ldpwatersheds.org/stormwater-detention-basin-basics/>



ภาพที่ 13 กุดหรือ หลง (Oxbow lake) บริเวณแม่น้ำมูล
ที่มา: www.GeoThai.net

• **ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดินและความลาดชัน การปกคลุมของพรรณพืชที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ**

ในอดีต การจัดหาพื้นที่แก้มลิงมักพิจารณาแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่ชุมชนในบริเวณใกล้เคียงใช้อุปโภคบริโภค และใช้ในการเกษตรกรรม ซึ่งช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมและเป็นแหล่งน้ำในฤดูแล้ง แก้มลิงเหล่านี้ได้รับการดูแลรักษาโดยท้องถิ่น หรือโดยหน่วยงานราชการ จนกระทั่งหน่วย หนอง บึง และกุดบางแห่งได้รับการพัฒนาเพื่อการนันทนาการและการท่องเที่ยว ต่อมา ปัญหาทรัพยากรน้ำมีผลกระทบหลายด้าน เกิดน้ำท่วมและขาดแคลนน้ำบ่อยครั้ง ทำให้เกิดความต้องการพื้นที่แก้มลิงมากขึ้น สำหรับพื้นที่ที่ไม่มีแก้มลิงตามธรรมชาติ การสร้างแก้มลิงหรือตัดแปลงภูมิประเทศเพื่อเก็บกักน้ำและบรรเทา น้ำท่วมจึงเป็นโครงการที่เกิดขึ้นในหลายภูมิภาค โครงการเหล่านี้มักเน้นการเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำ

ให้เพียงพอสำหรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจในท้องถิ่น เป็นสำคัญ และในปัจจุบันเริ่มมีการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงในการก่อสร้างแก้มลิงหรือตัดแปลงภูมิประเทศเพื่อเก็บกักน้ำและบรรเทา น้ำท่วมมากขึ้น

การพิจารณาพื้นที่สำหรับสร้างแก้มลิง ควรเลือกแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ที่เชื่อมต่อกับแหล่งน้ำอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นคลองขุดหรือคลองธรรมชาติ เพื่อเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ ช่วยลดปริมาณน้ำท่วม นอกจากนี้แก้มลิงยังสามารถทำหน้าที่เป็นบึงพักน้ำและบำบัดน้ำเสียก่อนผันสู่ทางระบายน้ำสาธารณะ จากสารานุกรมในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว²⁷ และสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.)²⁸ พบว่าแก้มลิงหรือแหล่งพักน้ำแบ่งเป็น 3 ขนาดได้แก่

²⁷ สารานุกรมในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. (มปป.) แนวพระราชดำริขแก้มลิง. [www. www.hii.or.th/wiki84/index.php?title=ก-แก้มลิง](http://www.hii.or.th/wiki84/index.php?title=ก-แก้มลิง)

²⁸ สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.). (มปป.) โครงการแก้มลิง. <http://km.rdpb.go.th/>

1. แก้มลิงขนาดใหญ่ (Retarding Basin) คือ สระน้ำหรือบึงขนาดใหญ่ที่รวบรวมน้ำฝนจากพื้นที่บริเวณนั้น ๆ โดยจะกักเก็บไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนที่จะระบายลงสู่ลำน้ำ พื้นที่เก็บกักน้ำเหล่านี้มีวัตถุประสงค์อื่นประกอบด้วย เช่น เพื่อการชลประทาน เพื่อการประมง เป็นต้น

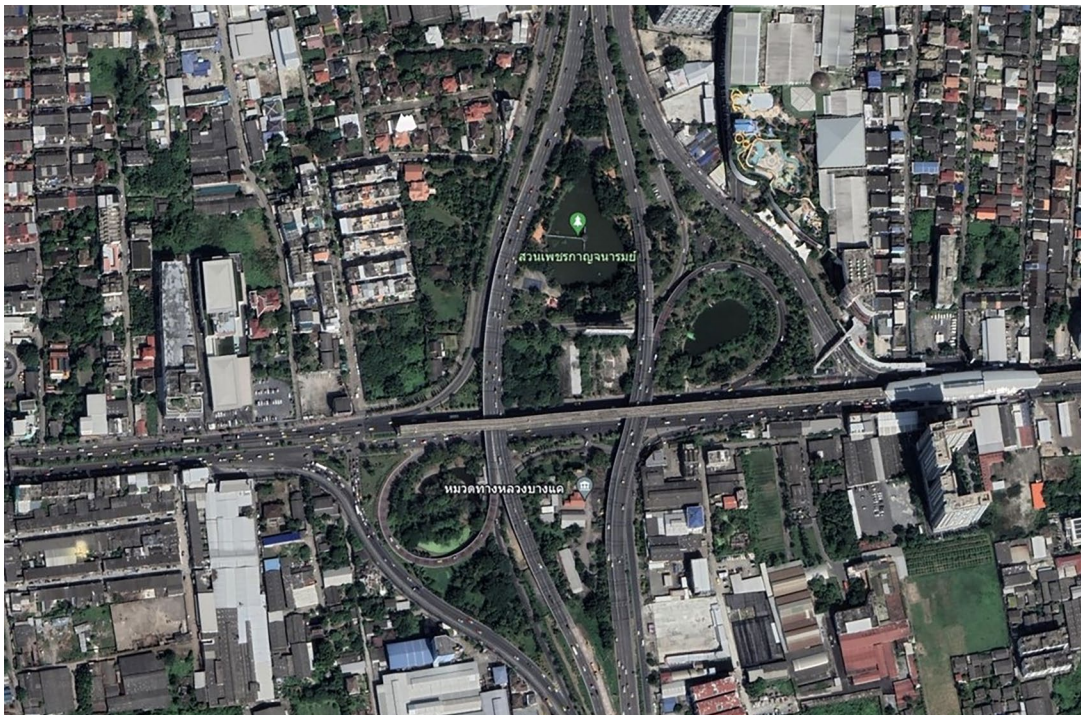
2. แก้มลิงขนาดกลาง เป็นพื้นที่ชะลอน้ำที่มีขนาดเล็กกว่า จัดทำในระดับลุ่มน้ำ มักเป็นพื้นที่ธรรมชาติ เช่น หนอง บึง คลอง เป็นต้น

3. แก้มลิงขนาดเล็ก (Regulating Reservoir) คือ แก้มลิงที่มีขนาดเล็กกว่า อาจเป็นพื้นที่สาธารณะ สนามเด็กเล่น ลานจอดรถ หรือสนามในบ้าน ซึ่งต่อเข้ากับระบบระบายน้ำหรือคลอง

จะเห็นได้ว่า แก้มลิงทั้งสามขนาดจะเน้นให้มีบริเวณที่สามารถเชื่อมโยงกับลำน้ำธรรมชาติหรือคลองขุด เพื่อช่วยในการระบายน้ำหรือเพิ่มการหมุนเวียนของน้ำ เนื่องจากวัตถุประสงค์หลักคือการกักเก็บน้ำหรือหน่วงน้ำเพื่อลดความรุนแรงของน้ำท่วม ในกรุงเทพมหานคร มีโครงการแก้มลิงขนาดใหญ่ กลางและเล็กเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมและน้ำเน่าเสีย ซึ่งโครงการแก้มลิง

คลองมหาชัย-สนามชัย ส่วนที่อยู่ในความดูแลของกรุงเทพมหานคร กักเก็บน้ำ 6,000,000 ลูกบาศก์เมตร บรรเทาปัญหาน้ำท่วมและน้ำเน่าเสียที่ฝั่งธนบุรีและปริมณฑล และบึงหนองบอนกักเก็บน้ำได้ 5,000,000 ลูกบาศก์เมตร ช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมเขตพระโขนงและเขตประเวศ ถือเป็นโครงการแก้มลิงขนาดใหญ่

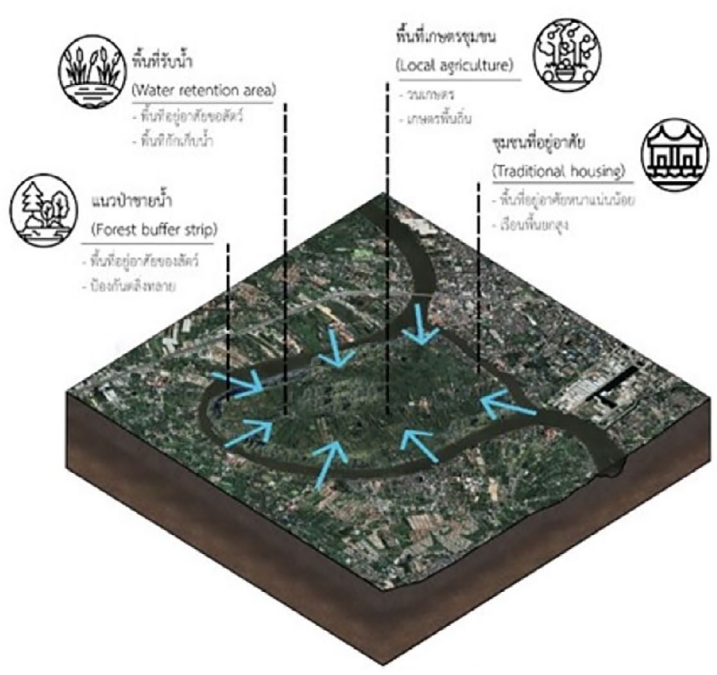
ส่วนโครงการแก้มลิงขนาดกลางเช่น บึงกุ่ม กักเก็บน้ำได้ 148,000 ลูกบาศก์เมตร บรรเทาปัญหาน้ำท่วมบริเวณหมู่บ้านเสรีนครพัฒนา หมู่บ้านทวีสุข เขตบึงกุ่ม และบึงสนามกอล์ฟฟรตไฟ กักเก็บน้ำได้ 107,000 ลูกบาศก์เมตร บรรเทาปัญหาน้ำท่วมเขตบางซื่อ และแก้มลิงขนาดเล็ก เช่น บึงข้างโรงพยาบาลบูรฉัตรไชยากร (โรงพยาบาลรถไฟมักกะสัน) กักเก็บน้ำได้ 12,800 ลูกบาศก์เมตร ช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมเขตราชเทวี และบึงพระราม 9 กักเก็บน้ำได้ 10,875 ลูกบาศก์เมตร บรรเทาปัญหาน้ำท่วมถนนพระราม 9 และบึงในสวนเพชรกาญจนารมย์ บริเวณใต้สะพานข้ามทางแยกถนนเพชรเกษมตัดกับถนนกาญจนาภิเษก ซึ่งใช้พื้นที่ในการสร้างสวนสาธารณะ และบึงน้ำในสวนใช้เป็นแก้มลิงสำหรับบรรเทาปัญหาอุทกภัย



ภาพที่ 14 บึงน้ำในสวนเพชรกาญจนารมย์ ใช้เป็นแก้มลิงสำหรับบรรเทาปัญหาอุทกภัย

ที่มา: www.earth.google.com

การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการอนุรักษ์และพัฒนาแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่พบได้บริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วม (Floodplain) ที่มักประสบปัญหาการตกตะกอนและระดับน้ำตื้นเขินอยู่เสมอ กิจกรรมที่พบในประเทศไทย คือโครงการขุดลอกทางน้ำรูปแอก เพื่อให้เกิดประโยชน์ด้านเพิ่มปริมาณเก็บกักน้ำสำหรับการเกษตร และเป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคบริโภคแก่ชุมชนในบริเวณใกล้เคียง ทางน้ำรูปแอกหลายแห่งมีปริมาณน้ำไหลเข้าน้อยลง เนื่องจากสภาพพื้นที่ใกล้เคียงมีความเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำผิวดินเปลี่ยนทิศทางการระบายน้ำ การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกควรพิจารณาสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อระบบระบายน้ำผิวดินในบริเวณโดยรอบ และประยุกต์ใช้ระบบนิเวศเพื่อการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ



ภาพที่ 15 ลักษณะพื้นที่และแนวปฏิบัติในการใช้ประโยชน์ทางน้ำรูปแอก

- รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบก่อสร้าง ข้อควรพิจารณาระหว่างการก่อสร้าง ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ

ในการฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก บริษัท Sydro Consultant ซึ่งทำการศึกษาในพื้นที่ยมหลวง ในจังหวัดแพร่ ได้เสนอว่าการออกแบบควรคำนึงถึงโครงสร้างหน้าตัดของทางน้ำและเน้นการออกแบบตลิ่งเพื่อให้ใช้ประโยชน์ในการเกษตรได้โดยมีความลาดหลายระดับและมีการคำนึงถึงช่องทางไหลระดับต่ำที่สุดและปริมาณ

การไหลต่ำสุดเพื่อรักษาระบบนิเวศลำนน้ำ ควรมีการเชื่อมกับลำน้ำสายหลักเพื่อช่วยในการคงสภาพลำน้ำ และการหมุนเวียนของสัตว์น้ำ และคำนึงถึงการพัฒนาลำน้ำสาขารวมถึงแนวคิดในภาพรวมทั้งลุ่มน้ำ

การนำทางน้ำรูปแอกมาใช้เป็นพื้นที่รับน้ำในหน้าฝนและเก็บกักน้ำในหน้าแล้งเป็นแนวคิดที่ควรได้รับการขยายผลเนื่องจากในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมี หลง หรือ กุด กระจายตัวอยู่ตามลำน้ำหลักของแต่ละภาคเป็นจำนวนมาก

²⁹ Sydro Consultant. 2022. Technical Guidance Development and Application of Ecosystem-based Adaptation measures in the Thai Water Sector: Technical Workshop on Oxbow Lake Design.

• งบประมาณโดยประมาณ

สำหรับงบประมาณในการสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก โดยมากจะเป็นงบประมาณในการขุดลอกหรือขยายพื้นที่แหล่งน้ำเดิม ซึ่งสามารถอ้างอิงได้จากงบประมาณงานขุดลอกร่องน้ำภายในประเทศและงานขุดสระน้ำปริมาตรมากกว่า 1,260 ลูกบาศก์เมตร จากอัตราราคางานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) ซึ่งมีการจำแนกรายละเอียดได้อย่างชัดเจนทั้งในกรณีที่หน่วยงานดำเนินการเองและการจ้างเหมา รวมถึงงบประมาณต่อหน่วยในการดำเนินการขุดลอกหรือขยายพื้นที่แหล่งน้ำเดิม จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในขณะนั้น หากหน่วยงานในท้องถิ่นหรือชุมชนที่ต้องการดำเนินการ สามารถใช้ตัวเลขดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการคำนวณงบประมาณได้

• การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาแก้มลิง ประกอบด้วย

- ขุดลอกแหล่งน้ำเมื่อเกิดการตื้นเขิน ซึ่งควรมีการตรวจสอบอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะหลังฤดูน้ำหลากซึ่งอาจมีตะกอนทับถม

- ขุดลอกคลองที่เชื่อมระหว่างแก้มลิงกับแม่น้ำสายหลัก หรือการตรวจสอบการชำรุดของคลองคอนกรีต หากมีการเชื่อมกับพื้นที่แก้มลิง

- กำจัดวัชพืช ทั้งวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอกหูหนู สาหร่ายหางกระรอก และวัชพืชบนบกโดยเฉพาะไมยราพยักษ์ ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน

- ปรับปรุงสถานีสูบน้ำหากพบว่ามีสภาพไม่พร้อมใช้งาน

- ดูแลประตูระบายน้ำที่เชื่อมต่อระหว่างแก้มลิงและลำคลอง ให้มีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

- ดูแลซ่อมแซมคันกันน้ำให้มีความแข็งแรงมั่นคง

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแก้มลิงอยู่เสมอ เนื่องจากอาจได้รับผลกระทบจากน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมหรือพื้นที่การเกษตร

การบำรุงรักษาทางน้ำรูปแอกโดยทั่วไปคล้ายกับการบำรุงรักษาแก้มลิง ได้แก่

- ขุดลอกแหล่งน้ำเมื่อเกิดการตื้นเขิน ซึ่งควรมีการตรวจสอบอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะหลังฤดูน้ำหลากซึ่งอาจมีตะกอนทับถม

- ตรวจสอบทางน้ำออก (Outlet) ที่เชื่อมระหว่างทางน้ำรูปแอกกับลำน้ำสายหลัก

- กำจัดวัชพืช ทั้งวัชพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา จอกหูหนู สาหร่ายหางกระรอก และวัชพืชบนบกโดยเฉพาะไมยราพยักษ์ ซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน

- ดูแลประตูระบายน้ำที่เชื่อมต่อระหว่างทางน้ำรูปแอกกับลำน้ำสายหลัก ให้มีสภาพสมบูรณ์พร้อมใช้งาน

- ดูแลพื้นที่ดักน้ำให้มีความแข็งแรงมั่นคง รวมถึงลำตะพักน้ำซึ่งอาจเกิดความเสียหายจากกระแสน้ำในฤดูน้ำหลาก หรือจากการเหยียบย่ำโดยสัตว์เลี้ยง

- ตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่เสมอ เนื่องจากอาจได้รับผลกระทบจากสารเคมีที่ใช้ในพื้นที่การเกษตรและเป็นลักษณะแหล่งน้ำเป็นพื้นที่ปิด จึงต้องหมั่นตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำและออกซิเจนในน้ำ

- รักษาระดับน้ำขึ้นต่ำเพื่อรักษาระบบนิเวศลำน้ำ

• การประยุกต์ใช้

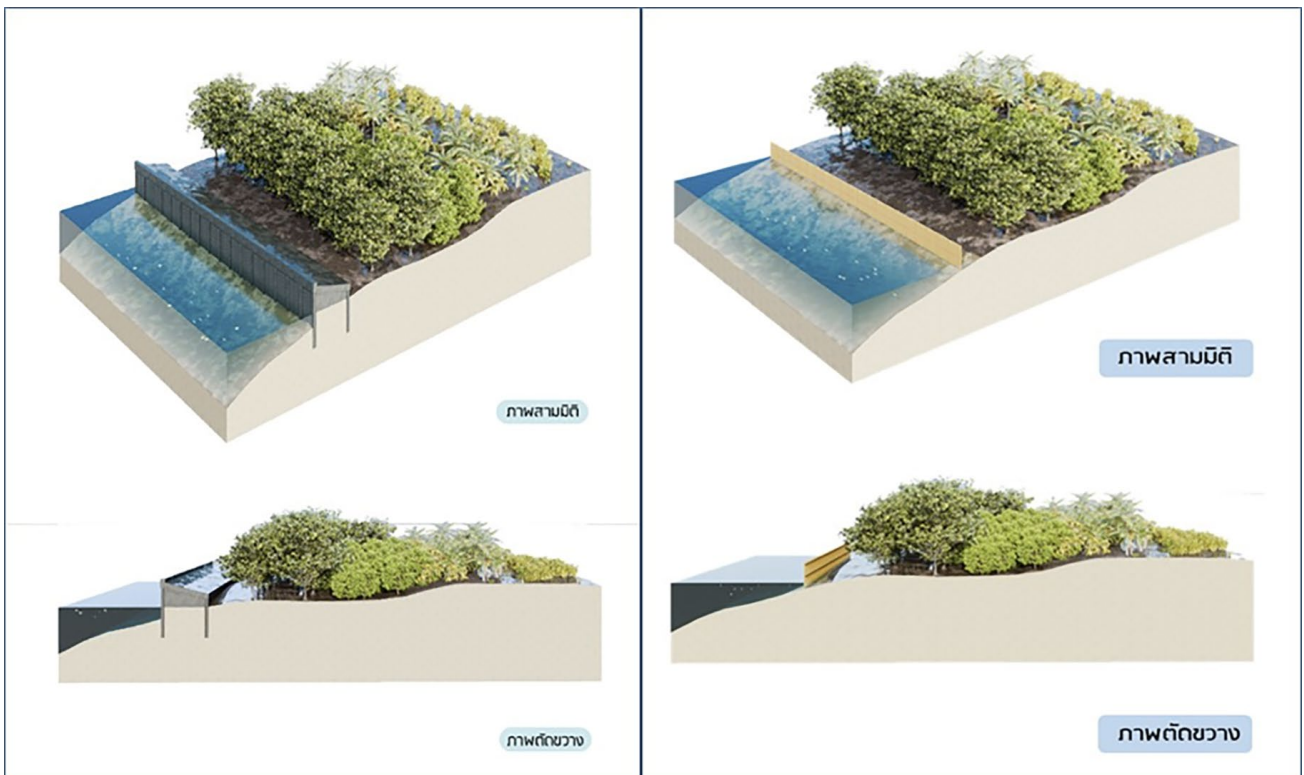
การหนุนเสริม (synergy) ของการสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกต่อมาตรการอื่น มาตรการนี้จะเชื่อมโยงและหนุนเสริมกันกับมาตรการปลูกป่าแนวกันชนตามริมน้ำ ในแง่ของการกรองตะกอนก่อนที่จะไหลลงสู่ลำน้ำ ลดปริมาณสารอาหารที่จะเข้าสู่แหล่งน้ำผ่านแนวกันชน อีกทั้งเป็นการชะลอและป้องกันน้ำท่วม อีกทั้งยังเป็นการเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง และยังเป็นการรักษาระบบนิเวศให้คงความสมบูรณ์ โดยแก้มลิงและน้ำในทางน้ำรูปแอกสามารถดึงดูดสัตว์น้ำนานาชนิด ซึ่งส่งผลดีต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชน

อย่างไรก็ตามมีข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้ โดย การก่อสร้างแก้มลิงเพื่อวัตถุประสงค์ในการกักเก็บน้ำต้องคำนึงถึงความเสี่ยงทางเศรษฐกิจในพื้นที่หนองน้ำ อาจต้องมีการชดเชยความเสี่ยงในกรณีที่ใช้พื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่หนองน้ำ ส่วนการฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการรักษาระดับน้ำขึ้นต่ำไว้เพื่อรักษาระบบนิเวศลำน้ำ มีการเชื่อมต่อลำน้ำรูปแอกกับแหล่งน้ำหลักผ่านประตูระบายน้ำและ หลีกเลี้ยงปู๋ยและยาฆ่าแมลงในพื้นที่เนื่องจากเป็นลำน้ำที่มีลักษณะปิด นอกจากนี้ในการขุดลอกพื้นที่แก้มลิงหรือทางน้ำรูปแอก ต้องคำนึงถึงระดับความลึกที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงพันธุ์สัตว์น้ำ และพืชน้ำในพื้นที่นั้น ๆ ว่าจะได้รับผลกระทบหรือไม่

3.4 การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ

• รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

การกัดเซาะตลิ่งเกิดขึ้นตามลำน้ำสำคัญในประเทศไทย อาจจำแนกสาเหตุหลักของการกัดเซาะได้ 2 กรณี ได้แก่ การกัดเซาะที่เกิดเป็นปกติตามธรรมชาติ และการกัดเซาะที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์เท่าที่ปรากฏชัดจากรายงานแหล่งต่าง ๆ พบว่าการกัดเซาะตลิ่งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยมีอัตราการกัดเซาะสูงในย่านที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ที่หนาแน่น



ภาพที่ 16 การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยใช้โครงสร้างแข็ง และการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งโดยใช้วัสดุธรรมชาติ

ตามหลักวิชาการพื้นฐาน การแก้ปัญหาดังกล่าว จำแนกออกเป็น 3 มาตรการ ได้แก่

1. มาตรการอ่อน หรือมาตรการไม่เน้นสิ่งก่อสร้าง (Soft Measure/ Non-Structural Measure)

มาตรการอ่อนไม่เน้นสิ่งก่อสร้างให้ความสำคัญขององค์ประกอบด้านสิ่งแวดล้อมธรรมชาติเป็นหลัก โดยเฉพาะระบบนิเวศและสมดุลตามธรรมชาติ และหลีกเลี่ยงวิธีการใด ๆ ที่อาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มาตรการเหล่านี้รวมถึงการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินตลอดริมน้ำ การจำกัดกิจกรรมของมนุษย์ตามลำน้ำ และการกำหนดมาตรการทางกฎหมายอื่นที่เข้มงวด เช่น การกำหนดแนวกันชนและระยะถอยร่นของอาคาร (Buffer Zone and Building Set Back) เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

2. มาตรการแข็ง หรือมาตรการเน้นสิ่งก่อสร้าง (Hard Measure/ Structural Measure)

มาตรการเน้นสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ การนำโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือวัสดุใดที่เป็นสิ่งก่อสร้างถาวรมาใช้แก้ปัญหาการกัดเซาะ เช่น การตอกเสาเข็มคอนกรีตลงลึกและวางแผ่นคอนกรีตจากระดับพื้นดินลงไปถึงท้องลำน้ำตลอดแนวตลิ่ง การแก้ปัญหาตลิ่ง

กัดเซาะในประเทศไทยมักใช้มาตรการเน้นสิ่งก่อสร้างเกือบทุกกรณี รวมถึงการกัดเซาะชายฝั่งทะเล การสร้างโครงสร้างแข็ง ดังกรณีแม่น้ำสุพรรณ ปากแม่น้ำปราณบุรี และอีกหลายลุ่มน้ำทั่วประเทศไทย รวมถึงแม่น้ำโขง มาตรการเน้นสิ่งก่อสร้างก่อให้เกิดผลกระทบต่อการใช้ของน้ำ และการตกตะกอนของน้ำ นอกจากนี้ที่นี่ยังอาศัยของพืชและสัตว์ตามตลิ่งและชายน้ำ ถูกแทนที่ด้วยโครงสร้างคอนกรีตเหล่านี้ ส่งผลผลกระทบต่อระบบนิเวศ ทั้งระบบนิเวศในน้ำและบนบก ทำให้ลดความหลากหลายทางชีวภาพ และการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์บางสายพันธุ์

3. มาตรการผสมที่ใช้มาตรการแข็งและมาตรการอ่อนเข้าด้วยกัน (Hybrid Measure/ Green-Grey Measure)

เป็นการผสมผสานข้อได้เปรียบของมาตรการแข็งคือความรวดเร็วในการก่อสร้าง เห็นผลเร็วในการป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง ผสมกับการใช้มาตรการอ่อนคือการใช้พืชมาผสมผสาน โดยอาจใช้วัสดุก่อสร้างที่มีรูพรุนหรือเว้นช่องว่างหรือพื้นที่ให้ใช้ต้นไม้เสริมกับสิ่งก่อสร้างได้ ปัจจุบันมีการพัฒนาวัสดุก่อสร้างหลายประเภทที่มีรูพรุนเพื่อใช้สำหรับมาตรการผสม ตัวอย่างแสดงในกล่องข้อความ



ภาพที่ 17 การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ

ที่มา: https://www.sepa.org.uk/media/150971/wat_sg_23.pdf



ภาพที่ 18 การใช้โครงสร้างแข็งเพื่อป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง (ซ้าย) เปรียบเทียบกับสภาพธรรมชาติเดิม (ขวา)
ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2565

• **ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดินและความลาดชัน การปกคลุมของพรรณพืช ที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ**

ในปี ค.ศ. 2008 Kinga Krauze และคณะ ได้เขียนบทความเรื่อง Aquatic Habitat Rehabilitation, Goals, Constraints and Techniques ซึ่งเน้นการฟื้นฟูระบบนิเวศชายน้ำ และมีสาระส่วนหนึ่งได้แก่การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ

ความหมายของคำว่า “แบบธรรมชาติ” หมายถึงวิธีการกระบวนการ ตลอดจนวัสดุที่ใช้ ต้องคล้ายตามวิถีของธรรมชาติให้มากที่สุด บทความนี้กล่าวถึงรายละเอียดที่ต้องพิจารณาในการป้องกันตลิ่งกัดเซาะ เริ่มจากการเก็บข้อมูลอย่างละเอียด วิเคราะห์สาเหตุ เพื่อกำหนดวิธีการป้องกันการกัดเซาะที่ใกล้เคียงกับแนวทางธรรมชาติและระบบนิเวศในบริเวณอย่างเหมาะสมที่สุด

ด้วยเหตุที่ลำน้ำต่าง ๆ มีระบบอุทกวิทยาหลากหลาย และมีความเป็นพลวัต (Dynamics) สูง สาเหตุการกัดเซาะจึงมีหลายสาเหตุ การกัดเซาะพังทลายอาจเกิดได้ทั้งฤดูน้ำหลากและฤดูแล้ง การศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำจึงสำคัญมาก โดยทั่วไป การกัดเซาะตลิ่งในฤดูแล้งมักเกิดจากการสูญเสียความชื้นในดินที่ไม่มีรากพืชพันธุ์ไม้ยึดเกาะหรือยึดเหนี่ยว การป้องกันแบบธรรมชาติที่นิยมได้แก่การปลูกพืชที่มีรากหยั่งลึก ทนต่อความเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศ เช่น หญ้าแฝก และพืชพันธุ์ในกลุ่มใกล้เคียงกัน

Kinga Krauze และคณะยังได้เสนอหลักการฟื้นฟูระบบนิเวศควบคู่รวมกับการป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง โดยเริ่มจากการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างและลักษณะทางกายภาพในแต่ละบริเวณที่ประสบปัญหา ข้อมูลด้านอุทกวิทยา (Hydrological Data) ถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลด้านกายภาพ (Physical Data) เพื่อกำหนดแนวทางเลือกของการแก้ปัญหา (Alternative Solutions) และพิจารณาความเป็นไปได้ของแต่ละทางเลือก

การกัดเซาะตลิ่งอย่างรุนแรงมักเกิดจากกระแสน้ำมีปริมาณมาก ไหลแรงและเร็ว จึงต้องพยายามลดความเร็วของกระแสน้ำให้อยู่ในระดับที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างตามธรรมชาติของตลิ่งให้น้อยที่สุด เริ่มจากการขยายร่องน้ำให้กว้างขึ้น และเพิ่มพื้นที่แก้มลิงตลอดเส้นทางน้ำไหลผ่าน เพื่อให้มวลน้ำมีที่ว่างเก็บกักมากขึ้น ควบคู่กับการชะลอความเร็วของน้ำ เช่น การเรียงหินที่ท้องแม่น้ำ และการปลูกพืชน้ำบางประเภทซึ่งเป็นการฟื้นฟูระบบนิเวศ ไปพร้อมกัน

ในกรณีที่ตลิ่งเดิมมีความลาดชันสูง จนเสี่ยงต่อการพังทลายเมื่อกระแสน้ำไหลกระทบ การปรับองศาให้ตลิ่งมีความลาดเอียงที่เหมาะสม จะลดอัตราการกัดเซาะตลิ่งได้บางส่วน หากการปรับความลาดเอียงต้องการพื้นที่มากขึ้น อาจควรพิจารณาจัดเตรียมงบประมาณเพื่อเวนคืนที่ดินตามความจำเป็น

- รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบก่อสร้าง ข้อควรพิจารณาระหว่างการก่อสร้าง ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ

Kinga Krauze และคณะได้เสนอเทคนิคที่ทดลองใช้และประสบความสำเร็จไว้มากมายหลายวิธี เช่น การเรียงหินขนาดต่างกันในระยะที่ห่างพอควร เพื่อให้พืชที่เตรียมไว้แต่ยังไม่แข็งแรงสามารถมีที่ไว้ให้รากได้ยึดเหนี่ยว ขณะเดียวกันเมื่อพืชพันธุ์เหล่านี้เติบโตแข็งแรงดี จะเป็นถิ่นที่อยู่ของระบบนิเวศใหม่ เช่น แหล่งอาหาร และแหล่งวางไข่ของปลาสายพันธุ์ต่าง ๆ เช่น ปลาค้างคาวที่มีขนาดเล็ก และต้องอยู่อาศัยในระบบนิเวศแบบนี้

อย่างไรก็ตาม เทคนิคการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติเกือบทั้งหมด ใช้ระยะเวลานานมาก และต้องการความเอาใจใส่ ความอดทนในการดูแล จนกระทั่งระบบนิเวศสามารถดำรงอยู่ได้ด้วยตนเอง แม้จะใช้เวลานานมาก แต่เป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับว่าการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืนที่สุด และสมควรเผยแพร่นำไปปฏิบัติให้มากในอนาคต

ในประเทศไทยมีความนิยมในการใช้โครงสร้างแข็งหรือพ้องคอนกรีตในการป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง เนื่องจากเป็นการดำเนินการที่เห็นผลได้ในระยะสั้น หากแต่ในระยะยาวส่งผลต่อระบบนิเวศ รวมทั้งเมื่อระยะเวลาผ่านไปโครงสร้างเหล่านั้นมักพังทลาย ทำให้สูญเสียงบประมาณในการก่อสร้าง

การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ สามารถพิจารณาใช้พืชที่มีรากยาวและลึกเป็นตัวช่วยในการยึดหน้าดิน โดยสามารถพิจารณาพืชเดิมที่ขึ้นอยู่ริมน้ำ เช่น ไคร์นุ่น (*Salix tetrasperma* Roxb) ไคร์น้ำ (*Homonoia riparia* Lour) เสียวใหญ่ (*Homonoia riparia* Lour) ไทรประเภทต่าง ๆ (*Ficus* sp.) หญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides*) จาก (*Nypa fruticans*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) เป็นต้น

- งบประมาณโดยประมาณ

งบประมาณในการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ ไม่พบว่ามีการกำหนดไว้ แต่สามารถอ้างอิงงบประมาณในการปลูกและฟื้นฟูป่ารวมถึงงบประมาณในการบำรุงรักษาจากอัตราราคางานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำงบประมาณได้ โดยอัตรางบประมาณในการปลูกป่าอยู่ที่ 4,020 บาทต่อไร่ ซึ่งงบประมาณในการบำรุงในระยะเวลา 2-6 ปี จะอยู่ที่ 1,060 บาทต่อไร่ และงานบำรุงป่าอายุ 7-10 ปี อยู่ที่ 510 บาทต่อไร่ และในการเพาะชำกล้าไม้จะมีงบประมาณที่ 2.96 บาทต่อกล้า อย่างไรก็ตามในบางกรณีที่มีตลิ่งถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง จำเป็นต้องใช้โครงสร้างแข็งผสมผสานเข้ากับการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ หน่วยงานที่ต้องการใช้มาตรการนี้ สามารถจัดทำงบประมาณได้โดยอ้างอิงอัตราราคางานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) ในหมวดงานก่อสร้างชลประทาน งานคอนกรีตและหินต่าง ๆ ทั้งลักษณะจ้างเหมาและดำเนินการเอง ซึ่งรายละเอียดงบประมาณจะแตกต่างกันไปในแต่ละภาคเนื่องจากราคาของวัสดุก่อสร้างในแต่ละพื้นที่

- การบำรุงรักษา

ในการบำรุงรักษาพื้นที่ที่มีการประยุกต์ใช้มาตรการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ สามารถใช้แนวทางการบำรุงรักษาพื้นที่ปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำได้ แต่หากมีการผสมผสานโครงสร้างแข็ง จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาเพิ่มขึ้น โดยอาจจะต้องกำหนดระดับน้ำต่ำสุดในแหล่งน้ำแห่งนั้นเพื่อช่วยในการรักษาโครงสร้างแข็ง และมีการซ่อมแซมส่วนที่เสียหายจากกระแสน้ำกัดเซาะตามความเหมาะสม

• การประยุกต์ใช้

การหนุนเสริม (synergy) ของการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติต่อมาตรการอื่น มาตรการนี้จะเชื่อมโยงและหนุนเสริมกันกับมาตรการปลูกป่าแนวกันชนตามริมน้ำ ในแง่ของการกรองตะกอนก่อนที่จะไหลลงสู่ลำน้ำ อีกทั้งการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งจะลดการพังทลายของดินอันจะส่งผลให้แม่น้ำลำธารตื่นเงินและยังเป็นการรักษาระบบนิเวศให้คงความสมบูรณ์ โดยความสมบูรณ์ของระบบนิเวศลำน้ำสามารถดึงดูดสัตว์น้ำนานาชนิด ซึ่งส่งผลดีต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนริมฝั่งน้ำ

อย่างไรก็ตามมีข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้โดยก่อนดำเนินการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ ควรคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของบริเวณที่จะนำมามาตรการไปปรับใช้ ประกอบด้วย ความชัน การไหลของน้ำ ความเร็วของน้ำ ความลึกของท้องน้ำ เป็นต้น เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อการทำงานโดยพื้นที่ที่มีตลิ่งลาดชันมากและกระแสน้ำไหลเชี่ยว อาจต้องใช้มาตรการผสม เนื่องจากหากใช้มาตรการอ่อนเพียงอย่างเดียวอาจเห็นผลช้า นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง เช่น ระยะถอยร่น ข้อบังคับท้องถิ่น หากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ในชุมชน หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและท้องถิ่นสามารถดำเนินการป้องกันการกัดเซาะตลิ่งได้โดยความร่วมมือและความเห็นชอบของชุมชน การดำเนินงานไม่ควรขัดต่อระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และคำนึงถึงระบบนิเวศเดิมให้มากที่สุด

ชุมชนในตำบลคลองน้อย อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ริมคลองซึ่งเชื่อมกับแม่น้ำตาปี ในอดีตเคยมีการก่อสร้างพนังคอนกรีตสองข้างฝั่งคลองเพื่อป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง แต่เมื่อเวลาผ่านไปไม่ถึง 10 ปี พนังคอนกรีตดังกล่าวได้พังทลายลง สมาชิกชุมชนจึงหารือกันถึงแนวทางที่เหมาะสม และหันมาใช้แนวทางการปลูกพืชที่พบในบริเวณนั้นได้แก่ จากและลำพูเพื่อทดแทนพนังคอนกรีต พบว่าพืชที่ปลูกสามารถป้องกันการกัดเซาะตลิ่งได้เป็นอย่างดี ชุมชนเองก็ได้ใช้ประโยชน์จากพืชที่ปลูก และสภาพตลิ่งแบบธรรมชาติยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะกุ้งแม่น้ำที่เป็นแหล่งอาหารและแหล่งรายได้ของชุมชนอีกด้วย



ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2565

การป้องกันการกัดเซาะตลิ่งแบบผสมผสานโดยใช้โครงสร้างกึ่งแข็งผสมกับวิธีธรรมชาติ โครงการนี้ตั้งอยู่บริเวณคู้้งน้ำของลำห้วยเกาเหินยนง ซึ่งเป็นลำห้วยสาขาของแม่น้ำต้นสอย ในเมืองไทเป ไต้หวัน ซึ่งมีปัญหากระแสน้ำกัดเซาะตลิ่งจนพังทลาย ส่งผลกระทบถึงความปลอดภัยชุมชนที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้น หน่วยงานภาครัฐจึงหาแนวทางแก้ไข โดยคาดหวังว่างานก่อสร้างจะดำเนินงานโดยผสมผสานโครงสร้างที่มีความปลอดภัยและไม่ทำลายระบบนิเวศ บริษัทก่อสร้างจึงใช้กระสอบ ACEBag™ geotextile บรรจุดินที่อยู่ในพื้นที่แล้วเรียงใส่กล่องเหล็ก Gabion ซึ่งกระสอบที่มีรูพรุนช่วยให้พืชสามารถขึ้นคลุมพื้นที่ก่อสร้างได้ ในปัจจุบันโครงสร้างนี้ยังคงแข็งแรงและมีพรรณพืชขึ้นปกคลุม ส่งผลดีต่อทัศนียภาพของเมืองและระบบนิเวศ นอกเหนือไปจากการป้องกันตลิ่งพังทลาย



ที่มา: www.geoace.com, 2009

3.5 การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน

• รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

ป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญของโลก แต่ที่ผ่านมามีพื้นที่ป่าชายเลนได้ลดลงอย่างรวดเร็ว และหลายแห่งอยู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมทำให้มูลค่าในการให้บริการด้านนิเวศนั้นลดลง ส่งผลให้การปกป้องชายฝั่งและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรประมงก็ลดลงตามไปด้วย รวมถึงความสามารถในการกรองน้ำเสียจากฝั่งก่อนไหลลงสู่ทะเล หลายภาคส่วนจึงได้มีการดำเนินการฟื้นฟูป่าชายเลนเกิดขึ้นในหลายๆ พื้นที่ การปลูกป่าชายเลนเป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยมและเกิดขึ้นอย่างแพร่หลาย แต่เช่นเดียวกับการปลูกฟื้นฟูป่าบก การปลูกป่าชายเลนในหลายพื้นที่นั้นมักล้มเหลวในการที่จะช่วยระบบนิเวศป่าชายเลนให้กลับคืนมาได้³⁰ อันมีสาเหตุจากหลายประการ เช่น การไม่คำนึงถึงชนิดพันธุ์ของพืช หรือพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูก การขาดความเชื่อมโยงกับชุมชนที่อาศัยอยู่รอบพื้นที่ หรือการขาดการดูแลรักษาที่ดี เป็นต้น



ภาพที่ 19 สาเหตุของความเสื่อมโทรมของป่าชายเลนและผลกระทบ
ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

³⁰ Mangrove for the Future, 2017. ฟื้นฟูป่าชายเลน ปลูกหรือไม่ต้องปลูก

ป่าชายเลนเป็นพื้นที่ที่ประกอบด้วยสังคมพืชหลากหลายชนิด และเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศชายฝั่ง ซึ่งประกอบด้วย ระบบนิเวศหาดโคลน (Mudflats) แนวหญ้าทะเล (Sea Meadows) เป็นต้น ป่าชายเลนนอกจากมีความสำคัญต่อระบบนิเวศชายฝั่งในฐานะแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน และเป็นแนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและป้องกันคลื่นพายุและภัยธรรมชาติแล้ว ป่าชายเลนยังมีความสำคัญเชื่อมโยงกับระบบนิเวศน้ำจืด โดยช่วยกรองดินตะกอน ของเสียและมลพิษก่อนที่จะไหลลงสู่ทะเลอีกด้วย จากข้อมูลของกองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งพบว่า ในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนคงสภาพอยู่ประมาณ 1.74 ล้านไร่³¹ สาเหตุในการสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนส่วนใหญ่เกิดจากการบุกรุกพื้นที่เพื่อทำประโยชน์ด้านอื่น เช่น เพื่อเป็นที่อยู่อาศัย ทำนาเกลือ เป็นต้น

การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนนั้นมีการดำเนินงานมานานทั้งโดยหน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชนและชุมชน ในอดีตการปลูกป่าชายเลนมักใช้พันธุ์ไม้ เช่น โกงกางใบใหญ่ (Rhizophora mucronata Lam.) และโกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata Lam.) แต่ในปัจจุบันหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งได้ให้ความสำคัญกับการเพิ่มความหลากหลายของพันธุ์ไม้ที่ใช้ในการปลูกป่าชายเลนมากขึ้น พื้นที่ปลูกป่าชายเลนที่ดำเนินการโดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและภาคีเครือข่าย จึงมีความหลากหลายด้านชนิดพันธุ์เพิ่มขึ้นมาก



ภาพที่ 20 การปลูกป่าชายเลนร่วมกับชุมชน
ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2550

³¹ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2564) คู่มือความรู้เรื่องป่าชายเลน. กองอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. กรุงเทพฯ

• **ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดิน การปกคลุมของพรรณพืช ที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ**

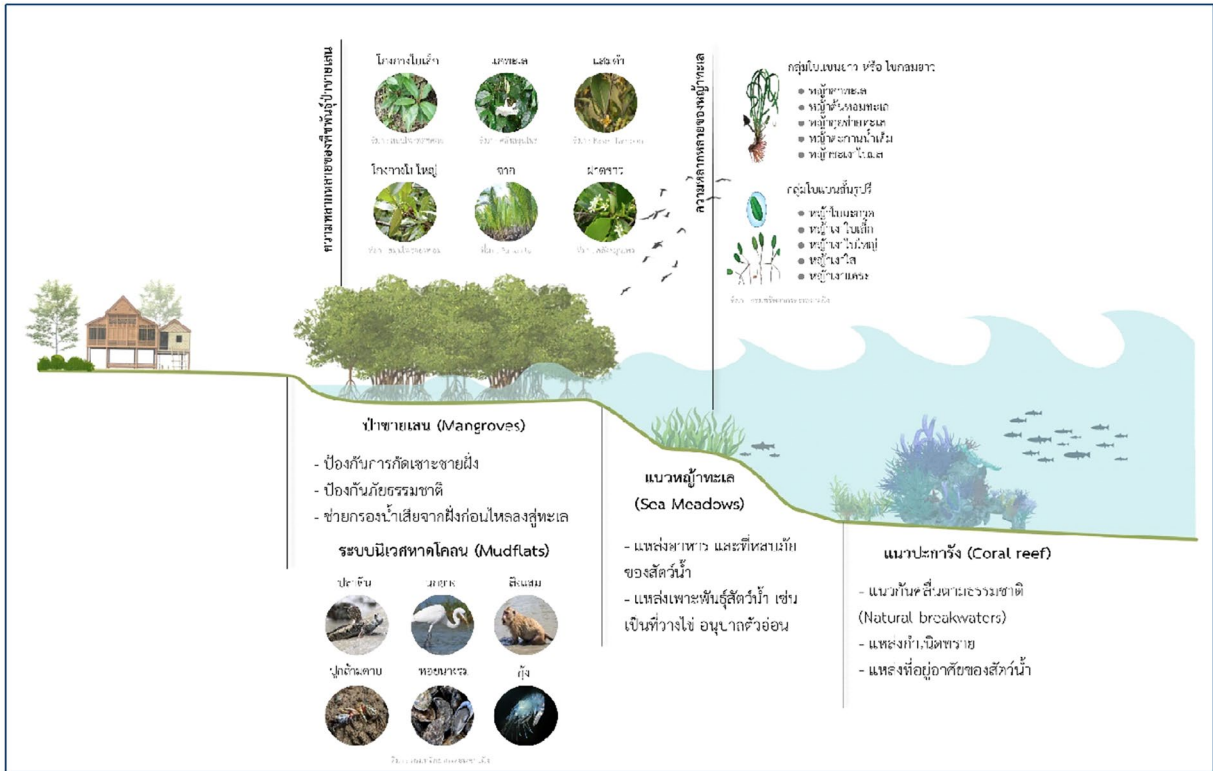
ป่าชายเลนตามธรรมชาตินั้นจะมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ซึ่งแบ่งเป็นโซน ๆ อย่างชัดเจน นับจากแนวฝั่งถึงทะเล นั่นก็เป็นเพราะว่า พันธุ์ไม้ชายเลนแต่ละชนิดสามารถทนทานและเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน โดยทั่วไปการสืบทอดและขยายพันธุ์ของป่าชายเลนตามธรรมชาติจะเริ่มจากพันธุ์ไม้เบิกนำ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้พันธุ์ไม้อื่นหลากหลายชนิดเข้ามาเติบโตในเวลาต่อมา บ่อยครั้งที่พบว่าพันธุ์ไม้ที่นำเข้าไปปลูกนั้นมักจะไม่ใช่พันธุ์ไม้เบิกนำของพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งนอกจากจะไม่กระตุ้นให้เกิดความหลากหลายของชนิดอื่นเข้ามาในพื้นที่ปลูกแล้ว การปลูกพันธุ์ไม้ที่ไม่เหมาะสมกับโซนของป่าตามธรรมชาติก็ยังคงเป็นการทำลายกระบวนการแพร่พันธุ์กระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอีกด้วย

การปลูกฟื้นฟูป่าชายเลนที่ถูกต้องควรจะปลูกด้วยพันธุ์ไม้ที่หลากหลายชนิด และคำนึงถึงโซนของพันธุ์ไม้ตามธรรมชาติของป่า ผลที่ได้ตามมาคือจะทำให้เกิดความหลากหลายมากขึ้นทั้งรูปแบบของราก ขนาดของต้นไม้ไปไม้ และเมล็ดพันธุ์ แต่ละชนิดมีประโยชน์ต่อระบบนิเวศที่แตกต่างกัน

การพิจารณาวางแผนปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน จำเป็นต้องทราบถึงโครงสร้างของสังคมพืชก่อน ซึ่งคำว่า “โครงสร้าง” ในสังคมพืชจะรวมถึงองค์ประกอบพันธุ์ไม้ ความหลากหลาย ความสูง ขนาด ความโต พื้นที่หน้าตัด ความหนาแน่น การกระจายตามชั้นขนาดอายุ และรูปแบบการกระจายเชิงพื้นที่ของพันธุ์ไม้ในป่าและของหมู่ไม้

ลักษณะเด่นของโครงสร้างป่าชายเลน คือการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ (Zonation) ซึ่งในแต่ละเขตมักจะมีพันธุ์ไม้เด่นเพียงชนิดเดียว หรือสองถึงสามชนิด และเขตพันธุ์ไม้มักขนานไปกับแนวชายฝั่ง การแบ่งเขตพันธุ์ไม้ไม่ใช่ลักษณะเด่นเพียงอย่างเดียวของลักษณะโครงสร้างป่าชายเลน Lugo and Snedaker (1974)³² ได้จำแนกป่าชายเลนออกเป็น 6 รูปแบบ คือ (1) เกาะป่าชายเลน (2) ป่าชายเลนตามขอบชายฝั่ง (3) ป่าชายเลนริมฝั่งแม่น้ำ (4) ป่าชายเลนในพื้นที่ชุ่มน้ำ (แ่งน้ำ) (5) ป่าชายเลนบนโคกในพื้นที่ชุ่มน้ำ และ (6) ป่าชายเลนแควระ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยไม้พื้นล่าง และไม้ชั้นล่าง ลักษณะดังกล่าวล้วนเกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้างทั้งสิ้น

³² Lugo, A.E. and S.C. Snedaker (1974). The ecology of mangroves. Annual Reviews of Ecology and Systematics 5: 39-64.



ภาพที่ 21 การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน

• รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ข้อควรพิจารณาระหว่างดำเนินการ ขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ

ป่าชายเลนประกอบด้วยพืชสองกลุ่มใหญ่ ๆ คือ พืชบก และพืชทะเล พืชบกเป็นกลุ่มพรรณพืชที่ประกอบด้วย ไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก ปาล์ม ไม้อิง

อาศัย กาฝาก เป็นองค์ประกอบหลักของป่าชายเลน ส่วนพืชทะเล ได้แก่ สาหร่าย ในคู่มือเล่มนี้จะกล่าวถึงกลุ่มพืชบกที่จะใช้ในการนำมาปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนเท่านั้น โดยการพิจารณาเลือกพันธุ์ไม้ที่จะนำมาใช้ปลูกสามารถพิจารณาได้จากความทนทานต่อความเค็มและระดับพื้นที่เลนตามที่แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงในประเทศไทย พืชของความทนต่อความเค็มสัมผัสจากมาก (+++++) ถึงน้อย (+) เครื่องหมาย ? เป็นการคาดการณ์ เนื่องจากไม่มีข้อมูล

พันธุ์ไม้	ทนร่ม	ไม่ทนร่ม	ทนทานต่อความเค็ม	ระดับพื้นที่เลน
โกงกางใบเล็ก (<i>Rhizophora apiculata</i>)		+	+++	ต่ำ, กลาง
โกงกางใบใหญ่ (<i>Rhizophora mucronata</i>)		+	++	ต่ำ, กลาง
แคทะเล (<i>Dolichandrone spathacea</i>)	+		+?	สูง
จาก (<i>Nypa fruticans</i>)	+		+	ต่ำ, กลาง
ดูหูน (<i>Heritiera sp.</i>)	+		?	กลาง, สูง
แดงน้ำ (<i>Aglaia cucullata</i>)	+		+?	กลาง, สูง
ตะบูนขาว (<i>Xylocarpus granatum</i>)	+		+++	กลาง, สูง
ตะบูนดำ (<i>Xylocarpus moluccensis</i>)	+		+++	กลาง, สูง
ตาตุ่มทะเล (<i>Excoecaria agallocha</i>)	+		+++	กลาง, สูง
แตดลิง (<i>Cynometra iripa</i>)	+		++	สูง
ถั่วขาว (<i>Bruguiera cylindrica</i>)	+		++	กลาง, สูง
ถั่วดำ (<i>Bruguiera parviflora</i>)		+	++	กลาง, สูง
เทียนเล (<i>Pemphis acidula</i>)		+	?	สูง

ตารางที่ 4 ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงในประเทศไทย พืชของความทนต่อความเค็มสัมพัทธ์จากมาก (+++++) ถึงน้อย (+) เครื่องหมาย ? เป็นการคาดการณ์ เนื่องจากไม่มีข้อมูล (ต่อ)

พันธุ์ไม้	ทนร่ม	ไม่ทนร่ม	ทนทานต่อความเค็ม	ระดับพื้นที่เลน
ใบพาย (<i>Aegialitis rotundifolia</i>)		+	++++?	กลาง, สูง
โปรงขาว (<i>Ceriops decandra</i>)	+		++	กลาง, สูง
โปรงแดง (<i>Ceriops tagal</i>)		+	+++	กลาง, สูง
ฝาดดอกขาว (<i>Lumnitzera racemosa</i>)		+	++++	สูง
ฝาดดอกแดง (<i>Lumnitzera littorea</i>)		+	++++	สูง
พังกาหัวส้มดอกขาว (<i>Bruguiera sexangula</i>)	+		+	กลาง, สูง
พังกาหัวส้มดอกช่อ (<i>Bruguiera hainesii</i>)	?		++?	กลาง, สูง
พังกาหัวส้มดอกแดง (<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)	+		+++	กลาง, สูง
มะคะ (<i>Cynometra ramiflora</i>)	+		++?	สูง
รังกะแท้ (<i>Kandelia candel</i>)		+	+++?	กลาง, สูง
ลำพู (<i>Sonneratia caseolaris</i>)		+	+	ต่ำ, กลาง
ลำแพน (<i>Sonneratia ovata</i>)		+	+++?	กลาง, สูง
ลำแพนทะเล (<i>Sonneratia alba</i>)		+	+++	ต่ำ, กลาง

ตารางที่ 4 ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่แท้จริงในประเทศไทย พิสัยของความทนต่อความเค็มสัมพัทธ์จากมาก (+++++) ถึงน้อย (+) เครื่องหมาย ? เป็นการคาดการณ์ เนื่องจากไม่มีข้อมูล (ต่อ)

พันธุ์ไม้	ทนร่ม	ไม่ทนร่ม	ทนทานต่อความเค็ม	ระดับพื้นที่เลน
ลำแพนหิน (<i>Sonneratia griffithii</i>)		?	+++?	กลาง, สูง
เล็บมือนาง (<i>Aegiceras corniculatum</i>)		+	+++	ต่ำ, กลาง
แสมขน (<i>Avicennia lanata</i>)		+	+++?	กลาง, สูง?
แสมขาว (<i>Avicennia alba</i>)		+	+++?	ต่ำ, กลาง, สูง
แสมดำ (<i>Avicennia officinalis</i>)		+	+++?	ต่ำ, กลาง, สูง
แสมทะเล (<i>Avicennia marina</i>)		+	+++++	ต่ำ, กลาง, สูง
หงอนไก่ทะเล (<i>Heritiera littoralis</i>)	+		++	กลาง, สูง
เหงือกปลาหมอ (<i>Acanthus sp.</i>)	+		++	ต่ำ, กลาง, สูง
สี้ง้า (<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>)	?		?	กลาง, สูง

ที่มา: สราวุธ และรุ่งสุริยา (2554) ³³

³³ สราวุธ บุณยะเวชชีวิน และรุ่งสุริยา บัวสาตี (2554) ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและพรรณไม้. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

การปลูกป่าชายเลนสามารถใช้ฝัก หรือเมล็ดปลูกโดยตรง หรือนำฝักหรือเมล็ดไปเพาะชำเป็นต้นกล้าก่อน สำหรับพันธุ์ไม้ที่มีขนาดของฝักยาว เช่น โกงกาง ใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก รังกะเท้ และโปรงแดง สามารถใช้ฝักปลูกลงในพื้นที่ได้ทันที การปลูกโดยใช้ฝักโดยตรงในพื้นที่จะช่วยในการลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและสะดวกในการปลูก แต่จะต้องเลือกฝักที่มีอายุแก่เต็มที่มีและมีลักษณะสมบูรณ์ไม่ถูกทำลายโดยแมลง จึงจะทำให้การปลูกด้วยฝักได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ

การปลูกป่าชายเลน โดยเพาะชำฝักลงในถุงเพาะชำก่อนจะนำไปปลูกในพื้นที่โดยตรงนั้น จะช่วยให้การเจริญเติบโตได้ดีและมีอัตราการรอดตายสูงขึ้น แต่ข้อควรระวังในการใช้กล้าปลูกคือ หากรากกล้าไม้ทะลุกันลงลงดิน เมื่อย้ายไปปลูกระบบรากจะกระทบกระเทือนอาจทำให้ตายได้ โดยเฉพาะไม้โกงกาง และนอกจากนั้นการปลูกโดยใช้กล้าเพาะชำยังมีน้ำหนักรากมาก ไม่สะดวกต่อการขนส่งและเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปปลูก

การปลูกป่าชายเลน โดยใช้เมล็ด ใช้ได้กับพันธุ์ไม้ที่ขยายพันธุ์โดยเมล็ด หรือ ผล เช่น ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum*) ตะบูนดำ (*Xylocarpus moluccensis*) แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมทะเล (*Avicennia marina*) ฝาดดอกขาว (*Lumnitzera racemosa*) ฝาดดอกแดง (*Lumnitzera littorea*) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) และหลุมพอทะเล (*Intsia bijuga*) เป็นต้น แต่เนื่องจากเมล็ดของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน จะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำได้ง่าย จึงไม่นิยมปลูกด้วยเมล็ดโดยตรง แต่จะนำเมล็ดไม้เหล่านี้มาเพาะชำก่อนนำไปปลูกโดยตรงในพื้นที่

สำหรับระยะเวลาการปลูกของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ส่วนใหญ่จะใช้ระยะเวลาการปลูกประมาณ 1x1 เมตร หรือ 1.5 x 1.5 เมตร³⁴ หรือน้อยกว่าซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์เนื้อไม้ชนิดต่าง ๆ กัน และวัตถุประสงค์อย่างอื่นของการปลูกด้วย เช่น การปลูกเพื่อการเป็นกำแพงกันคลื่นลมตามชายฝั่ง หรือการปลูกเพื่อเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำอาจปลูกระยะ 0.75 x 0.75 เมตรก็ได้ ควรมีหลักไม้ไผ่ปักและผูกกล้าที่ไม้ปลูกไว้ เพื่อป้องกันกล้าหลุดลอยไปกับกระแสน้ำ

• งบประมาณโดยประมาณ

เมื่ออ้างอิงจากงบประมาณในการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนรวมถึงงบประมาณในการบำรุงรักษาจากอัตราค่างานต่อหน่วย ฉบับเดือนธันวาคม 2564 โดยกองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) พบว่า อัตรางบประมาณในการปลูกป่าชายเลนอยู่ที่ 6,580 บาทต่อไร่ ซึ่งงบประมาณในการบำรุงป่าชายเลน อยู่ที่ 1,190 บาทต่อไร่ และในการบำรุงแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจะมีงบประมาณที่ 820 บาทต่อไร่ หากหน่วยงานในท้องถิ่นหรือชุมชนที่ต้องการดำเนินการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนในพื้นที่ที่ตนเองมีสิทธิ์ในการดำเนินการสามารถใช้ตัวเลขดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการคำนวณงบประมาณ หรืออาจขอความร่วมมือและการสนับสนุนจากภาคเอกชนในกรณีที่มีงบประมาณในการดำเนินงานไม่เพียงพอ

³⁴ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน (2554) คู่มือการเพาะชำกล้าไม้ และการปลูกป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรุงเทพฯ

• การบำรุงรักษา

เพื่อให้กล้าไม้ที่ปลูกมีอัตราการรอดตายสูง และเจริญเติบโตได้ดี ต้องมีการบำรุงรักษาพื้นที่แปลงปลูก ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การกำจัดวัชพืช โดยดำเนินการในช่วงที่กล้าไม้เจริญเติบโตหลังจากได้รับน้ำฝนเต็มที่ เพื่อให้กล้าไม้พ้นจากการแก่งแย่งของวัชพืช โดยช่วงเวลาในการกำจัดวัชพืชจะกำหนดโดยการพิจารณาว่า หากวัชพืชเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมกล้าไม้ที่ปลูกก็รีบดำเนินการได้ก่อนที่จะก่อให้เกิดความเสียหายกับกล้าไม้ ซึ่งในการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกป่าชายเลนจะใช้แรงงานคนเท่านั้น ห้ามมิให้ใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช เนื่องจากจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศ

2. การสำรวจอัตราการรอดตาย เป็นการดำเนินการภายหลังการกำจัดวัชพืช เพื่อสำรวจดูว่าจะต้องทำการปลูกซ่อมกล้าไม้เพิ่มเติมอีกหรือไม่ จำนวนเท่าใดโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง ซึ่งขนาดของตัวอย่างไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยนับกล้าไม้ทุกต้นที่รอดตายในแนวที่สุ่มเลือกเป็นตัวอย่าง เทียบกับจำนวนต้นที่ปลูกทั้งหมด แล้วคำนวณหาอัตราการรอดตายของทั้งแปลงปลูก นอกจากนี้ในระหว่างการสำรวจอัตราการรอดตาย ยังสามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นไม้ไปด้วยในคราวเดียวกัน

3. การปลูกซ่อม จะดำเนินการต่อเมื่อกกล้าไม้ที่ปลูกมีการรอดตายต่ำกว่าร้อยละ 80 การปลูกซ่อมควรดำเนินการให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ทันกับฤดูกาลปลูกเดียวกันกับการปลูกกล้าไม้ครั้งแรก และควรใช้กล้าถุงรุ่นเดียวกับที่ใช้ปลูก เพื่อให้กล้าไม้ที่ปลูกเจริญเติบโตได้ทันและไม่แตกต่างกับต้นที่ปลูกในฤดูกาลมากนัก

• การประยุกต์ใช้

การหนุนเสริม (synergy) ของการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนต่อมาตรการอื่น ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและป่าชายเลนที่มีความหลากหลายสามารถดึงดูดสัตว์น้ำนานาชนิด และส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์หลายอย่างจากป่าชายเลนที่ใช้ประโยชน์ได้โดยตรง ได้แก่ เนื้อไม้ แหล่งเก็บหาอาหาร น้ำผึ้ง และปลา และประโยชน์ในด้านการให้บริการทางระบบนิเวศอันได้แก่ การป้องกันชายฝั่งทะเลจากการถูกกัดเซาะ ช่วยกรองมลพิษจากน้ำที่ไหลจากชายฝั่ง และการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน รวมถึงการประมงที่อุดมสมบูรณ์ ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่ตามมาคือเกิดการเชื่อมโยงกับระบบนิเวศอื่น ๆ เช่น แหล่งหญ้าทะเล และแนวปะการัง เป็นต้น ซึ่งก็สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของเทคนิคการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลนแบบอิงธรรมชาติ ที่มุ่งเน้นให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนกลับคืนมาดังเดิมอีกครั้ง³⁵

อย่างไรก็ตามมี*ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้* โดยก่อนการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนควรคำนึงถึงข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เนื่องจากพื้นที่ป่าชายเลนส่วนใหญ่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง หากท้องถิ่นสามารถดำเนินการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนได้โดยไม่ขัดต่อระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาการคัดเลือกพันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่ และคำนึงถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เพื่อให้ป่าชายเลนที่ปลูกคล้ายคลึงกับสภาพธรรมชาติมากที่สุด นอกจากนี้ในการปลูกป่าชายเลนในพื้นที่ใหม่ต้องคำนึงถึงความแรงของคลื่นและกระแสน้ำในพื้นที่นั้น ๆ เพื่อให้มั่นใจว่ากล้าไม้ที่ปลูกจะไม่เกิดความเสียหายจากคลื่นและกระแสน้ำที่รุนแรง การใช้หลักไม้ไผ่ปักลึกลงไปในเลนเพื่อช่วงพุงกล้าไม้ที่ปลูกใหม่เป็นวิธีที่จะช่วยให้กล้าไม้ตั้งตัวได้เร็วและทนต่อคลื่นและกระแสน้ำ เพื่อช่วยให้การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้ผลดียิ่งขึ้น การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนสามารถทำควบคู่ไปกับการทำหลักกันคลื่นที่ทำจากไม้ไผ่ ที่มีการดำเนินงานอยู่ในพื้นที่อ่าวไทย

³⁵ Mangrove for the Future, 2017. ฟื้นฟูป่าชายเลน ปลูกหรือไม่ต้องปลูก

ชุมชนบ้านเป็ดใน ตำบลห้วยน้ำขาว อำเภอเมือง จังหวัดตราด ร่วมกันปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนที่เสื่อมโทรมจากการทำนาเกลือ โดยร่วมกันกำหนดเขตฟื้นฟูป่าชายเลน เขตอนุรักษ์และเขตใช้ประโยชน์ ปลูกพันธุ์ไม้ที่หลากหลายตามเขตความเค็มของน้ำ สร้างสมดุลของระบบนิเวศด้วยการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีส่วนร่วม จากการดำเนินงานตั้งแต่ พ.ศ. 2541 เป็นต้นมา ปัจจุบันนี้ป่าชายเลนที่อยู่ในความดูแลของชุมชน มีความอุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของชุมชน



ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2565

3.6 การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง

• รูปแบบ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ของมาตรการ

ในปี ค.ศ. 2008 Richard T. T. Forman เขียนหนังสือชื่อ *Urban Regions; Ecology and Planning; Beyond the City* ตีพิมพ์โดย Cambridge University Press ให้ความสำคัญการพัฒนาเมืองบนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศ โดยพิจารณาจำแนก ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystem) ออกเป็น ระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh Water Ecology) และระบบนิเวศน้ำทะเล (Marine Coast Ecology)

ระบบนิเวศน้ำจืด (Fresh Water Ecology) ครอบคลุมบริบทของระบบนิเวศในแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ พื้นที่ชุ่มน้ำ และแหล่งน้ำจืดทุกประเภท ทุกขนาด ซึ่งมีวงจรของน้ำ (Hydrologic Cycle) แตกต่างจากระบบนิเวศน้ำทะเล (Marine Coast Ecology) อันได้แก่ พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (Coastal Wetlands) อ่าวปากแม่น้ำกว้าง (Estuarine Bays) และระบบนิเวศน้ำเค็ม (Saltwater Ecology) ที่หลากหลาย

ระบบนิเวศน้ำกร่อย (Brackish Water Ecosystem) เป็นระบบนิเวศที่เกิดขึ้นตรงรอยต่อระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็ม มักเป็นบริเวณที่เป็นปากแม่น้ำที่มักจะมีตะกอนทับถมมาก จึงมีไม้กลุ่มป่าชายเลนที่ทนความเค็มน้อยเกิดขึ้น ในบางพื้นที่อาจเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเล เช่น ทะเลสาบสงขลาตอนกลาง บริเวณระบบนิเวศน้ำกร่อยจัดว่าเป็น Ecotone ที่เชื่อมโยงระหว่างระบบนิเวศน้ำจืดกับระบบนิเวศน้ำเค็ม

ระบบนิเวศน้ำเค็ม (Saltwater Ecology) นั้นประกอบด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย ที่อาศัยน้ำเค็มในการดำรงชีวิต เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลนที่ทนความเค็มสูง ระบบนิเวศหญ้าทะเล ระบบนิเวศแนวปะการัง เป็นต้น



ภาพที่ 22 การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง

ที่มา: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/anc-2017-0001>

ด้วยเหตุที่บริเวณปากแม่น้ำและบริเวณชายฝั่งเป็นพื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ โดยเฉพาะชุมชนเมืองขนาดใหญ่ระดับมหานครที่มีประชากรอาศัยจำนวนมาก เป็นศูนย์รวมของกิจกรรมของมนุษย์ที่หนาแน่น และมีแนวโน้มขยายตัวตลอดเวลา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติที่อยู่ใกล้และห่างเมืองทั้งสิ้น ดังนั้นการฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง จึงมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากพื้นที่ชุ่มน้ำบนบก

Richard T. T. Forman จำแนกระบบนิเวศชายฝั่งตามลักษณะภูมิประเทศออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่

1. ชายฝั่งที่เป็นโขดหิน (Rocky Coastlines) ประกอบด้วยหินชนิดต่าง ๆ และส่วนมากจะเป็นพื้นที่ที่แสดงให้เห็นถึงชั้นหินที่ถูกกัดกร่อนจากสภาพอากาศและคลื่นลมจากชายฝั่ง ก่อให้เกิดเป็นภูมิทัศน์เฉพาะตัวของพื้นที่นั้น ๆ

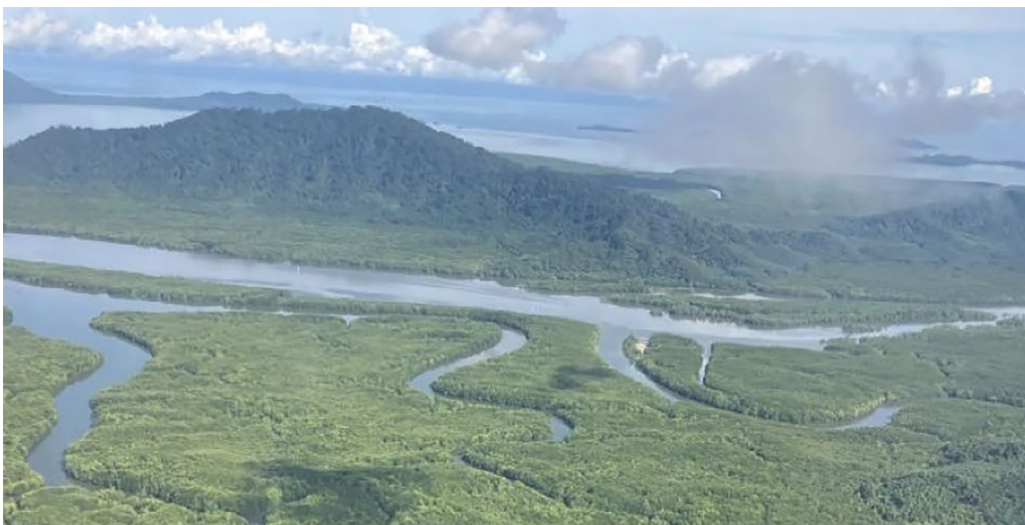
2. ชายฝั่งที่เป็นหาดทราย (Sandy Coastlines) คือ ชายฝั่งที่พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมไปด้วยเม็ดทรายขนาดตั้งแต่ 0.063–2 มิลลิเมตร ที่ตั้งของชายฝั่งที่เป็นหาดทรายเป็นผลมาจากทั้งแหล่งกำเนิดของทรายและกระบวนการทางชายฝั่ง เช่น คลื่นและลม จึงส่งผลให้มีลักษณะอากาศและภูมิประเทศที่เป็นเอกลักษณ์

3. พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (Coastal Wetlands) เช่น ดอนหอยหลอด ในจังหวัดสมุทรสงคราม ทะเลสาบสงขลา และบริเวณที่เป็นแอ่งน้ำริมฝั่งทะเล (Lagoon) ต่าง ๆ ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และบางบริเวณในจังหวัดระยอง โดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้จัดทำบัญชีรายชื่อพื้นที่ชุ่มน้ำประเภทต่าง ๆ ไว้ทั่วประเทศไทย

4. อ่าวและท่าเรือ (Bays and Harbours) คือระบบนิเวศชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้าง (Man-made Built Environment) เป็นลักษณะระบบนิเวศที่ได้ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์มากที่สุด

นอกจากการจำแนกของ Richard T. T. Forman ทั้ง 4 ลักษณะ ยังมีระบบนิเวศหาดโคลน มักเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ จึงทำให้ตะกอนเลนที่มีขนาดเล็กและเบา มีโอกาสตกตะกอนได้มากกว่าพื้นที่ทะเลบริเวณอื่น นอกจากนี้ยังมีพีชป่าชายเลนขึ้น ที่มีลักษณะรากช่วยดักตะกอนเพิ่มอีก ซึ่งการตกตะกอนแล้วยังมีสารอาหารและแร่ธาตุมาด้วย จึงทำให้พื้นที่บริเวณนี้มียังมีชีวิตมาอาศัยจำนวนมาก ³⁶

ปากอ่าวแม่น้ำใหญ่ (Estuary Bays) เป็นอีกระบบนิเวศชายฝั่งที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นแหล่งรวมธาตุอาหารที่กระแสน้ำจืดจากแผ่นดินพัดพาลงมาบรรจบกับน้ำทะเล ก่อเกิดระบบนิเวศที่มีความหลากหลายสูง เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ อีกหลายสายพันธุ์ เป็นแหล่งแพร่พันธุ์ของสัตว์หน้าดิน เช่น หอยประเภทต่าง ๆ ระบบนิเวศปากอ่าวแม่น้ำที่สำคัญในประเทศไทย ได้แก่ อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อ่าวปัตตานี และปากแม่น้ำอีกหลายแห่งตลอดชายทะเลอันดามัน



ภาพที่ 23 พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำระนอง
ที่มา: สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2565

³⁶ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง <https://www.dmcr.go.th/detailAll/3742/nws/22>

• **ลักษณะของพื้นที่ ระบบนิเวศตามธรรมชาติ สภาพดินและความลาดชัน การปกคลุมของพรรณพืช และลักษณะที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้มาตรการ**

ระบบนิเวศบนพื้นที่ชายฝั่งทะเลเป็นบริเวณที่มีความเปลี่ยนแปลงหรือพลวัตสูง (Highly Dynamic) อันมีปัจจัยจากสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมากกว่าระบบนิเวศบนบก เพราะอิทธิพลต่าง ๆ ได้แก่ ระดับน้ำขึ้นและลงทุกวัน กระแสน้ำในทะเลเปลี่ยนแปลง คลื่นลมแรงในฤดูมรสุม พายุหมุนขนาดใหญ่ จนถึงคลื่น Tsunami ที่สามารถเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทั้งหมดอย่างฉับพลัน

การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งที่ควรเร่งดำเนินการ ได้แก่ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการพัฒนาความเป็นเมือง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีบทบาททางเศรษฐกิจ เช่น เมืองท่า เมืองอุตสาหกรรม และเมืองท่องเที่ยว เพราะเมืองเหล่านี้ก่อผลกระทบต่อระบบนิเวศทั้งสิ้น มากหรือน้อยตามขนาดของเมืองและการจัดการสิ่งแวดล้อมของเมือง

Richard T. T. Forman ได้เสนอแนะแนวทางฟื้นฟูระบบนิเวศและทรัพยากรน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำและพื้นที่ชายฝั่งด้วยการกำหนดพื้นที่สีเขียว (Green Space) เป็นพื้นที่กันชน เพื่อปกป้องมิให้กิจกรรมของมนุษย์มีผลกระทบต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติ โดยเชื่อว่าระบบนิเวศตามธรรมชาติสามารถฟื้นฟูตนเองได้ดี

สามารถซ่อมแซมระบบของตนที่เสียหายได้โดยมนุษย์ไม่ต้องเข้าไปเกี่ยวข้อง เพียงแต่มนุษย์ต้องถอยออกจากริมน้ำที่อยู่อาศัยที่เปราะบางของระบบนิเวศเหล่านั้น

แต่การจัดหาพื้นที่สีเขียวสำหรับเมืองที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจหนาแน่น มักประสบปัญหายากลำบาก เนื่องจากราคาที่ดินแพง เป็นลักษณะพื้นฐานของเมืองขนาดใหญ่ การเวนคืนและจ่ายชดเชยอย่างเหมาะสมจึงเป็นภาระใหญ่ของราชการ อย่างไรก็ตาม หากกระบวนการฟื้นฟูตนเองของระบบนิเวศจะมีสภาพเป็นปกติ แนวความคิดนี้นับเป็นการแก้ปัญหาแบบธรรมชาติอย่างยั่งยืนมากที่สุด

สำหรับกรณีที่ระบบนิเวศตามธรรมชาติฟื้นฟูตนเองช้าหรือยาก Kinza Krauze และคณะได้เสนอแนวทางฟื้นฟูโครงสร้างกายภาพของริมน้ำที่อยู่อาศัยริมน้ำ (Rehabilitation of the Physical Structure of River Habitats) ไว้ 2 แนวทาง ได้แก่ การอนุรักษ์โครงข่ายเชื่อมโยงด้านอุทกวิทยา (Maintaining Hydraulic Connection) เพื่อรักษาสมดุลของวงจรมวลน้ำ และการสร้างลำน้ำโค้งตัว (Stream Meanders) ด้วยการปรับเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพ โดยยกกรณีตัวอย่างในอดีตโครงข่ายน้ำเดิมตามธรรมชาติที่คิดเคี้ยวไปมาในยุโรปที่ถูกปรับเป็นแนวตรง ปัจจุบันถูกปรับแก้ไขให้โค้งไปมาเหมือนเดิม เพื่อเพิ่มพื้นที่น้ำ แนวทางนี้ช่วยเสริมและขยายริมน้ำที่อยู่และอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ



ภาพที่ 24 สภาพแม่น้ำโมราวาในยุโรปตอนกลางก่อน (ซ้าย)

และหลังการปรับปรุง (ขวา) ให้มีความโค้งตัวมากขึ้น

ที่มา: <http://riverwatch.eu/en/the-morava-anniversary-project-2014>

ลักษณะลำน้ำโค้งตัวนี้ปรากฏตามธรรมชาติบน
ลุ่มน้ำหลายแห่งในประเทศไทย และบางแห่งมีลักษณะ
เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น บริเวณพื้นที่น้ำขังริมชายฝั่งทะเล
ทั้งด้านอ่าวไทยและด้านทะเลอันดามัน แต่เริ่มเผชิญ
ความเสี่ยงจากการพัฒนาด้านเศรษฐกิจ โดยเฉพาะ
การท่องเที่ยว

• **รายละเอียดการออกแบบ รายละเอียดการ
ก่อสร้าง วัสดุที่เหมาะสม คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุ
ที่ใช้และรายละเอียดต่าง ๆ ในแบบก่อสร้าง ข้อควร
พิจารณาระหว่างการก่อสร้างขนาดของพื้นที่ที่ต้องการ**

มาตรการฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง
มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการบรรเทาผลกระทบของระดับ
น้ำทะเลที่ขึ้นสูง และลดความถี่รวมถึงความรุนแรงของ
คลื่นกระทบฝั่ง ตลอดจนปัญหาน้ำท่วมชุมชนชายฝั่งซึ่ง
เป็นผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง และ
ลดความสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตจากการ
กัดเซาะ ในการฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง
มีการดำเนินงานเชิงพื้นที่ (Area based) ที่น่าสนใจได้แก่

1. การสร้างและเสริมสันทราย เป็นมาตรการ
การปรับตัวเพื่อบรรเทาผลกระทบจากคลื่นสูงพัดเข้าฝั่ง
(Storm Surge) และระดับน้ำทะเลขึ้นสูง ซึ่งรวมถึง
มาตรการอื่น ๆ เช่น การปลูกหญ้า การจัดวางกิ่งไม้
หลักไม้และอื่น ๆ จัดทำเป็นแนวรั้วป้องกันคลื่น

2. การฟื้นฟูและบริหารจัดการการระบายน้ำพื้นที่
ชุ่มน้ำตามแนวชายฝั่ง เป็นมาตรการการปรับตัวในการ
บริหารจัดการระบายน้ำ เพื่อบังคับน้ำให้ผ่านออกไป
ตามแนวป้องกันน้ำท่วมที่จัดวางให้ใหม่

3. การปรับแต่งชายหาดและพื้นผิวชายหาด เป็น
มาตรการการปรับตัวด้วยการปรับแต่งพื้นกรวดทราย
เพื่อบรรเทาการกัดเซาะชายหาด ด้วยเทคนิคต่าง ๆ

ในการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง สิ่งที่ต้องคำนึงถึง
คือการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์พื้นที่ตามความ
เหมาะสมของระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่
กรณีตัวอย่างที่น่าสนใจคือ ในปี พ.ศ. 2564 กลุ่ม
วางแผนบริหารจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ กองนโยบายและ
แผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์ ได้จัดทำแผนการใช้ที่ดินเพื่อบริหารจัดการ
พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ อุทยานแห่ง

ชาติแหลมสน-ปากแม่น้ำกระบือ-ปากคลองกะเปอร์
(รายละเอียดในภาคผนวก ง) ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการ
จัดการและใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งซึ่งสามารถนำ
มาใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาวางแผนจัดการพื้นที่ได้

และเนื่องจากการจัดการและฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ
ชายฝั่งเป็นการจัดการระดับภูมิทัศน์ที่ประกอบด้วย
มาตรการย่อย ๆ หลายมาตรการผสมผสานกันตาม
ความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่ ผู้ปฏิบัติงานที่สนใจ
จะนำมาตรการนี้ไปปรับใช้ ต้องหารายละเอียดเพิ่มเติม
เพื่อกำหนดมาตรการที่เหมาะสม และให้สอดคล้องกับ
กฎระเบียบและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถค้น
ข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรทางทะเล
และชายฝั่งซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำกับดูแลพื้นที่ชายฝั่ง
โดยตรง ที่เว็บไซต์ <https://www.dmcg.go.th/home>

• **งบประมาณโดยประมาณ**

การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งควรเป็นการปล่อยให้
ระบบนิเวศฟื้นฟูตัวเองโดยจัดระเบียบหรือควบคุม
กิจกรรมของมนุษย์ที่อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ เช่น การ
สร้างบ้านเรือนรुक้า การปล่อยน้ำเสียจากแหล่งที่อยู่
อาศัย การท่องเที่ยวจนเกินความสามารถในการรองรับ
ของพื้นที่ หรือการระบายน้ำออกจากพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อใช้
ประโยชน์อย่างอื่น ดังนั้น การกำหนดงบประมาณจึง
ต้องอยู่บนพื้นฐานของสิ่งที่เกิดขึ้นในพื้นที่ เช่น การ
ฟื้นฟูหรือขุดลอกโครงข่ายลำน้ำธรรมชาติโดยรอบพื้นที่
ชุ่มน้ำชายฝั่ง ซึ่งสามารถอ้างอิงอัตราราคางานต่อหน่วย
ฉบับเดือนธันวาคม 2564 กองมาตรฐานงบประมาณ 1
สำนักงบประมาณ (รายละเอียดในภาคผนวก ง) ใน
หมวดงานก่อสร้างชลประทาน งานขุดลอกร่องน้ำ
ชายฝั่งทะเล ซึ่งรายละเอียดงบประมาณจะแตกต่างกัน
ไปขึ้นอยู่กับราคาของน้ำมันเชื้อเพลิงในแต่ละช่วงเวลา

• **การบำรุงรักษา**

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง
ควรเป็นการจัดระเบียบหรือควบคุมกิจกรรมของมนุษย์
ที่อาจส่งผลกระทบต่อพื้นที่ โดยการใช้มาตรการทาง
กฎหมายและผังเมือง การบำรุงรักษาจึงเน้นหนักไปที่
การควบคุมดูแลมิให้มีการทำกิจกรรมใด ๆ ที่เป็นการ
ละเมิดกฎระเบียบจนสร้างความเสียหายต่อพื้นที่ชุ่มน้ำ
ชายฝั่ง เช่น การปล่อยน้ำเสีย การบุกรุกพื้นที่ เป็นต้น

• **การประยุกต์ใช้**

การหนุนเสริม (synergy) ของมาตรการฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งต่อมาตรการอื่น มาตรการนี้ช่วยกรองมลพิษจากน้ำที่ไหลจากชายฝั่งก่อนลงสู่ทะเล การป้องกันชายฝั่งทะเลจากการถูกกัดเซาะ และน้ำท่วมจากน้ำทะเลหนุนสูง เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน รวมถึงการประมงน้ำจืดและน้ำกร่อยที่อุดมสมบูรณ์ และสามารถเชื่อมโยงกับระบบนิเวศอื่น ๆ รวมทั้งเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิตชายฝั่ง

ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการนี้ การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งควรมีการบูรณาการกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมเจ้าท่า หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้มั่นใจว่าการดำเนินงานใด ๆ เพื่อฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งจะเป็นไปอย่างยั่งยืน

การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งในรัฐหลุยเซียน่า ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ผ่านการใช้กฎหมาย วางแผน คุ้มครองและฟื้นฟูชายฝั่ง (Coastal Wetlands Planning, Protection and Restoration Act) ในการฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งนี้ ประกอบไปด้วยโครงการขนาดเล็กมากกว่า 40 โครงการและสามารถฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งได้มากกว่า 31,600 ไร่ โดยโครงการขนาดเล็กดังกล่าวประกอบด้วยการฟื้นฟูหรือก่อสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำขนาดเล็ก การป้องกันชายหาด การฟื้นฟูการไหลเวียนของน้ำ การดักตะกอน การเสริมสร้างความแข็งแรงของชายฝั่ง เป็นต้น



ที่มาของภาพ สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2565

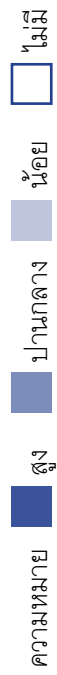
ตารางที่ 5 การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่นที่ได้รับการคัดเลือก (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020 และ NWRM, 2014) ³⁷⁻³⁸

มาตรการ	รายละเอียด	การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่น										
		ด้านการเป็นแหล่งผลิต		ด้านการควบคุมกลไกของระบบ				ด้านวัฒนธรรม		ด้านการสนับสนุน		การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น
		การกักเก็บน้ำ/การลดผลกระทบจากภัยแล้ง	การเพิ่มปริมาณปลา	การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในเชิงนวัตกรรม	คุณค่าทางสุนทรีย์-ภาพและวัฒนธรรม	เป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำวัยอ่อน	
การปลูกและฟื้นฟูป่า	การปลูกและฟื้นฟูป่าในพื้นที่ต้นน้ำส่งผลดีต่อปริมาณและคุณภาพน้ำ โดยป่าไม้ค่อย ๆ ปลดปล่อยน้ำออกสู่พื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำ การปลูกและฟื้นฟูป่าในพื้นที่ลาดชันจะช่วยลดความเสี่ยงจากดินโคลนถล่มได้ และยังช่วยบรรเทาปัญหาความแห้งแล้งโดยช่วยรักษาสมดุลของน้ำ											

³⁷ GIZ, UNEP-WCMC and FEBA (2020) Guidebook for Monitoring and Evaluating Ecosystem-based Adaptation Interventions. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Germany
³⁸ NWRM. Natural Water Retention Measures. European Commission. 2014. <http://nwrw.eu/>

ตารางที่ 5 การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่นของมาตรการอื่นที่ได้รับการคัดเลือก (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020 และ NWRM, 2014) (ต่อ)

มาตรการ		รายการะเอียด		การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่น									
		ด้านการเป็นแหล่งผลิต	การรักษาคความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในเชิงนิเวศวิทยา	ด้านวัฒนธรรม	ด้านความมั่นคงทางอาหาร	ด้านความยั่งยืน	การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น	
การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ	การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ ช่วยควบคุมการไหลของน้ำและคุณภาพน้ำ ช่วยลดการกัดเซาะดินส่วนเกินจากพื้นที่ชุมชนหรือพื้นที่การเกษตรใกล้เคียง	การเพิ่มปริมาณปลา	การรักษาคความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในเชิงนิเวศวิทยา	ด้านวัฒนธรรม	ด้านความมั่นคงทางอาหาร	ด้านความยั่งยืน	การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น	
การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/ การฟื้นฟูทางน้ำรูปแบบ	การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ ช่วยชะลอน้ำในช่วงน้ำท่วม เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ การฟื้นฟูทางน้ำรูปแบบการขุดลอกตะกอนช่วยการเชื่อมต่อทางน้ำรูปแบบกับลำน้ำสายหลัก เพิ่มการไหลเวียนของน้ำ เป็นพื้นที่เก็บน้ำในหน้าแล้งและช่วยรองรับน้ำในช่วงอุทกภัย	การเพิ่มปริมาณปลา	การรักษาคความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในเชิงนิเวศวิทยา	ด้านวัฒนธรรม	ด้านความมั่นคงทางอาหาร	ด้านความยั่งยืน	การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น	

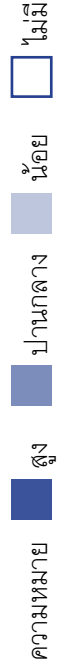


ตารางที่ 5 การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่นของมาตรการที่ได้รับคัดเลือก (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020 และ NWRM, 2014) (ต่อ)

มาตรการ		การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่น										
		ด้านการเป็นแหล่งผลิต		ด้านการควบคุมกลไกของระบบ				ด้านวัฒนธรรม		ด้านการสนับสนุน		การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น
การกักเก็บน้ำ/การลดผลกระทบจากภัยแล้ง	การเพิ่มปริมาณปลา	การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในชนบท-นันทนาการ	คุณค่าทางเศรษฐกิจ-สภาพและวัฒนธรรม	เป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำวัยอ่อน	สร้างความมั่นคงทางอาหาร		
การป้องกัน การกัดเซาะ ดั้งแบบธรรมชาติ	รายละเอียด	การป้องกันกรกัดเซาะตั้งแต่เชิงระบบธรรมชาติ เน้นไปที่การใช้พืชพรรณเดิมเพื่อเป็นวัสดุในการยึดพื้นที่ริมตลิ่ง และการฟื้นฟูองค์ประกอบทางระบบนิเวศ เพื่อเพิ่มความเสถียรของตลิ่ง ช่วยให้น้ำในแม่น้ำไหลอย่างเป็นธรรมชาติ										
การปลูก และฟื้นฟู ป่าชายเลน	รายละเอียด	การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ ช่วยชะลอน้ำในช่วงน้ำท่วม ดักตะกอนยมน้ำหลาก และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกิโดยการขุดลอกตะกอนช่วยการเชื่อมต่อทางน้ำรูปแอกิกับลำน้ำสายหลัก เพิ่มการไหลเวียนของน้ำ เป็นพื้นที่เก็บน้ำในหน้าแล้งและช่วยรองรับน้ำในช่วงอุทกภัย										

ตารางที่ 5 การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่นที่ได้รับการคัดเลือก (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020 และ NWRM, 2014) (ต่อ)

มาตรการ	รายละเอียด	การบริการของระบบนิเวศที่สำคัญและการหนุนเสริมกับมาตรการอื่น										
		ด้านการเป็นแหล่งผลิต		ด้านการควบคุมกลไกของระบบ				ด้านวัฒนธรรม		ด้านการสนับสนุน		การหนุนเสริมกับมาตรการอื่น
		การกักเก็บน้ำ/การลดผลกระทบจากภัยแล้ง	การเพิ่มปริมาณปลา	การรักษาคความหลากหลายทางชีวภาพ	การเติมน้ำใต้ดิน	การลดความเสี่ยงจากอุทกภัย	การควบคุมการกัดเซาะ/ตะกอน	การกรองมลพิษ	โอกาสในชนบท-นันทนาการ	คุณค่าทางสุนทรีย์-ภาพและวัฒนธรรม	เป็นที่อยู่ของสัตว์น้ำวัยอ่อน	
การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งประกอบไปด้วยระบบนิเวศที่หลากหลาย เช่น ป่าชายเลน ป่าชายหาด หญ้าทะเล แนวปะการัง และหาดโคลน พื้นที่เหล่านี้ช่วยบรรเทาผลกระทบจากพายุ การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งทำได้โดยการคุ้มครองพื้นที่ดังกล่าวเพื่อให้เกิดการฟื้นฟูตามธรรมชาติ รวมถึงการรอดอนคืนน้ำและโครงสร้างแข็งอื่น ๆ โดยคำนึงถึงระบบนิเวศเป็นสำคัญ	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	ไม่เสี



ตารางที่ 6 แนวทางการประเมินความเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ โดยชุมชนหลังจากใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (ดัดแปลงจาก GIZ et al, 2020) ³⁹

มาตรการ	รายละเอียด	ความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ และตัวอย่างตัวชี้วัด				
		ความหลากหลายทางชีวภาพ	ด้านกายภาพ	ปริมาณและคุณภาพน้ำ	ความมั่นคงทางอาหาร	ด้านอื่น ๆ
การปลูกและฟื้นฟูป่า	การปลูกและฟื้นฟูป่าในพื้นที่ต้นน้ำ ส่งผลดีที่ต่อปริมาณและคุณภาพน้ำ โดยป่าทำหน้าที่เป็นแหล่งซึบน้ำ ที่ค่อย ๆ ปลดปล่อยน้ำออกมาสู่พื้นที่ กลางน้ำและปลายน้ำ การปลูกและฟื้นฟูป่าในพื้นที่ลาดชันจะชะยลด ความเสี่ยงจากดินโคลนถล่มได้ การปลูก และฟื้นฟูป่ายังช่วยบรรเทาปัญหา ความแห้งแล้งโดยช่วยรักษาสมาดุลของน้ำ	จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ และสัตว์ในพื้นที่ค้ำเนิน มาตรการเพิ่มมากขึ้น	จำนวนครั้งของ ดินถล่มลดน้อยลง	แหล่งน้ำมีน้ำดื่มสะอาดมากขึ้น ดูปริมาณน้ำที่เทียบกับ ก่อนดำเนินการปลูกและ ฟื้นฟูป่า	ชุมชนรอบข้างได้ใช้ ประโยชน์ในการเก็บหา พืชอาหารมากขึ้น	มีแหล่งพักผ่อน หย่อนใจของชุมชน เพิ่มขึ้น
การปลูกแนวป่า กันชนตามริมน้ำ	การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ หรือ การรักษาพื้นที่ป่าเดิมที่อยู่ติดกับแม่น้ำ ช่วยควบคุมการไหลของน้ำและคุณภาพ น้ำโดยช่วยกักตุนอาหารส่วนเกินจาก พื้นที่ชุมชนหรือพื้นที่การเกษตรที่ใกล้เคียง พืชพรรณริมน้ำยังช่วยชะลอความแรง ของน้ำยามน้ำหลาก และช่วยลดตะกอน ที่จะไหลไปยังแหล่งน้ำอื่นได้	จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ และสัตว์น้ำในพื้นที่ ค้ำเนินมาตรการเพิ่ม มากขึ้น	พื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายจาก ความรุนแรงของ น้ำหลากลดลง	<ul style="list-style-type: none"> ปริมาณตะกอน ที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ อื่นลดลง ธาตุอาหารส่วนเกิน จากพื้นที่การเกษตรที่ ไหลลงสู่แหล่งน้ำลดลง 	ชุมชนรอบข้างได้ใช้ ประโยชน์ในการเก็บหา พืชอาหารและสัตว์น้ำ มากขึ้น	มีแหล่งพักผ่อน หย่อนใจของชุมชน เพิ่มขึ้น

³⁹ GIZ, UNEP-WCMC and FEBA (2020) Guidebook for Monitoring and Evaluating Ecosystem-based Adaptation Interventions. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn, Germany

ตารางที่ 6 แนวทางการประเมินความเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ โดยชุมชนหลังจากใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (ดัดแปลงจาก GIZ et al., 2020) (ต่อ)

ความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ และตัวอย่างตัวชี้วัด						
มาตรการ	รายละเอียด	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ด้านกายภาพ	ปริมาณและคุณภาพน้ำ	ความมั่นคงทางอาหาร	ด้านอื่น ๆ
การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ/ การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอก	การสร้างและดูแลรักษาแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำจะช่วยให้การเก็บกักน้ำธรรมชาติมีประสิทธิผลอย่างมากขึ้น บ่อชะลอน้ำช่วยในการชะลอน้ำในช่วงน้ำท่วม เป็นพื้นที่ตกตะกอนยมน้ำหลาก และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ส่วนการฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกโดยการขุดลอกตะกอนช่วยการฟื้นฟูการเชื่อมต่อทางน้ำรูปแอกกับลำน้ำสายหลัก ส่งเสริมการไหลเวียนของน้ำในพื้นที่แก้มลิงน้ำในหน้าแล้งและช่วยรองรับน้ำในช่วงอุทกภัย	จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำในพื้นที่ดำเนินมาตรการเพิ่มมากขึ้น	พื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายจาก น้ำท่วมและภัยแล้งลดลง	ปริมาณน้ำที่เก็บกักไว้ในหน้าแล้งเพิ่มมากขึ้น • คุณภาพน้ำในทางน้ำรูปแอกเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น หลังจากมีการเชื่อมต่อ กับลำน้ำสายหลัก	• ชุมชนรอบข้างสามารถใช้น้ำทำการเกษตรได้เป็นระยะเวลานานขึ้น สามารถผลิตอาหารได้มากขึ้น • มีแหล่งน้ำสำหรับจับสัตว์น้ำเป็นอาหาร	ริมตลิ่งที่คงสภาพธรรมชาติ มีทัศนียภาพที่สวยงามดึงดูดนักท่องเที่ยวมากขึ้น
การป้องกัน การกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ	การป้องกัน การกัดเซาะตลิ่งแบบธรรมชาติ เน้นไปที่การใช้พืชพรรณเดิม เพื่อเป็นวัสดุในการยึดพื้นที่ริมตลิ่ง และการฟื้นฟูองค์ประกอบทางระบบนิเวศ เพื่อเพิ่มความเสถียรของตลิ่ง ช่วยให้นำในแม่น้ำไหลอย่างปลอดภัยเป็นธรรมชาติ	จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำในพื้นที่ดำเนินมาตรการเพิ่มมากขึ้น	พื้นที่ที่ได้รับ ความเสียหายจาก ตลิ่งถูกกัดเซาะลดลง	คุณภาพน้ำริมตลิ่งเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ดีขึ้น	• ชุมชนรอบข้างได้ใช้ประโยชน์ในการเก็บหาพืชอาหารมากขึ้น • พืชพรรณที่ปลูกริมตลิ่งดึงดูดให้มีสัตว์น้ำมาอาศัยอยู่ ทำให้จับสัตว์น้ำเป็นอาหารได้มากขึ้น	ริมตลิ่งที่คงสภาพธรรมชาติ มีทัศนียภาพที่สวยงามดึงดูดนักท่องเที่ยวมากขึ้น

ตารางที่ 6 แนวทางการประเมินความเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ โดยชุมชนหลังจากใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (ดัดแปลงจาก GIZ et al. 2020) (ต่อ)

มาตรการ		ความเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ และตัวอย่างตัวชี้วัด				
รายละเอียด	ความหลากหลายทางชีวภาพ	ด้านกายภาพ	ปริมาณและคุณภาพน้ำ	ความมั่นคงทางอาหาร	ด้านอื่น ๆ	
การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน	ป่าชายเลนเป็นต้นกำเนิดก้ำแกงที่ช่วยลดความสูงและความแรงของคลื่น ปกป้องพื้นที่ชายฝั่ง และลดการกัดเซาะจากคลื่น ช่วยควบคุมปริมาณตะกอนจากแผ่นดิน ป่าชายเลนเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำ ซึ่งรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนทำได้โดยการปล่อยให้ป่าชายเลนฟื้นตัวตามธรรมชาติ หรือปลูกในพื้นที่ป่าชายเลนเสื่อมโทรม โดยใช้พันธุ์พืชที่หลากหลายคำนึงถึงโครงสร้างป่าเดิม	• จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ และสัตว์น้ำในพื้นที่เป้าหมาย • นกอพยพที่เข้ามาใช้พื้นที่น้ำเพิ่มมากขึ้น	พื้นที่ชายฝั่งที่ได้รับความเสี่ยงจากความเสียหายจากคลื่นถูกกัดเซาะลดลง	ปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่ทะเลลดลง	• มีพื้นที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำวัยอ่อนมากขึ้น • ชุมชนมีแหล่งอาหารมากขึ้น	มีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติเพิ่มขึ้น
การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง	พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งประกอบด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำหลายประเภท เช่น ป่าชายเลน ป่าชายหาด หญ้าทะเล แนวปะการัง และหาดโคลน พื้นที่เหล่านี้ช่วยบรรเทาผลกระทบจากพายุ การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งทำได้โดยการคุ้มครองพื้นที่ดังกล่าวเพื่อให้เกิดการฟื้นฟูตามธรรมชาติ รวมถึงการถอดถอนคันกั้นน้ำและโครงสร้างแข็งอื่น ๆ โดยคำนึงถึงระบบนิเวศเป็นสำคัญ	• จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ และสัตว์น้ำในพื้นที่เป้าหมายที่เพิ่มมากขึ้น • นกอพยพที่เข้ามาใช้พื้นที่ปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น	พื้นที่ที่ได้รับความเสี่ยงจากความเสียหายจากพายุและคลื่นลมแรงลดลง • พื้นที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะน้อยลง	ปริมาณน้ำเสียจากฝั่งที่ไหลลงสู่ทะเลลดลง ปริมาณน้ำที่เก็บรักษาไว้เพื่อระบบนิเวศมีเพิ่มขึ้น	• มีพื้นที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำวัยอ่อนมากขึ้น • ชุมชนมีแหล่งอาหารมากขึ้น	มีแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ได้แสดงให้เห็นประโยชน์ของแต่ละมาตรการที่มีต่อการบริการของระบบนิเวศ นอกจากนั้นยังชี้ให้เห็นการหนุนเสริมของแต่ละมาตรการที่มีต่อกันและกันอีกด้วย โดยพิจารณาว่าแต่ละมาตรการมีประโยชน์สูง ปานกลาง หรือน้อย หรือไม่เกี่ยวข้องกับการบริการของระบบนิเวศในแง่มุมดังกล่าว โดยการให้คะแนนอ้างอิงจากแนวทางของ GIZ, UNEP-WCMC and FEBA (2020) และ Natural Water Retention Measure (2014)

การประเมินความเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ หลังจากรับมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศไปใช้ แบบไม่ซับซ้อนและสามารถดำเนินการได้โดยชุมชนได้แสดงไว้ในตารางที่ 6 ซึ่งหากต้องการเก็บข้อมูลเชิงลึกด้านการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณตะกอนหรือตัวชี้วัดด้านคุณภาพน้ำ เช่น ธาตุอาหารส่วนเกินจากพื้นที่เกษตรกรรมหรือชุมชนที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำหรือการจำแนกชนิดและนับจำนวนนกอพยพ สามารถขอรับการสนับสนุนหรือร่วมมือกับหน่วยงานที่มีความเชี่ยวชาญ เช่น กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมควบคุมมลพิษ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมวิชาการเกษตร หรือสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง เป็นต้น

3.7 การประยุกต์ใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Application)

การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงนั้น นอกจากความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศแล้ว จำเป็นต้องประยุกต์และพึ่งพาองค์ความรู้อื่นและมาตรการอื่นอีกมาก เช่น ความร่วมมือและการดำเนินงานในระดับท้องถิ่น ที่ต้อง

ดำเนินงานควบคู่กับหน่วยงานและองค์กรในระดับสูง ซึ่งเป็นผู้กำหนดภาพรวมของการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

ต่อเนื่องจากตรรกะสำคัญที่กล่าวว่า ระบบนิเวศตามธรรมชาติมีขีดจำกัดในการรองรับกิจกรรมของมนุษย์ นั้นหมายความว่า กระบวนการนำระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงจำเป็นต้องกำหนดมาตรการควบคุมกิจกรรมของมนุษย์ มาตรการสำคัญในการควบคุมกิจกรรมของมนุษย์ที่ Richard T. T. Forman ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Urban Regions; Ecology and Planning beyond the City คือ การควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในระดับเมืองและระดับภาคหรือระดับลุ่มน้ำ โดยบูรณาการกับมาตรการอื่น ๆ เช่น การกำหนดระยะถอยร่นจากลำน้ำ การกำหนดสัดส่วนพื้นที่โล่ง (Open Space) และเงื่อนไขอื่น ๆ ในการก่อสร้างอาคาร ซึ่งรวมถึงการกำหนดวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง ตลอดจนรูปแบบการพัฒนาตลอดลำน้ำที่อาจมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศในบริเวณนั้น

มาตรการอื่นที่ควรพิจารณาเป็นการหนุนเสริม (Synergy) ของมาตรการต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น เริ่มจากการสร้างความตระหนักรู้ (Awareness) ให้กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะประโยชน์ที่จะได้รับจากการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง โดยโน้มน้าวประชาชนในท้องถิ่นที่อาศัยและทำกินใกล้แหล่งน้ำให้มีส่วนร่วมในการดูแลบำรุงรักษาแหล่งน้ำ รวมถึงหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง จนถึงผู้บริหารและผู้กำหนดนโยบายทุกระดับ เพราะการลดผลกระทบของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยความร่วมมืออย่างจริงจัง และดำเนินการอย่างต่อเนื่อง

ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการต่าง ๆ ในคู่มือเล่มนี้ ได้แก่ ความผิดพลาดในการจัดเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลน้อยเกินไป และวิเคราะห์ข้อมูลด้านระบบนิเวศที่ไม่ละเอียดรอบคอบ อาจเบี่ยงเบนแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและดิน และอาจก่อปัญหาหรือผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อระยะยาวที่แก้ไขยากและสิ้นเปลือง เช่น การลดจำนวนประชากรในระบบนิเวศ การลดความหลากหลายด้านชีวภาพ และความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์บางสายพันธุ์ในระบบนิเวศ ข้อควรระวังในการประยุกต์ใช้มาตรการต่าง ๆ ในคู่มือเล่มนี้ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบาย และหลักปฏิบัติ ได้แก่ การจัดลำดับความสำคัญในระบบนิเวศบนพื้นฐานของผลประโยชน์ของมนุษย์เป็นหลัก โดยอ้างอิงหลักเศรษฐศาสตร์ จนละเลยความสำคัญของระบบนิเวศบางระบบที่ไม่สามารถประเมินค่าในทางเศรษฐศาสตร์ได้ เช่น การสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์อย่างถาวร และการล่มสลายของระบบนิเวศที่ไม่สามารถฟื้นฟูได้เหมือนเดิม

กรณีตัวอย่างของมาตรการที่มีการดำเนินงานในต่างประเทศที่น่าสนใจมีหลายแห่ง โครงการที่ประยุกต์แนวความคิดด้านการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในยุคแรก ๆ คือโครงการฟื้นฟูทะเลสาบ Kinneret ในประเทศอิสราเอลในทศวรรษที่ 1970 ส่วนโครงการที่ได้รับการกล่าวถึงมากที่สุด คือ กรณีการป้องกันปัญหาน้ำท่วมในนคร Munich ประเทศเยอรมัน ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง โดยริ่ถอนกำแพงคอนกรีตป้องกันน้ำท่วมเดิมในแม่น้ำอิซา (Isar) ออกไป ลดความเร็วของกระแสน้ำด้วยการปรับปรุงและขยายร่องน้ำให้กว้างขึ้น และฟื้นฟูระบบนิเวศตลอดริมฝั่งน้ำ ประโยชน์ของแนวความคิดนี้ทำให้เมืองไม่ประสบปัญหาน้ำท่วม และตลอดลำน้ำมีสภาพแวดล้อมเป็นธรรมชาติมากขึ้น ระบบนิเวศสมบูรณ์กระทั่งมีปลาเพิ่มมากขึ้นทั้งจำนวนและชนิด ดังภาพที่ 25 ความสำเร็จเกิดขึ้นจากความมุ่งมั่นในการดำเนินงานของภาครัฐตามแนวคิดการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ และการได้รับการยอมรับและสนับสนุนจากทุกภาคส่วนในสังคม ปัจจุบันเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาที่ดี และหลายประเทศนำแนวทางนี้ไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ เช่น ประเทศไต้หวัน และเกาหลีใต้ เป็นต้น



ภาพที่ 25 แม่น้ำ Isar ในนครมิวนิค ประเทศเยอรมันหลังการปรับปรุงและขยายร่องน้ำให้กว้างขึ้น และฟื้นฟูระบบนิเวศตลอดริมฝั่งน้ำ

ที่มา: <https://panorama.solutions>, 2017

บทที่ 4 สรุป

Richard T.T. Forman กล่าวในบทสรุปของหนังสือ Urban Regions; Ecology and Planning beyond the City ว่า Big Picture หรือ “ภาพใหญ่” ว่าแนวทางด้านนิเวศวิทยา (Ecological Approach) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาและวิเคราะห์องค์รวมของระบบนิเวศ ไม่สามารถแยกออกจากกัน ระบบนิเวศของพืชไม่สามารถแยกออกจากระบบนิเวศของสัตว์ ระบบนิเวศในลำธารหรือลำน้ำสาขาไม่สามารถแยกออกจากระบบนิเวศในลุ่มน้ำได้ เพราะทุกระบบเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ต้องพึ่งพากันอย่างใกล้ชิด การล่มสลายของระบบหนึ่งอาจนำไปให้ระบบอื่นข้างเคียงล่มสลายตามไปด้วย

ด้วยเหตุที่ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเกือบทั้งหมดเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ และประชากรยังเพิ่มจำนวนมากขึ้น เมืองต่าง ๆ มีขนาดใหญ่ขึ้น เกิดปัญหาด้านทรัพยากรดินและน้ำ และปัญหาอื่น ๆ ตามมามากมาย แนวความคิดและมาตรการที่ถูกลำเสนอในประชาคมโลกจึงเกี่ยวข้องกับการกำกับและควบคุม

กิจกรรมของมนุษย์ นิยามของคำว่า “พัฒนาอย่างยั่งยืน” (Sustainable Development) จึงเป็นพันธสัญญาที่องค์กรและรัฐบาลของประเทศต่าง ๆ ต้องถือปฏิบัติ เป้าหมายของการพัฒนาอย่างยั่งยืนถูกกำหนดขึ้นรวม 17 เป้าหมาย และรวมถึงเป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบนิเวศ

การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง เป็นส่วนสำคัญของเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน การฟื้นฟูระบบนิเวศให้อุดมสมบูรณ์ก่อประโยชน์มากมาย สามารถลดผลกระทบของสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงได้อย่างดี ตั้งแต่การดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การลดอุณหภูมิของโลก การลดความรุนแรงของภัยพิบัติธรรมชาติ ประการสำคัญ ยังเป็นการเสริมความมั่นคงด้านอาหารให้กับมนุษย์ที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นทุกปี

การนำมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศไปใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ มีส่วนสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนหลายประการ⁴⁰ อาทิ เป้าหมายที่ 2 ความอดอยากต้องหมดไป เนื่องจากหลายมาตรการเป็นการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งของพืชและสัตว์น้ำ อันเป็นแหล่งอาหารของชุมชน และบางมาตรการช่วยให้มีน้ำในหน้าแล้ง ซึ่งชุมชนสามารถใช้น้ำเพื่อผลิตอาหารได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มความมั่นคงทางอาหาร ลดความอดอยาก และมาตรการบางอย่างเช่น การปลูกป่ากันชนตามริมน้ำ ช่วยในการดักตะกอนและกรองมลพิษทางน้ำจากพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรม ช่วยให้ชุมชนมีน้ำที่สะอาดและปลอดภัยต่อสุขภาพ ซึ่งเป็นเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนที่ 6 น้ำสะอาดและสุขอนามัย การปลูกและฟื้นฟูป่าทั้งป่าบกและป่าชายเลนช่วยแก้ปัญหาโลกร้อน เนื่องจากเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนและลดอุณหภูมิของโลก ซึ่งเป็นเป้าหมายที่ 13 แก้ปัญหาโลกร้อน และทุกมาตรการที่รวบรวมในคู่มือฯ ช่วยสนับสนุนเป้าหมายที่ 14 ชีวิตในน้ำ โดยการสร้างสมดุลน้ำและรักษาสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ ส่วนเป้าหมายที่ 15 ชีวิตบนบก การปลูกและฟื้นฟูป่าช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและเพิ่มที่อยู่อาศัยของสัตว์และที่สำคัญการร่วมมือกันระหว่างภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการนำเอามาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศในภาคส่วนน้ำไปปรับใช้เป็นการสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน เป้าหมายที่ 17 ร่วมมือเพื่อพิชิตเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน⁴¹

4.1 การเผยแพร่การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ

ดังได้กล่าวไว้ในเบื้องต้นว่า การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ เป็นเรื่องใหม่ในประเทศไทย ที่สำคัญ ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถประยุกต์ใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศได้อย่างดีนั้น ยังมีไม่มากนัก ความสำเร็จของการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศจึงจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและประสานงานจากทุกภาคส่วน

ดังนั้น การเผยแพร่การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ จึงควรพิจารณาวิธีต่าง ๆ ดังนี้

1. จำแนกผู้ที่ควรได้รับการเผยแพร่ความรู้และการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ ออกเป็นกลุ่มตามความพร้อมและระดับในการรับรู้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มองค์กรและหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องรวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กลุ่มผู้ประกอบการหรือภาคเอกชนที่มีส่วนร่วมในการใช้ทรัพยากรน้ำ และกลุ่มประชาชนและเยาวชนที่ควรรับรู้และเรียนรู้เรื่องราวด้านระบบนิเวศและทรัพยากรน้ำในท้องถิ่นของตน

2. ปรับสาระเรื่องราวของระบบนิเวศที่ซับซ้อนเข้าใจยากสำหรับสังคมไทย ให้เป็นเรื่องราวที่เข้าใจง่ายโดยหลีกเลี่ยงนิยามด้านวิชาการที่ยากต่อความเข้าใจ

3. จัดทำสื่อวีดิทัศน์ สิ่งพิมพ์และเอกสารเผยแพร่การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศให้เหมาะสมกับกลุ่มต่าง ๆ

4. จัดการอบรมและสัมมนาการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ และฝึกปฏิบัติในพื้นที่ควบคู่กับการจัดทำโครงการนำร่องในรูปแบบของโครงการสาธิตการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ อย่างน้อยกลุ่มน้ำละหนึ่งโครงการ โดยดำเนินงานอย่างต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 5 ปี

⁴⁰ FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2022). Ecosystem-based Adaptation and the successful implementation and achievement of the Sustainable Development Goals. IUCN, Gland, Switzerland. 40 pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6789086>

⁴¹ อ้างอิงคำแปลเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนภาษาไทย จาก <https://thailand.un.org/th/sdgs>

5. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำเชิงพื้นที่ ควรมีการทำงานแบบบูรณาการ โดยเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมของผู้ส่วนได้ส่วนเสียของคนในพื้นที่ เพื่อร่วมกันวางแผนในการแก้ไขปัญหา ร่วมกันเพื่อให้เกิดความยั่งยืนในระยะยาว

6. ติดตามและประเมินผลของการเผยแพร่การใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ เพื่อปรับปรุงยุทธศาสตร์และการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายของการประยุกต์ใช้แนวทางนิเวศวิทยา (Ecological Approach)

4.2 การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

“น้ำ” เป็นทรัพยากรที่หายาก อันเป็นผลกระทบจากการเพิ่มจำนวนของประชากรโลก และการพัฒนาเศรษฐกิจ โดยมีภาวะโลกร้อนและสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเป็นปัจจัยกระตุ้นให้น้ำเริ่มขาดแคลนมากขึ้นในหลายภูมิภาคของโลก ดังกรณีบางประเทศในทวีปแอฟริกาที่ประสบภาวะแล้งมาก เพราะไม่มีฝนตกมานานกว่า 4 ปี และ UNICEF คาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2025 ประชากรโลกครึ่งหนึ่ง หรือราว 4,000 ล้านคน จะประสบปัญหาขาดแคลนน้ำ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อเนื่องคือการขาดแคลนอาหารในภูมิภาคเหล่านั้น

การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ มีสาระแตกต่างกันตามบริบทและสิ่งแวดล้อมในภูมิภาคของโลกที่ต่างกันไป การบริหารทรัพยากรน้ำโดยทั่วไป มักพิจารณาการจัดแบ่งสัดส่วนการใช้น้ำปรับเปลี่ยนตามต้นทุนการจัดเก็บน้ำซึ่งมักเป็นแผนการบริการจัดการน้ำในแต่ละปี หากฤดูกาลใดปริมาณฝนน้อยกว่าปกติ หน่วยงานที่ดูแลจะจัดสัดส่วนการใช้น้ำให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในขณะนั้น

หลักปฏิบัติทั่วไปของการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในประเทศไทย จะแบ่งสัดส่วนการใช้น้ำในแต่ละปี ออกเป็นสามภาคส่วนหลัก ได้แก่ น้ำสำหรับการอุปโภคบริโภคในภาคเมือง น้ำสำหรับการผลิตในภาคอุตสาหกรรม และน้ำสำหรับภาคการเกษตร โดยคงสัดส่วนในแหล่งน้ำและลำน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศตามธรรมชาติ โดยให้ความสำคัญของการจัดสรรให้

ประชากรส่วนใหญ่เพียงพอต่อการอุปโภคบริโภคมากที่สุด ตามด้วยภาคอุตสาหกรรม และการปรับเปลี่ยนพืชพันธุ์ในภาคการเกษตรให้สอดคล้องกับปริมาณต้นทุนน้ำในปีนั้น

การบรรเทาผลกระทบของภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change Mitigation) เป็นความมุ่งมั่นในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน และเสริมด้วยแนวความคิดด้านการปรับตัว (Adaptation) ซึ่งเป็นมาตรการกระตุ้นให้เกิดผลเร็วขึ้น โดยหลายประเทศ ร่วมกันชะลอมิให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นเกิน 1.5 องศาด้วยวิธีต่าง ๆ รวมถึงการใช้มาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ เช่น การค้นพบว่า ภูเขาสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาก การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและการฟื้นฟูระบบนิเวศจึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของความพยายามในการลดผลกระทบของภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพได้รับการเสนอมาตรการตามภาคส่วน เช่น การลดอัตราการสูญเสียในระบบจ่ายน้ำในภาคเมืองที่พบว่า มีอัตราการรั่วซึมในชุมชนเมืองเนื่องจากท่อต่าง ๆ มีอายุการใช้งานมานาน ชำรุดและแตกร้าวเมื่อเพิ่มแรงดันในระบบเพื่อเพิ่มการจ่ายน้ำตามอัตราการขยายตัวของเมือง

นวัตกรรมถูกนำเสนอเพื่อลดความต้องการใช้น้ำในเมือง เช่น สุขภัณฑ์ประหยัดน้ำ การบำบัดน้ำเสียและนำกลับมาใช้สำหรับกิจกรรมที่ไม่ต้องการความสะอาดระดับการบริโภค เช่น น้ำใช้ในสุขา หรือสำหรับระบบทำความสะอาด และรดน้ำต้นไม้ เป็นต้น นวัตกรรมที่ก้าวหน้าอื่น ๆ ยังดำเนินต่อไป เช่น การผลิตน้ำสะอาดจากทะเลหรือแหล่งน้ำเค็มหรือน้ำกร่อยสำหรับอุปโภคบริโภคในเมือง

สำหรับภาคอุตสาหกรรม เครื่องจักรและกระบวนการผลิตได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรน้ำ เช่น อุตสาหกรรมที่เคยใช้น้ำในปริมาณมาก ดังกรณีอุตสาหกรรมชำแหละเนื้อไก่สด ที่สามารถลดอัตราการใช้น้ำเหลือเพียง 5 ลิตร ต่อการชำแหละไก่หนึ่งตัว ตลอดจนการนำน้ำที่บำบัดแล้วหมุนเวียนกลับมาใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรมอีกหลายประเภท

ในภาคเกษตรกรรม การปรับเปลี่ยนระยะเวลาการเพาะปลูกและการปรับเปลี่ยนพันธุ์พืชที่เหมาะสมกับสภาพอากาศที่แปรปรวน เป็นแนวทางหนึ่งของการปรับตัวที่หน่วยราชการเสนอแนะ แต่มักประสบปัญหา หากราคาพืชผลในขณะนั้นสูงจนเกษตรกรไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของหน่วยราชการ ดังกรณีเมื่อใดราคาข้าวสูงแต่สภาพอากาศแห้งแล้ง ชาวนามักลงทุนสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ปลูกข้าวนาปรัง ตลอดจนอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่มีความต้องการน้ำมากในฤดูร้อน โรงแรมและสถานบริการต้องสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากเกินไปจนวงจรของน้ำที่ปรับตัวไม่ทัน เช่น การสูบน้ำบาดาลบนเกาะสมุย และเกาะภูเก็ต ที่ปัจจุบันต้องเจาะลึกกว่า 100 เมตร

ในการประชุม Conference of the Parties of the UNCCD ครั้งที่ 15 (COP 15) ที่ผ่านมา ประชาคมโลกในนามของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาทรัพยากรน้ำด้วยแนวทางนิเวศวิทยา การประชุมครั้งนี้ให้ความสำคัญเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพมาก เพราะเกี่ยวข้องกับวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมหลายด้าน และมีบทสรุปที่น่าสนใจว่า การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำจำเป็นต้องดำเนินงานควบคู่กับแนวทางอื่น ได้แก่ การอนุรักษ์ทรัพยากรดินในรูปของการฟื้นฟูป่า ร่วมกับการอนุรักษ์พลังงานที่มนุษย์ต้องลดการใช้พลังงานประเภท Fossil Fuel และมาตรการอื่น ๆ เพื่อลดการใช้ทรัพยากรน้ำ ดิน พลังงาน และทรัพยากรอื่น ๆ ที่สามารถลดอุณหภูมิของโลกให้ได้มากที่สุด

อย่างไรก็ตาม การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในประเทศไทยมีบริบทที่แตกต่างจากภูมิภาคอื่นที่มีสภาพภูมิอากาศแห้งแล้งอย่างประเทศในตะวันออกกลาง และสภาพภูมิประเทศเป็นเกาะที่ประสบพายุหมุนบ่อยครั้ง เปรียบกับประเทศไทยตามสภาพภูมิศาสตร์ที่ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปีต่างกัน เช่น จังหวัดระนองและตราดที่มีปริมาณฝนราว 4,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่หลายจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝนราว 1,100-1,400 มิลลิเมตรต่อปี แนวทางการบริหารจัดการน้ำจึงต้องปรับเปลี่ยนตามสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศในแต่ละปี

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่ทำทายน้อยที่สุดสำหรับการบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นอุปสรรคมากกว่าภาคอื่น เช่น ความแตกต่างของปริมาณฝนรายปี จากปริมาณฝนเฉลี่ยต่ำสุดคือแถบจังหวัดชัยภูมิ และอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ประมาณ 1,100 มิลลิเมตรต่อปี และมากที่สุดแถบจังหวัดนครพนม ประมาณ 2,400 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำน้อยมาก ประมาณร้อยละ 8 เท่านั้น แม้สภาพภูมิอากาศแห้งแล้งกว่าภาคอื่น แต่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแหล่งน้ำธรรมชาติในลักษณะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น กุดหนองน้ำ รวมถึงบางที่เป็นระบบชลประทานโบราณรวมกันแล้วมากกว่าหมื่นแห่ง กระจายอยู่ทั่วลุ่มน้ำ

ปัญหาและอุปสรรคของการบริหารจัดการน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีมากมาย ตั้งแต่ปัญหาอุทกภัย ภัยแล้งขาดแคลนน้ำ การกัดเซาะตลิ่ง การขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ ปัญหาคุณภาพน้ำ และการขาดการบริหารจัดการน้ำอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการที่ดี อีกนัยหนึ่ง การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงสำหรับกรณีภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นความท้าทายมากที่สุด อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยังเพียงพอต่อการจัดเก็บในภาคชุมชน ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนชนบท นั่นคือ การจัดเก็บน้ำฝน (Rain Harvesting) จากหลังคาอาคาร ซึ่งเป็นมาตรการสำคัญและมีประสิทธิภาพ ประยุกต์ใช้ได้ผลควบคู่กับข้อบังคับตามกฎหมาย ยกตัวอย่างเช่น กฎหมายท้องถิ่นในรัฐ New South Wales และ Australian Capital Territory ในประเทศออสเตรเลีย กำหนดให้ทุกครัวเรือน ในพื้นที่ที่กำหนด ต้องจัดเก็บน้ำฝนและเตรียมภาชนะรองรับน้ำฝนอย่างเพียงพอ

สำหรับภาคเหนือ ป่าต้นน้ำเป็นลักษณะเด่นด้านสภาพภูมิประเทศ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาสมดุลของทรัพยากรน้ำ การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงควรมีมาตรการฟื้นฟูป่าเสื่อมโทรมที่แปรสภาพเป็นไร่ข้าวโพด สวนสัม และไร่กาแฟ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการใช้สารเคมีและยาฆ่าแมลงมาก อันมีผลกระทบต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติอย่าง

ร้ายแรงเท่านั้น แต่ยังมีผลกระทบร้ายแรงต่อคุณภาพน้ำที่มนุษย์ในพื้นที่บริเวณกลางน้ำและปลายน้ำที่ต้องอุปโภคบริโภคน้ำจากแหล่งต้นน้ำเดียวกัน

นอกจากนั้นภาคเหนือยังมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำในหน้าแล้ง แม่น้ำหลายสายที่เคยเอ่อท่วมในหน้าฝนกลับแห้งขอดในหน้าแล้ง การแก้ไขปัญหาจึงควรเน้นไปที่การอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าต้นน้ำในเขตภูเขาเพื่อรักษาสมดุลของน้ำ พร้อมทั้งพิจารณาระบบเก็บกักน้ำย่อย ๆ ไว้ใช้ในหน้าแล้ง เช่น การฟื้นฟูทางน้ำรูปแอกที่มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปตามแนวแม่น้ำสำคัญของภาคเหนือ

สำหรับภาคกลางที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่กึ่งกลางน้ำ สภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม ลักษณะเด่นได้แก่แหล่งน้ำผิวดินต่าง ๆ เช่น หนอง บึง คลอง และโครงข่ายน้ำที่กระจายเป็นแหล่งเก็บกักน้ำที่สำคัญในภาคเกษตรกรรม การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพสำหรับภาคกลาง ควรให้ความสำคัญกับปัญหาการระบายน้ำ ที่มักเกิดปัญหาอุทกภัยในช่วงมรสุม และช่วงน้ำทะเลหนุนสูง โดยเฉพาะระบบระบายน้ำในเขตชุมชนเมือง

ภาคกลางยังเป็นพื้นที่ปลายน้ำของลำน้ำหลักหลายสาย ที่ประสบปัญหาชายฝั่งทะเลกัดเซาะอย่างรุนแรง โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และบริเวณอื่นตลอดชายฝั่งทะเล อันมีสาเหตุจากการสูญเสียป่าชายเลน และการสูญเสียดินที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์หลายสายพันธุ์ เช่น นาก และนกน้ำบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำท่าจีน การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพจึงควรกำหนดมาตรการฟื้นฟูป่าชายเลนอย่างเร่งด่วน ควบคู่กับการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

สำหรับภาคใต้ การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมีความท้าทายแตกต่างจากภาคอื่น ปัญหาในภาคนี้ที่รุนแรงมากขึ้นทุกปีได้แก่ ปัญหาชายฝั่งทะเลถูกกัดเซาะ และภาวะน้ำท่วมซ้ำซ้อน ซึ่งเกิดจากพายุหมุนก่อตัวในทะเลเคลื่อนเข้าแผ่นดิน ทำให้เกิดน้ำท่วมชุมชนเมืองชายฝั่งทะเล เมื่อกลุ่มฝนเคลื่อนไปยังบริเวณภูเขาสูงต้นน้ำ ก่อให้เกิดดินถล่ม น้ำท่วมฉับพลันไหลลงมาท่วมชุมชนเมืองอีกครั้ง ดังกรณีน้ำท่วมในจังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดระนอง และอำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา แม้ปริมาณฝน

เฉลี่ยต่อปีสูงกว่าภาคอื่น เช่น จังหวัดระนองมีปริมาณฝนเฉลี่ยกว่า 4,000 มิลลิเมตรต่อปี แต่บางพื้นที่กลับประสบปัญหาภัยแล้งในบางปี การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในภาคใต้ จึงควรมีแนวความคิดและเกณฑ์ต่าง ๆ แตกต่างจากภูมิภาคอื่น โดยเฉพาะการบริหารจัดการความต้องการน้ำให้เกิดความสมดุลทั้งภาคเมือง ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม และภาคการท่องเที่ยวที่มีความสำคัญมากสำหรับการพัฒนาเศรษฐกิจในระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ เหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยกระตุ้นให้มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นทุกปี

การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพในภาคใต้ จึงสมควรทบทวนนโยบายการพัฒนาที่มีผลกระทบต่อสมดุลของทรัพยากรน้ำและผลกระทบต่อระบบนิเวศที่มีความหลากหลายสูงมาก โดยเฉพาะระบบนิเวศชายฝั่งทะเล (Coastal Ecological System) ที่เป็นถิ่นอาศัยและแพร่พันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหายากหลายสายพันธุ์ เช่น ชายหาดที่เป็นแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล แต่ถูกพัฒนาเป็นโรงแรมและแหล่งบันเทิงเพื่อธุรกิจท่องเที่ยว เป็นต้น

ท้ายนี้อาจกล่าวได้ว่า การประยุกต์ใช้ระบบนิเวศและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงเพื่อวัตถุประสงค์และประโยชน์หลายด้าน ทั้งการลดผลกระทบจากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง การบริหารทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติในระดับนิเวศวิทยา และอนุรักษ์ฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการต่าง ๆ ควรอยู่บนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจอย่างดีและครบถ้วนในองค์รวมตามนิยาม “ภาพใหญ่” (Big Picture) ซึ่งมีบริบทที่ต่างกันไป เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์เหล่านั้น

ประการสำคัญ กระบวนการที่สลับซับซ้อนเหล่านั้น โดยเฉพาะบริบทที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ บางครั้งใช้ระยะเวลานาน ไม่สามารถเร่งรัดตามความต้องการของมนุษย์ แต่ควรปล่อยให้เป็นไปตามกลไกธรรมชาติมากที่สุด และควรติดตามกระบวนการตามธรรมชาตินั้นอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เพื่อให้บรรลุความสำเร็จตามแนวความคิดนิเวศวิทยา (Ecological Approach) อย่างแท้จริง

ภาคผนวก ก

คำอธิบายมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ ในภาคน้ำเพื่อประกอบการคัดเลือกมาตรการ สำหรับการจัดทำคู่มือ EbA CoP

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
มาตรการสำหรับพื้นที่ป่าบริเวณต้นน้ำ (Upstream)				
1. การปลูก และฟื้นฟูป่า (Forestation and Reforestation)	การจัดการ ป่าต้นน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> ดินถล่ม น้ำหลาก 	การปลูกฟื้นฟูป่าช่วย เพิ่มความหนาแน่น ของต้นไม้ ช่วยซับน้ำ ฝนและค่อยๆ ปลด ปล่อยออกมาบริเวณ ต้นน้ำ รักษาสมดุลน้ำ และช่วยยึดเกาะหน้า ดินเพื่อลดความเสี่ยง ในการเกิดดินถล่ม	มีการใช้มาตรการนี้ทั่วไป เช่น ป่าต้นน้ำแม่สอด จ. ตาก อ. ปัว จ. น่าน อ. แม่สรวย จ. เชียงราย เป็นต้น  ที่มาของภาพ https://actionaidrecycling.org.uk/reforestation-examples-around-the-world/
2. การทำฝาย ชะลอน้ำ (Check dam)	การจัดการ แหล่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> น้ำหลาก/ น้ำแล้ง 	ชะลอความแรงของ น้ำในบริเวณที่ลาดชัน และหุบเขาโดยใช้วัสดุ ธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ หิน ท่อนไม้	มีการใช้มาตรการนี้อย่าง กว้างขวางในพื้นที่ภูเขา ในประเทศไทย เช่น ป่าชุมชนบ้านสามัคคีธรรม อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี ห้วยฮ่องไคร้ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่  ที่มาของภาพ https://panorama.solutions/fr/node/1106

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
3. การปลูกแนวป่ากันชนตามริมน้ำ (Forest buffer strip installation)	การจัดการแหล่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> น้ำหลาก/น้ำแล้ง ลมปะทะแรง คุณภาพน้ำ 	การปลูกแนวพืชยืนต้นตามริมน้ำ ช่วยทั้งเป็นแนวกันลม ลดการสูญเสียหน้าดิน ต้นไม้ช่วยดูดธาตุอาหารส่วนเกินที่พืชอาหารใช้ไม่หมด ไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำ และยังช่วยดักตะกอนไม่ให้ไหลลงสู่แหล่งน้ำทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินได้รวดเร็ว	มีการใช้ในมาตรการนี้ในยุโรป ในประเทศไทยมีการประยุกต์ใช้ในหลายพื้นที่ เช่น คลองพระปรอง อ. วัฒนานคร จ. สระแก้ว  ที่มาของภาพ https://cropwatch.unl.edu/2017/nda-offers-funding-buffer-strips
4. การสร้างบ่อดักตะกอน (Sediment pool construction)	การจัดการแหล่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> น้ำหลาก/น้ำแล้ง 	เป็นการสร้างบ่อเหนือพื้นที่เก็บน้ำหรือทางน้ำก่อนที่น้ำหลากจะไหลลงสู่แหล่งน้ำหลัก บ่อดักตะกอนจะดักตะกอนที่มีขนาดใหญ่ ช่วยไม่ให้แหล่งน้ำหลักตื้นเขินจนเร็วเกินไป	มีการใช้ในหลายประเทศและเป็นวิธีที่แนะนำโดยกรมพัฒนาที่ดินในการจัดการแหล่งน้ำ  ที่มาของภาพ https://restorerivers.eu/wiki/index.php?title=File%3ASediment_pond_in_the_middle_part_after_measure.jpg
มาตรการสำหรับพื้นที่ราบ/พื้นที่กลางน้ำ (Midstream)				
1. การปลูกแถบพืชดักตะกอน (Buffer strip installation)	การจัดการแหล่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหาดินตะกอนทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนน้ำ 	การปลูกพืชคลุมดินริมฝั่งน้ำที่ติดกับพื้นที่ทางการเกษตร พืชที่นิยมใช้ได้แก่หญ้าชนิดต่างๆ หรือถั่วคลุมดิน	มีการใช้ในมาตรการนี้ในยุโรป สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น  ที่มาของภาพ https://www.startribune.com/buffer-strip-bill-has-support-from-sports-groups-opposition-from-farmers/295838741/

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
2. การฟื้นฟูทางน้ำ (กุด/หลง) รูปแอก หรือเชื่อมกับ แหล่งน้ำสายหลัก (Oxbow lake restoration/ connection)	การจัดการ แหล่งน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหา น้ำท่วม/น้ำแล้ง 	การเชื่อมต่อทางน้ำ ธรรมชาติเข้ากับลำน้ำ สายเดิม ทำให้มีพื้นที่ รับน้ำมากขึ้นใน หน้าฝน และพื้นที่ กักเก็บน้ำในหน้าแล้ง	มีการใช้มาตรการนี้ ในหลายประเทศ ในประเทศไทยมีการฟื้นฟู ทางน้ำรูปแอกที่ลุ่มน้ำยม  <i>ที่มาของภาพ http://nwm.eu/measure/reconnection-ox-bow-lakes-and-similar-features</i>
3. การจัดการ น้ำเสียโดยใช้พืช (Waste water treatment by plants)	การจัดการ คุณภาพน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหา คุณภาพน้ำ ความเสียหาย ต่อระบบนิเวศ จากมลพิษทาง น้ำ 	ใช้การปลูกพืชน้ำ เช่น กก พุทธรักษา แฝก ผักตบชวา ในแหล่งน้ำ เพื่อบำบัดน้ำเสีย โดย ปลูกเป็นท่อนลอยน้ำ เพื่อป้องกันการแพร่ กระจายของพืช	มีการใช้มาตรการนี้ใน หลายประเทศ ตัวอย่าง ในประเทศไทยเช่นที่ บึงมักกะสัน  <i>ที่มาของภาพ https://www.asla.org/2011studentawards/376.html</i>
4. การป้องกัน การกัดเซาะตลิ่ง แบบธรรมชาติ (Natural bank erosion control)	การจัดการน้ำ โดยตรง	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหา น้ำท่วม/น้ำแล้ง ปัญหาตลิ่ง พังทะลาย 	เป็นการใช้วัสดุ ธรรมชาติร่วมกับ พืชยืนต้นและพืช คลุมดินเพื่อบรรเทา และป้องกันการ กัดเซาะตลิ่ง	มีการใช้มาตรการนี้ ในหลายประเทศในยุโรป ในประเทศไทยมีการ ดำเนินงานในหลายพื้นที่ เช่น ลำห้วยทับทัน แม่น้ำ สุพรรณบุรี เป็นต้น  <i>ที่มาของภาพ https://www.sepa.org.uk/media/150971/wat_sg_23.pdf</i>

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
5. การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland)	การจัดการน้ำและคุณภาพน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> • ปัญหาน้ำท่วม • ปัญหาน้ำเสีย 	คือการขุดแหล่งน้ำเพื่อเป็นพื้นที่รับน้ำหลากในหน้าฝนสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำมาก่อน หรือใช้เป็นพื้นที่บำบัดน้ำเสีย โดยพยายามให้พื้นที่ที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงกับสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติมากที่สุด	มีการใช้มาตรการนี้ในหลายประเทศ เช่น จีน ไต้หวัน สหรัฐอเมริกา ยุโรป  ที่มาของภาพ https://www.dragonflypondworks.com/blog/constructed-wetland-stormwater
6. การปรับปรุงท้องน้ำ (River bed enhancement/re-naturalization)	การจัดการน้ำโดยตรง	<ul style="list-style-type: none"> • ปัญหาน้ำแล้ง • การพังทลายของตลิ่ง 	การทำให้บริเวณท้องน้ำมีความสมดุลของปริมาณตะกอนหยาบและละเอียด เนื่องจากการเสียสมดุลของตะกอนดังกล่าวมีผลต่อการกัดเซาะตลิ่งและการตื่นเงินของลำน้ำ	มีการใช้มาตรการนี้ในหลายประเทศในทวีปยุโรป   ที่มาของภาพ http://nwrm.eu/measure/riverbed-material-renaturalization
7. การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ (Detention basin and detention pond establishment)	การจัดการน้ำโดยตรง	<ul style="list-style-type: none"> • ปัญหาน้ำท่วม 	เพิ่มพื้นที่รับน้ำชั่วคราวในหน้าฝน โดยใช้พื้นที่กักเก็บน้ำตามธรรมชาติ เช่น คลอง หนองบึง หรือสร้างขึ้นใหม่ในแนวพื้นที่รับน้ำ	มีการใช้ในหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทย เช่น แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง  ที่มาของภาพ https://www.eurekalert.org/multimedia/724922

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
8. การสร้างฝายน้ำล้น (Water-spreading weirs construction)	การจัดการน้ำโดยตรง	<ul style="list-style-type: none"> • ปัญหาน้ำแล้ง 	<p>เป็นการสร้างแนวกันน้ำเตี้ยๆ โดยใช้หินผสมคอนกรีตในบริเวณท้องน้ำที่แห้งในหน้าแล้งเพื่อเก็บกักน้ำและกระจายความชุ่มชื้นไปในบริเวณกว้างในหน้าน้ำ นอกจากนี้ยังเป็น การชะลอการไหลของน้ำเพื่อลดการชะล้างพังทลายของดิน</p>	 <p>ที่มาของภาพ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2012. Water-spreading weirs for the development of degraded dry river valleys Experience from the Sahel. Bonn and Eschborn, Germany</p>
มาตรการสำหรับพื้นที่ชายฝั่งหรือปลายน้ำ (Downstream/Coastal area)				
1. การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน (Mangrove restoration)	ป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและตักตะกอน	<ul style="list-style-type: none"> • การกัดเซาะชายฝั่งจากการสูญเสียป่าชายเลน 	<p>ปลูกไม้ชายเลนในพื้นที่ชายฝั่งโดยคำนึงถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์และความหนาแน่นของต้นไม้ที่ปลูก หรือการปลูกเสริมความหลากหลายของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลนที่เสื่อมโทรม</p>	<p>มีการปลูกป่าชายเลนเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทั่วโลก เช่น ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศไทย</p>  <p>ที่มาของภาพ https://www.onespecialty.com.ng/services/mangrove-restoration/</p>
2. การส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลอย่างยั่งยืน (Mangrove aquaculture promotion)	ลดการกัดเซาะชายฝั่ง	<ul style="list-style-type: none"> • ดินและน้ำเสื่อมคุณภาพจากการเลี้ยงกุ้งแบบเข้มข้น • การกัดเซาะชายฝั่งจากการสูญเสียป่าชายเลน 	<p>ผสมผสานการเลี้ยงสัตว์น้ำเช่น กุ้ง ปูดำ ปลา เข้ากับพรรณพืชป่าชายเลน โดยมีการผสมผสานต้นไม้ชายเลนในพื้นที่ที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ</p>	<p>มีการใช้ในประเทศเวียดนามและไทย</p>  <p>ที่มาของภาพ https://vovworld.vn/th</p>

มาตรการ (Measure Name)	วัตถุประสงค์ (Objectives)	ประเด็นท้าทาย (Climate vulnerabilities)	คำอธิบาย (Description)	กรณีตัวอย่าง และภาพประกอบ (Example case and photos)
3. การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง (Restoration and management of coastal wetlands)	การจัดการน้ำท่วม	<ul style="list-style-type: none"> • คลื่นพายุซัดฝั่ง • ระดับน้ำทะเลหนุนสูง 	การทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งมีความชุ่มชื้นโดยการป้องกันการไหลออกของน้ำเพื่อให้เกิดพื้นที่น้ำขังเพื่อเป็นแนวป้องกันน้ำท่วมจากคลื่นพายุซัดฝั่งหรือน้ำทะเลหนุนสูง	มีการนำมาตรการไปใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา อินเดีย และประเทศอื่น ๆ  ที่มาของภาพ https://cdnscepub.com/doi/10.1139/anc-2017-0001
4. การก่อสร้างและเสริมความแข็งแรงของเนินทราย (Dune construction and strengthening)	การจัดการน้ำท่วม	<ul style="list-style-type: none"> • คลื่นพายุซัดฝั่ง • ระดับน้ำทะเลหนุนสูง 	การปลูกพืชคลุมดินหรือใช้วัสดุคลุมดินหรือการสร้างแนวรั้วเพื่อลดพื้นที่สูญเสียเนินทรายจากแรงลม	มีการใช้บริเวณชายหาดในประเทศญี่ปุ่นและประเทศอื่น ๆ  ที่มาของภาพ https://thefloodhub.co.uk/wp-content/uploads/2020/11/Coastal-Management-Hard-and-Soft-Engineering.pdf
5. การเสริมทรายชายหาด (Beach nourishment or replenishment)	ลดการกัดเซาะชายฝั่ง	<ul style="list-style-type: none"> • คลื่นพายุซัดฝั่ง • ระดับน้ำทะเลหนุนสูง 	การใช้ทราย กรวด หินถมบริเวณชายหาดเพื่อทดแทนทรายที่ถูกกัดเซาะ	มีการใช้มาตรการนี้บริเวณชายฝั่งอ่าวไทยชาย เช่น อ. ชะอำ จ. เพชรบุรี อ. เทพา จ. สงขลา  ที่มาของภาพ https://www.gov.uk/government/news/7m-beach-nourishment-scheme-to-protect-thousands-of-homes-in-lincolnshire

ภาคผนวก ข

เกณฑ์การคัดเลือกมาตรการเพื่อจัดทำคู่มือ การออกแบบมาตรการการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (EbA Code of Practice)

เกณฑ์การคัดเลือกมีจำนวน 8 รายการ (ดัดแปลงจาก GIZ, 2021⁴²) ดังนี้

1. ใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น มีวิธีการไม่ซับซ้อน และง่ายต่อการดูแลรักษา

เป็นมาตรการเลียนแบบสภาพธรรมชาติ มีทางเลือกในนำวัสดุในท้องถิ่นมาใช้ มีการใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นร่วมด้วย สามารถดำเนินการโดยคนในชุมชน โดยมีวิธีการบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก

2. เสริมสร้างศักยภาพชุมชนในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ช่วยเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บน้ำในช่วงหน้าแล้ง ลดผลกระทบจากภัยน้ำท่วมขังหรือน้ำหลากในช่วงหน้าฝน และสามารถจัดการให้เอื้อประโยชน์ต่อกลุ่มเปราะบาง

3. ช่วยฟื้นฟูหรือดูแลรักษาระบบนิเวศ

ช่วยสร้างความชุ่มชื้นแก่พื้นที่บริเวณใกล้เคียง ช่วยลดมลภาวะหรือฟื้นฟูคุณภาพน้ำ ไม่สร้างผลกระทบต่อที่อยู่อาศัยและขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำ ไม่สร้างผลกระทบต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ รวมถึงไม่สร้างผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในพื้นที่หรือระบบนิเวศที่เกี่ยวข้อง

4. ประหยัดงบประมาณในการลงทุนและซ่อมบำรุง

ประหยัดงบประมาณด้านวัสดุอุปกรณ์ ด้านแรงงานในการดำเนินการ และด้านการซ่อมบำรุง

5. สนับสนุนการบริหารจัดการอย่างเท่าเทียม และเสริมสร้างขีดความสามารถของผู้เกี่ยวข้อง

เอื้อต่อการมีส่วนร่วมในการวางแผนและตัดสินใจ การกระจายอำนาจหรือแบ่งบทบาทในการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบ โดยสามารถกำหนดกติกาหรือข้อตกลงในระดับพื้นที่

6. มีนโยบายสนับสนุนในระดับต่าง ๆ

มีนโยบายหรือแผนในระดับประเทศ มีแผนในระดับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และมีแผนในระดับลุ่มน้ำ จังหวัด หรือท้องถิ่น

7. มีข้อมูลหรือมีกรณีตัวอย่างการนำมาตรการไปใช้ในพื้นที่ยื่น ๆ ของประเทศ

มีข้อมูลสนับสนุน คู่มือ หรือหลักสูตรสำหรับการนำมาตรการไปใช้ มีกรณีตัวอย่างการนำมาตรการไปใช้ซึ่งมีผลเชิงประจักษ์เป็นที่น่าพอใจจากการใช้มาตรการในพื้นที่ต่าง ๆ หรือมีการต่อยอดและขยายผลการใช้มาตรการที่กว้างขวาง

8. ประโยชน์อื่น ๆ ของมาตรการ

ช่วยหนุนเสริมมาตรการอื่นที่มีการปรับใช้ในบริเวณใกล้เคียง ให้ประโยชน์ที่มากกว่ามาตรการอื่นที่มีการนำมาใช้ในพื้นที่ยื่น ๆ เดียวกัน ตลอดจนช่วยเสริมสร้างให้เกิดความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ อาทิ ภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคประชาสังคม ชุมชน กลุ่มผู้ใช้น้ำ ในระดับพื้นที่

⁴² Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. (2021). Integrating EbA and IWRM for climate-resilient water management. Bonn, Germany.

ภาคผนวก ค

ผลการคัดเลือกมาตรการ Eba โดยกระบวนการมีส่วนร่วม (Participatory Approach) จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (33 ท่าน)

พื้นที่	มาตรการ	คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์ 1 ใช้สูงสุด ท้องถิ่น	เกณฑ์ 2 การปรับตัวต่อ climate change	เกณฑ์ 3 ฟื้นฟูระบบ นิเวศ	เกณฑ์ 4 ประหยัด งบประมาณ	เกณฑ์ 5 บริหารจัดการ อย่างเท่าเทียม	เกณฑ์ 6 มีนโยบาย สนับสนุน	เกณฑ์ 7 มีข้อมูลหรือ กรณีตัวอย่าง	เกณฑ์ 8 มีประโยชน์ ด้านอื่น ๆ
ต้นน้ำ	การปลูกฟื้นฟูป่า	4.263	4.52	4.45	4.47	4.32	4.12	4.19	4.00	4.03
	การปลูกแนวป่ากับชมตามริมน้ำ	3.888	4.40	3.82	4.25	3.97	3.94	3.46	3.43	3.84
	การทำฝายชะลอน้ำ	3.786	4.06	4.09	3.73	3.53	3.79	3.48	3.76	3.85
	การสร้างบ่อตกตะกอน	3.374	3.71	3.69	3.53	3.21	3.26	3.13	2.96	3.50
กลางน้ำ	การสร้างแก้มลิงหรือบ่อชะลอน้ำ	3.727	3.75	4.09	3.91	3.30	3.52	3.67	3.87	3.72
	การป้องกันกีดขวางการไหลของน้ำ	3.613	3.82	3.76	3.61	3.81	3.61	3.13	3.52	3.66
	การปลูกแก้มพังค้ำตะกอน	3.509	3.87	3.52	3.81	3.80	3.53	3.53	3.13	3.46
	การสร้างพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม	3.494	3.70	3.76	3.72	3.55	3.45	3.45	3.15	3.63
	การสร้างฝายน้ำล้น	3.486	3.39	3.76	3.77	3.30	3.48	3.37	3.37	3.45
	การปรับปรุงร่องน้ำ	3.481	3.31	3.65	3.67	3.33	3.37	3.58	3.38	3.55
	การจัดการน้ำเสียโดยใช้พืช	3.453	3.63	3.34	3.79	3.74	3.45	3.00	3.32	3.36
ปลายน้ำ	การฟื้นฟูทางน้ำรูปเอก/เชื่อมกับแหล่งน้ำสายหลัก	3.431	3.63	3.58	3.56	3.50	3.53	3.09	3.08	3.48
	การปลูก/ฟื้นฟูป่าชายเลน	4.287	4.48	4.39	4.53	4.32	4.16	4.03	4.13	4.25
	การฟื้นฟูและจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง	3.992	4.31	4.10	4.21	3.97	4.03	4.03	3.59	4.00
	การส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอย่างยั่งยืน	3.903	4.18	3.90	3.97	4.10	3.94	3.64	3.55	3.94
	การก่อสร้างและเสริมความแข็งแรงของเขื่อนทราย	3.328	3.37	3.74	3.55	3.28	3.14	3.17	3.07	3.30
การเสริมทรายชายหาด	3.252	3.33	3.55	3.37	3.14	3.14	3.35	3.04	3.10	







หมายเหตุ: ■ = สอดคล้องกับเกณฑ์มากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.21-5.00) ■ = สอดคล้องกับเกณฑ์ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40)

■ = สอดคล้องกับเกณฑ์มาก (คะแนนเฉลี่ย 3.41-4.20)

■ = สอดคล้องกับเกณฑ์ปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.61-3.40)

ภาคผนวก ง

ระเบียบ กฎหมาย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ลำดับที่	เอกสาร	QR Code
1	แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	
2	อัตราราคางานต่อหน่วย กองมาตรฐานงบประมาณ 1 สำนักงบประมาณ ธันวาคม 2564	
3	ระยะถอยร่นอาคารจากแหล่งน้ำ สาธารณะ	
4	แผนการใช้ที่ดินเพื่อบริหารจัดการ พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่าง ประเทศ อุทยานแห่งชาติ แหลมสน-ปากแม่น้ำกระบือ- ปากคลองกะเปอร์	
5	พระราชบัญญัติ ส่งเสริมการบริหารจัดการทรัพยากร ทางทะเลและชายฝั่งพ.ศ. ๒๕๕๘	
6	พื้นที่ปลูกชายเลน: ปลูกหรือไม่ต้องปลูก	

Supported by:
Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action
on the basis of a decision
by the German Bundestag



องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)

สำนักงานที่จัดทะเบียน
บอนน์ และ เชสบอร์น ประเทศเยอรมนี

ที่อยู่
193/63 อาคารเลคซ์ดาออฟฟิซคอมเพล็กซ์ (ชั้น 16)
ถนนรัชดาภิเษกตัดใหม่ แขวงคลองเตย เขตคลองเตย
กรุงเทพฯ 10110 ประเทศไทย
โทรศัพท์ +66 2 661 9273
โทรสาร +49 228 44 60-17 66

สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ
89/168-170 อาคารจุฑามาศ
ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงตลาดบางเขน
เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ 10210 ประเทศไทย
โทรศัพท์ +66 2 554 1800
โทรสาร +66 2 521 9104

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (ม.ส.ท.)
16/151 เมืองทองธานี ถนนบอนด์สตรีท
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี
11120 ประเทศไทย
โทรศัพท์ +66 2 503 3333
โทรสาร +66 2 504 4826

E giz-thailand@giz.de
I www.giz.de