



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย

การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions; NbS)
เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสีย
ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

โดย

ศาสตราจารย์ ดร.อัญชนา ประเทพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สนับสนุนโดย

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกสว.)

กุมภาพันธ์ 2568

เลขที่สัญญา ORG67OI001

รายนามหัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญแต่ละระบบนิเวศ



ศาสตราจารย์ ดร.อัญชนา ประเทพ¹
 หัวหน้าโครงการวิจัย
 ผู้เชี่ยวชาญระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
 ✉ anchana.p@psu.ac.th



ดร.นรินทร์ จำวงษ์²
 นักวิจัยร่วมโครงการ
 ผู้เชี่ยวชาญระบบนิเวศป่าบก
 คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 ✉ ffornt@ku.ac.th



ศาสตราจารย์ ดร.พวงรัตน์ แก้วล้อม³
 นักวิจัยร่วมโครงการ
 ผู้เชี่ยวชาญระบบนิเวศการเกษตร
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 ✉ puangrat.k@cmu.ac.th



รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจันทร์ สิงห์คราญ⁴
 นักวิจัยร่วมโครงการ
 ผู้เชี่ยวชาญระบบนิเวศในเมือง
 คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
 ✉ nuanchan.sin@email.ac.th

สถานที่ติดต่อนักวิจัยตามหมายเลขท้ายชื่อ

1 = คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 15 กาญจนวณิชย์ ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

2 = ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

3 = คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.หัวแย้ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

4 = คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4 ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170

หน่วยงานร่วมจัดทำ



สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ถือเป็นความท้าทายทางสังคมที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ประเทศไทยมีการตั้งเป้าหมายสำคัญที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายระดับโลกในการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ตลอดจนการให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ แนวทางการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions; NbS) สามารถเข้ามาเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้ประเทศสามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ แต่ในระยะเวลาที่ผ่านมาประเทศไทยยังไม่ได้มีแผนการดำเนินงานภายใต้กรอบ NbS ที่ชัดเจน โครงการวิจัยนี้ จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมให้มีการนำแนวทางดังกล่าวมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการดำเนินการให้บรรลุตามเป้าหมายของประเทศ ในการประเมินศักยภาพในการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของแต่ละระบบนิเวศ โดยเน้นการดำเนินงานที่ครอบคลุมใน 4 ระบบนิเวศ ได้แก่ ระบบนิเวศป่าบก ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ระบบนิเวศการเกษตร และ ระบบนิเวศในเมือง ผ่านการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ รับฟังความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ การประชุมประชาพิจารณ์ และสรุปออกมาในรูปแบบข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการปฏิบัติใน 4 ประเด็น คือ 1) ด้านการพัฒนากำลังคน 2) ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี 3) ด้านนโยบาย และ 4) ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีแผนการขับเคลื่อนแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะสั้น 3 ปี, ระยะกลาง 5 ปี และ ระยะยาว 10 ปี ซึ่งเป็นการกำหนดทิศทางการบูรณาการขับเคลื่อนข้ามสาขา และเสนอออกมาเป็นแผนที่นำทางด้านวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (SRI) ฉบับแรกของประเทศไทย โดยผลการประเมินพบว่าทั้ง 4 ระบบนิเวศ มีศักยภาพในการดูดกลับ CO₂ รวมเป็น 210 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) ในปี ค.ศ. 2037 ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายของประเทศไทยที่ตั้งไว้ 120 MtCO₂e ภายในปีดังกล่าว เป็นการสร้างความมั่นใจและแสดงถึงศักยภาพของแนวคิด NbS รวมถึงได้มีข้อเสนอแนะ แนวทางในการช่วยลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มเติมด้วย เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ และการดำรงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ ตามแนวทางของ NbS

คำสำคัญ: การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน ความท้าทายทางสังคม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศ

Abstract

Climate change and biodiversity loss are societal challenges that require urgent action to be solved. Thailand has set ambitious goals aligned with global targets, aiming for carbon neutrality and net-zero emissions while prioritizing biodiversity conservation. Nature-based Solutions (NbS) play a crucial role in helping Thailand achieve these goals. However, Thailand has yet to establish a clear action plan for implementing NbS. This research project is, therefore, essential in outlining study frameworks and practical approaches to integrate NbS as one of the strategies to meet National Determined Contribution (NDCs). The study evaluates the potential of different ecosystems in carbon dioxide (CO₂) sequestration and biodiversity conservation, focusing on four key ecosystems: 1) terrestrial ecosystem, 2) wetland ecosystem, 3) agricultural ecosystem and 4) urban ecosystem. The study approach involves secondary data collection, stakeholder consultations, expert recommendations, public hearings, and the formulation of actionable recommendations in four key areas: 1) capacity building, 2) research and technology, 3) policy, and 4) financial and socioeconomic. The research proposes a roadmap spanning 3, 5, and 10 years, ensuring an integrated, cross-sectoral approach. This roadmap represents Thailand's first Science, Research, and Innovation (SRI) strategy for NbS implementation. The findings indicate that by 2037, these four ecosystems collectively have the potential to sequester 210 million tons of carbon dioxide equivalent (MtCO₂e), which is above the Thailand's target of 120 MtCO₂e by that year. Additionally, the study suggests further measures to mitigate biodiversity loss, ensuring that NbS not only benefit human well-being, but also sustain ecological diversity.

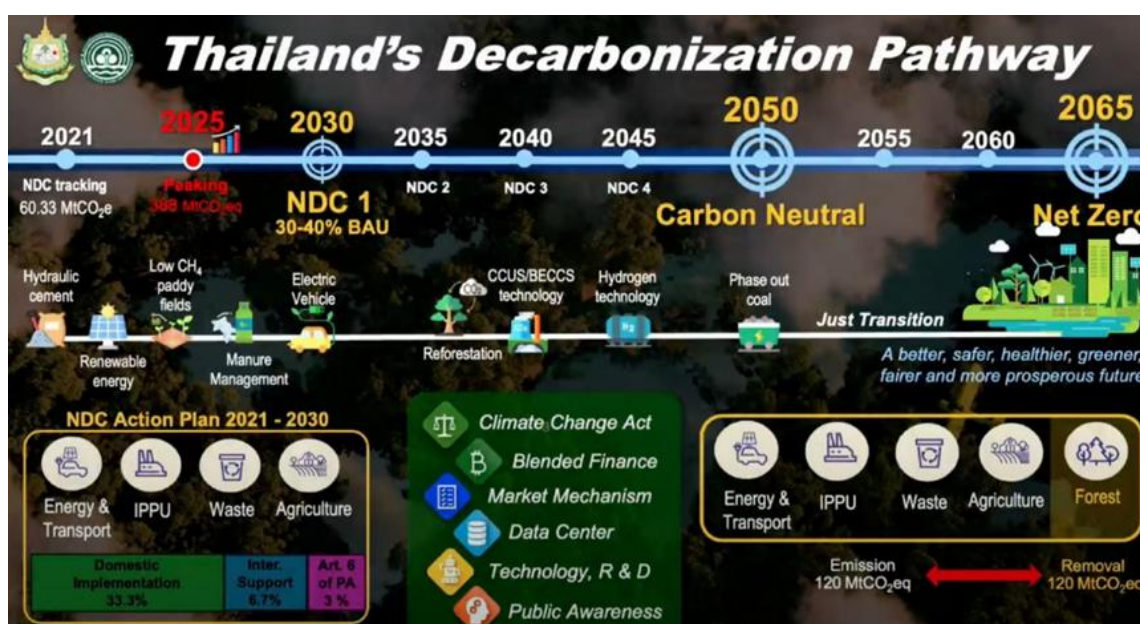
Keywords: Nature-based Solutions, Societal challenges, Climate change, Biodiversity, Ecosystem

บทสรุปผู้บริหาร

ท่ามกลางสภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งปัจจุบันถือเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ในระดับโลก ประเทศไทยได้มีการตั้งเป้าหมายในการช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดเป้าหมายในการบรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี ค.ศ. 2050 และ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ภายในปี ค.ศ. 2065 (Royal Thai Government, 2021; GISTDA, 2024; รูปที่ 1)

จากการที่องค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) ได้ให้คำจำกัดความของ Nature-based Solutions คือ “การดำเนินงานเพื่อคุ้มครอง จัดการอย่างยั่งยืน และฟื้นฟูระบบนิเวศ โดยการจัดการกับความท้าทายด้านสังคม (Societal challenges) อย่างมีประสิทธิภาพและปรับให้เข้ากับสถานการณ์ เพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ และดำรงรักษาประโยชน์ของความหลากหลายทางชีวภาพ” (IUCN, 2020) ด้วยเหตุนี้แนวทาง NbS จึงเป็นต้นทุนสำคัญที่ประเทศไทยสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวมาแล้วข้างต้นได้เป็นอย่างดี

จากเป้าหมายของประเทศไทย ในการลดการปล่อยและเพิ่มการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสุทธิจากภาคป่าไม้ให้ได้ปริมาณ 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO_2e) ต่อปี ภายในปี ค.ศ. 2037 ซึ่งมีความสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ด้านที่ 5 คือ การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน โดยเน้นไปที่การพัฒนาประเทศควบคู่ไปกับการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีเป้าหมายของการดำเนินงานครอบคลุมระบบนิเวศที่หลากหลาย (ราชกิจจานุเบกษา, 2561)

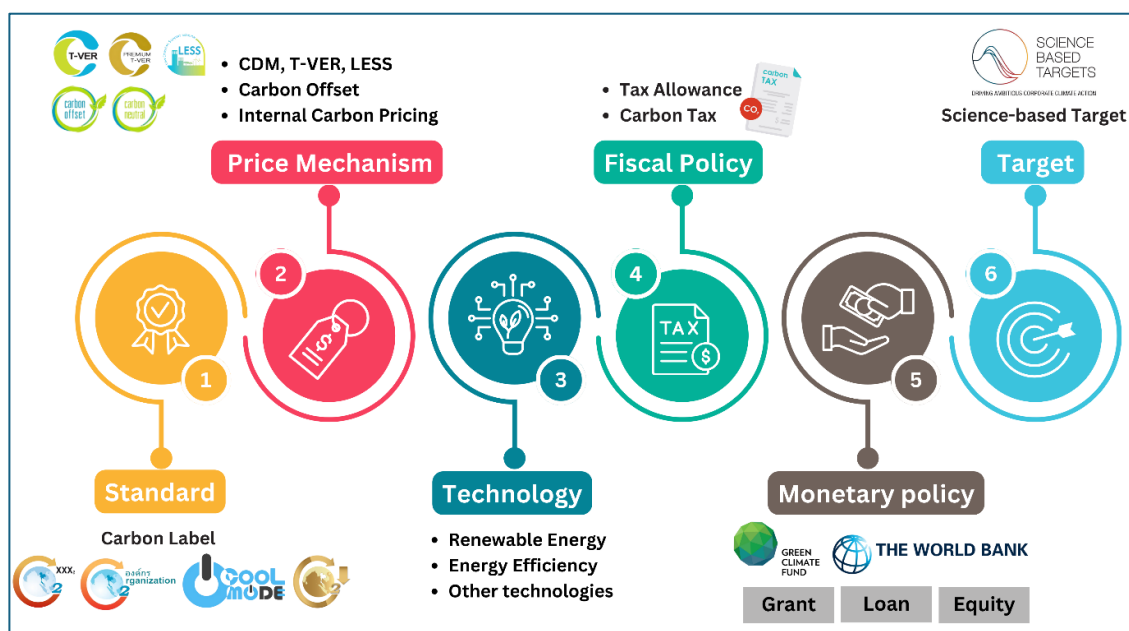


รูปที่ 1 แผนที่นำทางการลดปริมาณคาร์บอนของประเทศไทย

ที่มา: GISTDA (2024)

แนวทาง Nbs จึงเป็นโอกาส และมีความสำคัญยิ่งต่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศของประเทศ ช่วยกักเก็บและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงการลดความเสี่ยงโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และความหลากหลายทางชีวภาพร่วมด้วย ซึ่งเป็นต้นทุนทางทรัพยากรที่สำคัญ โดยสามารถแบ่งออกมาเป็น 4 ระบบนิเวศ คือ 1) ระบบนิเวศป่าบก 2) ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ 3) ระบบนิเวศการเกษตร และ 4) ระบบนิเวศในเมือง ซึ่งล้วนมีศักยภาพในการช่วยดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมหาศาล เช่น การอนุรักษ์พื้นที่ป่าไม้และระบบนิเวศอื่น ๆ ไม่เพียงช่วยเพิ่มศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ยังทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันตามธรรมชาติที่สามารถช่วยลดผลกระทบจากภัยธรรมชาติได้เป็นอย่างดี เช่น น้ำท่วมและดินถล่ม อีกทั้งยังเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ และประโยชน์จากนิเวศบริการอื่น ๆ รวมไปถึงความมั่นคงทางอาหาร นอกจากนี้ในมิติของการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ยังถือเป็นอีกหนึ่งหัวใจสำคัญของเกษตรกรรมแบบคาร์บอนต่ำ เช่น การเกษตรอินทรีย์หรือการปลูกพืชคลุมดินเพื่อป้องกันการชะล้างของหน้าดิน ล้วนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มความยั่งยืนให้กับระบบการผลิตอาหารของประเทศ ในส่วนของสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง การเพิ่มพื้นที่สีเขียวและการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม การส่งเสริมให้เกิดการปลูกต้นไม้ในเมืองหรือการพัฒนา "ป่าในเมือง" เป็นกลยุทธ์ที่ช่วยให้ชุมชนเมืองมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย จากทั้ง 4 ระบบนิเวศ ศักยภาพและบทบาทของแต่ละระบบนิเวศอาจมีความแตกต่างกันออกไป แต่ล้วนมีบทบาทสำคัญยิ่งในการช่วยให้ประเทศไทยเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน ผ่านแนวทางการแก้ปัญหาด้วยฐานทรัพยากรธรรมชาติของทั้ง 4 ระบบนิเวศ

ประเทศไทยมีกลไกหลากหลายที่เข้ามาช่วยในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศ ผ่านกลไกคาร์บอนเครดิต การพัฒนาโครงการต่าง ๆ เช่น โครงการลดก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจตามมาตรฐานของประเทศไทย (Thailand Voluntary Emission Reduction Program; T-VER) ในภาคการเกษตรและป่าไม้ สามารถเป็นแรงจูงใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และยังสามารถเพิ่มการดูดซับก๊าซเรือนกระจกให้กับประเทศได้ด้วย ผ่านการพัฒนาโครงการที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานทวนสอบที่ได้รับการรับรองจาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2568; รูปที่ 2) ซึ่งปัจจุบันมีหน่วยทวนสอบ จำนวน 16 หน่วยงาน สามารถตรวจสอบความใช้ได้และทวนสอบก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร จำนวน 9 หน่วยงาน และภาคป่าไม้จำนวน 10 หน่วยงาน (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2567)



รูปที่ 2 กลไกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2568)

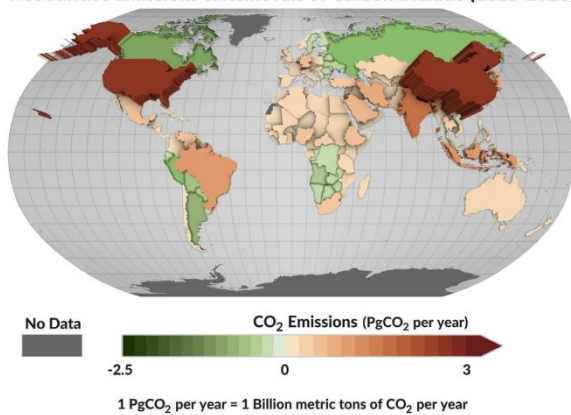
สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA เป็นอีกหนึ่งหน่วยงานสำคัญ ที่มีบทบาทในการช่วยขับเคลื่อนศักยภาพของประเทศในการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยมีแผนการจัดทำ CARBON ATLAS 2024 เพื่อนำการใช้เทคโนโลยีดาวเทียมมาช่วยเพื่อช่วยในการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศต่าง ๆ สามารถทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (GISTDA, 2024; รูปที่ 3) ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการประเมินศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศต่าง ๆ สามารถทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม อาจต้องมีการดำเนินการศึกษาร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนาม เพื่อเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลอง ต่าง ๆ ซึ่งยังคงอยู่ระหว่างการดำเนินการ ทั้งยังมีหน่วยงานในต่างประเทศ เช่น องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ได้มีการประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เพื่อทราบถึงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละประเทศอีกด้วย (NASA, 2023; รูปที่ 4)



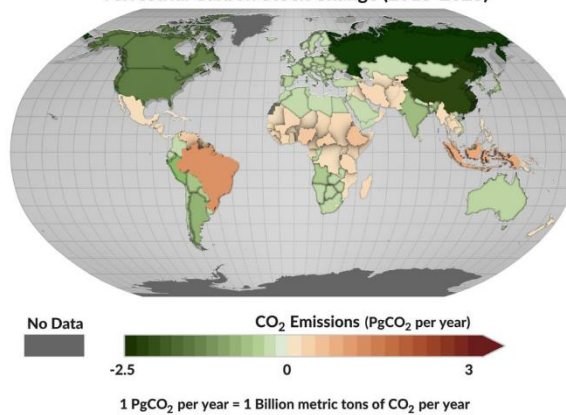
รูปที่ 3 แผนการจัดทำ CARBON ATLAS 2024

ที่มา: GISTDA (2024)

Net Surface Emissions & Removals of Carbon Dioxide (2015-2020)



Terrestrial Carbon Stock Change (2015-2020)

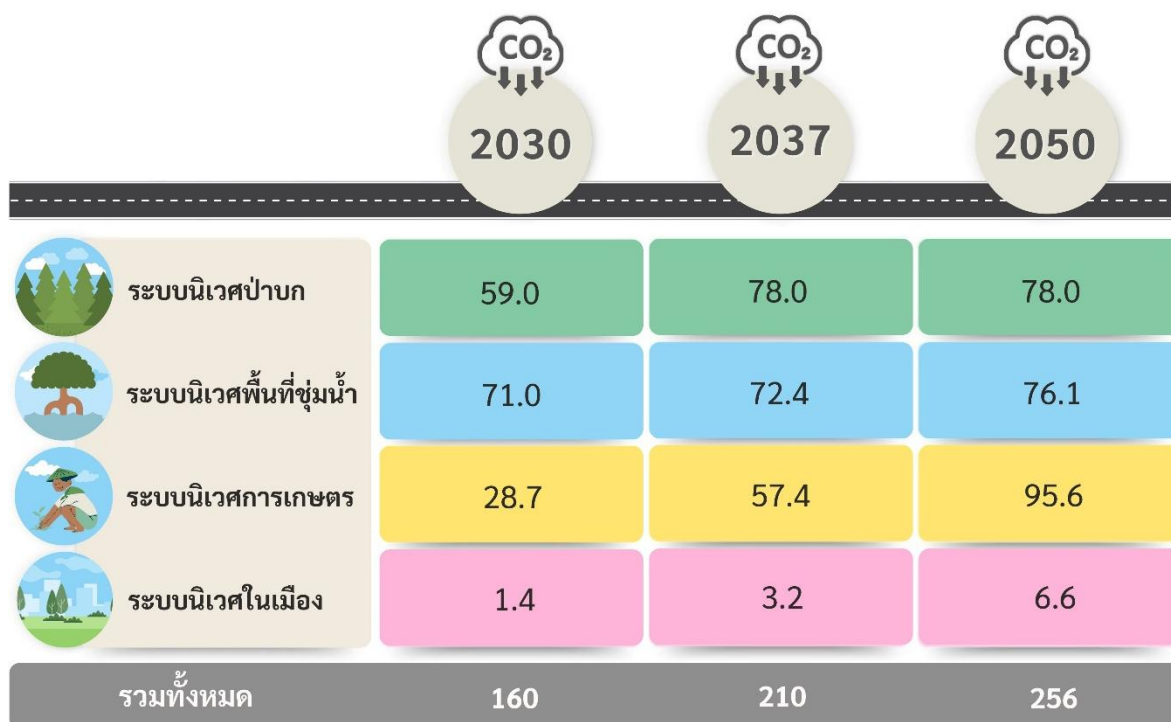


รูปที่ 4 การประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เพื่อทราบถึง
การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละประเทศ

ที่มา: NASA (2023)

ในการขับเคลื่อนแนวทาง NbS จำเป็นต้องมีการพัฒนาแผนที่นำทางด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (Science, Research, and Innovation; SRI) เพื่อกำหนดแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม โดยโครงการนี้ได้มีการรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์และสังเคราะห์ชุดความรู้ และการดำเนินการเรื่องของ NbS ทั้งในและต่างประเทศหารือกับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง พร้อมดำเนินการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในวงกว้าง เพื่อพัฒนาแนวทางที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนแนวทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ด้าน NbS ให้กับประเทศ โดยให้ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงภาคเกษตร เป็นส่วนหนึ่งในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างน้อย 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO_2e) ต่อปี พร้อมช่วยลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพอีกด้วย รวมทั้งได้มีการเปิดรับฟังความคิดเห็นจากการจัดประชุมประชาพิจารณ์ โดยการมีส่วนร่วมของหน่วยงานผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และผู้ที่มีความสนใจทั่วไปให้มากที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ ผลการหารือและวางแผนร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเร่งการนำแนวทาง NbS ไปใช้ในเชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว รวมถึงการสนับสนุนเชิงนโยบาย การให้สิทธิประโยชน์ด้านการลงทุน และการสร้างความตระหนักรู้ในสังคมเกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดดังกล่าว เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สามารถช่วยทำให้แนวคิดนี้กลายเป็นแนวทางหลักในการขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหาสภาพภูมิอากาศและการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นต้นทุนที่สำคัญของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

แผนที่นำทางฯ ฉบับนี้ มีความสำคัญในการเสนอแนะช่องว่างด้านการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ 4 ระบบนิเวศ ซึ่งเป็นฐานทรัพยากรและมุมมองของการนำ NbS มาใช้ประโยชน์ ได้แก่ 1) ระบบนิเวศป่าบก 2) ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ 3) ระบบนิเวศการเกษตร และ 4) ระบบนิเวศในเมือง เพื่อให้สามารถใช้ช่องว่างดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการกำหนดทิศทางการวิจัยและการดำเนินงาน เพื่อให้สอดคล้องและสามารถตอบโจทย์ความท้าทายทางสังคมในด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ประเทศไทยเดินไปในแนวทางที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ภายในปี ค.ศ. 2065 และผลลัพธ์เรื่องของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในแต่ละระบบนิเวศด้วยเช่นกัน โดยในเบื้องต้นได้มีการประเมินถึงศักยภาพในดูดกลืนและกักเก็บก๊าซเรือนกระจก จากฐานข้อมูลและชุดความรู้ในปัจจุบัน โดยแบ่งออกเป็นช่วงระยะสั้น (ปี ค.ศ. 2030) ระยะกลาง (ปี ค.ศ. 2037 ตามแผนการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศผ่านศักยภาพของภาคป่าไม้และการประโยชน์ที่ดิน) และ ระยะยาว (ปี ค.ศ. 2050 ตามแผนการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศ) เพื่อให้เห็นหมุดหมายในแต่ละช่วงระยะเวลา พบว่าในแต่ละระบบนิเวศมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนแตกต่างกัน (รูปที่ 5) ซึ่งจะสามารถช่วยขับเคลื่อนประเทศไทยให้เป็นไปตามแผนที่วางไว้ได้ ด้วยแผนการดำเนินงานตามกรอบ NbS



*หน่วยเป็น MtCO₂e

รูปที่ 5 ศักยภาพในดุดกลับและกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ในปี ค.ศ. 2030, 2037 และ 2050

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล พร้อมฟังแนวทางในการพัฒนาแผนที่นำทางฯ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ภายใต้กรอบแนวคิด NbS ในการช่วยบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงโอกาสที่ประเทศไทยจะเป็นผู้นำในด้านนี้ โดยใช้ความได้เปรียบจากความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศที่หลากหลายของประเทศ สามารถแบ่งแนวทางในการขับเคลื่อนออกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่

1. **ด้านการพัฒนากำลังคน (Capacity building):** โครงการฝึกอบรมสำหรับเจ้าหน้าที่ภาครัฐ เอกชน และชุมชน เพื่อเพิ่มความรู้และทักษะในด้าน NbS ที่ได้รับการรับรองโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกับภาคการศึกษา เช่น การฟื้นฟูป่า การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ เกษตรอินทรีย์ เกษตรทางเลือก และการออกแบบพื้นที่สีเขียวในเมือง มีการส่งเสริมความร่วมมือกับสถาบันการศึกษาเพื่อพัฒนาหลักสูตรด้าน NbS ที่เน้นการประยุกต์ใช้ในบริบทของประเทศไทย มีการจัดตั้ง NbS Academy เพื่อพัฒนากำลังคน และแหล่งความรู้ให้กับประเทศและภูมิภาค สร้างเครือข่ายผู้เชี่ยวชาญในระดับท้องถิ่น ประเทศ ภูมิภาค และนานาชาติ เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และแนวปฏิบัติที่ดีต่อไป

2. **ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology):** พัฒนางานวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับศักยภาพในการดูดซับคาร์บอนของระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น ป่าชายเลน ระบบนิเวศการเกษตร และพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยใช้เทคโนโลยีใหม่ เช่น ดาวเทียมและเซ็นเซอร์ IoT รวมถึงเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการติดตามผลกระทบและประเมินประสิทธิภาพของแนวทาง NbS ในพื้นที่เป้าหมาย สนับสนุนการสร้างต้นแบบโครงการ NbS ในแต่ละระบบนิเวศ เพื่อเป็นตัวอย่างและขยายผลในพื้นที่อื่น ๆ ดำเนินงานโดยสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับต่างประเทศ เพื่อการพัฒนาศักยภาพความรู้ใหม่ ๆ เพื่อการจัดการก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น คาร์บอนฟาร์มมิ่ง ไบโอบาร์ การใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกล (Earth observation; EO) เพื่อให้เกิดการตรวจวัด รายงานผล และตรวจสอบพิสูจน์ผล (Monitoring, Reporting, and Verification; MRV) ได้ รวมไปถึงการใช้เทคโนโลยีในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพร่วมด้วย เช่น Bioacoustics, eDNA, Genomics เป็นต้น
3. **ด้านนโยบาย (Policy):** ปรับปรุงกฎหมายและนโยบายให้เอื้อต่อการดำเนินโครงการ NbS เช่น การจัดการป่าชุมชน การสนับสนุนเกษตรกรรมแบบยั่งยืน และการออกแบบเมืองที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อม พัฒนากลไกด้าน MRV สำหรับโครงการ NbS เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในระดับสากล พร้อมนำ NbS เข้าสู่ NDC ของประเทศ จัดตั้งคณะกรรมการข้ามภาคส่วนเพื่อกำกับดูแลการดำเนินงาน NbS อย่างบูรณาการของประเทศ
4. **ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic):** สร้างแรงจูงใจทางการเงิน เช่น กลไกคาร์บอนเครดิต หรือสิทธิประโยชน์ทางภาษี เพื่อกระตุ้นการลงทุนในโครงการ NbS ส่งเสริมการพัฒนาธุรกิจและโครงการที่มีส่วนร่วมของชุมชน เช่น การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ หรือการตลาดผลิตภัณฑ์จากเกษตรอินทรีย์ พัฒนากลไกการสนับสนุนทางการเงินสำหรับชุมชนในพื้นที่ห่างไกลและเปราะบาง เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงโครงการ NbS ผ่านเครือข่ายการทำงานวิจัยกับต่างประเทศ เช่น กองทุนภูมิอากาศสีเขียวของสหภาพยุโรป (EU Green Climate Fund) มีการส่งเสริมการทำงานกับร่วมกันระหว่างภาครัฐและภาคเอกชน (Public-Private Partnership; PPP) ขับเคลื่อนแนวคิดเรื่องหลักการการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (Payment for ecosystem service) และ เครดิตทางความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity credit) เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์และใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน เป็นต้น

จากการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้น ได้มีการสรุปออกมาเป็นกิจกรรมสำคัญที่จำเป็นต้องขับเคลื่อนอย่างเร่งด่วน พร้อมข้อเสนอแนะไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานต่อไป (รูปที่ 6)

NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS) ROADMAP FOR THAILAND



รูปที่ 6 แผนที่นำทางการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions; NbS)

เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลาย

ทางชีวภาพของประเทศไทย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
รายนามหัวหน้าโครงการและผู้เชี่ยวชาญแต่ละระบบนิเวศ	i
หน่วยงานร่วมจัดทำ	ii
บทคัดย่อ	iii
Abstract	iv
บทสรุปผู้บริหาร	v
สารบัญเรื่อง	xiii
สารบัญตาราง	xiv
สารบัญรูป	xvii
บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ	1
บทที่ 2 สถานภาพของทรัพยากรธรรมชาติ 4 ระบบนิเวศ	26
● ระบบนิเวศป่าบก	26
● ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ	79
● ระบบนิเวศการเกษตร	115
● ระบบนิเวศในเมือง	153
Earth Observation เพื่อความเป็นกลางทางคาร์บอน	183
บทที่ 3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการดำเนินงานด้าน NbS	189
บทที่ 4 แผนที่นำทางทางด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (SRI)	193
ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน	
เอกสารอ้างอิง	212
ภาคผนวก	232

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การกล่าวถึง NbS โดยตรง (สีเขียว) และโดยอ้อม (สีเหลือง) ใน NDCs และ NBSAPs ของประเทศสมาชิกอาเซียน และไม่กล่าวถึงเลย (สีแดง)	7
2	ประเด็นสำคัญของกรอบการดำเนินงานและแผนบริหารจัดการทั้ง 3 รูปแบบ คือ เป้าหมายไอจิ, GBF และ NBSAPs	17
3	พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พ.ศ. 2566	27
4	ป่าชุมชนตามพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562	33
5	พื้นที่ป่าอนุรักษ์ภายใต้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จำแนกตามชนิดป่า	34
6	เป้าหมายและตัวชี้วัดรายสาขา	54
7	การเพิ่มพูนมวลชีวภาพและคาร์บอนไดออกไซด์รายปีในพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี และพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี จำแนกตามชนิดป่าดั้งเดิมในพื้นที่	64
8	การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมของชนิด/กลุ่มพรรณไม้ต่าง ๆ	65
9	กรณีที่ 1 คาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนจากการเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียวตามเป้าหมายของของประเทศ ร่วมกับการดูแลรักษาป่าเดิม	77
10	กรณีที่ 2 คาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนจากการเพิ่มพื้นที่ป่าบกที่รับผิดชอบและอยู่ในแผนของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการดูแลรักษาป่าเดิม	78
11	หัวข้อที่โฟกัส (Focal Areas) ทั้ง 13 ด้าน และเป้าหมายความสำคัญของแผนปฏิบัติงานของประเทศไทย	87
12	ปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน และ Non-extrapolated sedimentary Corg stocks (Mg C ha^{-1}) ของระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ในประเทศไทย ปริมาณการสะสมคาร์บอน แสดงเป็นช่วงค่า (ต่ำสุด-สูงสุด) และ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD); NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม	94
13	ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และ non-extrapolated sedimentary Corg stocks (Mg C ha^{-1}) ของระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ในประเทศไทย ปริมาณการสะสมคาร์บอน แสดงเป็นช่วงค่า (ต่ำสุด-สูงสุด) และ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD); NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม	94

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	เปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (Mg C ha^{-1}) อัตราการสะสมคาร์บอน ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) และปริมาณการหมุนเวียนของคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ในระบบนิเวศป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติ ป่าชายเลนที่มีการฟื้นฟู และป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์; NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม	95
15	ปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (Mg ha^{-1}) ที่ความลึกสูงสุด 100 เซนติเมตร และอัตราการสะสมคาร์บอน ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) ในบริเวณที่เป็นแหล่งหญ้าทะเลตามธรรมชาติ แหล่งหญ้าทะเลที่ถูกการบกรบ และแหล่งหญ้าทะเลที่มีการฟื้นฟู	96
16	แหล่งหญ้าทะเลของประเทศไทยที่มีคะแนนภัยคุกคามสูงสุด 10 อันดับ (10 พื้นที่) แสดงภัยคุกคามที่มีผลมากที่สุด 3 อันดับ ต่อแต่ละพื้นที่ พร้อมคะแนนภัยคุกคามจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ	103
17	รูปแบบการจัดการพื้นที่เกษตรและอัตราการกักเก็บคาร์บอน (FAO)	146
18	ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้	147
19	อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้	148
20	สัดส่วนการใช้ที่ดินในภาคเกษตรของไทย	148
21	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{CO}_{2\text{obs}}$) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคเหนือ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)	163
22	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{CO}_{2\text{obs}}$) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)	164
23	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{CO}_{2\text{obs}}$) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคกลาง จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)	165

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
24	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)	167
25	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคใต้ ภาคกลาง และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)	168
26	ชื่อวิทยาศาสตร์ อันดับความเหมาะสมต่อการปลูกในท้องถิ่น ศักยภาพกักเก็บคาร์บอน และการลดมลพิษทางอากาศ ในช่วงไม่เกิน Top 50% ตลอดจนรูปแบบการเติบโต และชนิดใบ ของต้นไม้ที่แนะนำให้ปลูกเพิ่มเติมในพื้นที่สีเขียว ๆ ในแต่ละภาคของประเทศไทย	169
27	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, ตร.กม.) รายภาค (LDD 2024) พื้นที่สีเขียว (O-green, ตร.กม.) และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ($t-CO_2e$) ในพื้นที่สีเขียว จากการสำรวจ ($CO_{2abs-obs}$) ของ DCCE (2024) และจากภาพเหตุการณ์จำลอง (SC, $CO_{2abs-pred}$) เมื่อปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มขึ้น 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ที่อัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1% และ 2% ของต้นไม้ในพื้นที่คาดการณ์	172
28	ข้อคิดเห็นจากผู้แทนภาคส่วนต่าง ๆ ที่เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยโครงการวิจัย ครั้งที่ 1 เกี่ยวกับพื้นที่สีเขียวในเมือง	176

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แผนที่นำทางการลดปริมาณคาร์บอนของประเทศไทย	v
2	กลไกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	vii
3	แผนการจัดทำ CARBON ATLAS 2024	viii
4	การประเมินปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ เพื่อทราบถึง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของแต่ละประเทศ	viii
5	ศักยภาพในดูดกลับและกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ในปี ค.ศ. 2030, 2037 และ 2050	x
6	แผนที่นำทางการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions; NbS) เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และลด การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย	xii
7	แนวคิดในการแก้ปัญหาความท้าทายทางสังคมที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน	2
8	แผนที่แสดงการกระจายตัวประเทศ (พื้นที่สีเขียว) ที่มีการส่ง NDCs เพิ่มเติม และพื้นที่ (จุดสีแดง) ที่มีการกล่าวถึงแนวทาง NbS	4
9	การกระจายตัวของประเทศที่บรรจุแนวทาง NbS ไว้ใน NDCs: (A) NbS เพื่อการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และ (B) NbS เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ	4
10	สัดส่วนของหัวข้อการศึกษาวิจัยด้าน NbS ที่มีการศึกษาดังแต่อดีตจนถึง ปัจจุบัน (ค.ศ. 1990-2021) โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาทุก 4 ปี	5
11	ผลผลิตของงานวิจัยด้าน NbS ผ่านการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของนักวิจัย โดยไม่ขึ้นอยู่กับหัวข้อวิจัยที่มุ่งเน้น	6
12	แผนการขับเคลื่อนการปฏิบัติงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ ไทย	9
13	อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยต่อปี ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2018	10
14	การปล่อยก๊าซ CO ₂ จากการใช้พลังงานรายสาขาและเศรษฐกิจ	11
15	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีของประเทศไทย ช่วงปี ค.ศ. 1950-2020	12
16	เส้นทางสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศไทย ภายในปี ค.ศ. 2050	13
17	ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระดับโลก	15
18	ชุดเป้าหมาย 20 ข้อ ของเป้าหมายไอจิ (Aichi Biodiversity Targets)	18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
19	ความเชื่อมโยงของแผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566-2570 กับแผนระดับที่ 1-3 และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน	19
20	เครื่องมือ Omics เพื่อการระบุประเด็นความท้าทายด้านความหลากหลายทางชีวภาพ	21
21	การประยุกต์ใช้เครื่องมือ Omics เพื่อระบุวิกฤตการณ์สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระดับโลก	22
22	ขั้นตอนการทำงานสำหรับจัดทำแผนที่นำทางฯ	25
23	พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พ.ศ. 2566	28
24	สถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยของกรมป่าไม้ ปี พ.ศ. 2516-2566	29
25	แผนที่การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2565 และ พ.ศ. 2566	30
26	สาเหตุหลักของการลดลงของพื้นที่ป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม	32
27	มาตรการสำคัญในการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทย	36
28	การดำเนินงานในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศไทย	37
29	แผนยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579)	44
30	Roadmap ของเป้าหมายระยะต่าง ๆ ในแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593	50
31	แนวคิดในการจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ	51
32	ระเบียบการแบ่งปันคาร์บอนจากการปลูกป่าและดูแลป่า ในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงานภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	61
33	ประกาศประมุขรัฐสภากรว่าด้วยการยกเว้นรัฐสภากร (ฉบับที่ 760) การยกเว้นภาษีเงินได้ของบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล ซึ่งดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจที่ได้ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)	62
34	ประกาศประมุขรัฐสภากรว่าด้วยการยกเว้นรัฐสภากร (ฉบับที่ 761) การยกเว้นภาษีเงินได้ สำหรับการบริจาคเงินสนับสนุนโครงการภาคีสนับสนุนป่าชุมชนลดโลกร้อน	63

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
35	ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม ณ พ.ศ. 2558 และ 2563	70
36	ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม ณ พ.ศ. 2548, 2559 และ 2563	71
37	สัดส่วนการกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำในแต่ละภูมิภาคทั่วโลก อิงตามตัวเลขพื้นที่รวมทั้งหมด 12.1 ล้าน ตร.กม. จาก Davidson et al., 2018	79
38	ประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำ	80
39	ความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำต่อข้อผูกพันระดับโลกเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาที่ยั่งยืน	81
40	พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar sites) ของประเทศไทย	82
41	ภาพรวมของศักยภาพในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในสถานะที่สัมผัสออกซิเจน (Oxic) และสภาพวะที่ไม่สัมผัสออกซิเจน (Anoxic) ของพื้นที่ทะเล	83
42	แผนที่การกระจายตัวของป่าพรุในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	84
43	หัวข้อที่โฟกัส (Focal Areas) ทั้งหมด 13 ข้อ จากการประชุม APMS 2006-2020	86
44	ขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลก ระหว่างปี ค.ศ. 1700: (A) ร้อยละการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลก และ (B) สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน	100
45	ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำแต่ละประเภท	101
46	ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หญ้าทะเลในพื้นที่เกาะลิบง จังหวัดตรัง ในช่วงระยะเวลา 20 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009-2019	102
47	จำนวนชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ยังไม่ได้ได้รับการพัฒนา เทียบกับพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้รับการพัฒนาแล้ว	104
48	จำนวนและตำแหน่งของผลการประเมินสุขภาพของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ	105
49	แผนที่จำแนกการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษาบึงบอระเพ็ด	106
50	โครงการ Tidal Reintroduction, Queensland, Australia รัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย	108

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
51	โครงการคาร์บอนเครดิตในป่าชายเลนของประเทศไทย คือ “โครงการนำร่อง การประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนในพื้นที่ของกรมทรัพยากรทาง ทะเลและชายฝั่ง ภายใต้โครงการปลูกป่า เพื่ออนุรักษ์ ป่าต้นน้ำ ป่าชาย เลน และป้องกันไฟป่า” ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนโครงการคาร์บอนเครดิต Premium T-VER	109
52	ประเทศที่รวมแนวทาง NbS สำหรับพื้นที่ชายฝั่งและทางทะเลเป็นส่วนหนึ่ง ของมาตรการบรรเทาหรือปรับตัวใน NDCs ฉบับใหม่ หรือฉบับปรับปรุง จาก NDCs ที่ได้รับทั้งหมด 63 ฉบับ จนถึงวันที่ 8 มิถุนายน ค.ศ. 2021	111
53	ปริมาณการปลดปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในช่วง ค.ศ. 2000-2019	116
54	บทบาทของระบบนิเวศเกษตรทั้งในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในรูปของ CO ₂ emissions และการดูดกลับในรูปของ CO ₂ removals	117
55	แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2050	118
56	การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของระบบนิเวศเกษตร (Cropland) ในส่วนของ Land Use, Land-use Change and Forestry ในปริมาณสูงถึง 75,858.62 ล้านตันคาร์บอนฯ ในปี ค.ศ. 2019	118
57	เอกสารของรายงาน IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory และรายงาน IPCC Good Practice Guidance for LULUCF ของ IPCC ที่อธิบายถึง LULUCF	119
58	กิจกรรมที่นำไปสู่การปลดปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยพื้นที่ เพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตร	120
59	การเก็บกักคาร์บอนที่มีศักยภาพสูงโดยประเทศใหญ่ เช่น จีน อเมริกา ต่างใช้ แนวทางของการเก็บกักคาร์บอนในระบบนิเวศเกษตร	123
60	แนวทางในการเก็บกักคาร์บอนที่มีศักยภาพสูงโดยการเก็บกักคาร์บอนในพื้นที่ เกษตร (แสดงโดยสีส้ม) เป็นแนวทางที่ถูกนำมาใช้กันมากในหลายประเทศ	123
61	กลไกการกักเก็บคาร์บอนในดินของทุ่งหญ้า	127
62	วัฏจักรคาร์บอนในดินจากจุลินทรีย์	128
63	เทคนิคการปลูกพืชแบบ Intercrop เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และสร้างการกักเก็บคาร์บอนในดิน	129

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
64	แสดงศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการเพาะปลูก เพื่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน และแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนที่ได้	130
65	กระบวนการผลิตไบโอชาร์	131
66	กระบวนการที่เกิดขึ้นในดินที่มีการใช้ถ่านไบโอชาร์	133
67	ความสำคัญของไบโอชาร์ต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน	134
68	การปลูกข้าวในระบบ System of Rice Intensification – SRI ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน และช่วยเก็บกักคาร์บอนในดิน	140
69	ข้าวในระบบ SRI ที่ปลูกในประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย (แสดงขนาดของลำต้นข้าวในระบบ SRI และระบบทั่วไป)	140
70	หลักการเกษตรฟื้นฟู	141
71	เปรียบเทียบดินในพื้นที่เกษตรกรรมฟื้นฟูและเกษตรดั้งเดิม	142
72	การกระจายตัวของผลงานวิจัยในทวีปต่าง ๆ ทั่วโลก ในช่วงระหว่าง 0 และมากกว่า 20 ผลงานฯ (รูปบน) สัดส่วนผลงานฯ รายทวีป (รูปล่างซ้ายมือ) และจำนวนผลงานฯ แยกตามกลุ่มงานวิจัย (รูปล่างขวามือ)	155
73	ค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจ (Observed) ในปี ค.ศ. 2019 โดย DCCE (2024) และจากการสร้างภาพเหตุการณ์จำลอง การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 5% ของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พร้อมปลูก ต้นไม้เพิ่มเติม (ความหนาแน่น 1 ต้น/ตร.ม.) ในปี 2024 และคาดการณ์ CO_{2abs} เป็นเวลา 50 ปี กรณีต้นไม้ในแต่ละพื้นที่มีอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1 และ 3%	173
74	ค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจ (Observed) ในปี ค.ศ. 2019 โดย DCCE (2024) และจากการสร้างภาพเหตุการณ์จำลอง การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% ของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พร้อมปลูก ต้นไม้เพิ่มเติม (ความหนาแน่น 1 ต้น/ตร.ม.) ในปี 2024 และคาดการณ์ CO_{2abs} เป็นเวลา 50 ปี กรณีต้นไม้ในแต่ละพื้นที่มีอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1 และ 3%	174
75	กระบวนการรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการทำงานของ Earth Observation	183
76	หัวข้อหลักที่ใช้ในการพิจารณา สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis)	189

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
77	การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกสำหรับการจัดทำแผนที่นำทางฯ (PESTEL Analysis)	192
78	ภาพรวมของแผนที่นำทางฯ ในประเด็นที่ต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งมีการเรียงตามลำดับความสำคัญของการดำเนินงาน ที่เป็นภาพรวมที่มีร่วมกันของทุกระบบนิเวศ และส่วนที่เป็นการดำเนินงานที่มีความจำเพาะในแต่ละระบบนิเวศ	195
79	ข้อเสนอแนะในภาพรวมของแผนที่นำทางฯ ทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว	199
80	แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศป่าบก	202
81	แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ	204
82	แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศการเกษตร	207
83	แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศในเมือง	210

บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญ

1.1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) หรือภาวะโลกรวน ได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและความเป็นอยู่ของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ตั้งแต่ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ความแปรปรวนของสภาพอากาศ การเกิดไฟป่า และความแห้งแล้งที่รุนแรงและบ่อยขึ้นทั่วโลก ซึ่งสร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศทางทะเล บนบก และน้ำจืด ตลอดจนแหล่งน้ำของมนุษย์ (IPCC, 2022) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างรุนแรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อประเทศที่มีระดับการพัฒนาต่ำถึงปานกลาง ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีความเสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากที่สุด (IPCC, 2022)

ปัจจุบันมีแนวทาง หรือทางเลือกมากมายในการจัดการกับผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ การพัฒนา และเศรษฐกิจหมุนเวียน หรือเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเพื่อช่วยกันบรรเทาปัญหาดังกล่าว แต่เริ่มมีการตระหนักมากขึ้นว่าความท้าทายเหล่านี้ต้องสอดคล้องกับระบบธรรมชาติ และน่าจะเป็นแนวทางที่ช่วยบรรเทาและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก (Chausson et al., 2020; Seddon et al., 2020) การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นฐานในการแก้ปัญหา (Nature-based Solution; NbS) เป็นแนวทางในการทำงานร่วมกับธรรมชาติและส่งเสริมธรรมชาติเพื่อจัดการกับความท้าทายที่เกิดขึ้น (Seddon et al. 2019a) โดยมีการกำหนดเป้าหมายเพื่อจัดการกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมไปถึงการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มเติมด้วย (Chausson et al., 2020; Seddon et al., 2020) การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เป็นการจัดการที่ครอบคลุมหลายกิจกรรม เช่น การคุ้มครอง การฟื้นฟู หรือการจัดการระบบนิเวศตามธรรมชาติ กึ่งธรรมชาติ การจัดการระบบนิเวศบนบกและในน้ำอย่างยั่งยืน หรือการสร้างระบบนิเวศใหม่ นอกจากนี้ ผลของการใช้แนวทางการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน ยังประสบความสำเร็จมากกว่าทางเลือกอื่นในการจัดการกับผลกระทบของสภาพอากาศอีกด้วย (Chausson et al., 2020; Turner et al., 2022) ซึ่งเป็นแนวทางที่ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (IUCN) และปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วอย่างกว้างขวาง (รูปที่ 7)



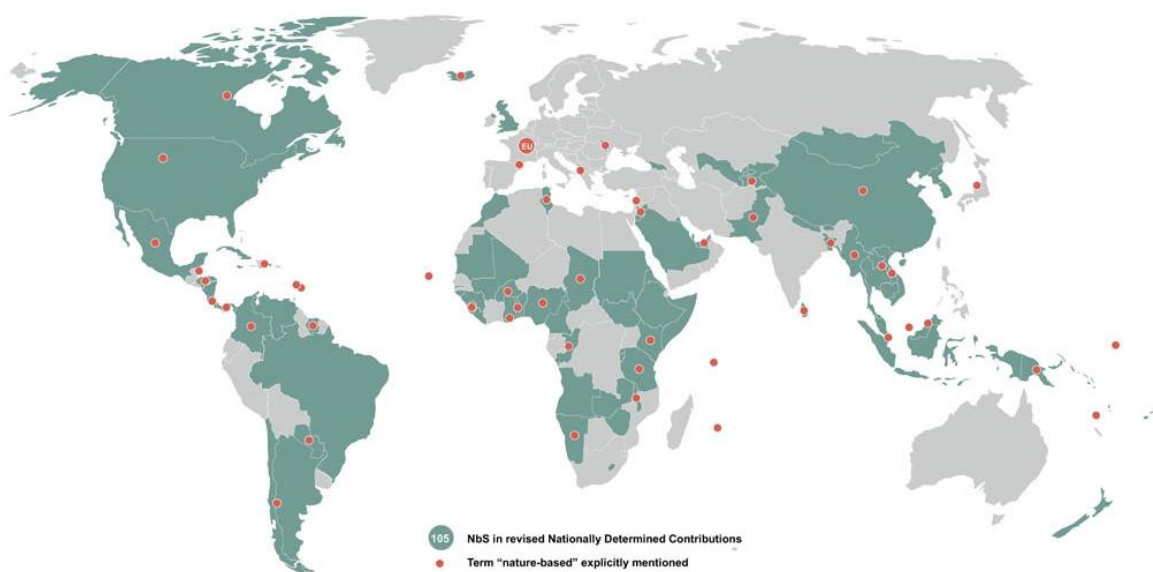
รูปที่ 7 แนวคิดในการแก้ปัญหาความท้าทายทางสังคมที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

ที่มา: IUCN (2020)

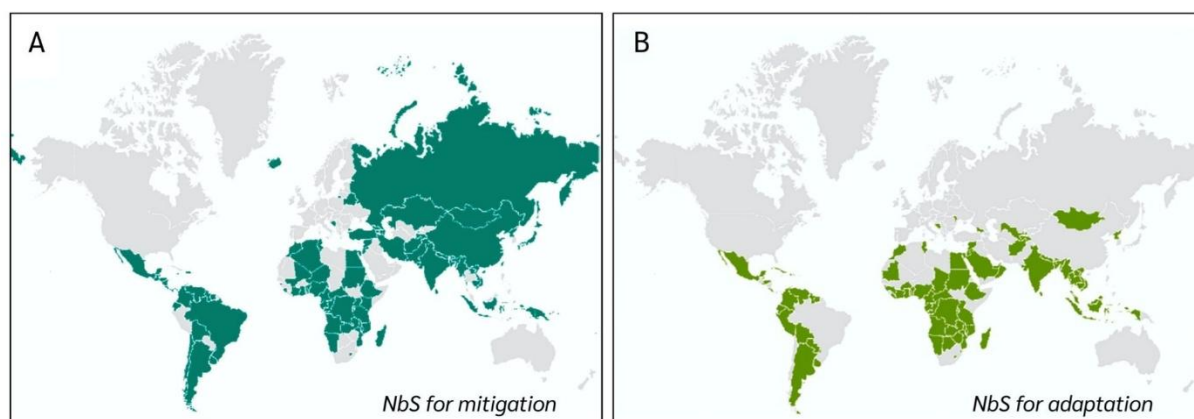
หลายประเทศทั่วโลกได้เริ่มให้ความสำคัญและกำหนดให้การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานเป็นหนึ่งในกลยุทธ์สำหรับการบรรเทาและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศไว้ในเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (Nationally Determined Contribution; NDCs) เนื่องจากเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการมีส่วนช่วยให้เป็นไปตามความตกลงปารีส ภายใต้ United National Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) ซึ่งแนวทางนี้ได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Zhai et al., 2023) โดย 84% ของแผน NDC ของประเทศต่าง ๆ ที่มีการยื่นเข้าสู่แนวทางเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรอบที่สอง ได้ระบุถึงการใช้แนวทางในการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานร่วมด้วย ซึ่งเพิ่มขึ้นจากรอบแรกถึง 78% (Seddon et al., 2019b) โดยระบบนิเวศที่มีความสำคัญสูงสุดภายใน NDCs เหล่านี้คือ ระบบนิเวศป่าบก รองลงมาคือระบบนิเวศชายฝั่งและทะเล และระบบนิเวศน้ำจืด (Seddon et al., 2020) การศึกษาของสหราชอาณาจักร พบว่าการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน มีศักยภาพในการสนับสนุนเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงยังทำให้ความเป็นอยู่ของมนุษย์ดีขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม การนำไปใช้เชิง

นโยบายของภาครัฐ จำเป็นต้องมีการพัฒนา การกำกับดูแลและการประเมินเพื่อให้แน่ใจว่าบรรลุผลตามความต้องการ นอกจากนี้ การนำการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานไปใช้ในแต่ละพื้นที่ จำเป็นต้องมีการวางแผนเชิงพื้นที่และการดำเนินโครงการอย่างรอบคอบ เพื่อให้เกิดประโยชน์กับหลายภาคส่วน ทั้งนี้ ยังมีช่องว่างทางความรู้ และความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาศักยภาพของการนำการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานไปใช้ (Stafford et al., 2021)

โดยการขับเคลื่อนประเด็นการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติโดยใช้แนวทาง NbS เริ่มมีการให้ความสำคัญกันในระดับนานาชาติ โดยในปี ค.ศ. 2022 ได้มีการปรับปรุงคำมั่นสัญญาด้านสภาพภูมิอากาศ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นในการแก้ไขปัญหาโดยใช้แนวทาง NbS ในการนี้ประเทศสมาชิกจำนวน 148 ประเทศ ได้มีการส่งแผนการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contributions; NDCs) ซึ่งถือเป็นกลไกหลักในการสร้างภาระผูกพันเพื่อบรรลุเป้าหมายระดับโลก (Samaniego et al., 2023) เพิ่มเติมจำนวน 122 ฉบับ (รูปที่ 8) โดย NDCs เหล่านี้มีการให้ความสำคัญและมีการเพิ่มความพยายามในการนำแนวทาง NbS มาใช้ในการแก้ปัญหาความท้าทายทางสังคมด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยส่วนใหญ่เป็นไปในแนวทางของการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศ หรือการทำวนเกษตร ในแผนการลดผลกระทบหรือการปรับตัว (Nature-based Solutions Initiative, 2022) ต่อมาในปี 2023 มีการรายงานว่าในประเทศสมาชิกจำนวน 191 ประเทศ ได้มีการบรรจุแผน NbS ลงไป NDC โดย 103 ประเทศ (54.2%) เป็นแผนเพื่อการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ขณะที่ 99 ประเทศ (52.1%) เป็นแผนเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การกระจายตัวส่วนใหญ่อยู่ในทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และเอเชีย เช่น จีน และ เวียดนาม จากข้อมูลดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าประเทศกำลังพัฒนา ได้ให้ความสนใจต่อการนำแนวทาง NbS เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายของประเทศมากกว่าประเทศพัฒนาแล้ว (Zhi et al., 2023; รูปที่ 9) นอกจากนี้หลายประเทศในทวีปยุโรป ได้มีการรายงานจุดศูนย์กลางด้าน NbS (NbS Hubs) จำนวน 11 แห่ง (Catalano et al., 2025)

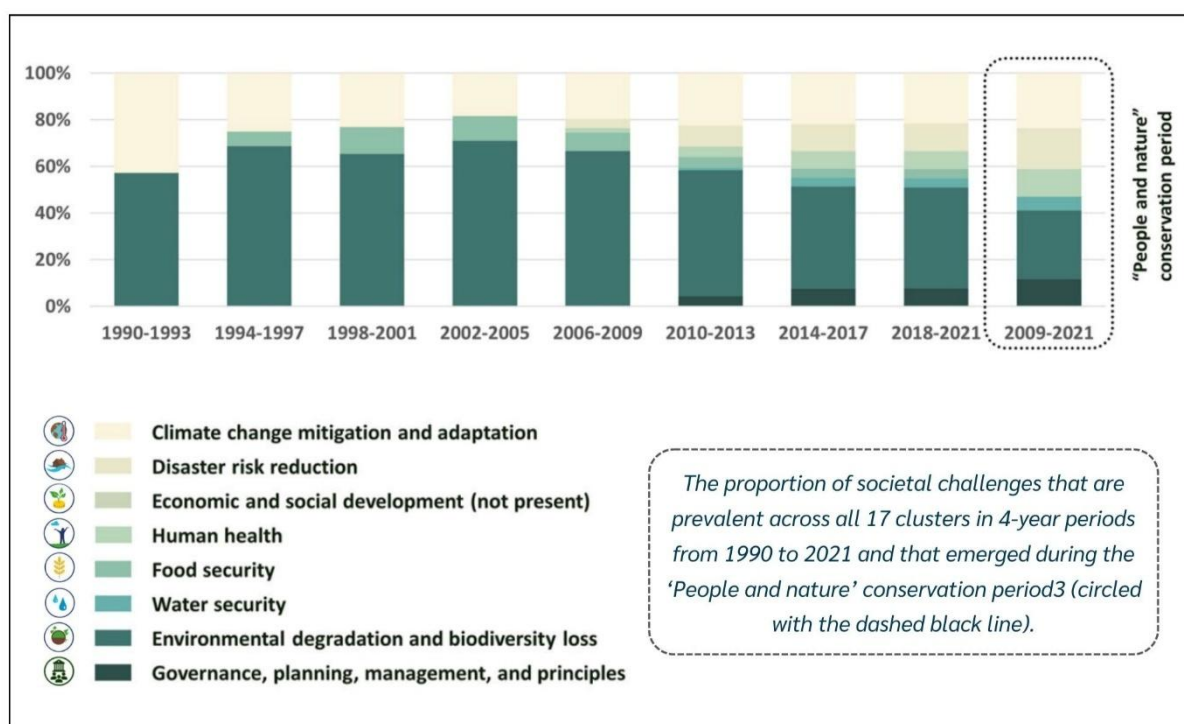


รูปที่ 8 แผนที่แสดงการกระจายตัวประเทศ (พื้นที่สีเขียว) ที่มีการส่ง NDCs เพิ่มเติม และพื้นที่ (จุดสีแดง) ที่มีการกล่าวถึงแนวทาง NbS
ที่มา: Nature-based Solutions Initiative (2022)



รูปที่ 9 การกระจายตัวของประเทศที่บรรจุแนวทาง NbS ไว้ใน NDCs: (A) NbS เพื่อการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และ (B) NbS เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ
ที่มา: Zhai et al. (2023)

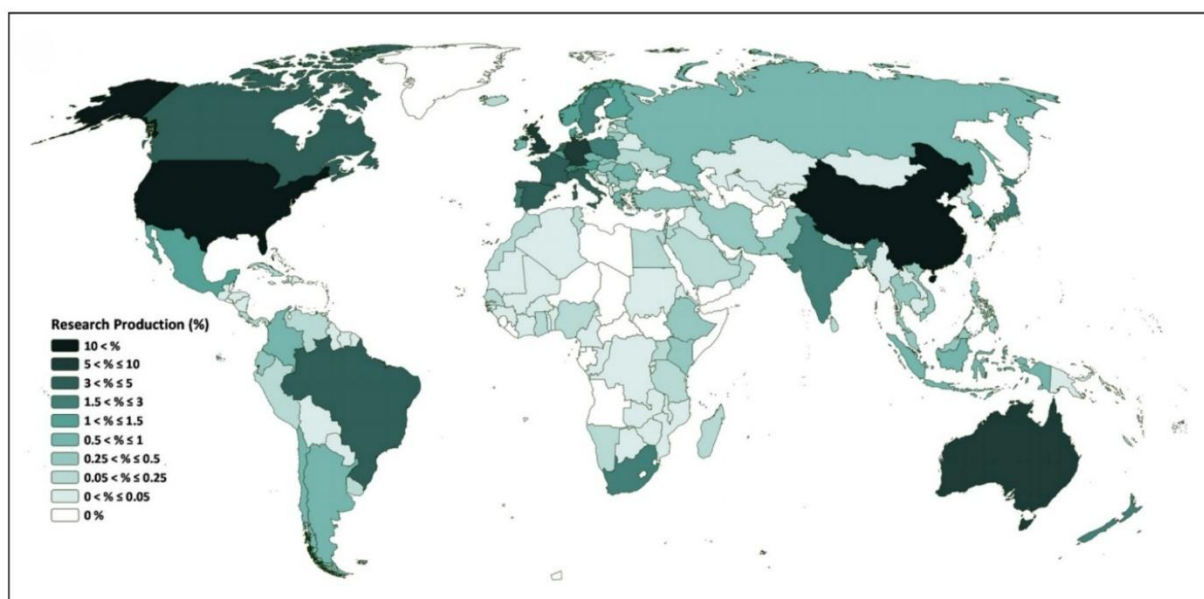
จากประเด็นความท้าทายทางสังคม (Societal challenges) ทั้ง 7 ข้อ ของแนวคิด NbS ที่กำหนดโดย IUCN ได้รับการยอมรับว่ามีศักยภาพในการรับมือกับความท้าทายทางสังคมใน 2 ประเด็น คือ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มากกว่าปัญหาทางสังคมด้านอื่น ๆ พัฒนาการของหัวข้อการศึกษาวิจัยด้าน NbS ที่มีการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (ค.ศ. 1990-2021) โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาทุก 4 ปี แสดงแนวโน้มที่มีการเพิ่มขึ้นของความสนใจในประเด็นความท้าทายทางสังคมที่หลากหลายและครอบคลุมมากขึ้น โดยมีการเพิ่มเติมประเด็นของธรรมาภิบาล การวางแผน การจัดการ และหลักการ (Governance, planning, management, and principles) เข้ามาด้วย เมื่อพิจารณาถึงผลผลิตของงานวิจัยด้าน NbS ผ่านการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของนักวิจัย โดยไม่ขึ้นอยู่กับหัวข้อวิจัยที่มุ่งเน้นพบว่าผลผลิตงานวิจัยด้านนี้ของนักวิจัยไทยอยู่ในปริมาณค่อนข้างน้อย คิดเป็นร้อยละของผลผลิต (% Research production) อยู่ที่สูงกว่า 0.25% ถึงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.50% (Dunlop et al., 2024; รูปที่ 10 และ 11)



รูปที่ 10 สัดส่วนของหัวข้อการศึกษาวิจัยด้าน NbS ที่มีการศึกษาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

(ค.ศ. 1990-2021) โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาทุก 4 ปี

ที่มา: Dunlop et al. (2024)



รูปที่ 11 ผลผลิตของงานวิจัยด้าน NbS ผ่านการกระจายตัวทางภูมิศาสตร์ของนักวิจัย

โดยไม่ขึ้นอยู่กับหัวข้อวิจัยที่มุ่งเน้น

ที่มา: Dunlop et al. (2024)

ความมุ่งมั่นด้าน NbS ในเวทีนานาชาติ ในส่วนของการมีส่วนร่วมที่ประกาศกำหนดเอง (NDCs) และ แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ (NBSAPs) ของประเทศสมาชิกอาเซียน ซึ่งจะมี บทบาทสำคัญต่อการนำแนวทาง NbS ไปปฏิบัติในภูมิภาคอาเซียน ส่วนของ NDCs พบว่าทุกประเทศ ยกเว้น ฟิลิปปินส์ และไทย ได้กล่าวถึงบทบาทของ NbS ในส่วนของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก หรือลดผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Mitigation) โดยสิงคโปร์ และมาเลเซีย มีการระบุไว้อย่างชัดเจน ส่วน ประเทศอื่น ๆ แม้ไม่ได้มีการใช้คำว่า “NbS” โดยตรง แต่ได้เน้นย้ำความสำคัญของแนวทางอิงธรรมชาติในการ การใช้ที่ดิน เช่น การฟื้นฟูป่าและพื้นที่ชุ่มน้ำ การเกษตรเชิงอนุรักษ์ การทำป่าเกษตรผสมผสาน และการฟื้นฟู หรือคุ้มครองสัตว์ป่าท้องถิ่น แม้ว่าฟิลิปปินส์และไทย จะไม่ได้เน้นบทบาทของ NbS ในด้านการลดผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่มีความเป็นไปได้ว่าทั้งสองประเทศอาจมีโครงการระดับชาติที่นำ NbS มาใช้ในมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่แล้ว ซึ่งอาจไม่ได้มีการกล่าวถึงในรายละเอียดเชิงลึก สำหรับด้าน ของมาตรการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Adaptation) ทุกประเทศได้มีการกล่าวถึง มาตรการด้านนี้ โดยส่วนใหญ่ประเทศบรูไน มาเลเซีย เมียนมา สปป.ลาว สิงคโปร์ ไทย และ เวียดนาม ได้มี การกล่าวถึง NbS อย่างชัดเจน ขณะที่การกล่าวถึงแบบอ้อม คือ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและ เกษตรกรรมแบบบูรณาการ ได้แก่ การฟื้นฟู พื้นที่ชุ่มน้ำ คุ้มครอง อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และที่ อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ป่าไม้และพื้นที่ชุ่มน้ำ การฟื้นฟูแนวชายฝั่ง และการสร้างพื้นที่สีเขียวในเมือง ท้ายที่สุด ใน NBSAPs ของทุกประเทศล้วนระบุวิธีการ NbS เพื่ออนุรักษ์หรือพัฒนาความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม กัมพูชา เป็นประเทศเดียวที่ระบุถึงแนวทาง “วิธีระบบนิเวศ” (Ecosystem approach) ภายใต

วัตถุประสงค์เชิงกลยุทธ์ ขณะที่การกล่าวถึงแบบอ้อมนั้นมีหลากหลาย ตั้งแต่การอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศ (ป่าไม้ ป่าชายเลน ทะเล ฯลฯ) การจัดการทรัพยากรอย่างบูรณาการและยั่งยืน ไปจนถึงการอนุรักษ์และคุ้มครองชนิดพันธุ์ต่าง ๆ (ASEAN Secretariat, 2022; ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การกล่าวถึง NbS โดยตรง (สีเขียว) และโดยอ้อม (สีเหลือง) ใน NDCs และ NBSAPs ของประเทศสมาชิกอาเซียน และไม่กล่าวถึงเลย (สีแดง)

	NDC (international climate commitments)		NBSAP (international biodiversity commitments)
	Mitigation	Adaptation	
Brunei Darussalam	No direct mentions of NbS One indirect mention of NbS: afforestation and reforestation to increase forest cover.	One direct mention of NbS as a way to increase resilience. One indirect mention of NbS, in the context of coastal restoration projects for flood mitigation.	No direct mentions. Indirect mentions, e.g.: reservation of forest and marine areas, protection, conservation, sustainable harvesting, rehabilitation of degraded ecosystems, adaptive management, ecological strategies, and reforestation.
Cambodia	No direct mentions of NbS Several indirect mentions, e.g.: conservation agriculture, improved monitoring of resources and land use, sustainable forest management, reduced deforestation.	No direct mentions of NbS Several indirect mentions, e.g.: Effective management and protection of ecological systems, standardized green spaces for urban planning, biodiversity conservation, integrated water management planning.	Direct mentions of the ecosystem approach. Indirect mentions, e.g.: adaptive management, protection and conservation areas, restoration/rehabilitation of degraded ecosystems, conservation, sustainable management, restoration of agroecosystems + mangrove ecosystems, community-based nat. res. management.
Indonesia	No direct mention of NbS. Few indirect mentions, e.g.: restoration of peatlands, rehabilitation of degraded forest land.	A few indirect mentions, e.g.: conservation areas, restoration of degraded lands and wetlands.	No direct mentions. Indirect mentions, e.g.: appropriate management, preservation, sustainable utilization, conservation (areas), restoration, recovery.
Lao PDR	No direct mention of NbS Several indirect mentions, e.g.: reduced deforestation and forest degradation, conservation, sustainable management.	Several direct mentions of NbS and ecosystem-based adaptation. Several indirect mentions, e.g.: climate resilient farming systems, protected areas, integrated land-use planning, and green infrastructure.	No direct mentions. Some indirect mentions, e.g.: conservation, environmentally sound production and consumption, sustainable management, rehabilitation, protection, integrated management.
Malaysia	No distinction is made between mitigation and adaptation. Several direct mentions of NbS in the context of wetland rehabilitation and coastal resilience. Indirect mentions of NbS, e.g.: rehabilitation and protection programs, green-gray infrastructures, conservation, integrated management (agricultural and water resources), and coastal protection.		No direct mentions. Some indirect mentions, e.g.: biodiversity conservation embedded into land-use plans, safeguarding of key ecosystems.
Myanmar	No direct mention of NbS Several indirect mentions, e.g.: agroforestry for climate resilience, adaptive crop development, reserved and protected forests, protected area systems.	Several direct mentions of NbS and EbA. Several indirect mentions, e.g.: conservation agriculture, integrated soil and water conservation, integrated management, resilience-enhancing natural resource management, conservation and restoration.	No direct mentions. Few indirect mentions, e.g.: sustainable management, conservation, safeguarding ecosystems.
Philippines	No mention of NbS.	A few indirect mentions, e.g.: forest protection, restoration, reforestation and conservation.	No direct mentions. Indirect mentions, e.g.: restoration, conservation (management), green infrastructure, sustainable agriculture.
Singapore	No distinction is made between mitigation and adaptation. One direct mention of NbS in the context of coastal protection measures. A few indirect mentions, e.g.: conservation of more native plants and animals by carrying out recovery plans, enhancing forest, marine and coastal habitats, Integrated Urban Coastal Management (IUCM), adaptive tree management, conservation of native species, forests and habitats.		No direct mentions. Several indirect mentions, e.g.: species conservation, recovery programs, rehabilitation, green corridors, ex-situ conservation, integrated management.
Thailand	No mention of NbS.	One direct mention of EbA Indirect mentions, e.g.: integrated water resource management, conservation, rehabilitation.	No direct mentions. Several indirect mentions, e.g.: conservation, restoration, sustainable utilization, in-situ and ex-situ conservation, integrated management.
Viet Nam	No direct mentions of NbS. Several indirect mentions, e.g.: protection and conservation of forests, restoring protected forests, regeneration, land conservation.	Direct mention of NbS and EbA. Few indirect mentions, e.g.: integrated natural resources management plan, restoration of mangroves and coastal protection.	No direct mentions. Several indirect mentions, e.g.: protection, restoration, conservation, biodiversity corridors, regeneration.

ที่มา: ASEAN Secretariat (2022)

สำหรับประเทศไทยได้ระบุการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานไว้ใน NDC ของปี ค.ศ. 2020 สำหรับดำเนินการเพื่อการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยไทยเป็นผู้นำในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในด้านการศึกษาด้านข้อมูลของระบบนิเวศป่าชายเลนและหญ้าทะเล โดยพบศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้ 14.30 ถึง 228.45 Tg และ 0.28 ถึง 3.23 Tg ตามลำดับ (Stankovic et al., 2023) อย่างไรก็ตามการนำแนวทาง NbS เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในแผน NDC ของประเทศ ควรมีการทำความเข้าใจร่วมกันที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดดังกล่าว พร้อมมีการศึกษาเพิ่มเติมในระบบนิเวศอื่น ๆ เช่น พื้นที่เกษตร ป่าไม้ และสวนสาธารณะ รวมถึงควรมีการศึกษาให้ครอบคลุมทุกด้าน ทั้งศักยภาพ สถานภาพ นโยบาย ความพร้อมของมาตรการ เทคโนโลยี นวัตกรรม การเงิน การลงทุน การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ เพื่อกำหนดทิศทางของการทำงานเรื่องนี้อย่างเร่งด่วน

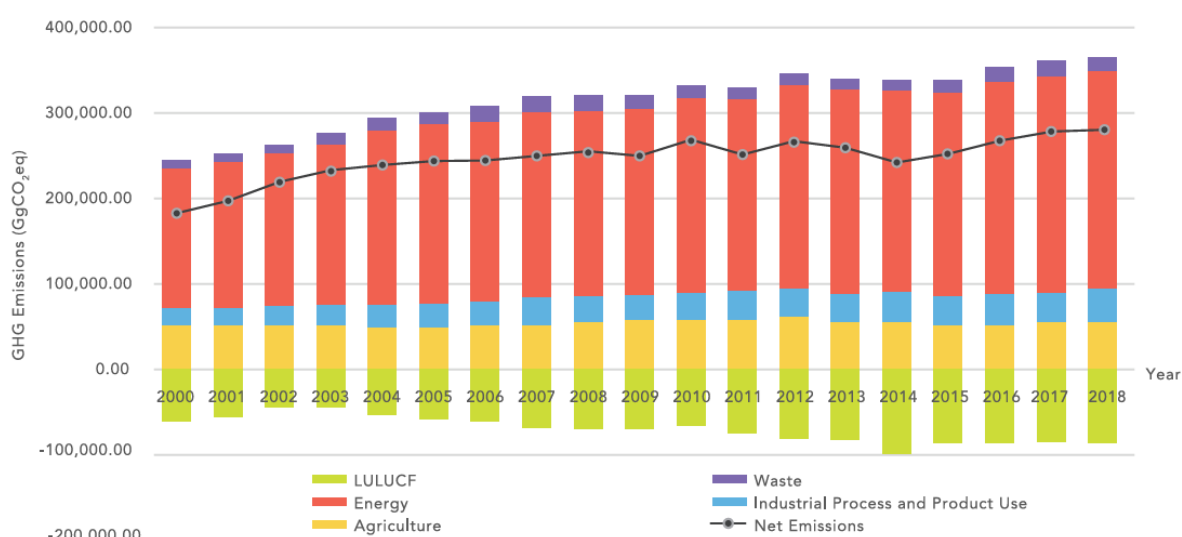
ในบริบทของประเทศไทย จากการเข้าร่วมประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 26 (COP26) ณ เมืองกลาสโกว์ ประเทศสกอตแลนด์ สหราชอาณาจักร ในปี ค.ศ. 2021 พลเอกประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีของประเทศไทยในขณะนั้น ได้มีการประกาศเจตนารมณ์ในการกำหนดบทบาทของประเทศในการมีส่วนผลักดันเป้าหมายการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยกำหนดว่าประเทศไทยมีความประสงค์ในการบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ภายในปี ค.ศ. 2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emissions) ภายในปี ค.ศ. 2065 (Royal Thai Government, 2021) ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาเป็นแผนการทำงานที่เรียกว่า Thailand's climate action (รูปที่ 12) โดยประเทศไทยได้มีแผนในการใช้ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์จากที่ดินในการดูดกลับปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้ได้อย่างน้อย 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) จึงเป็นที่มาเบื้องต้นในการศึกษาศักยภาพของภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์จากที่ดิน รวมถึงภาคเกษตร ภายใต้แนวคิดของ NbS เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการขับเคลื่อนการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ให้กับประเทศ ทั้งยังช่วยในมิติของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของมนุษย์อีกด้วย



รูปที่ 12 แผนการขับเคลื่อนการปฏิบัติงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย
ที่มา: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2021)

1.2 สถานการณ์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทย

ภาคส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 5 ภาคส่วน ตาม IPCC Guideline ประกอบด้วย 1) ภาคพลังงาน 2) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ 3) ภาคการเกษตร 4) ภาคของเสีย และ 5) ภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน และจำแนกก๊าซเรือนกระจกออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), มีเทน (CH₄), ไนตรัสออกไซด์ (N₂O), ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน HFCs, ก๊าซ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) โดยประเทศไทยได้มีการวิเคราะห์สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกและ CO₂ โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีรายงานอัตราการปล่อย CO₂ รายปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000-2018 ในแต่ละภาคส่วน (รูปที่ 13)



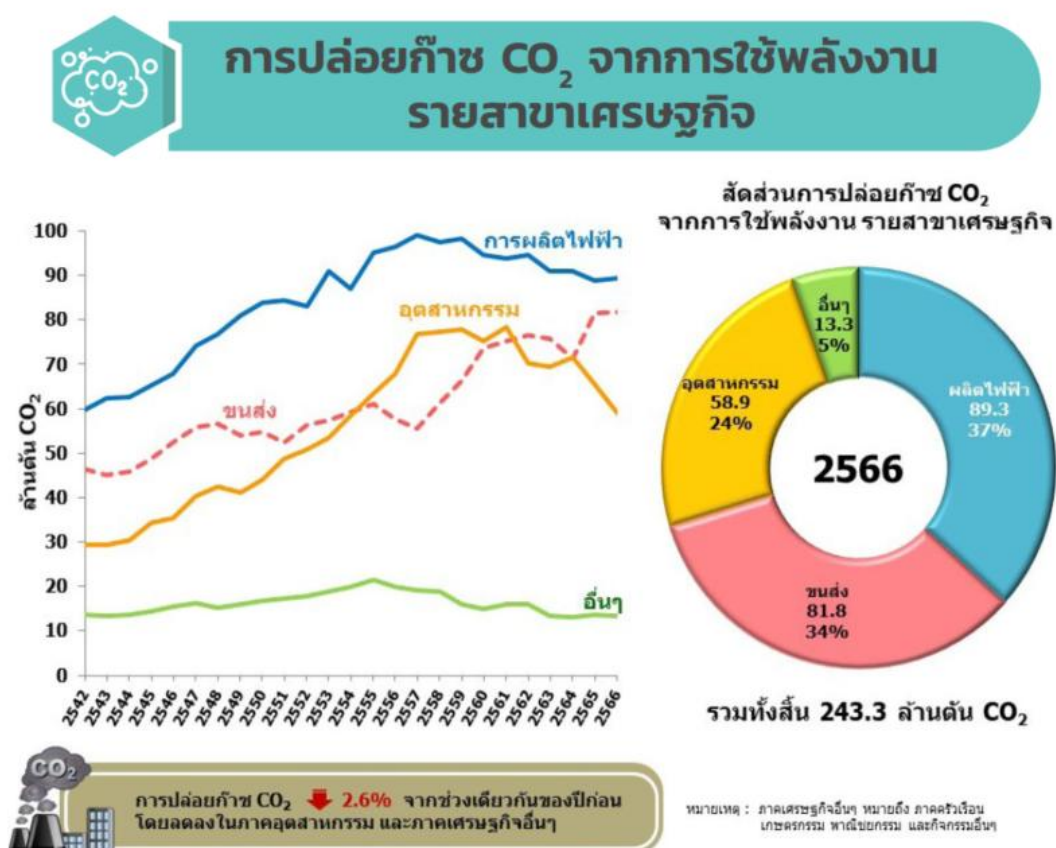
รูปที่ 13 อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยต่อปี ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2018

ที่มา: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (2022a)

ก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญ คือ CO₂ ซึ่งเป็นประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่ก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำหรับสถานการณ์การปล่อย CO₂ ของประเทศไทยในปัจจุบัน มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามภาวะเศรษฐกิจและการใช้พลังงานในภาคส่วนต่าง ๆ โดยข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) ระบุว่า ในปี พ.ศ. 2565 ประเทศไทยมีการปล่อย CO₂ จากการใช้พลังงานรวมประมาณ 243.3 ล้านตัน โดยมีการแบ่งการใช้พลังงานรายสาขาเศรษฐกิจ คือ 1) ภาคผลิตไฟฟ้า มีการปล่อย CO₂ สูงสุดประมาณ 89.3 ล้านตัน (37%) 2) ภาคการขนส่ง มีการปล่อย CO₂ ประมาณ 81.8 ล้านตัน (34%) 3) ภาคอุตสาหกรรม มีการปล่อย CO₂ ประมาณ 58.9 ล้านตัน (24%) และ 4) ภาคเศรษฐกิจอื่น ๆ รวมถึงภาคธุรกิจและครัวเรือน มีการปล่อย CO₂ ประมาณ 13.3 (5%) ดังแสดงใน

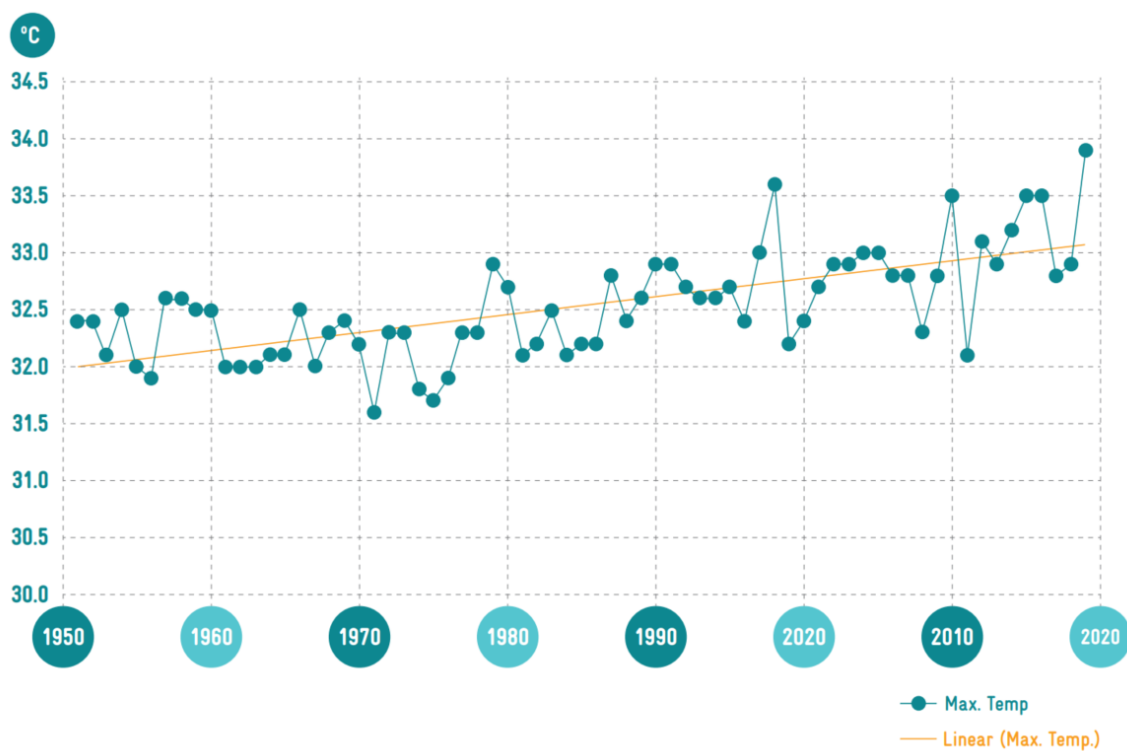
รูปที่ 14 นอกจากนี้มีการแยกตามการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ เช่น น้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน/ลิกไนต์ เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2566)

เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการปล่อย CO₂ ในต่างประเทศ ค่าเฉลี่ยของโลกในปี พ.ศ. 2563 ประเทศไทยมีการปล่อย CO₂ ต่อการใช้พลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 2.03 พันตัน CO₂ ต่อการใช้พลังงาน 1 พันตันน้ำมันดิบเทียบเท่า (KTOE) ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ซึ่งอยู่ที่ 2.29 พันตัน CO₂ ต่อ 1 KTOE แสดงให้เห็นว่าแม้ประเทศไทยยังมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในระดับสูง แต่ถือว่าเป็นระดับที่ต่ำกว่าหลายประเทศที่พัฒนาแล้ว (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2566) กล่าวโดยสรุปคือ ประเทศไทยมีแนวโน้มการปล่อย CO₂ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2565 โดยเฉพาะในภาคการขนส่งและการใช้น้ำมันสำเร็จรูป ซึ่งเป็นผลมาจากการฟื้นตัวของเศรษฐกิจและการเดินทางหลังการผ่อนคลายมาตรการ Covid-19 อย่างไรก็ตาม การปล่อยก๊าซจากภาคอุตสาหกรรมและการผลิตไฟฟ้ากลับลดลง สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของการใช้พลังงานของประเทศ และเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมีรายงานแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีของประเทศไทย ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950-2020 (ONEP, 2022b; รูปที่ 15)



รูปที่ 14 การปล่อยก๊าซ CO₂ จากการใช้พลังงานรายสาขาและเศรษฐกิจ

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (2566)

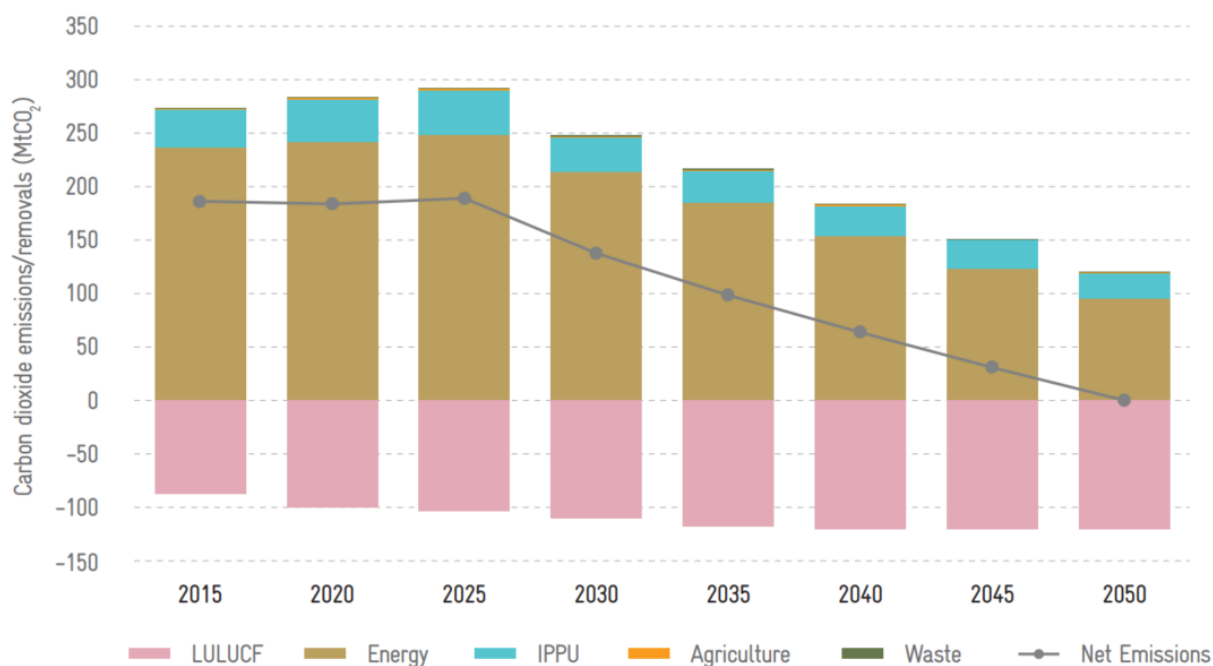


รูปที่ 15 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดในรอบปีของประเทศไทย ช่วงปี ค.ศ. 1950-2020

ที่มา: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (2022b)

1.3 เส้นทางสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศไทย

เพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน ภายในปี ค.ศ. 2050 ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในภาคพลังงาน ซึ่งเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใหญ่ที่สุด โดยประเทศไทยได้จัดทำ ร่างแผนพลังงานแห่งชาติ 2565 (NEP 2022) ซึ่งเป็นกรอบนโยบายเพื่อกำหนดแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบพลังงานสะอาด และวางแผนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวตามระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้นการปล่อย CO₂ จากภาคอุตสาหกรรม (IPPU) ขยะ และเกษตรกรรม จึงต้องเป็นไปตามเส้นทางควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 1.5 องศาเซลเซียส โดยแหล่งปล่อยหลักจะมาจากภาคอุตสาหกรรม ในการนี้จะมีการนำเทคโนโลยี การดักจับ การใช้ประโยชน์ และการกักเก็บคาร์บอน (CCUS) เพื่อช่วยลด CO₂ ในภาคส่วนนี้เข้ามามีส่วนช่วย สำหรับภาคส่วนที่มีความสำคัญไม่แพ้กันในการมีส่วนช่วยในการดูดซับคาร์บอน คือ ภาคการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และภาคป่าไม้ (LULUCF) คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (MtCO₂e) ต่อปี ภายในปี ค.ศ. 2037 ขณะที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของประเทศ คาดว่าจะอยู่ที่ 137.3 MtCO₂e ในปี ค.ศ. 2030 และ 63.1 MtCO₂e ในปี ค.ศ. 2040 ตามลำดับ และเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนได้ในที่สุด ในปี ค.ศ. 2050 (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 เส้นทางสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนของประเทศไทย ภายในปี ค.ศ. 2050

ที่มา: Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (2022b)

1.4 สถานการณ์ด้านความหลากหลายทางชีวภาพของโลกและประเทศไทย

ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นที่มาของปัจจัยพื้นฐานในสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ หรือที่เรียกว่าเป็น นิเวศบริการ (Ecosystem services) เมื่อกล่าวถึงความสำคัญด้านเศรษฐกิจของประเทศ ในปี พ.ศ. 2561 มีส่วนในการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ในส่วนของการสร้างมูลค่าของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) สูงถึง 41.7 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 55 ของ GDP รวมของโลก ดังนั้น การขับเคลื่อนประเทศด้วยโมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียว (BCG) สำหรับปี พ.ศ. 2564-2569 สาขาความหลากหลายทางชีวภาพ เน้นการนำความรู้ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ไปบริหารจัดการให้เกิดความสมดุลระหว่างแนวทางการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรเพื่อความยั่งยืนของฐานทรัพยากรและความหลากหลายทางชีวภาพ ทิศทางในแผนการปฏิบัติงานดังกล่าวนอกจากเป็นต้นทุนพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาให้เศรษฐกิจเกิดความเติบโตแล้ว ยังส่งเสริมให้เกิดการตระหนักรู้และปรับเปลี่ยนมุมมองจาก “Nature as Resource” เป็น “Nature as Source” (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2563) ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นคือ เมื่อประชากรส่วนใหญ่มีความเห็นตรงกันว่าธรรมชาติคือพื้นฐานของสิ่งต่าง ๆ บนโลก จนหันมาดูแลรักษามากขึ้น จะสามารถส่งเสริมการนำแนวทางด้าน NbS เข้าไปประยุกต์ใช้ในกรอบการดำเนินงานต่าง ๆ ของสังคมมากขึ้น ดังนั้นการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศต่าง ๆ ทั่วโลก ย่อมนำมาซึ่งผลกระทบอย่างมหาศาลต่อความสมดุลของสิ่งแวดล้อม และส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของมนุษย์ในที่สุด

เนื่องด้วยการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มากเกินไปของมนุษย์ในช่วงประมาณ 200 ปีที่ผ่านมา ส่งผลให้เกิดการลดลงของจำนวนประชากรสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ หรือเกิดการสูญพันธุ์ขึ้นในบางชนิด ตามรายงานขององค์การสหประชาชาติว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพและบริการทางนิเวศ (IPBES) ระบุว่า ปัจจุบันสิ่งมีชีวิตมากกว่า 1 ล้านชนิดทั่วโลกกำลังเผชิญกับภาวะสูญพันธุ์ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก โดยมีสาเหตุหลักมาจากการทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้เพื่อทำการเกษตรและอุตสาหกรรม การทำประมงเกินขนาด รวมถึงภาวะโลกร้อนยังมีส่วนส่งผลต่อสภาพแวดล้อมของสัตว์และพืชหลายชนิด นอกจากนี้ องค์การกองทุนสัตว์ป่าโลก (WWF) ได้มีการรายงานว่าดัชนีความหลากหลายของประชากรสัตว์ป่า (Living Planet Index) ลดลงถึง 69% ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 สะท้อนให้เห็นถึงอัตราการลดลงของประชากรสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลาน ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา จากรายงานสถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2563 กล่าวว่ารายงาน Living Planet Report ในปี ค.ศ. 2014 ได้ระบุปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระดับโลก จากปัจจัยที่ส่งผลกระทบมากที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ การบริโภคทรัพยากรมากเกินไปจนเกินขีดจำกัด การเสื่อมโทรมและเปลี่ยนแปลงสภาพของถิ่นที่อยู่อาศัยในธรรมชาติ การสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัยในธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน มลพิษ และ โรคระบาด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563; รูปที่ 17)



รูปที่ 17 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระดับโลก

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563a)

ประเทศไทย ถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง มีชนิดพันธุ์ของพืชและสัตว์มากกว่า 15,000 ชนิด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2566) ปัจจุบันความหลากหลายทางชีวภาพของไทยกำลังลดลงอย่างต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ 1) การทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย จากการขยายตัวของพื้นที่เกษตรกรรมและการพัฒนาเมือง (กองทุนสัตว์ป่าโลก (WWF Thailand), 2565) 2) การล่าสัตว์เพื่อการค้าสัตว์ป่าผิดกฎหมาย และการค้าสัตว์ป่าข้ามชาติ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2566) 3) มลพิษและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเกิดจากของเสียจากอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2565) และ 4) การรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นหลากหลายชนิด (ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพแห่งประเทศไทย, 2566)

เนื่องด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ ถือเป็นประเด็นสำคัญในระดับโลก ที่ได้รับการส่งเสริมผ่านกรอบข้อตกลงและเป้าหมายต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เป้าหมายไอจิ (Aichi Biodiversity Targets), กรอบงานคุนหมิง-มอนทรีออล ว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลก (Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework; GBF) และ แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ (NBSAPs) ล้วนเป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน โดยประเทศไทยเองได้มีการวางแผนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับประเด็นด้านความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายในกรอบข้อตกลงดังกล่าว เช่น

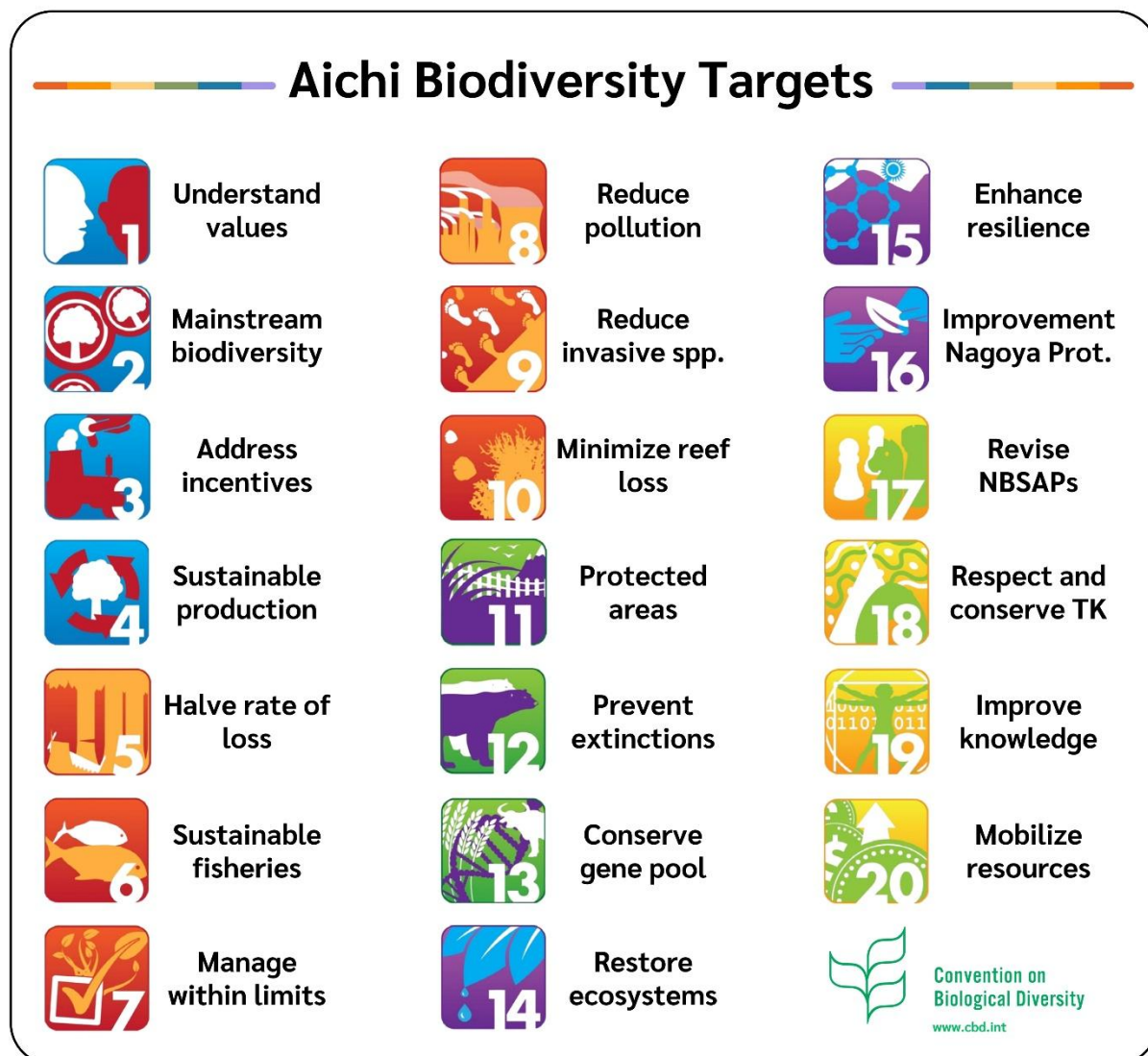
- **เป้าหมายไอจิ (Aichi Biodiversity Targets):** ชุดเป้าหมาย 20 ข้อ ถูกกำหนดขึ้นในปี ค.ศ. 2010 ภายใต้ แผนยุทธศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพ 2011-2020 ของ อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (CBD) มีเป้าหมายหลักในการชะลอและป้องกันการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยมีเป้าหมายครอบคลุมในส่วนของแนวทางการอนุรักษ์ เช่น การเพิ่มพื้นที่คุ้มครอง การใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของสังคม (Convention on Biological Diversity, 2025; รูปที่ 18) อย่างไรก็ตามเป้าหมายไอจิไม่สามารถบรรลุผลอย่างสมบูรณ์ตามระยะเวลาที่กำหนด คือ ค.ศ. 2020 เนื่องจากการขาดแคลนทรัพยากร การขาดกลไกติดตามผลที่มีประสิทธิภาพ และความกดดันจากกิจกรรมเศรษฐกิจ
- **กรอบงานคุนหมิง-มอนทรีออล ว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลก (Kunming-Montreal Global Biological Framework; GBF):** กรอบงานคุนหมิง-มอนทรีออล ว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลก เป็นกรอบงานความหลากหลายทางชีวภาพโลกหลังปี 2020 ซึ่งได้มีการนำมาใช้แทนเป้าหมายไอจิ โดยได้รับการรับรองในการประชุม “CBD COP15” ในปี ค.ศ. 2022 ณ เมืองมอนทรีออล ประเทศแคนาดา โดยมีเป้าหมายใหญ่คือ การอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสมดุลภายในปี ค.ศ. 2050 (Living in harmony with nature by 2050) ประกอบด้วย 4 เป้าหมายหลัก และ 23 เป้าหมายย่อย ที่ต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน ค.ศ. 2030 เป็นกรอบงานที่ได้รับการต่อยอดและปรับปรุงจากเป้าหมายไอจิ เช่น เป้าหมาย GBF 3 (“30 by 30”) คือการคุ้มครองพื้นที่ทางทะเลอย่างน้อย 30% ภายใน ค.ศ. 2030 และ เป้าหมาย GBF 19 คือการลดช่องว่างทางการเงินด้านความหลากหลายทางชีวภาพ 700 พันล้านดอลลาร์ต่อปี ผ่านการระดมทุนจากภาครัฐและเอกชน ซึ่งต้องเผชิญความท้าทายในเรื่องของการเพิ่มพื้นที่คุ้มครองที่จำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรที่มากขึ้นและการมีส่วนร่วมจากภาครัฐและภาคเอกชน และต้องมีกลไกทางการเงินและมาตรการติดตามผลที่เข้มแข็งยิ่งขึ้น (Convention on Biological Diversity, 2022)
- **แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ (National Biodiversity Strategies and Action Plans; NBSAPs):** กลยุทธ์ที่แต่ละประเทศพัฒนาขึ้น เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ให้สอดคล้องกับเป้าหมายในระดับโลก ดังที่กล่าวมาข้างต้น คือ เป้าหมายไอจิ และ GBF โดย NBSAP ของไทย ฉบับล่าสุด คือ Thailand's Fifth National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP 5; ค.ศ. 2023-2027) โดยมีการกำหนด 12 เป้าหมาย ภายใต้ 3 ยุทธศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเป้าหมายไอจิ โดยยุทธศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์ พื้นฟู และจัดภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อคงไว้ซึ่งบริการจากระบบนิเวศ 2) การส่งเสริมเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน และ 3) การเสริมสร้างขีดความสามารถ และการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งนี้แผนปฏิบัติการฯ ล่าสุดของประเทศไทย ได้มีการตั้งเป้าหมายที่มีความสอดคล้องกับเป้าหมายระดับโลกตาม กรอบงาน

คุณหมิง-มอนทรีออล ว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลก (GBF) รวมถึงยังมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) เป้าหมายที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 รวมถึงข้อตกลงอื่น ๆ ในหลายประเด็น เช่น อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการต่อต้านการแปรสภาพเป็นทะเลทราย (UNCCD) หรือ อนุสัญญาว่าด้วยการค้าระหว่างประเทศซึ่งชนิดสัตว์ป่าและพืชป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (CITES) เป็นต้น ทั้งนี้ได้มีการระบุหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย 5 ภาคส่วนหลัก ได้แก่ ภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา ภาคประชาสังคม และภาคประชาชน (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2567; รูปที่ 19)

โดยสามารถสรุปประเด็นสำคัญของกรอบการดำเนินงานและแผนบริหารจัดการทั้ง 3 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประเด็นสำคัญของกรอบการดำเนินงานและแผนบริหารจัดการทั้ง 3 รูปแบบ คือ เป้าหมายไอจิ, GBF และ NBSAPs

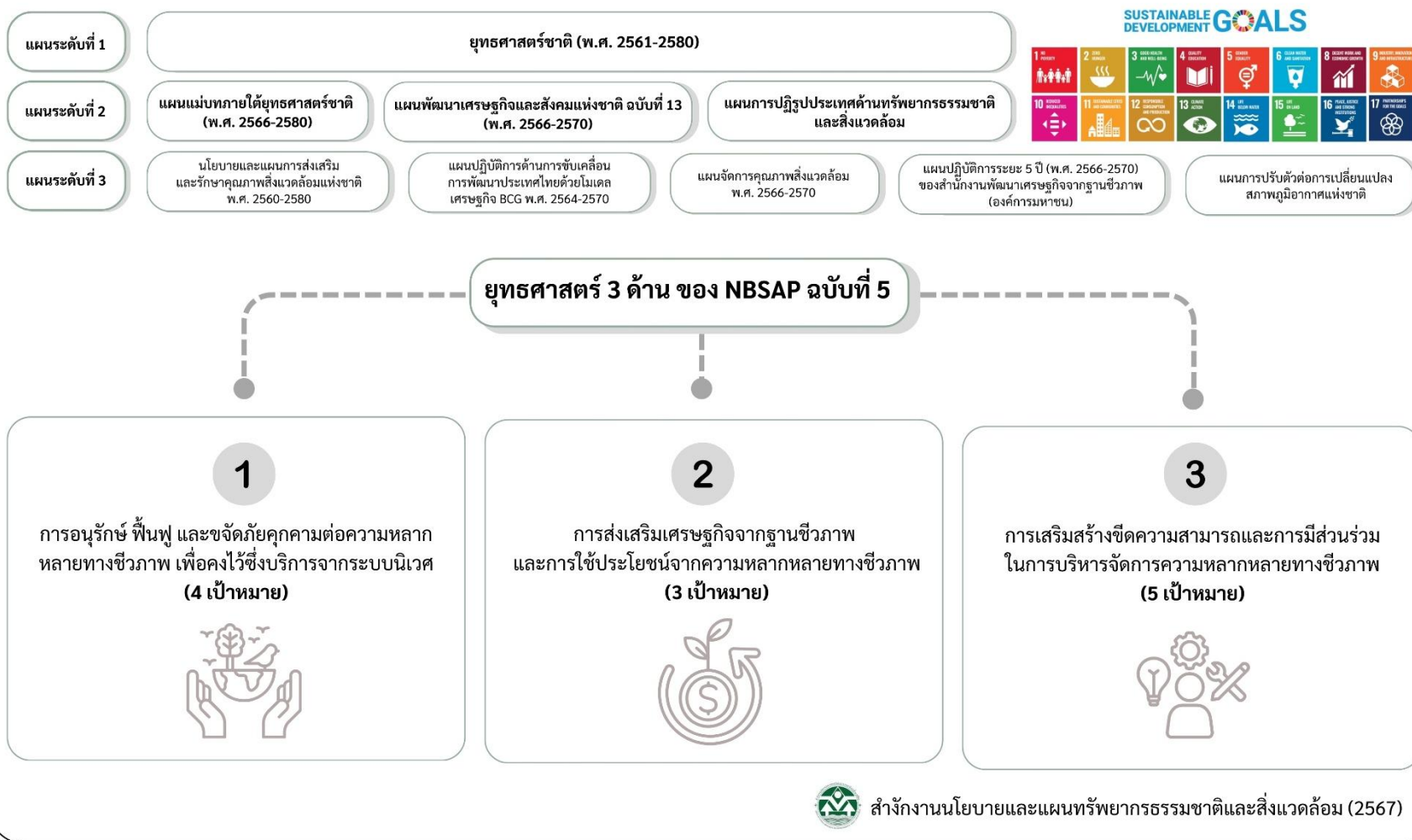
หัวข้อ	เป้าหมายไอจิ (2011-2030)	GBF (2020-2030)	NBSAPs
วัตถุประสงค์	ลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	อยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างสมดุล ภายใน ค.ศ. 2050	กำหนดแผนยุทธศาสตร์ระดับชาติ เพื่ออนุรักษ์และใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน
จำนวนเป้าหมาย	20 เป้าหมาย	4 เป้าหมายหลัก + 23 เป้าหมายย่อย	ขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศ โดยปรับให้สอดคล้องกับบริบทระดับชาติ
การอนุรักษ์พื้นที่	17% ระบบนิเวศบก / 10% ระบบนิเวศทางทะเล	30% ระบบนิเวศบกและทางทะเล (“30 by 30”)	หลายประเทศกำลังปรับ NBSAPs เพื่อรองรับ “30 by 30” และขยายพื้นที่คุ้มครอง
การมีส่วนร่วมของประเทศ	ใช้เป็นแนวทางระดับโลก	เป็นกรอบแนวทางใหม่ที่เข้มข้นมากขึ้น	ประเทศต่าง ๆ ต้องบูรณาการเป้าหมาย GBF เข้าไปในนโยบายระดับชาติ
กลไกการเงิน	ขาดกลไกที่ชัดเจน	ตั้งเป้าลดช่องว่างเงินทุน 700 ล้านดอลลาร์ต่อปี	ประเทศต่าง ๆ ต้องหาแนวทางระดมทุนผ่านกลไกในประเทศ และความร่วมมือระหว่างประเทศ



รูปที่ 18 ชุดเป้าหมาย 20 ข้อ ของเป้าหมายไอจิ (Aichi Biodiversity Targets)

ที่มา: Convention on Biological Diversity (2025)

แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566 - 2570 กับแผนระดับที่ 1-3 และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน



รูปที่ 19 ความเชื่อมโยงของแผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566-2570 กับแผนระดับที่ 1-3 และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2567)

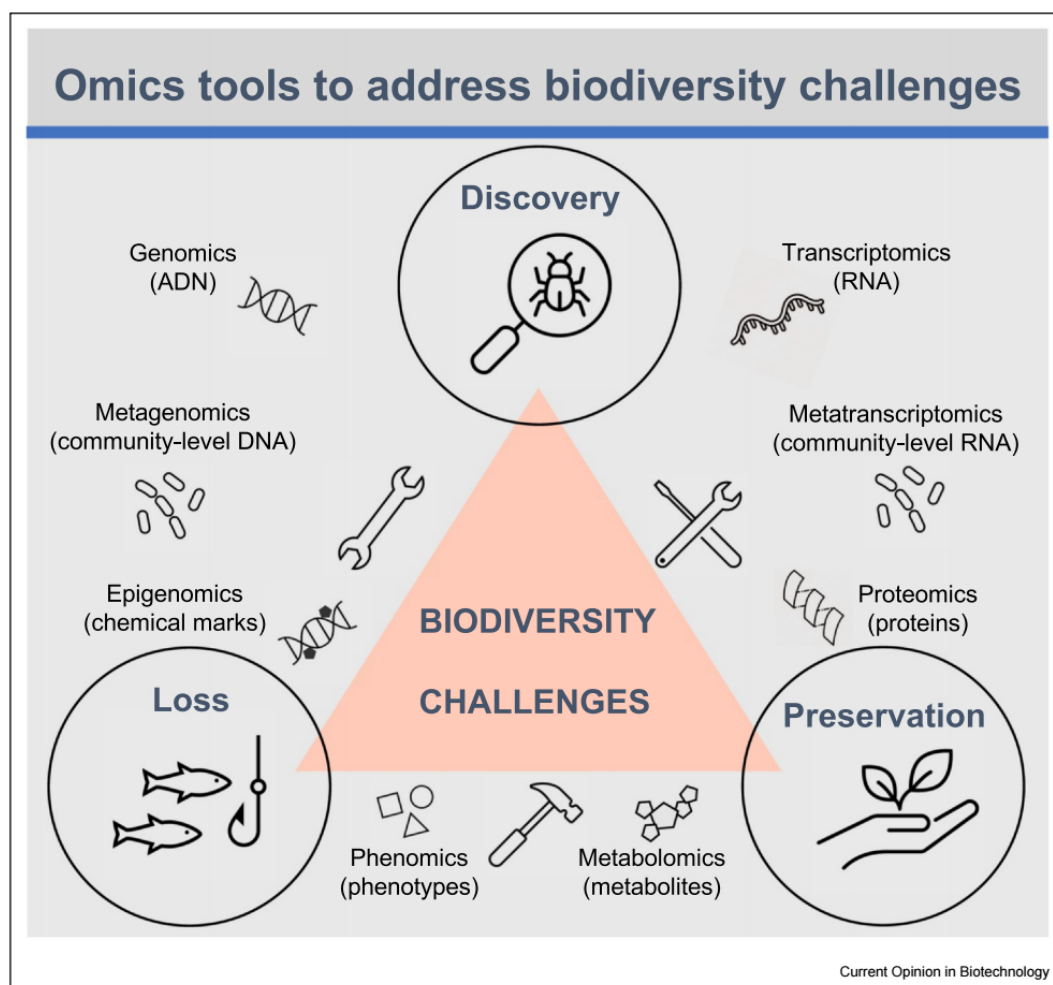
เทคโนโลยีสำหรับการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

เนื่องจากความหลากหลายทางชีวภาพ หรือความหลากหลายทางชีววิทยานั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ 1) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) 2) ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์สิ่งมีชีวิต (Species diversity) และ 3) ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecosystem diversity) ซึ่งแต่ละระดับต่างมีคุณค่าในหลายแง่มุม (Verma, 2016) ดังนั้นการนำเทคโนโลยีหรือเทคนิคด้านต่าง ๆ ซึ่งมีความก้าวหน้ามากขึ้นในปัจจุบันมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ถือเป็นส่วนสำคัญในการได้มาซึ่งข้อมูลที่มีประโยชน์ มีความแม่นยำ และเพิ่มขอบเขตการศึกษาให้มีความครอบคลุมมากขึ้นได้ โดยวิธีการที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน จากการสำรวจกลุ่มพันธมิตร Biodiversa+ ทั่วยุโรป เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีใหม่ (Novel technology) ซึ่งนิยามได้ว่าเป็นวิธีการหรือเทคโนโลยีที่ “ยังไม่ได้รับการใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านการติดตามความหลากหลายทางชีวภาพ ไม่ว่าจะเป็นการพิสูจน์แนวคิดจะได้รับการเผยแพร่หรือเปิดตัวเมื่อใดก็ตาม” โดยได้นำเสนอ 5 วิธีการ ได้แก่

1. **Bioacoustics:** การผลิต ส่งผ่าน และรับเสียงของสัตว์ในธรรมชาติ เช่น จำแนกชนิดพันธุ์โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์
2. **Camera traps:** ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้บันทึกกิจกรรมของสัตว์ป่าโดยอัตโนมัติ ไว้ในพื้นที่เป็นเวลานาน และจะถูกกระตุ้นให้ถ่ายภาพหรือวิดีโอเมื่อมีการเคลื่อนไหว
3. **UAVs/Drone:** อากาศยานที่บินโดยอัตโนมัติหรือควบคุมจากระยะไกล เช่น การทำแผนที่สามมิติ ภาพถ่ายทางอากาศ การวัดเชิงมุม การตรวจวัดด้วยเซ็นเซอร์ การสแกนด้วยเลเซอร์ อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of Things; IoT) คอมพิวเตอร์วิทัศน์ และปัญญาประดิษฐ์
4. **eDNA/Genomics:** เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่าง DNA หรือ RNA จากสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ ดิน ตะกอน หรืออากาศ มีการวิเคราะห์ eDNA แบบใหม่หลายวิธี เช่น Metabarcoding, Shotgun sequencing หรือ PCR เชิงปริมาณ
5. **Sensor networks:** เครือข่ายเซ็นเซอร์ที่กระจายตัวสูง ใช้เก็บข้อมูลสิ่งแวดล้อมในตำแหน่งที่กำหนด เช่น อุณหภูมิ ความดัน และความชื้นสัมพัทธ์ โดยทั่วไปจะถูกติดตั้งจำนวนมากเพื่อเฝ้าติดตามระบบหรือสภาพแวดล้อม

โดยพบว่าเทคโนโลยีใหม่ที่ใช้ในการสำรวจ มีแนวโน้มมุ่งเน้นไปที่ตัวชี้วัดความหลากหลายทางชีวภาพในระดับชนิดพันธุ์ หรือระดับชุมชน มากกว่าตัวชี้วัดในระดับระบบนิเวศ ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าเทคโนโลยีใหม่เหล่านี้กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็วในการศึกษาชนิดพันธุ์ มากกว่าระบบนิเวศโดยรวม โดยเทคโนโลยีบางอย่าง เช่น eDNA, UAVs, Camera traps ได้รับการใช้งานอย่างแพร่หลายในบางกลุ่มชนิดพันธุ์ (Ramilo-Henry et al., 2024)

เมื่อจำเพาะลงไปและเทคโนโลยีทางด้านโมเลกุล การปฏิบัติทาง Omics เช่น Genomics, Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics และ Meta-omics สามารถนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อช่วยระบุประเด็น และจัดการกับความท้าทายด้านการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพทั่วโลกอย่างที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ผ่านแนวทางการอนุรักษ์หรือฟื้นฟูสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศ ดังนั้นเครื่องมือ Omics จึงสามารถนำมาใช้ในการทำความเข้าใจปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ เช่น ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน มลพิษ การขยายตัวของเมือง การใช้ทรัพยากรเกินขนาด และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับระบบนิเวศเขตร้อนที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (De León et al., 2023; รูปที่ 20 และ 21)



รูปที่ 20 เครื่องมือ Omics เพื่อการระบุประเด็นความท้าทายด้านความหลากหลายทางชีวภาพ
ที่มา: De León et al (2023)

Application of omics tools to address the global biodiversity crisis						
Biodiversity loss drivers	Genomics	Transcript-omics	Prote-omics	Meta-omics	Metabol-omics	Consequences
 Climate change						Adaptation Behavior Body size Demographic changes Dispersal Extinction Food webs Gene expression Gene flow Genetic diversity Genetic structure Geographic range Hybridization Population dynamics Physiology Rapid evolution Species interactions
 Pollution						
 Overexploitation						
 Habitat loss						
 Invasive species						

Current Opinion in Biotechnology

รูปที่ 21 การประยุกต์ใช้เครื่องมือ Omics เพื่อระบุวิกฤตการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพในระดับโลก
ที่มา: De León et al (2023)

1.5 วัตถุประสงค์ ผลผลิต และวิธีการดำเนินงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อกำหนดทิศทางการบูรณาการการขับเคลื่อนข้ามสาขาด้านการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน ทั้งในมิติองค์ความรู้และความร่วมมือกับภาคีเครือข่าย ในการกำหนดนโยบายร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อพัฒนาแผนที่นำทางด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (SRI) ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net Zero Emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย โดย
 - 1) วิเคราะห์ศักยภาพ สถานภาพ นโยบาย ความพร้อมของมาตรการ เทคโนโลยี นวัตกรรม การเงิน การลงทุน ของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net Zero Emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
 - 2) จัดลำดับความสำคัญของงานวิจัย นวัตกรรม องค์ความรู้ ของการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net Zero Emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย

ผลผลิตของโครงการวิจัย

1. รายงานวิจัยและสมุดปกขาว (White Paper) การสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net zero emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย 1 ฉบับ
2. แผนที่นำทาง (Roadmap) ด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net zero emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย 1 ฉบับ
3. เครือข่ายในการกำหนดและขับเคลื่อนนโยบายร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่ Net zero emissions และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย 1 เครือข่าย

วิธีการดำเนินงานวิจัย

โครงการจัดทำแผนที่นำทางฯ ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) มีพันธมิตรร่วมดำเนินโครงการในทีมวิจัย จำนวน 4 หน่วยงาน โดยมีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นหัวหน้าโครงการ ซึ่งมีกระบวนการขั้นตอนสำคัญในการขับเคลื่อนการดำเนินโครงการ ดังแสดงในรูปที่ 22 เมื่อได้รับการอนุมัติโครงการในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2566 ได้มีการจัดประชุมและกำหนดคณะทำงานที่รับผิดชอบในแต่ละระบบนิเวศ และกำหนดรายชื่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่มีความเป็นไปได้ เพื่อประชาสัมพันธ์เชิญชวนเข้าร่วม “ภาคีเครือข่ายการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ” ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มระบบนิเวศ คือ 1) ระบบนิเวศป่าบก 2) ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ 3) ระบบนิเวศการเกษตร และ 4) ระบบนิเวศในเมือง ดำเนินการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิทั้งในและต่างประเทศ เพื่อประเมินศักยภาพ สถานภาพ ความพร้อมของมาตรการ เทคโนโลยี นวัตกรรม การเงิน การลงทุน ในการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน จากนั้นมีขั้นตอนการจัดประชุมเพื่อระดมความคิดเห็น และรับฟังข้อเสนอแนะในการปรับปรุงการจัดทำแผนที่นำทางฯ ซึ่งนับเป็น NbS Roadmap ฉบับแรกของประเทศไทย จำนวน 3 ครั้ง ได้แก่

- **ครั้งที่ 1:** ประชุมระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคการวิจัย สถาบันการศึกษา ภาคอุตสาหกรรม ตลอดจนภาคประชาชน เพื่อนำประเด็นข้อเสนอแนะมาพัฒนาร่างแผนที่นำทางฯ เมื่อวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2567 ณ โรงแรม ทีเค.พาเลซ แอนด์ คอนเวนชัน กรุงเทพมหานคร โดยมีการจัดให้เข้าร่วมทั้งในรูปแบบออนไลน์ และออนไลน์
- **ครั้งที่ 2:** ประชุมหารือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อร่างแผนที่นำทางฯ มาใช้ปรับปรุงการจัดทำแผนที่นำทางฯ ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น เมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ณ โรงแรมโรงแรมเซ็นจูรี พาร์ค กรุงเทพมหานคร โดยมีการจัดให้เข้าร่วมทั้งในรูปแบบออนไลน์ และออนไลน์
- **ครั้งที่ 3:** ประชุมประชาพิจารณ์ เพื่อเปิดให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากภาคส่วนต่าง ๆ ตลอดจนผู้ที่สนใจเข้าร่วมรับฟังการนำเสนอร่างแผนที่นำทางฯ เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับใช้ปรับปรุงเป็นฉบับสมบูรณ์ เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ณ โรงแรมโรงแรมเซ็นจูรี พาร์ค กรุงเทพมหานคร โดยมีการจัดให้เข้าร่วมทั้งในรูปแบบออนไลน์ และออนไลน์



รูปที่ 22 ขั้นตอนการทำงานสำหรับจัดทำแผนที่นำทางฯ

บทที่ 2 สถานภาพของทรัพยากรธรรมชาติ 4 ระบบนิเวศ

1. ระบบนิเวศป่าบก

1.1 การรวบรวมข้อมูลทรัพยากรภูมิในประเทศและต่างประเทศเพื่อประเมินศักยภาพ สถานภาพ ความพร้อมของมาตรการ เทคโนโลยี นวัตกรรม การเงิน การลงทุน ในการแก้ปัญหาที่อาศัย ธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

1.1.1 การรวบรวมข้อมูลทรัพยากรภูมิในประเทศ

1) พื้นที่ป่าไม้

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา (2562) นิยามพื้นที่ “ป่า” หมายถึง ที่ดินที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตาม กฎหมายที่ดิน

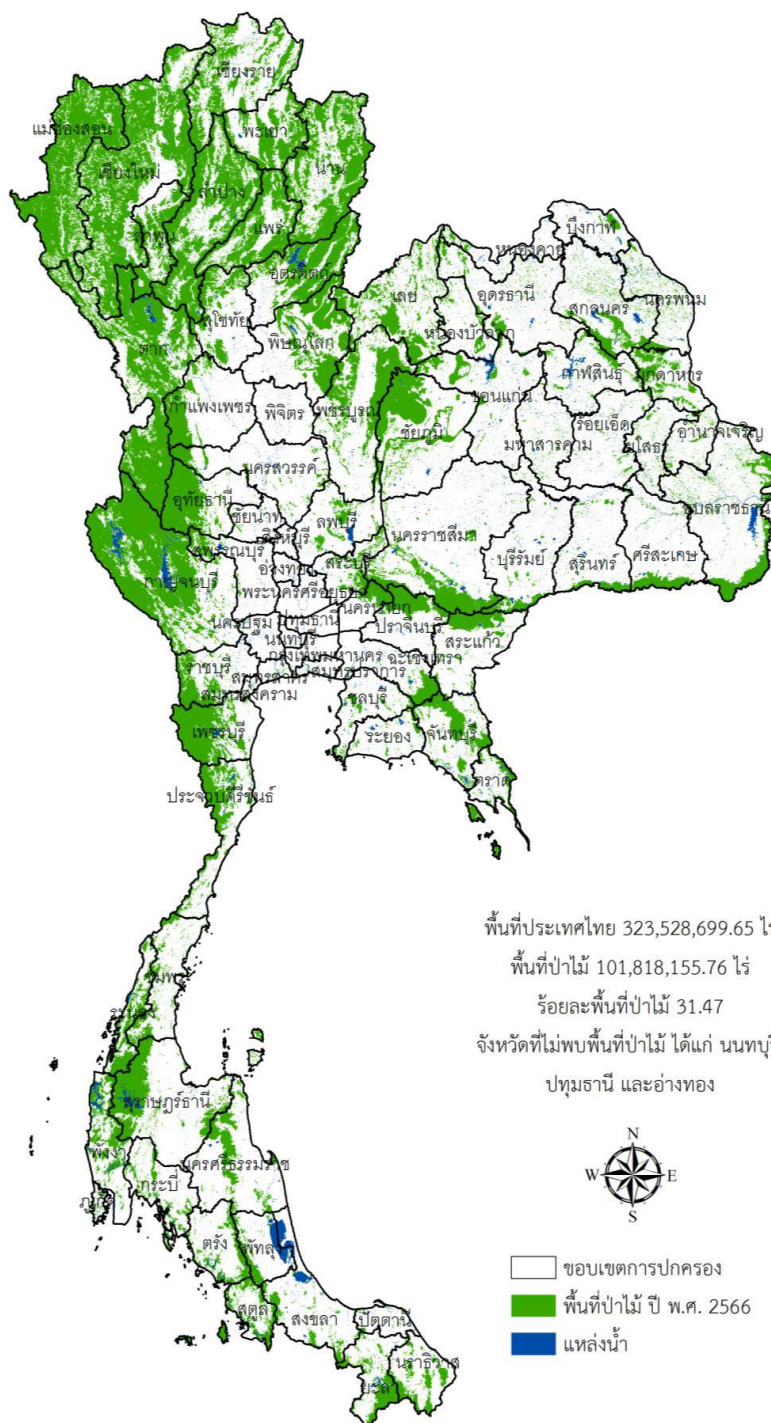
สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566) นิยาม “พื้นที่ป่าไม้” หมายถึง พื้นที่ปกคลุมของพืชพรรณ ที่สามารถจำแนกได้ว่าเป็นไม้ยืนต้นปกคลุมเป็นผืนต่อเนื่องขนาดไม่น้อยกว่า 3.125 ไร่ และหมายรวมถึงทุ่ง หญ้าและลานหินที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ที่ปรากฏล้อมรอบด้วยพื้นที่ที่จำแนกได้ว่าเป็นพื้นที่ป่าไม้ โดยไม่รวมถึง สวนยูคาลิปตัส หรือพื้นที่ที่มีต้นไม้ แต่ประเมินได้ว่าผลผลิตหลักของการดำเนินการไม่ใช่เนื้อไม้ ได้แก่ พื้นที่ วนเกษตร สวนผลไม้ สวนยางพารา และสวนปาล์ม

จากรายงานการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2566 ของสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566) ที่ดำเนินการสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพของทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดย เป็นความร่วมมือกันระหว่าง ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับส่วนสำรวจและ วิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดำเนินงานตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2566 โดยมีกิจกรรมที่ได้ดำเนินการ ดังนี้ การเก็บ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การจัดหาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม การเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนการวิเคราะห์ ข้อมูล การวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลสภาพ พื้นที่ป่าไม้ การจัดทำแผนที่ขั้นสุดท้าย การจัดทำฐานข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ จากรายงานพบว่าประเทศไทยมี พื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2566 จำนวน 101,818,155.76 ไร่ หรือร้อยละ 31.47 ของพื้นที่ประเทศ (ตารางที่ 3; รูปที่ 23)

ตารางที่ 3 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พ.ศ. 2566

ภูมิภาค	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่ป่าไม้ (ไร่)	ร้อยละพื้นที่ป่าไม้
ภาคกลาง	56,912,645.90	12,263,466.16	21.55
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	104,823,709.22	15,608,130.07	14.89
ภาคตะวันออก	21,550,883.56	4,703,353.52	21.82
ภาคตะวันตก	34,038,210.43	20,033,806.37	58.86
ภาคใต้	46,154,901.40	11,232,880.27	24.34
ภาคเหนือ	60,048,349.14	37,976,519.37	63.24
รวม	323,528,699.65	101,818,155.76	31.47
พื้นที่ป่าไม้นอกเส้นขอบเขตการปกครอง		91,949.22	
ของกระทรวงมหาดไทยปี พ.ศ. 2563			

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566)



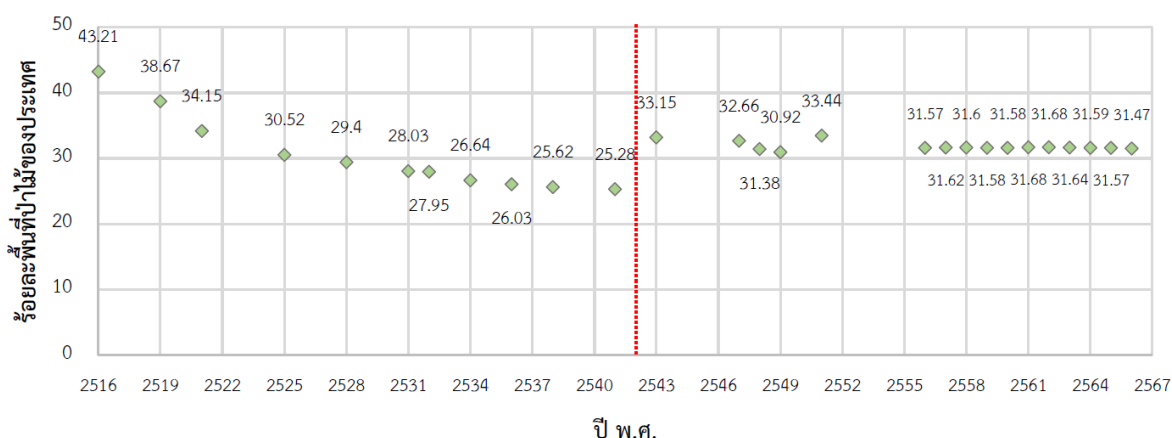
รูปที่ 23 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พ.ศ. 2566

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566)

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2566 สามารถพิจารณาเป็น 2 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2541 และช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2566 เนื่องจากมาตราส่วนที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีความแตกต่างกัน คือ ก่อนปี พ.ศ. 2543 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของกรมป่าไม้ ถูกจัดทำขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมที่มาตราส่วน 1:250,000 ภายหลังจากปี พ.ศ. 2543 มีการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนที่ใช้สำหรับการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้เป็น 1:50,000 และมีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system; GIS) มาใช้ในการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ดังนั้นผลจากการกำหนดมาตราส่วนของภาพถ่ายเทียมที่แตกต่างกันดังกล่าว ทำให้ตัวเลขพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยมีความแตกต่างกันชัดเจน (รูปที่ 24)

ช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2516-2541: รวมระยะเวลา 26 ปี): พื้นที่ป่าไม้ลดลงจาก 138,566,875.00 ไร่ ในปี พ.ศ. 2516 เหลือ 81,076,250.00 ไร่ ในปี พ.ศ. 2541 หรือคิดเป็นอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ 2,211,177.88 ไร่ต่อปี

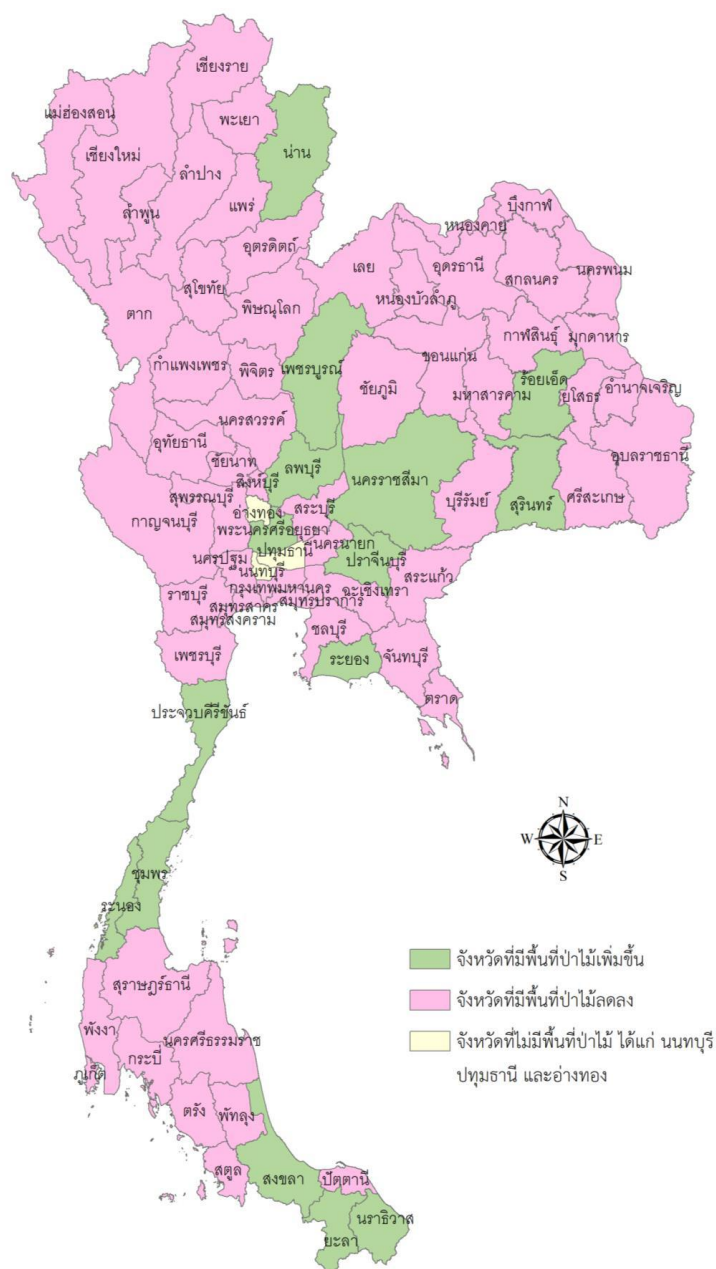
ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2543-2566: รวมระยะเวลา 24 ปี): พื้นที่ป่าไม้ลดลงจาก 106,319,237.50 ไร่ ในปี พ.ศ. 2543 เหลือ 101,818,155.76 ไร่ ในปี พ.ศ. 2566 หรือคิดเป็นอัตราการลดลงของพื้นที่ป่าไม้เท่ากับ 187,545.07 ไร่ต่อปี



รูปที่ 24 สถิติพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยของกรมป่าไม้ ปี พ.ศ. 2516-2566

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566)

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ระหว่างปี พ.ศ. 2565 และ พ.ศ. 2566 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ในรอบหนึ่งปีที่ผ่านมาลดลง 317,819.20 ไร่ และยังพบพื้นที่ป่าไม้ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีที่ผ่านมาถึง 101,627,819.86 ไร่ โดยพบว่าบางจังหวัดมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่มีพื้นที่ป่าไม้ลดลง (รูปที่ 25)



รูปที่ 25 แผนี่การเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2565 และ พ.ศ. 2566

ที่มา: สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ (2566)

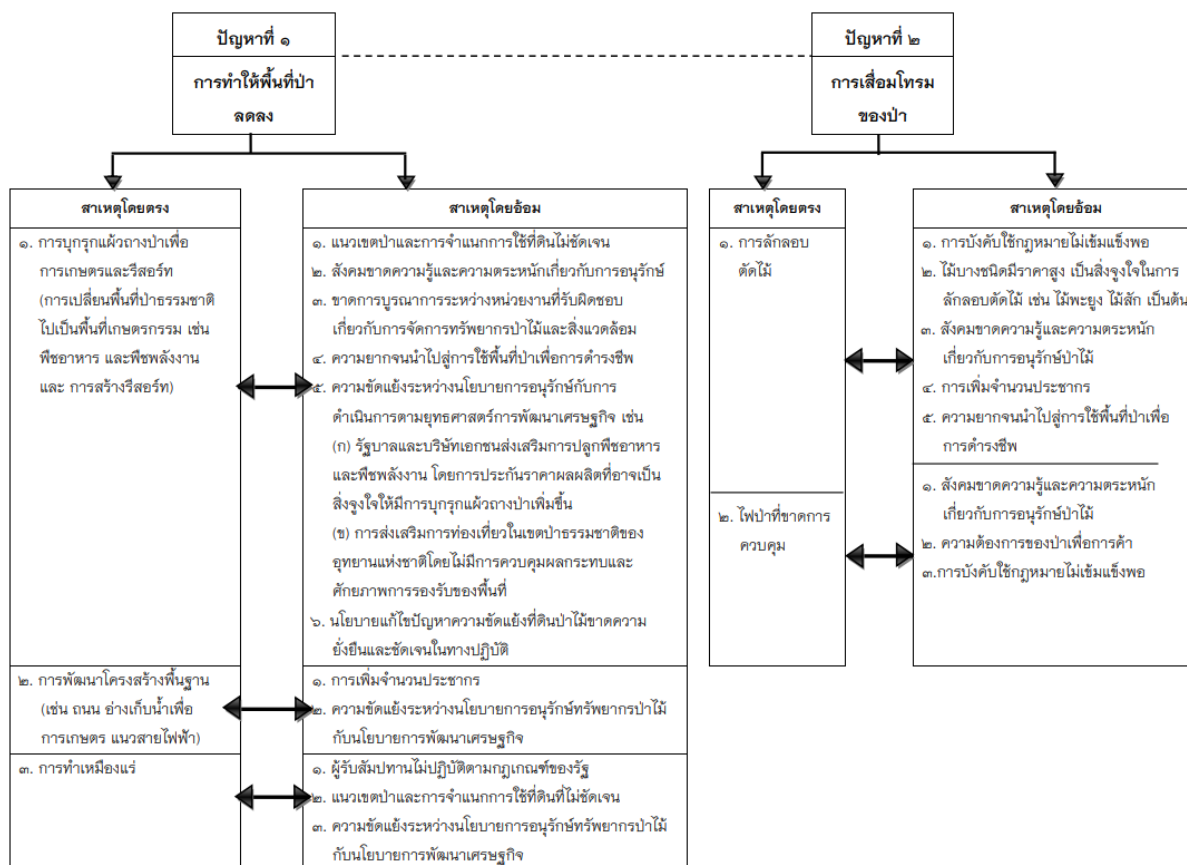
จากข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกจัดทำขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายเทียมในแต่ละปี สามารถนำมาใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้รายปี โดยใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system; GIS) โดยผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นมีได้ 3 รูปแบบ คือ พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น พื้นที่ป่าไม้ลดลง และพื้นที่ป่าไม้ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น มีสาเหตุที่สำคัญ ได้แก่ การขยายตัวของพื้นที่ป่าไม้ตามธรรมชาติ (Natural forest expansion) การปลูกป่าเพื่อประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ เช่น สวนป่า (Plantation) หรือการปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายของต้นไม้และสิ่งมีชีวิต

พื้นที่ป่าไม้ลดลง มีสาเหตุที่สำคัญ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use change) จากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ เช่น พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง หรือเกิดจากปัญหาไฟป่า (Forest fire)

กรมป่าไม้ (2560) วิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัญหาที่สำคัญของทรัพยากรป่าไม้และสภาพแวดล้อมภายนอก ที่มีผลกระทบต่อการจัดการที่ดินป่าไม้ของประเทศไทย สามารถนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุหลักของการลดลงของพื้นที่ป่า (Deforestation) และการทำให้ป่าเสื่อมโทรม (Degradation) โดยพบว่า ปัจจุบันจำนวนประชากรในประเทศไทยมีอัตราเพิ่มมากขึ้น พร้อมกับการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ประชาชนมีความต้องการใช้ประโยชน์จากป่าไม้มากขึ้นจนเกินขีดความสามารถที่รองรับได้ โดยมีการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การใช้เป็นที่อยู่อาศัย การตัดไม้เพื่อการค้า การใช้และเผาพื้นที่ป่าเพื่อการเกษตร การใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าเพื่อเป็นพื้นที่สำหรับท่องเที่ยว โดยสร้างเป็นสถานที่พักผ่อน สถานตากอากาศ สนามกอล์ฟ รวมถึงการซื้อที่ดินเพื่อการเก็งกำไร เป็นต้น นอกจากนี้การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐ ได้แก่ การสร้างเขื่อน การตัดถนน และการทำแนวสายไฟแรงสูง ก็ยังเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการทำลายพื้นที่ป่าเป็นบริเวณกว้าง โดยสรุปแล้วสาเหตุหลักของการลดลงของพื้นที่ป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม (รูปที่ 26)

ข้อจำกัดของข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ต่อโครงการวิจัยนี้ พบว่าพื้นที่ป่ารวมพื้นที่ป่าบกและพื้นที่ชุ่มน้ำ ได้แก่ ป่าชายเลน อาทิ พื้นที่ป่าในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และพื้นที่ริมทะเลอื่น ๆ และป่าพรุ ซึ่งไม่สามารถแยกพื้นที่ได้จากฐานข้อมูลนี้



รูปที่ 26 สาเหตุหลักของการลดลงของพื้นที่ป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม

ที่มา: กรมป่าไม้ (2560)

จากข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2566 พบว่าพื้นที่ป่าเมื่อพิจารณาในเชิงการบริหารจัดการพื้นที่จำแนกตามหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ กรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังนี้

1.1) ป่าสงวนแห่งชาติ (กรมป่าไม้)

จากข้อมูลสารสนเทศป่าไม้ของกรมป่าไม้ พบการประกาศพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติจำนวน 1,221 พื้นที่รวม 132,922,436.46 ไร่ เมื่อเทียบกับพื้นที่ที่มีสภาพเป็นป่าไม้จากรายงานพื้นที่ป่าไม้ปี พ.ศ. 2566 จำนวน 101,818,155.76 ไร่ อาจประเมินได้ว่ามีพื้นที่ที่ไม่มีสภาพเป็นป่า แต่อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ 31,104,280.70 ไร่

ข้อจำกัดของข้อมูลพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติต่อโครงการวิจัยนี้ พบว่าพื้นที่ป่ารวมพื้นที่ป่าบก และพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งไม่สามารถแยกพื้นที่ได้จากฐานข้อมูลนี้

1.2) ป่าชุมชน (กรมป่าไม้)

"ป่าชุมชน หมายถึง ที่ดิน และ/หรือ ที่ดินป่าไม้ ที่ชุมชนได้ดำเนินการหรือได้รับอนุญาตตามกฎหมาย ให้ดำเนินการร่วมกับพนักงานเจ้าหน้าที่ จัดการกิจการงานด้านป่าไม้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้กฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับ ข้อปฏิบัติและแผนงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจสอดคล้องกับความเชื่อและวัฒนธรรมของ ชุมชนท้องถิ่นนั้นด้วย การจัดการ หรือดำเนินการดังกล่าว ก็เพื่อการอนุรักษ์ และให้ชุมชนได้ใช้ประโยชน์อย่าง ยั่งยืน"

ป่าชุมชนประกอบด้วยพื้นที่ 4 ประเภท รับผิดชอบโดยกรมป่าไม้ ซึ่งมีการประกาศเป็นป่าชุมชน ตาม พระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562 ได้แก่

1) เนื้อที่ตามพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) ป่าสงวน 2507

2) เนื้อที่ตามพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) ป่าไม้ 2484

3) เนื้อที่ตามหนังสือสำคัญสำหรับที่หลวง (นสล.) ไม่ใช่หนังสือแสดงสิทธิในที่ดิน เป็นเอกสารที่ ราชการจัดทำขึ้นเพื่อบอกแนวเขตที่ดินของรัฐให้ชัดเจน ทำให้ประชาชนที่มีที่ดินติดกับเขตที่ดินของรัฐรู้ว่าเขต ที่ดินของตนอยู่ที่ใด เป็นการป้องกันการบุกรุกที่ดินของรัฐ และเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินของรัฐให้เกิด ประโยชน์สูงสุด

4) เนื้อที่ (อื่น ๆ) เช่น พื้นที่โครงการจัดที่ดินทำกินให้ชุมชนตามนโยบายรัฐบาล (คทช.) เป็นต้น

ข้อมูลรวม ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2566 มีจำนวนป่าชุมชน จำนวน 1,239 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 1,239 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 630,079-1-54 ไร่ หรือ 630,079.385 ไร่ (ส่วนส่งเสริมการจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้, 2566) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ป่าชุมชนตามพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562

ข้อมูล ณ วันที่ 31 ธ.ค. 66

ภาค	จำนวน		จำนวน (หมู่บ้าน)				เนื้อที่ (พ.ร.บ. ป่าสงวน 2507)			เนื้อที่ (พ.ร.บ. ป่าไม้ 2484)			เนื้อที่ (นสล.)			เนื้อที่ (อื่นๆ)			รวมเนื้อที่		
	หมู่บ้าน	ป่าชุมชน	ป่าสงวน	ป่าพ.ร.บ.	นสล.	อื่น ๆ	ไร่	งาน	ตร.ว.	ไร่	งาน	ตร.ว.	ไร่	งาน	ตร.ว.	ไร่	งาน	ตร.ว.	ไร่	งาน	ตร.ว.
ภาคเหนือ	4,689	4,243	3,542	878	146	93	3,956,716	0	41	256,671	2	60	24,771	3	26	26,732	2	98	4,264,892	1	25
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	6,117	4,990	1,511	1,909	1,809	10	722,876	3	48	274,626	1	88	222,674	2	84	1,178	1	43	1,221,356	1	63
ภาคกลาง	1,181	1,154	588	481	105	46	403,151	1	11	104,157	1	70	10,267	0	58	17,933	3	54	535,509	2	93
ภาคใต้	814	804	453	335	16	48	146,551	0	46	49,241	2	43	1,465	1	61	9,709	3	54	206,968	0	3
รวมทั้งประเทศ	12,801	11,191	6,094	3,603	2,076	197	5,229,295	1	46	684,697	0	61	259,179	0	29	55,554	3	49	6,228,726	1	84

หมายเหตุ ส่งเสริมจัดตั้งป่าชุมชน

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จำนวน 390 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 390 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 172,069-2-77 ไร่

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จำนวน 300 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 300 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 130,037-2-05 ไร่

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จำนวน 100 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 100 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 63,913-2-41 ไร่

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จำนวน 449 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 449 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 264,058-2-31 ไร่

รวม จำนวน 1,239 แห่ง ชุมชนมีส่วนร่วม 1,239 หมู่บ้าน เนื้อที่ประมาณ 630,079-1-54 ไร่

ที่มา: ส่วนส่งเสริมการจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้ (2566)

1.3) ป่าอนุรักษ์ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช)

จากข้อมูลพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของส่วนฐานข้อมูลและสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2566) ซึ่งอ้างอิงการวิเคราะห์ข้อมูลป่าที่ได้มาจากสำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ ระบุว่าพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 8 ประเภท ได้แก่ อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตห้ามล่าสัตว์ป่า พื้นที่เตรียมการเขตห้ามล่าสัตว์ป่า พื้นที่เตรียมการอุทยานแห่งชาติ วนอุทยาน สวนพฤกษศาสตร์ และสวนรุกขชาติ ในปี พ.ศ. 2565 (และมีการอัปเดตข้อมูลเมื่อ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2566) จำนวน 1,867 แห่ง มีพื้นที่รวมทั้งหมด 63,169,525.09 ไร่ จำแนกตามประเภทของพื้นที่และชนิดป่า ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 พื้นที่ป่าอนุรักษ์ภายใต้กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จำแนกตามชนิดป่า

ชนิดป่า	พื้นที่ (ไร่)		หมายเหตุ
ป่าชายเลน	278,676.45	545,191.09	พื้นที่ชุ่มน้ำ
ป่าชายหาด	16,637.33		
ป่าพรุ	235,573.17		
ป่าบึงน้ำจืด	14,304.13		
ป่าดิบเขา	7,572,650.97	62,624,334.01	ป่าบก
ป่าดิบชื้น	9,148,349.90		
ป่าดิบแล้ง	11,084,378.10		
ป่าเต็งรัง	4,992,735.46		
ป่าที่ฟื้นฟูตามธรรมชาติ	545,453.82		
ป่าทุ่ง	347,279.02		
ป่าเบญจพรรณ	28,005,034.09		
ป่าไผ่	190,256.78		
ป่าสนเขา	313,614.43		
สวนป่าสัก	120,645.86		
สวนป่าอื่น ๆ	2,583.13		
สังคมพืชลานหิน	301,352.45		
รวม	63,169,525.09	63,169,525.09	

ที่มา: ส่วนฐานข้อมูลและสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2566)

1.4) สวนป่า (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้; อ.อ.ป.)

การบริหารจัดการสวนป่าเศรษฐกิจของ อ.อ.ป. จำนวน 236 สวนป่า พื้นที่รวมจำนวน 1.108 ล้านไร่ (องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้, 2559) แบ่งเป็น

(1) พื้นที่ให้ผลผลิต	683,574 ไร่
(1.1) ไม้สัก	492,245 ไร่
(1.2) ไม้โตเร็ว	105,740 ไร่
(1.3) ไม้ยางพาราผสมไม้มีค่า	85,590 ไร่
(2) พื้นที่รอการพัฒนา	119,012 ไร่
(3) พื้นที่บุกรุก/ครอบครอง	115,522 ไร่
(4) พื้นที่อนุรักษ์/อ่างเก็บน้ำ/ถนน	189,102 ไร่

1.5) พื้นที่ ส.ป.ก.

จากข้อมูลของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (2566) ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566 สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม จัดที่ดินเกษตรกรรมในเขตปฏิรูปที่ดินให้เกษตรกร (ส.ป.ก.) แล้ว 3,091,717 ไร่ รวม 3,075,375 แปลง พื้นที่ 35,552,804 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 11.50 ไร่ต่อราย

ที่ดิน ส.ป.ก. 4-01 คือ ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมที่รัฐทำการจัดสรรให้แก่เกษตรกรผู้ไม่มีที่ทำกินของตนเอง หรือมีเพียงเล็กน้อยไม่เพียงพอแก่การครองชีพ และสถาบันการเกษตรซึ่งทางรัฐให้ความช่วยเหลือในการพัฒนาอาชีพเกษตรกร ให้มีการใช้ทรัพยากรจากพื้นที่ ผลิตจำหน่ายให้เกิดผลผลิตที่ดี ดำเนินการตามพระราชบัญญัติการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม มีผลบังคับใช้เมื่อปี พ.ศ. 2518 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้เกษตรกรมีที่ดินทำกินและให้การใช้ที่ดินเกิดประโยชน์มากที่สุด พร้อมทั้งจัดระบบการผลิตและจำหน่ายผลิตผลเกษตรกรรม และมีการปรับปรุงล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2532

ผู้ที่มีสิทธิในที่ดิน ส.ป.ก. ได้แก่ (1) เกษตรกร (2) สถาบันเกษตรกร (3) ผู้ประกอบกิจการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (4) ผู้ที่อพยพออกจากพื้นที่สงวนของรัฐ และ (5) ผู้ที่ได้รับผลกระทบจากโครงการของทางราชการที่สูญเสียที่ดิน ผู้ที่ได้ที่ดิน ส.ป.ก. ครอบครอง ต้องใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตรเท่านั้น สร้างยังฉางที่อยู่อาศัยได้ ไม่สามารถซื้อขายได้ นอกจากนี้ที่ดิน ส.ป.ก. จะตกเป็นของทายาทโดยธรรม เช่น บิดา มารดา สามี ภรรยา หรือบุตร เป็นต้น สิ่งที่ต้องปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนดเลยก็คือ ผู้ที่อยู่อาศัยต้องไม่ขุดบ่อน้ำเกินร้อยละ 5 ของพื้นที่ทั้งหมด ต้องทำประโยชน์ที่ดินด้วยตัวเอง ให้อุบลรักษาหมุดหลักเขตไม่ให้ชำรุดเสียหาย ไม่สร้างความเสียหายต่อการทำประโยชน์ในที่ดินของเกษตรกรอื่น ต้องปฏิบัติตามข้อสัญญาที่ยึดที่ทำกับ ส.ป.ก.

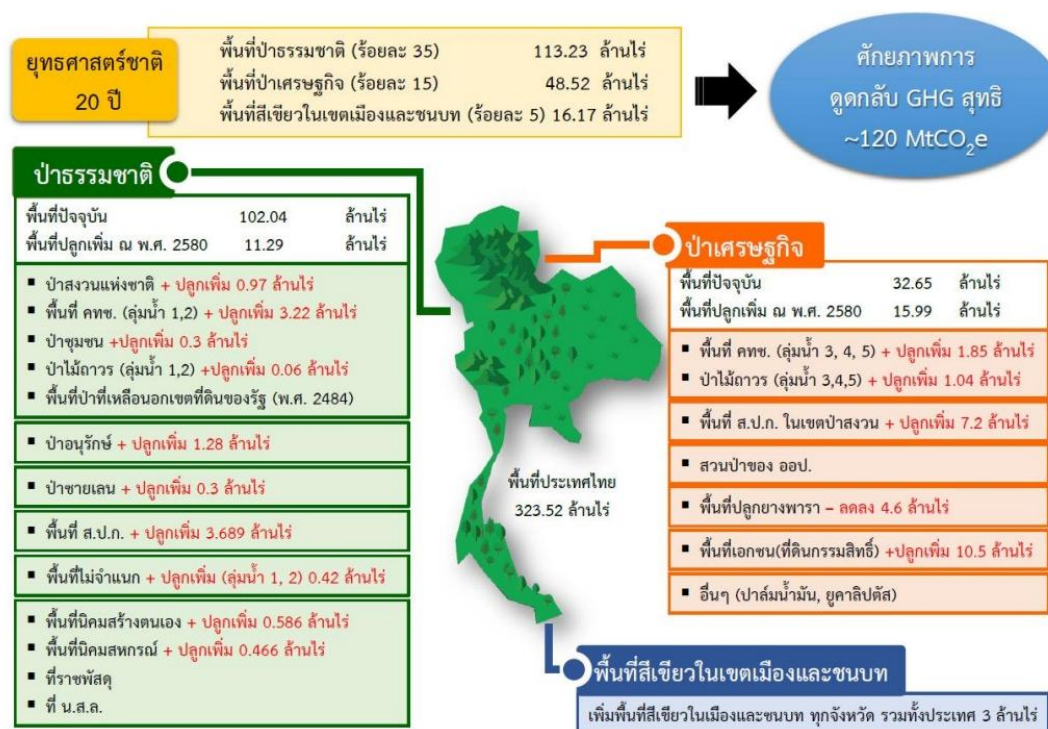
2) เป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยและมาตรการภาคป่าไม้

ประเทศไทยแสดงเจตจำนงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกร่วมกับประชาคมโลก ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ภายใต้แผนยุทธศาสตร์ระยะยาวในการพัฒนาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำ (Long-term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategies; LT-LEDS) ของประเทศไทย รวมถึงประกาศเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี พ.ศ. 2593 (ค.ศ. 2050) และเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ได้ในปี พ.ศ. 2608 (ค.ศ. 2065) หากได้รับการสนับสนุนทางการเงินและเทคโนโลยีอย่างเต็มที่ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนาประเทศแรก ๆ ของโลกที่สามารถดำเนินการดังกล่าว รวมทั้งเป็นประเทศแรกในอาเซียนที่มีกรอบมาตรการในการดำเนินงานที่ชัดเจน โดยมีมาตรการสำคัญเพื่อให้ถึงเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (รูปที่ 27)



รูปที่ 27 มาตรการสำคัญในการดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทย
ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564)

การดำเนินงานในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเทศไทยวางยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ตั้งเป้าเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียว โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ พื้นที่ป่าธรรมชาติ 113.23 ล้านไร่ (ร้อยละ 35) พื้นที่ป่าเศรษฐกิจ 48.42 ล้านไร่ (ร้อยละ 15) และพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท 16.17 ล้านไร่ (ร้อยละ 5) ภายในปี พ.ศ. 2580 เพื่อเพิ่มศักยภาพการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (รูปที่ 28)



รูปที่ 28 การดำเนินงานในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินในการพัฒนาแบบปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำของประเทศไทย

ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2565)

3) มาตรการสนับสนุนการลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

3.1) นโยบายของภาครัฐ

3.1.1) ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)

ประกาศยุทธศาสตร์ชาติ ตามราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก ลงวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2561 กล่าวถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คาดว่ามีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งในเชิงความผันผวน ความถี่ และขอบเขตที่กว้างขวางมากขึ้น ซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ระบบโครงสร้างพื้นฐานที่จำเป็น ตลอดจนระบบผลิตทางการเกษตรที่สัมพันธ์เนื่องกับความมั่นคงด้านอาหารและน้ำ ขณะที่ระบบนิเวศต่าง ๆ มีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง และมีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในการสูญเสียความสามารถในการรองรับความต้องการของมนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ของผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศต่าง ๆ ดังกล่าว ที่แต่

ละประเทศต้องเผชิญจะมีความแตกต่างกัน ทำให้การเป็นสังคมสีเขียว การรักษาและบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างบูรณาการ จะได้รับความสำคัญและความสนใจจากนานาประเทศ รวมทั้งประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น พลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก รวมถึงการสร้างสมดุลความมั่นคงด้านพลังงานและอาหาร มีแนวโน้มที่จะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น กฎระเบียบและข้อตกลงด้านสิ่งแวดล้อมจะมีความเข้มข้นและเข้มงวดขึ้น โดยกรอบการพัฒนาตามข้อตกลงระหว่างประเทศต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนและบันทึกความตกลงปารีส จะได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างจริงจังมากยิ่งขึ้น

ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เป็นกรอบแผนงานในการพัฒนาประเทศ เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ “ประเทศมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนา ตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” นำไปสู่การพัฒนาให้คนไทยมีความสุข และตอบสนองต่อการบรรลุซึ่งผลประโยชน์แห่งชาติ ในการที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิต สร้างรายได้ระดับสูง เป็นประเทศพัฒนาแล้ว และสร้างความสุขของคนไทย สังคมมีความมั่นคง เสมอภาค และเป็นธรรม ประเทศสามารถแข่งขันได้ในระบบเศรษฐกิจ โดยมียุทธศาสตร์สำคัญ 6 ด้าน คือ (1) ยุทธศาสตร์ด้านความมั่นคง (2) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน (3) ยุทธศาสตร์การพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคน (4) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างโอกาสความเสมอภาคและเท่าเทียมกันทางสังคม (5) ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และ (6) ยุทธศาสตร์ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีเป้าหมายการพัฒนาที่สำคัญเพื่อนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในทุกมิติ ทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม ธรรมาภิบาล และความเป็นหุ้นส่วนความร่วมมือระหว่างกันทั้งภายในและภายนอกประเทศอย่างบูรณาการ ใช้พื้นที่เป็นตัวตั้งในการกำหนดกลยุทธ์และแผนงาน และการให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้เข้ามามีส่วนร่วมในแบบทางตรงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยเป็นการดำเนินการบนพื้นฐานการเติบโตร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นทางเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิต โดยให้ความสำคัญกับการสร้างสมดุลทั้ง 3 ด้าน อันจะนำไปสู่ความยั่งยืนเพื่อคนรุ่นต่อไปอย่างแท้จริง

เป้าหมาย

- (1) อนุรักษ์และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ให้คนรุ่นต่อไปได้ใช้อย่างยั่งยืน มีสมดุล
- (2) พัฒนาและสร้างใหม่ฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบทางลบจากการพัฒนาสังคมเศรษฐกิจของประเทศ
- (3) ใช้ประโยชน์และสร้างการเติบโต บนฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้สมดุลภายในขีดความสามารถของระบบนิเวศ
- (4) ยกระดับกระบวนทัศน์ เพื่อกำหนดอนาคตประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรม บนหลักของการมีส่วนร่วม และธรรมาภิบาล

ตัวชี้วัด

- (1) พื้นที่สีเขียวที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- (2) สภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมโทรมได้รับการฟื้นฟู
- (3) การเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
- (4) ปริมาณก๊าซเรือนกระจก มูลค่าเศรษฐกิจฐานชีวภาพ

ประเด็นยุทธศาสตร์การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว การสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ มุ่งเน้นลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และสร้างสังคมคาร์บอนต่ำ ปรับปรุงการบริหารจัดการภัยพิบัติทั้งระบบ และการสร้างขีดความสามารถของประชาชนในการรับมือและปรับตัวเพื่อลดความสูญเสียและเสียหายจากภัยธรรมชาติ และผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พร้อมทั้งสนับสนุนการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ

(1) ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยพัฒนารูปแบบและแนวทางการจัดการเมืองเพื่อมุ่งสู่เมืองคาร์บอนต่ำ และพื้นที่สีเขียวในทุกรูปแบบ รวมทั้งสนับสนุนการจัดการด้านการเกษตรที่มีผลประโยชน์ร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมทั้งเร่งฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่ป่าเพื่อเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจก

(2) มีการปรับตัวเพื่อลดความสูญเสียและเสียหายจากภัยธรรมชาติ และผลกระทบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยพัฒนาระบบฐานข้อมูล การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ และระบบเตือนภัยล่วงหน้าที่รวดเร็ว แม่นยำและมีประสิทธิภาพ และมีการเพิ่มประสิทธิภาพการป้องกันและลดผลกระทบ ทั้งในเชิงโครงสร้างและไม่เชิงโครงสร้าง เพื่อเตรียมรับมือกับภัยพิบัติภัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เหมาะสมกับแต่ละภูมิสังคมของประเทศ พร้อมทั้งพัฒนาและปรับปรุงการบริหารจัดการภัยพิบัติภัยทั้งระบบ โดยคำนึงถึงปัจจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาว รวมถึงการเสริมสร้างขีดความสามารถของประชาชน ชุมชน และเมือง ในการรับมือและปรับตัวต่อผลกระทบจากภัยพิบัติภัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(3) มุ่งเป้าสู่การลงทุนที่เป็นมิตรต่อสภาพภูมิอากาศ ในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของภาครัฐและภาคเอกชน โดยบูรณาการนโยบายและแผนพัฒนาประเทศในทุกสาขา โดยเฉพาะการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน มีการส่งเสริมสินค้าและบริการคาร์บอนต่ำ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างเป็นระบบ และพัฒนาเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อสร้างแรงจูงใจและสนับสนุนการลงทุนเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งพัฒนารูปแบบทางธุรกิจด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พร้อมทั้งมีการพัฒนากฎหมายเพื่อขับเคลื่อนการบริหารจัดการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

(4) พัฒนาและสร้างระบบรับมือปรับตัวต่อโรคอุบัติใหม่และโรคอุบัติซ้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยพัฒนาโครงสร้างระบบสาธารณสุข เครือข่ายเตือนภัยและเฝ้าระวังโรคให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมประชากรกลุ่มเสี่ยงที่มีความอ่อนไหวต่อปัจจัยการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศต่อโรคอุบัติใหม่ โรคอุบัติซ้ำ การพัฒนาระบบสาธารณสุขสิ่งแวดล้อมและเวชศาสตร์ป้องกันทั้งระบบ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561)

3.1.2) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (2566-2570)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2565) กำหนดทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566-2570) ให้ประเทศสามารถก้าวข้ามความท้าทายต่าง ๆ เพื่อให้ “ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง” ตามเจตนารมณ์ของยุทธศาสตร์ชาติ ได้อาศัยหลักการและแนวคิด 4 ประการ ดังนี้

(1) หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง โดยสืบสาน รักษา ต่อยอดการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ผ่านการกำหนดทิศทางการพัฒนาประเทศอย่างมีเหตุผล ความพอประมาณ ภูมิคุ้มกัน บนฐานของความรู้ คุณธรรม และความเพียร โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับสถานการณ์และเงื่อนไขระดับประเทศและระดับโลก ทั้งในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ และศักยภาพของทุนทางเศรษฐกิจ ทุนทางสังคม และทุนทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศ ให้มีความสำคัญกับการเสริมสร้างความสมดุลในมิติต่าง ๆ ทั้งความสมดุลระหว่างการพัฒนาความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ กับความสามารถในการพึ่งตนเองได้อย่างมั่นคง ความสมดุลของการกระจายโอกาสเพื่อลดความเหลื่อมล้ำระหว่างกลุ่มคนและพื้นที่ และความสมดุลทางธรรมชาติ เพื่อให้คนอยู่ร่วมกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน รวมถึงการบริหารจัดการองค์ความรู้ต่าง ๆ ของประเทศ ให้พร้อมรับมือกับความเสี่ยงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทั้งภายนอกและภายในประเทศ นอกจากนี้ในการวางแผนและการขับเคลื่อนแผนไปสู่การปฏิบัติ ต้องอาศัยองค์ความรู้ทางวิชาการที่รอบด้านและพิจารณาด้วยความรอบคอบ ควบคู่กับการยึดถือผลประโยชน์ของประชาชนส่วนรวมเป็นที่ตั้ง และมุ่งมั่นผลักดันให้การพัฒนาบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

(2) การสร้างความสามารถในการ “ล้มแล้ว ลุกไว” โดยมุ่งเน้นการพัฒนาใน 3 ระดับ ประกอบด้วย

(2.1) การพร้อมรับ หรือ ระดับ “อยู่รอด” ในการแก้ไขข้อจำกัดหรือจุดอ่อนที่มีอยู่ ซึ่งเป็นผลให้ประชาชนประสบความยากลำบากในการดำรงชีวิต หรือทำให้ประเทศมีความเปราะบางต่อการเปลี่ยนแปลงจากภายนอกและภายใน รวมถึงการสร้างความพร้อมในทุกระดับในการรับมือกับสภาวะวิกฤติที่อาจเกิดขึ้น ให้สามารถฟื้นคืนสู่ภาวะปกติได้อย่างรวดเร็ว

(2.2) การปรับตัว หรือ ระดับ “พอเพียง” ในการปรับเปลี่ยนปัจจัยที่จำเป็นเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ในระดับครอบครัว ชุมชน พื้นที่ และประเทศ รวมถึงปรับทิศทาง รูปแบบ และแนวทางการพัฒนาให้สอดคล้องกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่

(2.3) การเปลี่ยนแปลงเพื่อพร้อมเติบโตอย่างยั่งยืน หรือ ระดับ “ยั่งยืน” ในการผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างในมิติต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างความสามารถของบุคคลและสังคมในการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งเพื่อสนับสนุนให้ประเทศสามารถเติบโตได้อย่างมีคุณภาพและยั่งยืน

(3) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของสหประชาชาติ โดยกำหนดทิศทางการพัฒนาที่อยู่บนพื้นฐานของแนวคิด “ไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง” มุ่งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับประชาชนทุกกลุ่ม ทั้งในมิติของการมีปัจจัยที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตขั้นพื้นฐานที่เพียงพอ การมีสภาพแวดล้อมที่ดี การมีปัจจัยสนับสนุนให้มีสุขภาพที่สมบูรณ์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ การมีโอกาที่จะใช้ศักยภาพของตนในการสร้างความเป็นอยู่ที่ดี และการมุ่งส่งเสริมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ดีไปยังคนรุ่นต่อไป

(4) การพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว โดยให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ควบคู่กับการรักษาความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต การให้บริการ และการบริโภคเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์และเป้าหมายการพัฒนา

การพัฒนาประเทศในระยะ 5 ปี ของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 13 ให้สามารถก้าวข้ามความท้าทายที่เป็นอุปสรรคต่อการบรรลุเป้าหมายตามยุทธศาสตร์ชาติ จำเป็นต้องเร่งแก้ไขจุดอ่อนและข้อจำกัดของประเทศที่มีอยู่เดิม รวมทั้งเพิ่มศักยภาพในการรับมือกับความเสี่ยงสำคัญที่มาจากการเปลี่ยนแปลงของบริบททั้งจากภายนอกและภายใน ตลอดจนการเสริมสร้างความสามารถในการสร้างสรรค์ประโยชน์จากโอกาสที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสมและทันทั่วถึง จึงได้กำหนดเป้าหมายหลักของการพัฒนาจำนวน 5 ประการ ประกอบด้วย

(1) การปรับโครงสร้างภาคการผลิตและบริการสู่เศรษฐกิจฐานนวัตกรรม มุ่งยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของภาคการผลิตและบริการสำคัญ ผ่านการผลักดันส่งเสริมการสร้างมูลค่าเพิ่มโดยใช้นวัตกรรม เทคโนโลยี และความคิดสร้างสรรค์ ที่ตอบโจทย์พัฒนาการของสังคมยุคใหม่และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงเศรษฐกิจท้องถิ่นและผู้ประกอบการรายย่อยกับห่วงโซ่มูลค่าของภาคการผลิตและบริการเป้าหมาย รวมถึงพัฒนาระบบนิเวศที่ส่งเสริมการค้าการลงทุนและนวัตกรรม

(2) การพัฒนาคนสำหรับโลกยุคใหม่ มุ่งพัฒนาให้คนไทยมีทักษะและคุณลักษณะที่เหมาะสมกับโลกยุคใหม่ ทั้งทักษะในด้านความรู้ ทักษะทางพฤติกรรม และคุณลักษณะตามบรรทัดฐานที่ดีของสังคม และเร่งรัดการเตรียมพร้อมกำลังคนให้มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน และเอื้อต่อการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่ภาคการผลิตและบริการเป้าหมายที่มีศักยภาพและผลิตภาพสูงขึ้น รวมทั้งให้ความสำคัญกับการสร้างหลักประกันและความคุ้มครองทางสังคมที่สามารถส่งเสริมความมั่นคงในชีวิต

(3) การมุ่งสู่สังคมแห่งโอกาสและเป็นธรรม มุ่งลดความเหลื่อมล้ำทางเศรษฐกิจและสังคม ทั้งในเชิงรายได้พื้นที่ ความมั่งคั่ง และการแข่งขันของภาคธุรกิจ ด้วยการสนับสนุนช่วยเหลือกลุ่มเปราะบางและผู้ด้อยโอกาสให้มีโอกาสในการเลื่อนสถานะทางเศรษฐกิจและสังคม กระจายโอกาสทางเศรษฐกิจ และจัดให้มีบริการสาธารณะที่มีคุณภาพอย่างทั่วถึงและเท่าเทียมในทุกพื้นที่ พร้อมทั้งเพิ่มโอกาสในการแข่งขันของภาคธุรกิจให้เปิดกว้างและเป็นธรรม

(4) การเปลี่ยนผ่านการผลิตและบริโภคไปสู่ความยั่งยืน มุ่งลดการก่อกมลพิษ ควบคู่ไปกับการผลักดันให้เกิดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับขีดความสามารถในการรองรับของระบบนิเวศ ตลอดจนลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี พ.ศ. 2593 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ภายในปี พ.ศ. 2608

(5) การเสริมสร้างความสามารถของประเทศในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยงภายใต้บริบทโลกใหม่ มุ่งสร้างความพร้อมในการรับมือและแสวงหาโอกาสจากการเป็นสังคมสูงวัย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภัยโรคระบาด และภัยคุกคามทางไซเบอร์ พัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและกลไกทางสถาบันที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงสู่ดิจิทัล รวมทั้งปรับปรุงโครงสร้างและระบบการบริหารงานของภาครัฐ ให้สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของบริบททางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีได้อย่างทันเวลา มีประสิทธิภาพ และมีธรรมาภิบาล

หมวดหมายการพัฒนา

เพื่อถ่ายทอดเป้าหมายหลักไปสู่ภาพของการขับเคลื่อนที่ชัดเจน ในลักษณะของวาระการพัฒนาที่เอื้อให้เกิดการทำงานร่วมกันของหลายหน่วยงานและหลายภาคส่วน ในการผลักดันการพัฒนาเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เกิดผลได้อย่างเป็นรูปธรรม แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 13 จึงได้กำหนดหมวดหมายการพัฒนา จำนวน 13 หมวดหมาย ซึ่งเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่ประเทศไทยปรารถนาจะ “เป็น” หรือมุ่งหวังจะ “มี” เพื่อสะท้อนประเด็นการพัฒนาที่มีลำดับความสำคัญสูงต่อการพลิกโฉมประเทศไทยสู่ “สังคมก้าวหน้า เศรษฐกิจสร้างมูลค่าอย่างยั่งยืน” โดยหมวดหมายทั้ง 13 ประการ แบ่งออกได้เป็น 4 มิติ ดังนี้

(1) มิติภาคการผลิตและบริการเป้าหมาย

หมวดหมายที่ 1 ไทยเป็นประเทศชั้นนำด้านสินค้าเกษตรและเกษตรแปรรูปมูลค่าสูง

หมวดหมายที่ 2 ไทยเป็นจุดหมายของการท่องเที่ยวที่เน้นคุณภาพและความยั่งยืน

หมวดหมายที่ 3 ไทยเป็นฐานการผลิตยานยนต์ไฟฟ้าที่สำคัญของโลก

หมวดหมายที่ 4 ไทยเป็นศูนย์กลางทางการแพทย์และสุขภาพมูลค่าสูง

หมวดหมายที่ 5 ไทยเป็นประตูการค้าการลงทุนและยุทธศาสตร์ทางโลจิสติกส์ที่สำคัญของภูมิภาค

หมวดหมายที่ 6 ไทยเป็นศูนย์กลางอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ และอุตสาหกรรมดิจิทัลของอาเซียน

(2) มิติโอกาสและความเสมอภาคทางเศรษฐกิจและสังคม

หมวดหมายที่ 7 ไทยมีวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมที่เข้มแข็ง มีศักยภาพสูง และสามารถแข่งขันได้

หมวดหมายที่ 8 ไทยมีพื้นที่และเมืองอัจฉริยะที่น่าอยู่ ปลอดภัย เติบโตได้อย่างยั่งยืน

หมวดหมายที่ 9 ไทยมีความยากจนข้ามรุ่นลดลง และมีความคุ้มครองทางสังคมที่เพียงพอ เหมาะสม

(3) มิติความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 หมายเหตุที่ 10 ไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ
 หมายเหตุที่ 11 ไทยสามารถลดความเสี่ยงและผลกระทบจากภัยธรรมชาติและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

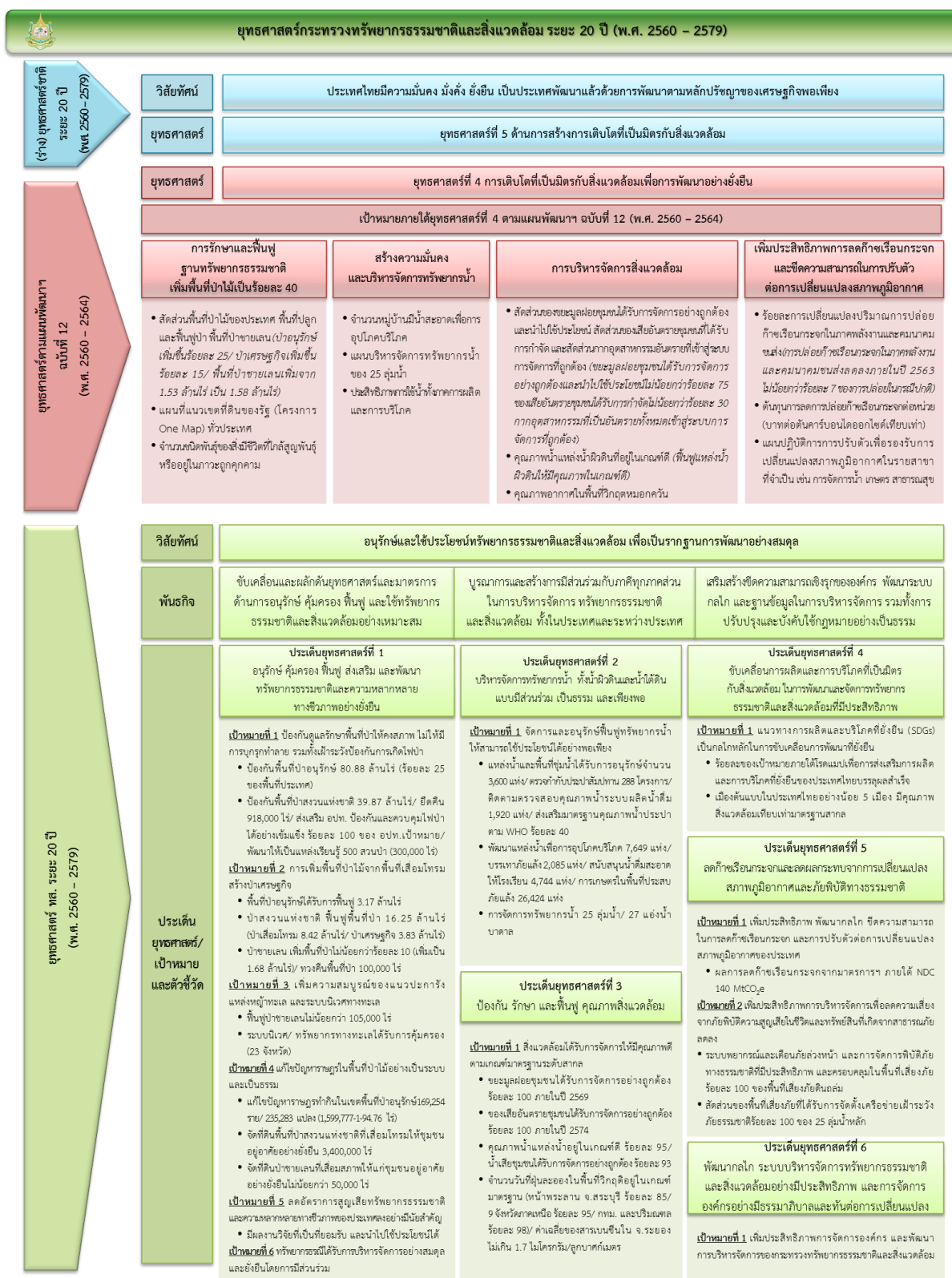
(4) มิติปัจจัยผลักดันการพลิกโฉมประเทศ

หมายเหตุที่ 12 ไทยมีกำลังคนสมรรถนะสูง มุ่งเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ตอบโจทย์การพัฒนาแห่งอนาคต
 หมายเหตุที่ 13 ไทยมีภาครัฐที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพ และตอบโจทย์ประชาชน

3.1.3) แผนยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579)

การกำหนดแผนยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) พิจารณาถึงความเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) และ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (2560-2562) โดยมีการกำหนดกรอบดังรูปที่ 29 (สำนักรับนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, มปป)

วิสัยทัศน์	อนุรักษ์และใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นรากฐานการพัฒนาอย่างสมดุล
พันธกิจ	1) ขับเคลื่อนและผลักดันยุทธศาสตร์และมาตรการด้านการอนุรักษ์ ค้ำครอง ปันฟู และใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม 2) บูรณาการและสร้างการมีส่วนร่วมกับทุกภาคส่วน ในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ 3) เสริมสร้างขีดความสามารถเชิงรุกขององค์กร พัฒนาระบบ กลไก และฐานข้อมูล ในการบริหารจัดการ รวมทั้งการปรับปรุงและบังคับใช้กฎหมายอย่างเป็นธรรม



รูปที่ 29 แผนยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579)

ที่มา: สำนักนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ (มปป.)

ประเด็นยุทธศาสตร์/เป้าหมายและตัวชี้วัด

ยุทธศาสตร์ที่ 1 อนุรักษ์ คัมครอง พื้นฟู ส่งเสริม และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 1 ป้องกันดูแลรักษาพื้นที่ป่าให้คงสภาพ ไม่ให้มีการบุกรุกทำลาย รวมทั้งเฝ้าระวัง ป้องกัน การเกิดไฟป่า

- ป้องกันพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 80.88 ล้านไร่ (ร้อยละ 25 ของพื้นที่ประเทศ)
- ป้องกันพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ 39.87 ล้านไร่/ ยึดคืน 918,000 ไร่/ ส่งเสริม อปท. ป้องกันและ ควบคุมไฟป่าได้อย่างเข้มแข็ง ร้อยละ 100 ของ อปท.เป้าหมาย/ พัฒนาให้เป็นแหล่งเรียนรู้ 500 สวนป่า (300,000 ไร่)

เป้าหมายที่ 2 การเพิ่มพื้นที่ป่าไม้จากพื้นที่เสื่อมโทรม สร้างป่าเศรษฐกิจ

- พื้นที่ป่าอนุรักษ์ได้รับการฟื้นฟู 3.17 ล้านไร่
- ป่าสงวนแห่งชาติ ฟื้นฟูพื้นที่ป่า 16.25 ล้านไร่ (ป่าเสื่อมโทรม 8.42 ล้านไร่/ ป่าเศรษฐกิจ 3.83 ล้านไร่)
- ป่าชายเลน เพิ่มพื้นที่ป่าไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 (เพิ่มเป็น 1.68 ล้านไร่)/ ทวงคืนพื้นที่ป่า 100,000 ไร่

เป้าหมายที่ 3 เพิ่มความสมบูรณ์ของแนวปะการัง แหล่งหญ้าทะเล และระบบนิเวศทางทะเล

- ฟื้นฟูป่าชายเลนไม่น้อยกว่า 105,000 ไร่
- ระบบนิเวศ/ ทรัพยากรทางทะเลได้รับการคุ้มครอง (23 จังหวัด)

เป้าหมายที่ 4 แก้ไขปัญหาราษฎรในพื้นที่ป่าไม่อย่างเป็นระบบ และเป็นธรรม

- แก้ไขปัญหาราษฎรทำกินในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 169,254 ราย/ 235,283 แปลง (1,599,777- 1-94.76 ไร่)
- จัดที่ดินพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติที่เสื่อมโทรมให้ชุมชนอยู่อาศัยอย่างยั่งยืน 3,400,000 ไร่
- จัดที่ดินป่าชายเลนที่เสื่อมสภาพให้แก่ชุมชนอยู่อาศัยอย่างยั่งยืนไม่น้อยกว่า 50,000 ไร่

เป้าหมายที่ 5 ลดอัตราการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติและ ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศ ลงอย่างมีนัยสำคัญ

- มีผลงานวิจัยที่เป็นที่ยอมรับ และนำไปใช้ประโยชน์ได้

เป้าหมายที่ 6 ทรัพยากรธรรมชาติได้รับการบริหารจัดการอย่างสมดุลและยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วม

ยุทธศาสตร์ที่ 2 บริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน แบบมีส่วนร่วม เป็นธรรม และเพียงพอ

เป้าหมายที่ 1 จัดการและอนุรักษ์พื้นฟูทรัพยากรน้ำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างพอเพียง

- แหล่งน้ำและพื้นที่ชุ่มน้ำได้รับการอนุรักษ์จำนวน 3,600 แห่ง/ ตรวจกำกับประปาสัมปทาน 288 โครงการ/ ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำระบบผลิตน้ำดื่ม 1,920 แห่ง/ ส่งเสริมมาตรฐานคุณภาพน้ำประปาตาม WHO ร้อยละ 40
- พัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค 7,649 แห่ง/ บรรเทาภัยแล้ง 2,085 แห่ง/ สนับสนุนน้ำดื่มสะอาดให้โรงเรียน 4,744 แห่ง/ การเกษตรในพื้นที่ประสบภัยแล้ง 26,424 แห่ง
- การจัดการทรัพยากรน้ำ 25 กลุ่มน้ำ/ 27 แอ่งน้ำบาดาล

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ป้องกัน รักษา และฟื้นฟู คุณภาพสิ่งแวดล้อม

เป้าหมายที่ 1 สิ่งแวดล้อมได้รับการจัดการให้มีคุณภาพดีตามเกณฑ์มาตรฐานระดับสากล

- ขยะมูลฝอยชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ร้อยละ 100 ภายในปี 2569
- ของเสียอันตรายชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้องร้อยละ 100 ภายในปี 2574
- คุณภาพน้ำแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 95/ น้ำเสียชุมชนได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ร้อยละ 93
- จำนวนวันที่ฝุ่นละอองในพื้นที่วิกฤติอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (หน้าพระลาน จ.สระบุรี ร้อยละ 85/ 9 จังหวัดภาคเหนือ ร้อยละ 95/ กทม. และปริมณฑล ร้อยละ 98)/ ค่าเฉลี่ยของสารเบนซินใน จ.ระยอง ไม่เกิน 1.7 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 ขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ

เป้าหมายที่ 1 แนวทางการผลิตและบริโภคที่ยั่งยืน (SDGs) เป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืน

- ร้อยละของเป้าหมายภายใต้โรดแมปเพื่อการส่งเสริมการผลิต และการบริโภคที่ยั่งยืนของประเทศไทยบรรลุผลสำเร็จ
- เมืองต้นแบบในประเทศไทยอย่างน้อย 5 เมือง มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมเทียบเท่ามาตรฐานสากล

ยุทธศาสตร์ที่ 5 ลดก๊าซเรือนกระจกและลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และภัยพิบัติทางธรรมชาติ

เป้าหมายที่ 1 เพิ่มประสิทธิภาพ พัฒนากลไก ชีตความสามารถ ในการลดก๊าซเรือนกระจก และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศ

- ผลการลดก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการฯ ภายใต้ NDC 140 MtCO₂e

เป้าหมายที่ 2 เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ความสูญเสียในชีวิต และทรัพย์สินที่เกิดจากสาธารณภัยลดลง

- ระบบพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้า และการจัดการพิบัติภัยทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพ และครอบคลุมในพื้นที่เสี่ยงภัยร้อยละ 100 ของพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
- สัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้รับการจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังภัยธรรมชาติร้อยละ 100 ของ 25 กลุ่มน้ำหลัก

ยุทธศาสตร์ที่ 6 พัฒนากลไก ระบบบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการองค์ร่อยมีธรรมาภิบาลและทันต่อการเปลี่ยนแปลง

เป้าหมายที่ 1 เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการองค์กร และพัฒนา การบริหารจัดการของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3.1.4) แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2558) จัดทำแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 เพื่อใช้สำหรับเป็นกรอบแนวทางในระยะยาวในการดำเนินงานของภาคส่วนที่เกี่ยวข้องต่อการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเพื่อให้บรรลุ โดยมีความคาดหวังว่าหน่วยงานต่าง ๆ จะสามารถนำกรอบแนวทางที่นำเสนอไว้ในแผนแม่บทฯ ไปจัดทำเป็นแผนปฏิบัติการในเชิงลึกเพื่อขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อไป

วัตถุประสงค์หลักในการจัดทำแผนแม่บท

(1) เพื่อให้มีกรอบแนวทางระยะยาวของประเทศที่ครอบคลุม ในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครอบคลุมประเด็นสำคัญทั้งด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการส่งเสริมรูปแบบการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

(2) เพื่อใช้เป็นกรอบในเชิงนโยบาย (Policy framework) ที่จะนำไปสู่การสร้างกลไกและเครื่องมือ ทั้งในภาพรวมและในภาคส่วนต่าง ๆ สำหรับผลักดันการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) เพื่อให้หน่วยงานของรัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้องสามารถใช้เป็นกรอบแนวทางในการจัดทำแผนปฏิบัติการในรายละเอียด สร้างความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา สร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างหน่วยงานของรัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้อง เพื่อขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างบูรณาการ และไม่เกิดความซ้ำซ้อนในการดำเนินงาน

(4) เพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบการบริหารจัดการงบประมาณ ใช้เป็นกรอบในการจัดสรรงบประมาณ เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเป็นรูปธรรม

วิสัยทัศน์ 2593

ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และมีการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำตามแนวทางการพัฒนาที่ยั่งยืน

พันธกิจ

(1) พัฒนาระบบข้อมูล องค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการรองรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

(2) สร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพัฒนาประเทศ โดยผลักดันให้เกิดการบูรณาการแนวทางและมาตรการในการปรับตัว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในทุกภาคส่วนและทุกระดับ

(3) ลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ และสร้างกลไกให้เกิดการเติบโตแบบปล่อยคาร์บอนต่ำอย่างยั่งยืน

(4) เสริมสร้างศักยภาพและความตระหนักของภาคีการพัฒนาในทุกระดับ เพื่อสร้างความพร้อมในการดำเนินมาตรการตามนโยบายและแผนด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เป้าหมาย

การกำหนดเป้าหมายของแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 แบ่งเป็นเป้าหมาย 3 ระยะ (รูปที่ 30) ได้แก่

(1) เป้าหมายระยะสั้น กำหนดปีเป้าหมาย คือ พ.ศ. 2559 โดยกำหนดเป้าหมายในการพัฒนากลไกและสร้างขีดความสามารถในระยะสั้น ๆ ที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน

(2) เป้าหมายระยะกลาง กำหนดปีเป้าหมาย คือ พ.ศ. 2563 โดยกำหนดเป้าหมายในการพัฒนากลไกและสร้างขีดความสามารถในส่วนที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน รวมถึงกำหนดเป้าหมายที่แสดงถึงผลลัพธ์ (Outcome) ของการดำเนินงานในระยะกลาง

(3) เป้าหมายระยะยาว กำหนดปีเป้าหมาย คือ พ.ศ. 2593 โดยกำหนดเป้าหมายที่แสดงถึงผลลัพธ์ของการดำเนินงานในระยะยาว รวมถึงเป้าหมายต่อเนื่อง ซึ่งระบุตัวชี้วัดของผลลัพธ์ที่ควรมีการติดตามข้อมูลเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบ

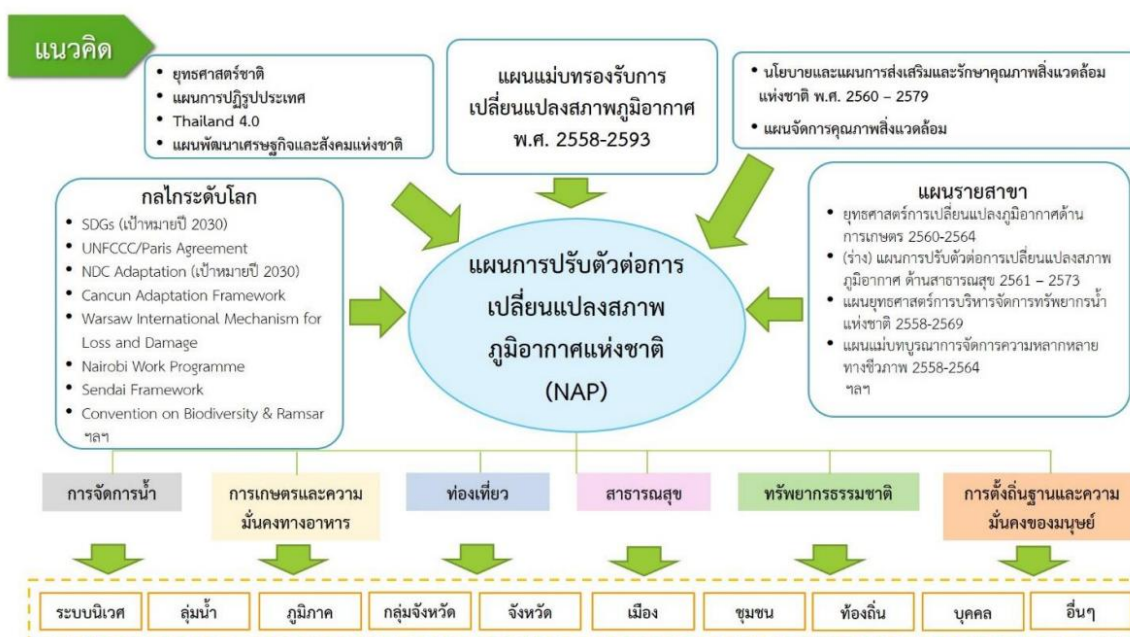
แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 ประกอบด้วยแนวทางการดำเนินงานใน 3 เรื่องหลัก ได้แก่ (1) การปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (2) การลดก๊าซเรือนกระจกและส่งเสริมการเติบโตที่ปล่อยคาร์บอนต่ำ และ (3) การสร้างขีดความสามารถด้านการบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ระยะสั้น (๒๕๕๙) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ - มีแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในด้านต่างๆ อย่างครอบคลุม เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลของมิติทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ - สัดส่วนพื้นที่อนุรักษ์เพื่อพิทักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพต่อพื้นที่ประเทศเพิ่มขึ้น โดยรักษาพื้นที่อนุรักษ์ไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑๔ และเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๕.๐๐๐ ไร่ - ร้อยละ ๕๐ ของจังหวัดชายทะเลมีแผนบูรณาการการฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบตามแนวทางการจัดการที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อระบบนิเวศ - มีการพัฒนาศูนย์รวมแสดงระดับภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งในภาพรวมของประเทศและรายสาขา ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก - มีการจัดทำเป้าหมายและ Roadmap การลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศในระยะกลาง และระยะยาวและมีการกำหนดเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกในระยะกลางและระยะยาว ในสาขาอุตสาหกรรมที่มีความพร้อม - มีการจัดตั้งกลไกภายในประเทศที่เหมาะสมโดยไ้มาตรการผสมผสาน ทั้งเชิงเศรษฐศาสตร์และกฎหมาย ในการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำ ด้านการสร้างขีดความสามารถและขับเคลื่อนการดำเนินงาน - มีศูนย์ร่วมเครือข่ายงานวิจัยและพัฒนาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - มีข้อมูลสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย (๑) ฐานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในภาพรวมและรายสาขาที่เป็นปัจจุบัน ครอบคลุมสาขาพลังงาน คมนาคมขนส่ง อุตสาหกรรม เกษตร ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการจัดการของเสีย รวมถึงมีการจัดทำกรณีฐาน (Business-as-usual: BAU) ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของประเทศ (๒) ฐานข้อมูลการขึ้นทะเบียนกิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการซื้อขายปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งที่เป็นทางการและโดยสมัครใจ (๓) ระบบการรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายอุตสาหกรรม สำหรับผู้ประกอบการรายใหญ่ในภาคอุตสาหกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง (๔) ฐานข้อมูลสนับสนุนการเจรจาความร่วมมือด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - มียุทธศาสตร์หรือแผนปฏิบัติการระดับประเทศในการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ประกอบด้วย (๑) แผนปฏิบัติการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในรายสาขา ที่จำเป็น เช่น การจัดการน้ำ อุทกภัย และภัยแล้ง การเกษตร การท่องเที่ยว การสาธารณสุข เป็นต้น (๒) แผนปฏิบัติการการศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (๓) แผนปฏิบัติการการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (๔) ยุทธศาสตร์การสนับสนุนการลงทุนและการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (๕) แผนปฏิบัติการพัฒนาศูนย์รวมการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำ - ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมีการจัดทำยุทธศาสตร์ของหน่วยงานในการพัฒนาการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - มีการจัดตั้งกลไกภายในประเทศเพื่อรองรับการสนับสนุนด้านการเงิน เทคโนโลยี และการเสริมสร้างศักยภาพ จากต่างประเทศ	ระยะกลาง (๒๕๖๓) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ - มีระบบพยากรณ์สภาพอากาศและเตือนภัยล่วงหน้าสำหรับภาคเกษตรและการจัดการภัยพิบัติทางธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกพื้นที่เสี่ยง - มีระบบประกันภัยสำหรับผลผลิตทางการเกษตรที่ได้รับความเสียหายจากปัจจัยทางภูมิอากาศ - มีกองทุนเพื่อการฟื้นฟู เยียวยา และปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นกลไกระดับประเทศ - พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ ๔๐ ของพื้นที่ประเทศ - สัดส่วนพื้นที่อนุรักษ์เพื่อพิทักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้นเท่ากับพื้นที่อนุรักษ์สูงสุดที่ควรเป็น (maximum conservation area) - ทุกจังหวัดชายทะเลมีแผนบูรณาการฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งที่ได้รับผลกระทบตามแนวทางการจัดการที่เหมาะสมและเป็นมิตรต่อระบบนิเวศ - มีแผนปฏิบัติการระดับท้องถิ่นในการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศครบทุกพื้นที่เสี่ยง ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก - การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศลดลงร้อยละ ๙-๒๐ ในภาคพลังงานและคมนาคมขนส่ง เมื่อเทียบกับกรณี BAU (ปีเป้าหมาย พ.ศ. ๒๕๖๔) - มีสัดส่วนพลังงานหมุนเวียนต่อการไฟฟ้าพลังงานขึ้นสุดท้ายของประเทศอย่างน้อยร้อยละ ๒๕ (ปีเป้าหมาย พ.ศ. ๒๕๖๔) - สัดส่วนของเทศบาลที่มีพื้นที่สีเขียวของชุมชนเมืองไม่น้อยกว่า ๑๐ ตารางเมตรต่อคนเพิ่มขึ้น ด้านการสร้างขีดความสามารถและขับเคลื่อนการดำเนินงาน - มีการนำเทคโนโลยีโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (smart grid) มาใช้ในระดับประเทศ - มีการพัฒนามาตรฐานกลไกและเครื่องมือการลดก๊าซเรือนกระจกภายในประเทศให้มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับและสามารถเชื่อมโยงกับกลไกและเครื่องมือระดับนานาชาติได้	ระยะยาว (๒๕๙๓) และต่อเนื่อง ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบ - สัดส่วนพื้นที่และเกษตรกรที่ได้รับประโยชน์ต่อพื้นที่ชลประทานเพิ่มขึ้น - สัดส่วนพื้นที่เกษตรนอกเขตชลประทานที่ได้รับการพัฒนาแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น - สัดส่วนของเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้รับการอบรมป้องกัน บรรเทาและหลีกเลี่ยงภัยธรรมชาติ รวมถึงการฝึกอบรมอาชีพเสริมเพิ่มขึ้น - สัดส่วนของเกษตรกรผู้ประกันภัยผลผลิตจากภูมิอากาศเพิ่มขึ้น - สัดส่วนมูลค่าความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรจากปัจจัยทางภูมิอากาศต่อมูลค่าผลผลิตทั้งหมดในภาคการเกษตรลดลง - สัดส่วนพื้นที่ที่ได้รับการจัดทำระบบการอนุรักษ์และฟื้นฟูดินและน้ำต่อพื้นที่ประสบภัยธรรมชาติซ้ำซากเพิ่มขึ้น - สัดส่วนทรัพยากรน้ำผิวดินที่นำมาใช้ประโยชน์ต่อทรัพยากรน้ำผิวดินทั้งหมดเพิ่มขึ้น - สัดส่วนของประชากรที่สามารถเข้าถึงน้ำสะอาดเพิ่มขึ้น - สัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้รับการจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังภัยธรรมชาติเพิ่มขึ้น - จำนวนผู้เสียชีวิตและมูลค่าความเสียหายจากภัยธรรมชาติลดลง - จำนวนประชากรเด็กอายุต่ำกว่า ๕ ปีที่มีภาวะทุพโภชนาการลดลง - สัดส่วนของพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดและการแพร่ระบาดของโรคที่ได้รับการจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังโรคเพิ่มขึ้น - สัดส่วนของค่าใช้จ่ายด้านสาธารณสุขจากโรคที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยทางภูมิอากาศต่อประชากรลดลง - จำนวนชนิพันธ์ต่างๆ ที่ถูกคุกคามจนใกล้สูญพันธุ์ลดลง - สัดส่วนของการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพิ่มขึ้น - ระดับภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น (วัดจากดัชนีรวม) ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก - ค่าความเข้มของการใช้พลังงาน (energy intensity) ลดลงอย่างน้อยร้อยละ ๒๕ เมื่อเทียบกับกรณี BAU (ปีเป้าหมาย พ.ศ. ๒๕๗๓) - สัดส่วนการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะเพิ่มขึ้น - สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการคมนาคมขนส่งทางบกลดลง - สัดส่วนการลงทุนในภาคอุตสาหกรรมที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น - จำนวนพื้นที่กำจัดมูลฝอยแบบเทกอง (open dumping) ลดลง - สัดส่วนพื้นที่เกษตรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรที่เข้มงวด (GAP) และเกษตรอินทรีย์ เพิ่มขึ้น - สัดส่วนการเผาในที่เกษตรลดลง - สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมลดลง ด้านการสร้างขีดความสามารถและขับเคลื่อนการดำเนินงาน - สัดส่วนของหน่วยงานในส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่นที่มีแผนพัฒนาบุคลากร เพื่อรองรับแนวทางการพัฒนาแบบปล่อยคาร์บอนต่ำและการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเพิ่มขึ้น
---	--	--

รูปที่ 30 Roadmap ของเป้าหมายระยะต่าง ๆ ในแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593

3.1.5) แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561) จัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (Thailand's National Adaptation Plan) ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593 ตามแนวทางการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best practices) ด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอยู่ในประเทศ ตั้งแต่ระดับท้องถิ่นจนถึงระดับประเทศ โดยมีแนวคิด ดังรูปที่ 31



รูปที่ 31 แนวคิดในการจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561)

วัตถุประสงค์

(1) เพื่อให้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องใช้เป็นกรอบและแนวทางในการบูรณาการประเด็นด้านการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในแผนและยุทธศาสตร์ในรายสาขาและในพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

(2) เพื่อใช้เป็นกรอบในการจัดสรรงบประมาณ และเกิดการขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศอย่างเป็นรูปธรรม และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนของประเทศ รวมทั้งสอดคล้องกับการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับนานาชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) เพื่อวางรากฐานและพัฒนาแนวทางการสร้างภูมิคุ้มกันและความพร้อมในการปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้แก่ทุกภาคส่วน รวมทั้งสร้างการมีส่วนร่วมในการผลักดันให้เกิดการบูรณาการแนวทางและมาตรการในการปรับตัว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในทุกภาคส่วนและทุกระดับ

(4) เพื่อสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา สร้างความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐ องค์กรที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐกิจและภาคประชาชน เพื่อขับเคลื่อนในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างบูรณาการ และไม่เกิดความซ้ำซ้อนในการดำเนินงาน

วิสัยทัศน์

“ประเทศไทยมีภูมิคุ้มกัน และสามารถปรับตัวต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน”

พันธกิจ

(1) สร้างภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการพัฒนาประเทศ โดยผลักดันให้เกิดการบูรณาการแนวทางและมาตรการในการปรับตัว เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในทุกภาคส่วนและทุกระดับ

(2) เสริมสร้างศักยภาพและความตระหนักรู้ของภาคีการพัฒนาในทุกระดับ เพื่อสร้างความพร้อมในการดำเนินมาตรการตามนโยบายและแผนด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

(3) พัฒนารฐานข้อมูล งานศึกษาวิจัย องค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการรองรับและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เป้าหมายและระยะเวลาดำเนินการ

การดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เป็นการทำงานเพื่อมุ่งผลสำเร็จในระยะยาว ดังนั้นแผนการปรับตัวเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ จึงกำหนดให้มีช่วงเวลาดำเนินการ ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2580 ซึ่งจะสอดคล้องกับระยะเวลาของยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ที่มีช่วงเวลาดำเนินงานทุก 5 ปี ทั้งนี้การจัดทำแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นในลักษณะ Rolling plan ซึ่งต้องมีการติดตามประเมินผลความสำเร็จและความก้าวหน้าการดำเนินงานตามแผนเป็นระยะ เพื่อให้สามารถปรับปรุงแผนให้ครอบคลุมและเหมาะสมกับสถานการณ์ในอนาคต จึงได้กำหนดเป้าหมายของแผนออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

(1) เป้าหมายระยะสั้น (พ.ศ. 2561-2564) เป็นการดำเนินการในประเด็นที่เป็นการเตรียมความพร้อมและวางรากฐานในด้านต่าง ๆ รวมทั้งการดำเนินการที่ต้องการกลไกการผลักดันในระดับนโยบาย

(2) เป้าหมายระยะกลาง (พ.ศ. 2565-2569) เป็นการดำเนินการที่เป็นการพัฒนากลไกและสร้างขีดความสามารถตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

(3) เป้าหมายระยะยาว (พ.ศ. 2570-2580) เป็นการดำเนินการที่เป็นการพัฒนากลไกและสร้างขีดความสามารถตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินงาน และเป็นการดำเนินงานในประเด็นที่มีความต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของแผน รวมทั้งภายหลังสิ้นสุดแผน เพื่อให้ได้ซึ่งผลลัพธ์และบรรลุเป้าหมายตามแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ

แนวทางและมาตรการรายสาขา

แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ได้กำหนดแนวทางและมาตรการเพื่อใช้เป็นกรอบในการดำเนินการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งเป็นแนวทางในการวางรากฐานเตรียมความพร้อมและสนับสนุนการดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีแนวทางและมาตรการแบ่งออกเป็น 6 สาขาหลัก ได้แก่ (1) การจัดการน้ำ (2) การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร (3) การท่องเที่ยว (4) สาธารณสุข (5) การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และ (6) การตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์ รวมทั้งการดำเนินงานในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหลายสาขา (Cross cutting issues) โดยสรุปเป้าหมายและตัวชี้วัดรายสาขาได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เป้าหมายและตัวชี้วัดรายสาขา

สาขา	เป้าหมาย	ตัวชี้วัด
การจัดการน้ำ	เพิ่มความมั่นคงด้านน้ำของประเทศ และลดความสูญเสียและเสียหายจากภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำ	1. ดัชนีความมั่นคงทางน้ำ (Water Security Index) 2. มูลค่าความเสียหายของชีวิตและทรัพย์สินจากภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำ
การเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร	รักษาสภาพการผลิตและความมั่นคงทางอาหาร ภายใต้ความเสี่ยงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1. สัดส่วนมูลค่าความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรที่ได้รับผลกระทบจากปัจจัยทางภูมิอากาศ ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร 2. ความสามารถในการพึ่งตนเองของภาคเกษตรเมื่อเกิดภัยธรรมชาติจากภูมิอากาศ
การท่องเที่ยว	เพิ่มขีดความสามารถของภาคการท่องเที่ยวให้มีการเติบโตอย่างยั่งยืน และรองรับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1. ร้อยละความเชื่อมั่นในคุณภาพความปลอดภัยแหล่งท่องเที่ยวจากภัยธรรมชาติจากภูมิอากาศ 2. มูลค่าความเสียหายของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่ได้รับผลกระทบจากภัยธรรมชาติจากภูมิอากาศ
สาธารณสุข	มีระบบสาธารณสุขที่สามารถจัดการความเสี่ยง และลดผลกระทบต่อสุขภาพ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ	1. อัตราการเจ็บป่วยและเสียชีวิตของประชาชนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2. ความเสียหายทางด้านเศรษฐกิจ จากผลกระทบต่อสุขภาพ จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ	บริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน เพื่อรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	1. สัดส่วนของแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้ และระบบนิเวศชายฝั่ง ที่ได้รับการฟื้นฟูต่อพื้นที่ประเทศ 2. จำนวนชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้สูญพันธุ์ หรืออยู่ในภาวะถูกคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
การตั้งถิ่นฐานและความมั่นคงของมนุษย์	ประชาชน ชุมชน และเมือง มีความพร้อมและขีดความสามารถในการปรับตัวต่อความเสี่ยง และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่	1. จำนวนผู้เสียชีวิต สูญหาย และผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากภัยธรรมชาติจากภูมิอากาศ ต่อประชากร 100,000 คน เปรียบเทียบจากฐานค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 5 ปี 2. จำนวนผังเมืองรวมที่มีการบูรณาการประเด็นด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561)

3.1.6) แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566-2570 (National Biodiversity Strategies and Action Plans; NBSAPs)

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2567) จัดทำแผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566-2570 เพื่อเป็นแผนหลักของประเทศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ที่มีการบูรณาการการดำเนินงานร่วมกันของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จัดทำขึ้นเพื่อดำเนินงานตามพันธกิจของอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ ในมาตรา 6 ที่กำหนดให้ภาคีดำเนินการจัดทำกลยุทธ์หรือแผนระดับชาติ เพื่อการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน โดยนำกรอบงานคุนหมิง-มอนทรีออล ว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพของโลก (Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework) ที่ได้รับความเห็นชอบจากสมัชชาภาคีอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ สมัยที่ 15 มาถ่ายทอดเป็นแผนและเป้าหมายในระดับประเทศ เพื่อร่วมมือกับประชาคมโลกในการหยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG goals) ซึ่งประกอบด้วยยุทธศาสตร์ 3 ด้าน และ เป้าหมายระดับชาติ 12 เป้าหมาย แผนปฏิบัติการฯ ได้ผ่านความเห็นชอบจากคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2567 พร้อมทั้งเป้าหมายระดับชาติด้านความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) โดยมอบหมายให้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นำส่งแผนปฏิบัติการฯ และเป้าหมายระดับชาติฯ ดังกล่าว ให้สำนักเลขาธิการอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ และขับเคลื่อนการดำเนินงานให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

ยุทธศาสตร์ที่ 1 การอนุรักษ์ พื้นฟู และจัดภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อคงไว้ซึ่งบริการจากระบบนิเวศ

เป้าหมายที่ 1 ลดการสูญเสียพื้นที่ความหลากหลายทางชีวภาพที่มีความสำคัญทั้งบนบกและในทะเล โดยการวางแผนเชิงพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพ

มาตรการ: ให้ความสำคัญต่อดำเนินงานด้านการวางแผนจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบบูรณาการ (Integrated spatial planning) อย่างเหมาะสม เพื่อลดผลกระทบ ความเสียหาย และการสูญเสียพื้นที่ทั้งบนบกและในทะเลที่มีความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพสูงให้ได้ครอบคลุมมากขึ้น

เป้าหมายที่ 2 อนุรักษ์ พื้นฟู ขยายพื้นที่คุ้มครอง เพิ่มพื้นที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพนอกเขตพื้นที่คุ้มครอง (OECMs) เพื่อเสริมสร้างความสมบูรณ์และการเชื่อมต่อของระบบนิเวศ

มาตรการ: การขยายและปรับปรุงพื้นที่คุ้มครองและการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพนอกเขตพื้นที่คุ้มครองให้ครอบคลุมรูปแบบเดิมและเพิ่มเติมรูปแบบใหม่ การจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่ที่มีความสำคัญด้านความหลากหลายทางชีวภาพและบริการระบบนิเวศ และ/หรือ เป็นตัวแทนของระบบนิเวศสำคัญของประเทศ เพื่อกำหนดมาตรการดำเนินงานที่เหมาะสม การอนุรักษ์และจัดการพื้นที่คุ้มครองและพื้นที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพนอกเขตพื้นที่คุ้มครอง (OECMs) ให้เกิดการใช้อย่างยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ การขยาย/ประกาศพื้นที่คุ้มครองตามกฎหมาย และเสนอพื้นที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพนอกพื้นที่คุ้มครองเพิ่มเติม เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงระบบนิเวศ และเพิ่มประสิทธิภาพการคุ้มครองความ

หลากหลายทางชีวภาพ การให้ความสำคัญและตระหนักถึงบทบาทการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ ผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการและกำกับดูแลพื้นที่คุ้มครอง และพื้นที่ OECMs การฟื้นฟูอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง การยกระดับ/มุ่งเน้นการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพและการให้บริการระบบนิเวศ

เป้าหมายที่ 3 อนุรักษ์และคุ้มครองชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามและชนิดพันธุ์ธรรมชาติ ลดปัญหาการอยู่ร่วมกันระหว่างมนุษย์และสัตว์ป่า และเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นที่รุกราน

มาตรการ: การดำเนินการหยุดยั้งการสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์ธรรมชาติและชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นที่รุกราน และลดความขัดแย้งระหว่างมนุษย์และสัตว์ป่า เพื่อการอนุรักษ์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของประเทศให้คงอยู่

เป้าหมายที่ 4 ลดภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและมลพิษ รวมถึงเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง เพื่อฟื้นฟูและคงไว้ซึ่งบริการจากระบบนิเวศ

มาตรการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

(1) ลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและความเป็นกรดของน้ำทะเล ต่อความหลากหลายทางชีวภาพและเพิ่มความยืดหยุ่น

(2) การแก้ปัญหาโดยใช้ธรรมชาติเป็นฐาน (Nature-based Solutions) หมายถึง การดำเนินการเพื่อปกป้อง อนุรักษ์ ฟื้นฟู โดยใช้หรือดัดแปลงระบบนิเวศทางธรรมชาติเพื่อเอาชนะความท้าทายทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการปรับตัวในขณะเดียวกัน

(3) จัดการและปรับตัวโดยใช้แนวทางการปรับตัวโดยอาศัยระบบนิเวศ (Ecosystem-based Adaptation)

(4) ลดผลกระทบเชิงลบและส่งเสริมผลกระทบเชิงบวกของการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

มาตรการด้านมลพิษต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

(1) ลดความเสี่ยงด้านมลพิษและผลกระทบด้านลบของมลพิษ มุ่งเน้นไปที่ความเสี่ยงและผลกระทบของมลพิษ มากกว่าปริมาณมลพิษที่เกิดจากมลพิษประเภทต่าง ๆ

(2) ลดมลพิษจากทุกแหล่งที่อาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

(3) ควบคุมความเสี่ยงและผลกระทบด้านลบของมลพิษให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อความหลากหลายทางชีวภาพและบริการของระบบนิเวศ

(4) ลดสารอาหารส่วนเกินที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

(5) ลดความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชและสารเคมีอันตราย

(6) จัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ ตามแนวทางระบบนิเวศในการผลิตและการป้องกันพืชผล

(7) ป้องกันและสร้างความมั่นคงทางอาหารให้แก่ประชาชนอย่างยั่งยืน

(8) ป้องกัน ลด และดำเนินงานเพื่อขจัดมลพิษพลาสติก

มาตรการด้านพื้นที่สีเขียวเพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ

- (1) เพิ่มขนาดและคุณภาพของพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง
- (2) การวางผังเมืองที่พิจารณาให้ความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

ยุทธศาสตร์ที่ 2 การส่งเสริมเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ และการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 5 ส่งเสริมและสนับสนุนเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ บนพื้นฐานของบริการจากระบบนิเวศ เพื่อยกระดับความเป็นอยู่และรายได้ของประชาชน

มาตรการ: การพัฒนานโยบายและกรอบกฎหมาย ที่สนับสนุนการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รวมถึงการสนับสนุนชุมชนท้องถิ่นในการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพ การลงทุนในงานวิจัยและพัฒนา เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและเศรษฐกิจชีวภาพ การสร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชน ในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจชีวภาพ และการส่งเสริมการศึกษาและการสร้างความตระหนักรู้ในระดับประชาชนและเยาวชน จะช่วยเสริมสร้างการสนับสนุนและการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และการใช้ทรัพยากรชีวภาพอย่างยั่งยืน

เป้าหมายที่ 6 ส่งเสริมแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนในภาคการผลิตและบริการ รวมถึงการเกษตร การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การประมง การปศุสัตว์ การป่าไม้ และการท่องเที่ยว

มาตรการ: การจัดการพื้นที่ที่ใช้สำหรับการเกษตร การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การประมง การปศุสัตว์ การป่าไม้ และการท่องเที่ยวให้เกิดความยั่งยืน

เป้าหมายที่ 7 จัดให้มีกลไกและมาตรการการเข้าถึงและแบ่งปันผลประโยชน์ รวมถึงความปลอดภัยทางชีวภาพจากการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรม

มาตรการ: การวางมาตรการทางกฎหมาย นโยบายและการบริหาร และการเสริมสร้างขีดความสามารถ

ยุทธศาสตร์ที่ 3 การเสริมสร้างขีดความสามารถและการมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ

เป้าหมายที่ 8 บูรณาการความหลากหลายทางชีวภาพในนโยบาย แผน และการดำเนินงานของทุกภาคส่วนในทุกระดับ รวมถึงส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่าง ๆ

มาตรการ: การบูรณาการและสะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของความหลากหลายทางชีวภาพและบริการจากระบบนิเวศที่มอบให้ในกลยุทธ์ นโยบาย โครงการ และระบบการรายงานที่เกี่ยวข้อง เป็นองค์ประกอบสำคัญในการรับรองว่าคุณค่าของความหลากหลายทางชีวภาพ และโอกาสที่ได้รับจากการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจะได้รับการยอมรับและสะท้อนในการตัดสินใจ โดยมีมาตรการคือ ระบุว่าเครื่องมือและกระบวนการวางแผนระดับชาติ (ภาครัฐ เอกชน และภาคการเงิน) และสะท้อนการพิจารณาความหลากหลายทางชีวภาพและคุณค่าหลายประการในเครื่องมือและกระบวนการเหล่านี้ และพิจารณาถึงโอกาสและข้อจำกัดในการดำเนินการ รวมถึงสนับสนุนให้ภาคส่วนสะท้อนความหลากหลายทางชีวภาพใน

กระบวนการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการเสริมสร้างและเปิดช่องว่าง และสนองความต้องการ

เป้าหมายที่ 9 เพิ่มช่องทางและเงินทุนสนับสนุนจากภาคส่วนต่าง ๆ รวมทั้งส่งเสริมให้มีกลไกทางการเงิน กลไกทางเศรษฐศาสตร์ และมาตรการจูงใจ เพื่อสนับสนุนการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

มาตรการด้านกลไกด้านสิ่งแวดล้อม/แรงจูงใจ: มาตรการแรกคือการกำจัด การหยุดหรือการปฏิรูปล้างใจ รวมถึงเงินอุดหนุนที่เป็นอันตรายต่อความหลากหลายทางชีวภาพ มาตรการที่สองคือ การขยายแรงจูงใจเชิงบวกสำหรับการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน

มาตรการด้านกลไกการเงินและแหล่งทุน: การระดมทรัพยากรภายในประเทศให้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยอำนวยความสะดวกด้วยการจัดทำและดำเนินการปรับปรุงหรือออกแบบแผนการเงินและงบประมาณด้านความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศ การเพิ่มทรัพยากรทางการเงินระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ การเสริมสร้างบทบาทของการดำเนินการร่วมกับพลเมือง รวมถึงโดยชุมชนท้องถิ่นและกลุ่มชาติพันธุ์ ซึ่งเป็นแนวทางแบบไม่เป็นธุรกิจ ได้แก่ การจัดการทรัพยากรธรรมชาติโดยชุมชน และความร่วมมือภาคประชาสังคมที่มุ่งอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

เป้าหมายที่ 10 พัฒนาระบบข้อมูลและองค์ความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่มีการเชื่อมโยงกับทุกภาคส่วน เพื่อใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจและการดำเนินงานในการบริหารจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ และสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศ

มาตรการด้านข้อมูล ฐานข้อมูล และความรู้: ปรับปรุงการเข้าถึงข้อมูลและความรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง การสื่อสาร การสร้างความตระหนัก การศึกษาข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพ เพิ่มขีดความสามารถการจัดการความรู้ การตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงการใช้ตัวบ่งชี้ การสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างข้อมูลและความรู้ที่จำเป็น การประยุกต์ใช้ความรู้ นวัตกรรม แนวปฏิบัติ และเทคโนโลยีของชุมชนท้องถิ่น การมีส่วนร่วมของชนพื้นเมืองและชุมชนท้องถิ่น การเข้าถึงความยุติธรรมและข้อมูล

เป้าหมายที่ 11 เสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพและความร่วมมือ รวมถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีในดำเนินงานวิจัย วิทยาศาสตร์และนวัตกรรม เพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ

มาตรการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ: การเสริมสร้างมาตรการและขีดความสามารถด้านความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินการ และการเข้าถึงผลลัพธ์และผลประโยชน์อย่างเท่าเทียมกัน

มาตรการด้านงานวิจัย วิทยาศาสตร์และนวัตกรรม: การเสริมสร้างขีดความสามารถและการพัฒนาและส่งเสริมการพัฒนาและการเข้าถึงนวัตกรรม และความร่วมมือทางเทคนิคและวิทยาศาสตร์เพื่อตอบสนองความต้องการในการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการพัฒนาเทคโนโลยีร่วมกันระหว่างภาครัฐ ธุรกิจเอกชน และโครงการวิจัย ทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน

เป้าหมายที่ 12 พัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือด้านกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อสนับสนุนการดำเนินงาน เพื่อบรรลุเป้าหมายระดับชาติด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

มาตรการ: ดำเนินการต่อเนื่องในการสร้างความเข้าใจถึงความสำคัญ ความจำเป็นของการออกพระราชบัญญัติความหลากหลายทางชีวภาพ และสร้างการบังคับใช้กฎหมายในการบริหารจัดการได้อย่างเป็นรูปธรรม และสนับสนุนการดำเนินงานระดับนโยบายตามแผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ สนับสนุนการทบทวนพระราชบัญญัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพของหน่วยงานผู้รับผิดชอบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์และไม่ซ้ำซ้อนกัน ปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับยุทธศาสตร์เป้าประสงค์และเป้าหมายระดับชาติ ในแผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ เพื่อให้กลไกด้านกฎหมายสร้างกฎระเบียบ มาตรการและแนวทางปฏิบัติให้สามารถดำเนินงานได้อย่างเหมาะสม

ข้อจำกัดของแผนฯ

จากผลการดำเนินแผนปฏิบัติการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2560-2565 ซึ่งเป็นช่วงก่อนการดำเนินงานแผนปฏิบัติการฯ ฉบับปัจจุบัน มีการสรุปผลการดำเนินงานตามเป้าหมายที่มีความก้าวหน้า แต่มีแนวโน้มจะไม่สามารถบรรลุเป้าหมาย จำนวน 4 เป้าหมาย ได้แก่

เป้าหมายที่ 1 ภายในปี พ.ศ. 2563 ทุกภาคส่วนโดยเฉพาะประชาชนและชุมชนท้องถิ่นมีความรู้พื้นฐานเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ และมีความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน พบว่าจากการสำรวจความตระหนักและความรู้เรื่องคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ภาคการศึกษา ภาคประชาชน ภาคเอกชน ภาครัฐ และภาคประชาคมวิจัย พบว่า ไม่มีภาคส่วนใดที่มีคะแนนจากการสำรวจอยู่ในระดับดี มากกว่าร้อยละ 60 โดยส่วนใหญ่คะแนนจะอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่คะแนนในส่วนการสำรวจความรู้ความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน พบว่ามีเพียงภาครัฐที่มีคะแนนจากการสำรวจอยู่ในระดับดี (มากกว่าร้อยละ 60) โดยส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความตระหนักถึงผลกระทบจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ประโยชน์จากการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน รวมถึงความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ

โดยในแต่ละกลุ่มเป้าหมายจะมีความรู้ความเข้าใจและความตระหนักในประเด็นต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป การสร้างความตระหนัก ความเข้าใจ และองค์ความรู้ ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของความเข้าใจ ซึ่งจะนำไปสู่ความเต็มใจในการปฏิบัติตามแนวทางอื่น ๆ เพราะฉะนั้นจำเป็นต้องหาแนวทางในการสร้างความตระหนักจากภาครัฐสู่ภาคส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกัน และมีการติดตามผลอย่างต่อเนื่อง

เป้าหมายที่ 2 ภายในปี พ.ศ. 2564 เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพได้รับการผนวกไว้ในหลักสูตรของสถานศึกษาและสถาบันการศึกษาทุกระดับ ปัจจุบันมีการนำเอาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพไปจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาต่าง ๆ รวมถึงมีการจัดการเรียนการสอนในบางหลักสูตรของสถาบันอุดมศึกษา อย่างไรก็ตามจากผลการสำรวจความตระหนักและความรู้เรื่องคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพของภาคการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่น่าเป็นห่วง มีเพียงบางพื้นที่ที่มีคะแนนอยู่ในระดับดี

เป้าหมายที่ 5 ภายในปี พ.ศ. 2563 มีกลไกทางการเงินในการขับเคลื่อนการปกป้องคุ้มครอง อนุรักษ์ ปันฟู และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างยั่งยืน กลไกทางการเงินที่สนับสนุนการดำเนินการ ด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศ ได้แก่ กองทุนสิ่งแวดล้อม ธนาคารต้นไม้ ตราสารหนี้สีเขียว หรือ Green Bond มาตราการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services; PES) นอกจากนี้ยังมีกลไกทางการเงินอื่น ๆ ซึ่งยังไม่แพร่หลายนัก เช่น การลดหย่อนภาษีให้กับภาคธุรกิจที่มี การศึกษาวิจัย พัฒนาศักยภาพ หรือการดำเนินกิจกรรมด้านอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ความหลากหลายทาง ชีวภาพอย่างยั่งยืน หรือกลไกทางการคลัง เช่น พันธบัตรป่าไม้ เป็นต้น

เป้าหมายที่ 20 ภายในปี พ.ศ. 2563 บูรณาการกลไกเพื่อบริหารจัดการการเข้าถึง แบ่งปัน ผลประโยชน์ และติดตามตรวจสอบการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรพันธุกรรม ครอบคลุมข้อมูลต่าง ๆ ทั้งข้อมูล ทรัพยากร การศึกษาวิจัย โดยมีกฎระเบียบ กฎหมาย และมาตรการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงและ แบ่งปันผลประโยชน์ที่หน่วยงานที่รับผิดชอบได้จัดทำและได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสม เพื่อให้การใช้ประโยชน์ ในด้านการศึกษาวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ซึ่งมีการส่งมอบข้อมูลและผลงานให้แก่หน่วยงานของรัฐที่ รับผิดชอบ รวมทั้งการจัดทำข้อตกลงหากมีการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า และข้อตกลงในการ จัดการทรัพย์สินทางปัญญาและประโยชน์ที่เกิดขึ้น

จำเป็นต้องมีการสนับสนุนให้เกิดการบูรณาการความร่วมมือร่วมกันระหว่างหน่วยงาน และการ เชื่อมโยงข้อมูลเพื่อรวบรวมสาระสำคัญของการเข้าถึงและแบ่งปันข้อมูลของประเทศ

3.2) ระเบียบการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

หน่วยงานภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ กรมทรัพยากรทางทะเลและ ชายฝั่ง กรมป่าไม้ และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ออกระเบียบการแบ่งปันคาร์บอนจากการ ปลุกป่า ดูแลป่า ในพื้นที่รับผิดชอบของหน่วยงาน โดยเปิดโอกาสให้ภาคเอกชนมีส่วนร่วมในการปลูกป่าและ ดูแลป่า ดังรูปที่ 32



ระเบียบ	ผู้มีสิทธิยื่นคำขอ	การยื่นคำขอ	สัดส่วนการแบ่งปันคาร์บอนเครดิต
ระเบียบกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ว่าด้วยการปลูกและบำรุงป่าชายเลนสำหรับองค์กรหรือบุคคลภายนอก พ.ศ. 2564	บุคคล หรือ องค์กร ที่เข้าไปประสงค์ดำเนินโครงการปลูกป่าร่วมกับ พช.	หน่วยงานในสังกัด พช. ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ และให้ทำเอกสารประกอบการขอขึ้นทะเบียนโครงการ T-VER ตามที่ อบก.กำหนด	ร้อยละ 90 สำหรับองค์กร/บุคคลภายนอก และร้อยละ 10 สำหรับ พช. หรือ ตามที่ตกลงกัน โดยจะต้องกำหนดสัดส่วนสำหรับ พช. ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10
ระเบียบกรมป่าไม้ ว่าด้วยการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตจากการปลูก อนุรักษ์ และฟื้นฟู ป่าในพื้นที่ป่าไม้ พ.ศ. 2564	1. ผู้ได้รับอนุมัติตาม ม.19 พรบ.ป่าสงวนแห่งชาติ 2. ผู้ได้รับอนุญาตตาม ม.54 พรบ.ป่าไม้ และ ม. 13/1 ม.16 ม.20 พรบ.ป่าสงวนแห่งชาติ 3. ผู้ได้รับอนุมัติให้ใช้ประโยชน์พื้นที่สวนป่าของกรมป่าไม้ตาม มติ ครม.	ยื่นต่อสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ ออนไลน์ หรือ ตามที่อธิบดีกำหนด พร้อมด้วยเอกสารประกอบการขอขึ้นทะเบียนโครงการ T-VER ตามที่ อบก.กำหนด เพื่ออธิบดีพิจารณาเห็นชอบก่อนนำส่ง อบก. เพื่อขอขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ T-VER	1. สำหรับผู้ได้รับอนุมัติตาม ข้อ 5 (1) การแบ่งให้เป็นไปตามที่ คกก. กำหนด แต่กรมต้องได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 10 2. สำหรับผู้ได้รับอนุญาต/อนุมัติตาม ข้อ 5 (2) (3) ร้อยละ 90 สำหรับองค์กร/บุคคลภายนอก และร้อยละ 10 สำหรับ ปม.
ระเบียบกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช ว่าด้วยการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตที่ได้จากการปลูก บำรุง อนุรักษ์ และฟื้นฟูป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ พ.ศ. 2564	1. ผู้ได้รับอนุญาตตาม ม. 23 ม.28 ม.64 พรบ.อุทยานฯ 2. ผู้ได้รับอนุญาตตาม ม.56 ม.67 ม.121 พรบ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า	ยื่นคำขอต่อ เจ้าหน้าที่สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช หรือ วิธีการ และสถานที่ตามที่อธิบดีกำหนด พร้อมด้วยเอกสารประกอบการขอขึ้นทะเบียนโครงการ T-VER ตามที่ อบก.กำหนด เพื่ออธิบดีพิจารณาเห็นชอบก่อนนำส่ง อบก. เพื่อขอขึ้นทะเบียนเป็นโครงการ T-VER	สัดส่วนการแบ่งปันคาร์บอนเครดิตเป็นไปตามที่ คกก. กำหนด แต่กรมต้องได้ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 10

รูปที่ 32 ระเบียบการแบ่งปันคาร์บอนจากการปลูกป่าและดูแลป่า ในพื้นที่รับผิดชอบของ
หน่วยงานภายใต้กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ที่มา: อภิสิทธิ์ (2565)

3.3) มาตรการด้านภาษี

3.3.1) ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 760)

ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 760) พ.ศ. 2566 อธิบดีกรมสรรพากร กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไข เพื่อการยกเว้นภาษีเงินได้ของบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล ซึ่งดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจที่ได้ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนที่ 20 ก ลงวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2566)

ให้ยกเว้นภาษีเงินได้ให้แก่บริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล สำหรับกำไรสุทธิที่เกิดจากการขายคาร์บอนเครดิตในประเทศ ตามโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจที่ได้ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ตั้งแต่วันที่พระราชกฤษฎีกานี้ใช้บังคับ ถึง วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2570 เป็นเวลาสามรอบระยะเวลาบัญชีต่อเนื่องกัน

การเริ่มนับรอบระยะเวลาบัญชีตามวรรคหนึ่ง ให้เริ่มนับรอบระยะเวลาบัญชีที่องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้ออกใบรับรองการขายคาร์บอนเครดิตให้แก่ผู้เข้าร่วมโครงการเป็นรอบระยะเวลาบัญชีแรก (รูปที่ 33)



มาตรการภาษีเพื่อส่งเสริมโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจโดยกรมสรรพากร

ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 760) พ.ศ. 2566 มีผลบังคับใช้วันที่ 20 มีนาคม 2566 ถึง 31 ธันวาคม 2570



รูปที่ 33 ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 760) การยกเว้นภาษีเงินได้ของบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล ซึ่งดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจที่ได้ขึ้นทะเบียนกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

ที่มา: ורת (2566)

3.3.2) ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 761)

ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 761) ตามความใน ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนที่ 20 ก ลงวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2566 ยกเว้นภาษีเงินได้ให้แก่บุคคลธรรมดาและบริษัท หรือ ห้างหุ้นส่วนนิติบุคคลสำหรับการบริจาคเงินสนับสนุนโครงการภาคีสนับสนุนป่าชุมชนลดโลกร้อน สำหรับการบริจาคเงินผ่านระบบบริจาคอิเล็กทรอนิกส์ให้แก่กรมป่าไม้ เพื่อสนับสนุนโครงการภาคีสนับสนุนป่าชุมชนลดโลกร้อนของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ได้กระทำตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2570

สำหรับบุคคลธรรมดา ให้ยกเว้นสำหรับเงินได้พึงประเมินหลังจากหักค่าใช้จ่ายและหักลดหย่อนเท่าจำนวนเงินที่บริจาค แต่เมื่อรวมกับเงินบริจาคแล้ว ต้องไม่เกินร้อยละสิบของเงินได้พึงประเมินหลังจากหักค่าใช้จ่ายและหักลดหย่อนนั้น

สำหรับบริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล ให้ยกเว้นสำหรับเงินได้เท่าจำนวนเงินที่บริจาค แต่เมื่อรวมกับรายจ่ายเพื่อการกุศลสาธารณะหรือเพื่อการสาธารณประโยชน์แล้ว ต้องไม่เกินร้อยละสองของกำไรสุทธิ (รูปที่ 34)



มาตรการทางภาษีเพื่อส่งเสริมการดำเนินโครงการภาคีสถักสนุน ป่าชุมชนลดโลกร้อนโดยกรมสรรพากร

ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 761) พ.ศ. 2566 มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มกราคม 2566 ถึง 31 ธันวาคม 2570

❖ เพื่อส่งเสริมให้ภาคธุรกิจ
และประชาชนมีส่วนร่วมใน
การสนับสนุนป่าชุมชนจำนวน
10,246 แห่ง

❖ เพิ่มศักยภาพการ
ดำเนินงานของป่าชุมชนใน
การกักเก็บคาร์บอน นำไปสู่
การบรรลุเป้าหมายการเพิ่ม
แหล่งกักเก็บและดูดซับก๊าซ
เรือนกระจกให้ได้ 120 ล้าน
ตันคาร์บอนไดออกไซด์
เทียบเท่า ภายในปี ค.ศ. 2037



รูปที่ 34 ประกาศประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 761) การยกเว้นภาษีเงินได้
สำหรับการบริจาคเงินสนับสนุนโครงการภาคีสถักสนุนป่าชุมชนลดโลกร้อน

ที่มา: ורתัย (2566)

4) ศักยภาพในลดก๊าซเรือนกระจกของป่าบก

4.1) ช่องว่างของการประเมินการดูดซับก๊าซเรือนกระจกของป่าบก

4.1.1) จากข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย พบว่าพื้นที่หลายประเภทไม่สามารถจำแนกชนิดป่า เช่น พื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าชุมชน พื้นที่ป่าของ อ.อ.ป. คือพื้นที่รอการพัฒนา และพื้นที่ป่าอนุรักษ์ เป็นต้น ซึ่งป่าแต่ละชนิดมีศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกต่างกัน

4.1.2) ไม่พบข้อมูลพื้นที่สวนป่าภาคเอกชน

4.2) การดูดซับก๊าซเรือนกระจก

ศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกของป่าแต่ละประเภทแตกต่างกันตามชนิดป่าและอายุ โดยป่าที่มีอายุมาก อัตราการดูดซับก๊าซเรือนกระจกจะน้อยกว่าป่าอายุน้อย (ตารางที่ 7) เช่นเดียวกับระบบนิเวศสวนป่า ศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกจะแตกต่างกันไปตามชนิดต้นไม้และพื้นที่ปลูก (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 7 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพและคาร์บอนไดออกไซด์รายปีในพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี และพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี จำแนกตามชนิดป่าดั้งเดิมในพื้นที่ (ตัน/เฮกตาร์/ปี)

การเพิ่มพูนมวลชีวภาพรายปีในพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี และพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี จำแนกตามชนิดป่าดั้งเดิมในพื้นที่ (ตัน/เฮกตาร์/ปี)		
ชนิดป่าดั้งเดิม	พื้นที่ที่ทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี (ตัน/เฮกตาร์/ปี)	พื้นที่ที่ทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี (ตัน/เฮกตาร์/ปี)
ป่าดิบ	2.52	1.89
ป่าเบญจพรรณ	1.98	1.48
ป่าเต็งรัง	0.99	0.75
ป่าสน	1.47	1.10
ป่าชายเลน	1.74	1.31
ป่าอื่น ๆ*	1.74	1.30
การเพิ่มพูนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารายปีในพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี และพื้นที่ที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี จำแนกตามชนิดป่าดั้งเดิมในพื้นที่ (ตัน/ไร่/ปี)		
ชนิดป่าดั้งเดิม	พื้นที่ที่ทิ้งร้างน้อยกว่า 20 ปี (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ที่ทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี (ตัน/ไร่/ปี)
ป่าดิบ	0.69	0.52
ป่าเบญจพรรณ	0.55	0.41
ป่าเต็งรัง	0.27	0.21
ป่าสน	0.41	0.30
ป่าชายเลน	0.48	0.36
ป่าอื่น ๆ*	0.48	0.36

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2562a)

ตารางที่ 8 การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพรวมของชนิด/กลุ่มพรรณไม้ต่าง ๆ

ชนิด/ กลุ่มพรรณไม้	ศักยภาพของพื้นที่	การกักเก็บคาร์บอน			
		(1)	(2)	(3)	(4)
สัก	เหมาะสมมาก	0.59	3.67	2.16	13.44
ยูคาลิปตัส	เหมาะสมปานกลาง	0.47	2.94	1.72	10.77
	เหมาะสมน้อย	0.37	2.32	1.36	8.49
	เหมาะสมมาก	1.66	10.37	6.09	38.03
	เหมาะสมปานกลาง	1.30	8.13	4.77	29.82
	เหมาะสมน้อย	0.86	5.38	3.15	19.73
กระถินเทพา	เหมาะสมมาก	1.66	10.39	6.09	38.09
	เหมาะสมปานกลาง	1.20	7.54	4.40	27.64
	เหมาะสมน้อย	1.09	6.82	4.00	25.00
กระถินณรงค์	เหมาะสมมาก	1.20	8.64	4.40	31.68
	เหมาะสมปานกลาง	0.95	5.92	3.48	21.71
กระถินยักษ์	เหมาะสมน้อย	0.62	3.91	2.27	14.32
	เหมาะสมมาก	1.77	11.32	6.49	41.51
	เหมาะสมปานกลาง	1.31	8.40	4.80	30.82
โกงกาง	เหมาะสมน้อย	0.21	1.37	0.77	5.02
	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	0.75	4.71	2.75	17.25
ยางพารา	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	1.15	7.20	4.22	26.39
ปาล์มน้ำมัน	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	0.68	4.28	2.49	15.69
พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	0.26	1.61	0.95	5.91
พรรณไม้โอเนกประสงค์	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	0.40	2.50	1.47	9.17
พรรณไม้ปลูกในเมือง	ไม่ได้จำแนกพื้นที่	0.33	2.05	1.21	7.52

หมายเหตุ: (1) หน่วยเป็น ตันคาร์บอน/ไร่/ปี
 (2) หน่วยเป็น ตันคาร์บอน/เฮกแตร์/ปี
 (3) หน่วยเป็น ตันคาร์บอนไดออกไซด์/ไร่/ปี
 (4) หน่วยเป็น ตันคาร์บอนไดออกไซด์/เฮกแตร์/ปี

ที่มา: คณะวนศาสตร์ (2554)

4.2.1) การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิต่างประเทศ

Cohen-Shacham et al. (2016) ให้นิยามของ Nature-based Solutions (NbS) เป็นการดำเนินการเพื่อปกป้อง จัดการอย่างยั่งยืน และฟื้นฟูระบบนิเวศทางธรรมชาติหรือระบบนิเวศที่ถูกรบกวน เพื่อจัดการกับความท้าทายทางสังคม (เช่น สภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงความมั่นคงด้านอาหารและน้ำ หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติ) อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถปรับตัวได้ ในขณะเดียวกันก็มอบความเป็นอยู่ที่ดีแก่มนุษย์

กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้แนวทางของ NbS ในการฟื้นฟูระบบนิเวศ (Ecosystem restoration approaches) ของบางประเทศ ดังนี้

Rwanda: Forest landscape restoration as a national priority (Cohen-Shacham et al., 2016)

สภาพปัญหา: การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ส่งผลต่อระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศรวันดา โดยป่าธรรมชาติถูกเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น และไม้ขนาดเล็กถูกนำไปใช้ประโยชน์มากเกินไปสำหรับผลิตฟืน

แนวทางการแก้ไข: ส่งเสริมการจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน โดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสียในการตัดสินใจ ส่งเสริมระบบวนเกษตรบนที่ดินเกษตรกรรม และการคุ้มครองสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ นำยุทธศาสตร์การฟื้นฟูภูมิทัศน์ป่าไม้มาใช้ในพื้นที่ โดยดำเนินการ 5 แนวทาง ได้แก่

- (1) การกำหนดเป้าหมายระบบวนเกษตรทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่ลาดชัน
- (2) การปรับปรุงวนวิทยาและการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเพื่อการผลิตไม้
- (3) การปกป้องและฟื้นฟูป่าธรรมชาติที่มีอยู่
- (4) การสร้างป่าคุ้มครองบนพื้นที่ลาดชันและในเขตชายฝั่ง
- (5) ดำเนินโครงการนำร่องในการจัดการพื้นที่ 2 โครงการ ในปี 2015

(5.1) โครงการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนและการบริการของระบบนิเวศอื่น ๆ

(5.2) โครงการที่ได้รับทุนสนับสนุนจากธนาคารโลก ได้แก่ แนวทางภูมิทัศน์เพื่อการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าไม้ (Landscape Approach to Forest Restoration and Conservation; LAFREC) เป็นการสาธิตการจัดการภูมิทัศน์เพื่อเพิ่มการบริการด้านสิ่งแวดล้อมและความยืดหยุ่นต่อสภาพภูมิอากาศบริเวณแนวเชื่อมต่อ Gishwati-Mukura ทางตะวันตกเฉียงเหนือของรวันดา

บทเรียนสำคัญ:

- การสนับสนุนของรัฐบาลในการดำเนินงานอย่างจริงจัง เช่น การกำหนดให้ ROAM assessment (Restoration Opportunity Assessment Methodology) เป็นนโยบายของประเทศ และต้องมีการรายงานผลการดำเนินงานแก่รัฐบาล
- เกิดการประสานงานระหว่างหน่วยงานของรัฐในการดำเนินการฟื้นฟูเชิงภูมิทัศน์ เพื่อให้กระทรวงต่าง ๆ ทำงานร่วมกัน เพื่อร่วมมือกับภาคเอกชนและภาคประชาสังคมในพื้นที่ รวมถึงการกำหนดแนวทางการสร้างการรับรู้ที่ชัดเจน

- สร้างกลไกทางการเงินเพื่อส่งเสริมให้เกิดความต้องการใช้ไม้ที่ผลิตในพื้นที่
- มีการออกแบบการดำเนินการฟื้นฟูเชิงภูมิทัศน์ตามลำดับความสำคัญ เพื่อทดสอบว่าการดำเนินการฟื้นฟูเชิงภูมิทัศน์ จะมีประสิทธิผลมากที่สุดผ่านโครงการริเริ่มที่มีอยู่หรือที่วางแผนไว้ได้อย่างไร และมีการติดตามผลอย่างใกล้ชิด

Ecuador: One landowner's approach to forest restoration and sustainable management (Cohen-Shacham et al., 2016)

สภาพปัญหา: เอกวาดอร์มีอัตราการตัดไม้ทำลายป่าสูงที่สุดแห่งหนึ่งในอเมริกาใต้ เนื่องจากการขยายตัวของภาคเกษตรกรรม (พื้นที่เพาะปลูกและทุ่งหญ้า) การสำรวจน้ำมัน การตัดไม้ การทำเหมืองแร่ ตลอดจนการถือครองที่ดินที่ไม่มั่นคง และสถาบันที่อ่อนแอ การตัดไม้ที่ผิดกฎหมายกระจายไปทั่วประเทศ

แนวทางการแก้ไข: การดำเนินกิจกรรมหลัก ดังนี้

(1) การฟื้นฟู: การปลูกพืชแบบผสมแทนการปลูกพืชเชิงเดี่ยว ระหว่างไม้มะฮอกกานี (*Swietenia macrophylla*) และเอกวาดอร์ลอเรล (*Cordia alliodora*) และระหว่าง Brazilian fire tree (*Schizolobium parahybum*) ไม้สัก (*Tectona grandis*) มะฮอกกานี และ เอกวาดอร์ลอเรล โดยใช้เทคนิคการฟื้นฟูระบบนิเวศหลายประการ เพื่อปรับปรุงความชื้นในดินและความอุดมสมบูรณ์

(2) การพัฒนาเศรษฐกิจจากไม้

(3) การสร้างความร่วมมือและแบ่งปันความรู้ที่เกิดขึ้น

บทเรียนสำคัญ:

- การฟื้นฟูนี้ประสบความสำเร็จด้วยแรงบันดาลใจและนวัตกรรมของบุคคลหนึ่ง การยอมรับคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ และความมุ่งมั่นในการอนุรักษ์
- การดำเนินการอนุรักษ์จะต้องควบคู่กับรายได้เพื่อสร้างกิจกรรมเพื่อความยั่งยืนในระยะยาว

UKRAINE (WWF, n.d.)

สภาพปัญหา:

- พื้นที่ป่าในประเทศยูเครนมีการกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอและครอบคลุมเพียง 15.9% ของพื้นที่ประเทศ
- ในปี 2020 พื้นที่ป่าในยูเครนกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ 30 Mt (10% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ)
- 20% ของพื้นที่ป่าได้รับความเสียหายอันเป็นผลมาจากการสู้รบ 50% ของป่าเป็นป่าที่มนุษย์สร้างขึ้น ส่วนใหญ่เป็นพืชเชิงเดี่ยวและเสี่ยงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไฟป่า โรค และแมลงศัตรูพืช ดังนั้น ป่าไม้จึงจำเป็นต้องมีการจัดการและการฟื้นฟูอย่างยั่งยืน โดยคำนึงถึงการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

แนวทางการแก้ไข:

- กำหนดให้มีการปลูกป่าที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศเพิ่มบนพื้นที่ 166,000 เฮกตาร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการริเริ่ม "ประเทศสีเขียว" เพื่อให้สามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 226,000 ตัน ภายในปี 2030 และ 2.5 ล้านตัน ภายในปี 2050
- การอนุรักษ์พื้นที่ป่าที่สามารถทดแทนได้เองตามธรรมชาติ พื้นที่ร่อยต่อ และพื้นที่ป่าที่น้ำท่วมถึง จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน และให้เป็นพันธกรณีของประเทศยูเครนในการหยุดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ ภายในปี 2030
- การประยุกต์ใช้แนวปฏิบัติการจัดการป่าไม้ที่เป็นมิตรต่อความหลากหลายทางชีวภาพ
- แนวทางในการดำเนินงาน ได้แก่
 - (1) ป่าดั้งเดิม: พื้นที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการกำหนดเขตพื้นที่คุ้มครอง และศึกษากลไกการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของป่าธรรมชาติ เพื่อประยุกต์ความรู้ในป่าที่ได้รับการจัดการ
 - (2) พื้นที่ป่าธรรมชาติที่สามารถทดแทนตามธรรมชาติได้ ดำเนินการส่งเสริมให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ
 - สร้างความตระหนักรู้กับชุมชน ผู้ใช้ประโยชน์พื้นที่ และเจ้าของที่ดินที่มีการปลูกป่าด้วยตนเอง
 - การพัฒนาเครื่องมือทางการเงินและมาตรการจูงใจทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์ป่าไม้ด้วยตนเอง
 - การโอนป่าที่ปลูกเองได้ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่เกษตรกรรมของรัฐที่รัฐเป็นเจ้าของ ให้กับรัฐวิสาหกิจป่าไม้เพื่อการใช้งานถาวร
 - ลดความซับซ้อนและกระจายความเป็นไปได้ในการพัฒนาแผนการจัดการป่าไม้ สำหรับที่ดินป่าไม้ที่ไม่ใช่ของรัฐ
 - (3) การฟื้นฟูในรูปแบบภูมิทัศน์
 - มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมและการประสานงานระหว่างทุกภาคส่วน โดยคำนึงถึงการใช้ที่ดิน น้ำ และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ อย่างยั่งยืน และมีเป้าหมายเพิ่มพื้นที่ป่า 18%
 - การปรับปรุงแนวทางการปลูกป่าโดยระบุชนิดพันธุ์ไม้รุกรานที่ห้ามใช้ในการฟื้นฟูป่า
 - การมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าที่ปลูกเองและป่าที่ราบน้ำท่วมถึง ระบบวนเกษตร ฯลฯ รวมอยู่ในแผนการพัฒนาเชิงพื้นที่
 - การขยายผลการดำเนินงานไปสู่ป่าของเอกชนอื่น ๆ

5) การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

5.1) ภัยคุกคามต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563) ได้จำแนกภัยคุกคามต่อระบบนิเวศและชนิดพันธุ์ว่าส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลต่อระบบนิเวศซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตต้องสูญเสียพื้นที่ไปจากการรุกรานเพื่อการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังมีภัยคุกคามในลักษณะที่ทำให้ระบบนิเวศหรือถิ่นที่อยู่อาศัยมีความเสื่อมโทรม ไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งสามารถจำแนกภัยคุกคามออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

(1) ภัยคุกคามจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ ทำให้เกิดการสูญเสียถิ่นที่อยู่อาศัย ซึ่งเกิดจากการบุกรุกพื้นที่หรือเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของพืชและสัตว์ การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่าง ๆ อาทิ เขื่อนกั้นน้ำ พนังป้องกันตลิ่ง ถนน สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ การทำเหมืองแร่ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ แม้จะมีการฟื้นฟูในภายหลังสิ้นสุดกิจการ แต่ยากที่จะทำให้ระบบนิเวศฟื้นคืนกลับมา และรวมถึงการเกิดไฟป่าที่สร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

(2) ภัยคุกคามจากมลพิษ ที่ส่งผลให้สภาพแวดล้อมในระบบนิเวศทั้งทางบกและทางทะเลมีความเสื่อมโทรม และไม่เหมาะต่อการดำรงชีวิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรง จากการทิ้งขยะและปล่อยน้ำเสียจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งท่องเที่ยว รวมถึงการใช้สารเคมีจากพื้นที่เกษตร และกิจการเดินเรือที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมัน

(3) ภัยคุกคามจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่เหมาะสม ส่วนใหญ่จะมีผลต่อการทำลายหรือลดจำนวนของชนิดพันธุ์ในระบบนิเวศจากกิจกรรมการท่องเที่ยวที่ไม่เหมาะสม การนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการค้าหรือการใช้ประโยชน์มากเกินไป โดยเฉพาะการประมงซึ่งมีการใช้เครื่องมือไม่เหมาะสม

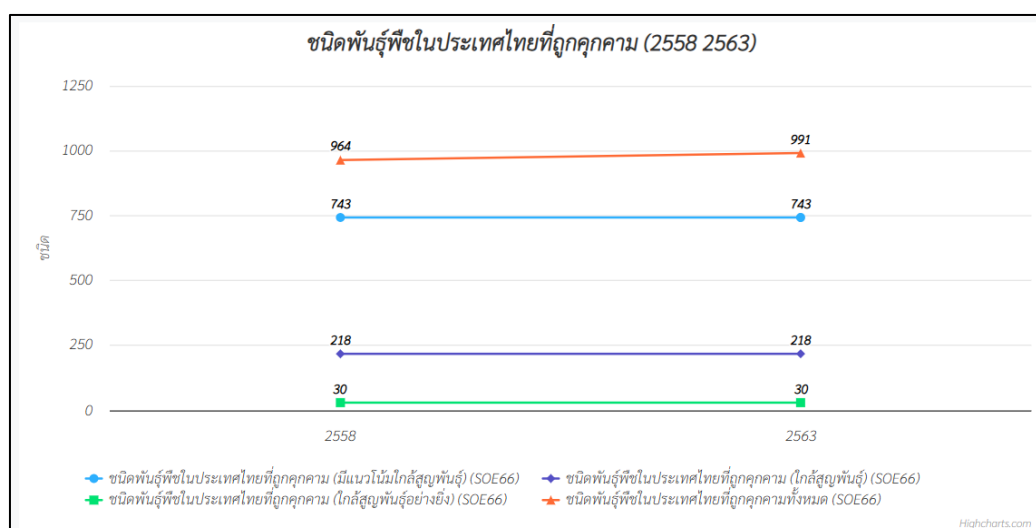
(4) ภัยคุกคามจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกราน จากการนำเข้ามาจากต่างประเทศ เพื่อการค้าหรือการสะสมชนิดพันธุ์สวยงาม แพลกใหม่ การปลูกพืชต่างถิ่นหรือปล่อยสัตว์ต่างถิ่นด้วยความไม่เข้าใจถึงผลกระทบที่จะตามมา ซึ่งอาจเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานและส่งผลกระทบต่อชนิดพันธุ์ดั้งเดิม

(5) ภัยคุกคามจากสภาพอากาศแปรปรวนและภัยธรรมชาติ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การกระจายตัวของฝน ปริมาณน้ำฝน และภัยธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นอุทกภัย ภัยแล้ง และการกัดเซาะชายฝั่ง ที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยและการสูญเสียชนิดพันธุ์

5.2) สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช

การศึกษาและสำรวจพรรณพืชของโครงการพรรณพฤกษชาติประเทศไทย (Flora of Thailand Project) พบว่า มีจำนวนพรรณไม้ ประมาณ 12,050 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 3 ของพรรณไม้ทั้งหมดในโลก โดยได้รับการจำแนกชนิดพันธุ์แล้ว จำนวน 10,531 ชนิด ประกอบด้วย เฟิร์น (Pteridophytes) จำนวน 662 ชนิด พืชเมล็ดเปลือย (Gymnospermae) จำนวน 26 ชนิด พืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledons) จำนวน 3,045 ชนิด และพืชใบเลี้ยงคู่ (Dicotyledons) จำนวน 6,798 ชนิด

ใน พ.ศ. 2563 ได้มีการประเมินสถานภาพชนิดพันธุ์พืชของประเทศไทย อ้างอิงตาม International Union Conservation of Nature (IUCN) ค.ศ. 1994 สำหรับชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่นและชนิดพันธุ์หายาก และ ค.ศ. 2001 พบว่ามีชนิดพันธุ์พืชที่ได้รับการประเมินสถานภาพ 1,185 ชนิด โดยถูกจัดให้เป็นชนิดพันธุ์พืชที่ถูกคุกคาม 999 ชนิด เพิ่มขึ้น จาก พ.ศ. 2558 ที่มี 949 ชนิด ซึ่งจำแนกเป็นชนิดพืชที่อยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable; VU) จำนวน 647 ชนิด ลดลงจาก พ.ศ. 2558 ที่มี 722 ชนิด พืชที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered; EN) จำนวน 259 ชนิด เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2558 ที่มี 187 ชนิด และพืชที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically Endangered; CR) จำนวน 93 ชนิด เพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2558 ที่มี 20 ชนิด และคิดเป็นร้อยละ 9.08 ของชนิดพืชที่จำแนกระบุแล้วทั้งหมด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563) เมื่อเปรียบเทียบชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคามในปีพ.ศ. 2558 และ พ.ศ. 2563 พบว่า ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคามทั้งหมด 964 และ 991 ชนิด ตามลำดับ ซึ่งในปี พ.ศ. 2563 มีชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคามเพิ่มขึ้น 27 ชนิด (รูปที่ 35)



ตัวชี้วัดย่อย	หน่วย	ก่อนหน้า	ล่าสุด	ค่าความต่าง
ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม (มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์) (SOE66)	ชนิด	743 ₂₅₅₈	743 ₂₅₆₃	0 ▼
ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม (ใกล้สูญพันธุ์) (SOE66)	ชนิด	218 ₂₅₅₈	218 ₂₅₆₃	0 ▼
ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม (ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง) (SOE66)	ชนิด	30 ₂₅₅₈	30 ₂₅₆₃	0 ▼
ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคามทั้งหมด (SOE66)	ชนิด	964 ₂₅₅₈	991 ₂₅₆₃	27 ▼

หมายเหตุ

1. ตัวเลขห้อย หมายถึง ปีพ.ศ. ของข้อมูลตัวเลขในตัวชี้วัดนั้นๆ

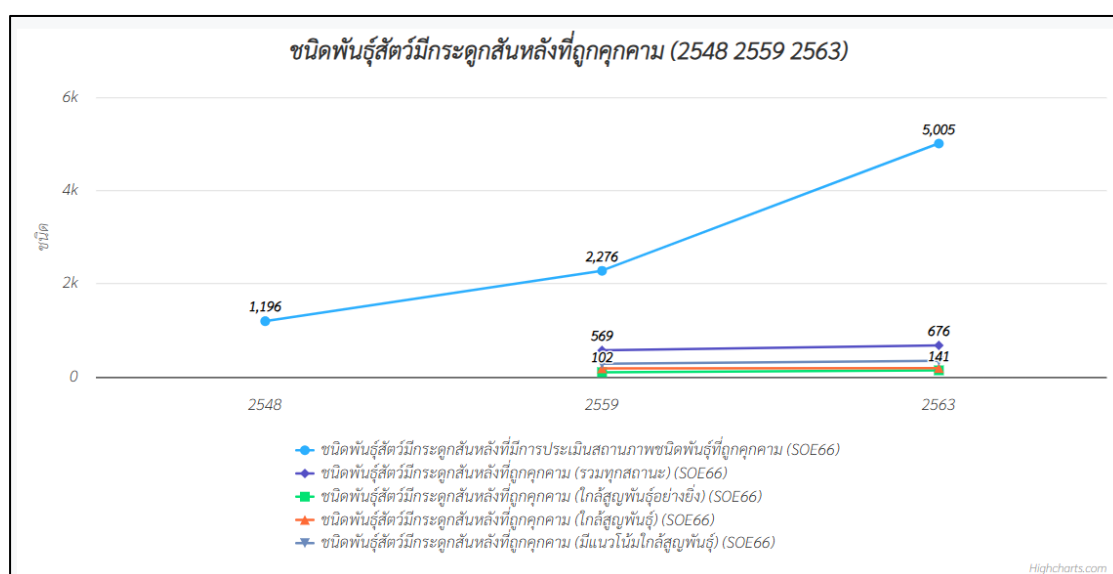
2. การเปลี่ยนแปลง ร้อยละ คำนวณได้จาก = (ข้อมูลปัจจุบัน - ข้อมูลปีก่อนหน้า) / ข้อมูลปีก่อนหน้า

รูปที่ 35 ชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม ณ พ.ศ. 2558 และ 2563

ที่มา: http://env_data.onep.go.th/reports/subject/view/112

5.3) สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพด้านสัตว์

พ.ศ. 2563 มีการประเมินสถานภาพของสัตว์มีกระดูกสันหลังในทุกกลุ่ม พบสัตว์มีกระดูกสันหลังจำนวน 5,005 ชนิด เพิ่มขึ้น 274 ชนิด จาก พ.ศ. 2560 จากข้อมูลประเมินสถานภาพชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามของประเทศไทย มีชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม ประกอบด้วย ชนิดพันธุ์ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง ใกล้สูญพันธุ์ และมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ จำนวน 676 ชนิด โดยเป็นกลุ่มสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม 122 ชนิด นก 189 ชนิด สัตว์เลื้อยคลาน 51 ชนิด สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 19 ชนิด และปลา 295 ชนิด ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก พ.ศ. 2560 ที่มีชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคามจำนวน 569 ชนิด (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566a; รูปที่ 36)



ตัวชี้วัดย่อย	หน่วย	ก่อนหน้า	ล่าสุด	ค่าความต่าง
ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีการประเมินสถานภาพชนิดพันธุ์ที่ถูกคุกคาม (SOE66)	ชนิด	2,276 2559	5,005 2563	2729 ▼
ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกคุกคาม (รวมทุกสถานะ) (SOE66)	ชนิด	569 2559	676 2563	107 ▼
ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกคุกคาม (ใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง) (SOE66)	ชนิด	102 2559	141 2563	39 ▼
ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกคุกคาม (ใกล้สูญพันธุ์) (SOE66)	ชนิด	185 2559	191 2563	6 ▼
ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกคุกคาม (มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์) (SOE66)	ชนิด	282 2559	344 2563	62 ▼

หมายเหตุ

1. ตัวเลขห้อย หมายถึง ปีพ.ศ. ของข้อมูลตัวเลขในตัวชี้วัดนั้นๆ

2. การเปลี่ยนแปลง ร้อยละ คำนวณได้จาก = ((ข้อมูลปัจจุบัน - ข้อมูลปีก่อนหน้า) x 100) / ข้อมูลปีก่อนหน้า

รูปที่ 36 ชนิดพันธุ์สัตว์มีกระดูกสันหลังในประเทศไทยที่ถูกคุกคาม ณ พ.ศ. 2548, 2559 และ 2563

ที่มา: http://env_data.onep.go.th/reports/subject/view/112

1.2 บทวิเคราะห์ศักยภาพของภาคป่าไม้ในการรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

1.2.1 การบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศใดประเทศหนึ่ง ย่อมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของทุกประเทศในโลก ดังนั้น แนวทางเบื้องต้นในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงต้องเริ่มจากการลดกิจกรรมของมนุษย์ที่จะก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่ง สฟิซ (2566) ได้เสนอแนวทางการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้ 3 แนวทาง ได้แก่ การลด หรือ หลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน และการใช้วัสดุทดแทน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม สามารถดำเนินการโดยป้องกันการบุกรุกทำลายป่าและสร้างความเสื่อมโทรมแก่ป่าในพื้นที่ป่า และการบริหารจัดการและควบคุมไฟป่าเพื่อลดการสูญเสียคาร์บอนจากไฟ สถานการณ์ในประเทศไทยมีชุมชนไม่น้อยที่อาศัยโดยรอบพื้นที่อนุรักษ์ และมีการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้เพื่อการดำรงชีพ ดังนั้น จึงควรมีการดำเนินงานในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจรูปแบบต่าง ๆ ให้แก่ชุมชนที่ต้องพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ให้รักษาทรัพยากรป่าไม้ ตัวอย่างเช่น การสนับสนุนกิจกรรมการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (Reducing emissions from deforestation and forest degradation: REDD+) หรือ เรดด์พลัส และส่งเสริมบทบาทอนุรักษ์ของชุมชนอย่างยั่งยืน ตามหลักการการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services; PES) โดยให้บุคคลหรือกลุ่มคนหรือชุมชนที่ดูแลรักษาระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติควรจะได้รับค่าชดเชยหรือผลตอบแทน และบุคคลหรือกลุ่มที่ได้รับผลประโยชน์จากระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติควรจะต้องจ่าย เพื่อแลกเปลี่ยนกับการบริการด้านสิ่งแวดล้อมหรือประโยชน์ที่ได้รับ

2) การเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น

การเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น สามารถดำเนินการได้ 3 ระดับ ได้แก่ 1) การเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ โดยส่งเสริมให้มีการปลูกป่าทั้งในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อน (Afforestation) และพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อน (Reforestation) เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2) การเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่ป่าไม้ สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสายพันธุ์ไม้ป่า เพื่อให้มีผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น เพื่อให้มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนต่อพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น เช่น การปรับปรุงพันธุ์ไม้เศรษฐกิจให้โตเร็วขึ้น และทนทานต่อสิ่งแวดล้อมและโรคแมลงมากขึ้น การพัฒนาวิธีการปลูกและการจัดการให้การเติบโตเร็วและผลผลิตเพิ่มขึ้น เป็นต้น 3) การเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในระดับภูมิทัศน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่โดยรอบพื้นที่ป่าไม้ เช่น การส่งเสริมการปลูกพืชเกษตรยืนต้น หรือการปลูกพืชใน

ระบบวนเกษตรในพื้นที่เกษตร การป้องกันและควบคุมไฟป่าในพื้นที่เกษตรอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อป้องกันการลุกลามของไฟไปสู่พื้นที่ป่าไม้ การป้องกันและกำจัดโรคแมลงในพื้นที่เกษตร เป็นต้น

3) การส่งเสริมการใช้ไม้ทดแทนวัสดุอื่น

การส่งเสริมการใช้ไม้ทดแทนวัสดุอื่น สามารถดำเนินการได้ 2 ลักษณะ 1) การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลจากไม้ (Biomass energy) ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การส่งเสริมการปลูกไม้เศรษฐกิจโตเร็วเพื่อเป็นเชื้อเพลิงชีวมวล 2) การส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์จากไม้ทดแทนผลิตภัณฑ์หรือวัสดุอื่นที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการใช้ไม้ในการสร้างบ้านหรืออาคาร หรือเฟอร์นิเจอร์ที่มีอายุการใช้งานนาน

ทั้งนี้ ในการดำเนินงานเพื่อบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ควรพัฒนาเครื่องมือด้านเศรษฐศาสตร์และการเงิน เพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้ เช่น กลไกการซื้อขายคาร์บอนเครดิต เป็นต้น ทั้งนี้ คณะวนศาสตร์ (2565) ได้เสนอกกลยุทธ์เพื่อเสริมสร้างบทบาทภาคป่าไม้สู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนไว้ด้วยกัน 6 กลยุทธ์ ดังนี้

กลยุทธ์ที่ 1 เสริมสร้างระบบนิเวศ (Ecosystem) เพื่อสนับสนุนการเพิ่มพื้นที่ป่า โดยเร่งปรับปรุงหรือยกเลิกกฎหมาย ภาระเบียด หลักเกณฑ์ ฯลฯ ที่ยังเป็นอุปสรรคต่อการปลูกไม้เศรษฐกิจ เตรียมความพร้อมพื้นที่รองรับการปลูกไม้เศรษฐกิจระดับพื้นที่ ออกมาตรการด้านการเงิน การคลัง และตลาดรูปแบบใหม่ ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการปลูกป่า ตลอดจนผลักดันให้เมืองคึกกร และผลักดันกฎหมายส่งเสริมไม้เศรษฐกิจโดยเฉพาะ เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 2 สนับสนุนและผลักดันการใช้ประโยชน์ไม้ครบวงจรด้วยแนวคิดนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ โดยรณรงค์และสนับสนุนการใช้ไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ที่มีมาตรฐานการผลิตจากป่าปลูกมากยิ่งขึ้น สร้างความตระหนักรู้ในการใช้ผลิตภัณฑ์ไม้จากสวนป่าทดแทนวัสดุอื่นที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง เร่งผลักดันการจัดทำ Building code เพื่อรองรับการขยายตัวของงานอาคารโครงสร้างไม้ขนาดใหญ่ สนับสนุนการพัฒนากระบวนการผลิตที่ช่วยยืดอายุการใช้งานไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ การใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มคุณค่าในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 3 รักษาสภาพการกักเก็บคาร์บอนในภาคป่าไม้ด้วยกลไกประชารัฐ สนับสนุนการพัฒนาและขยายผลระบบ กลไก และเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับป้องกันการบุกรุกป่า ส่งเสริมการใช้ที่ดินแบบวนเกษตร ที่มีการปลูกไม้ยืนต้นร่วมกับพืชเกษตร และ/หรือ สัตว์เลี้ยงในพื้นที่ สร้างแรงจูงใจด้านการปลูกและดูแลรักษาป่าด้วยการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการด้านนิเวศ (PES) ส่งเสริมระบบการรับรองไม้และผลผลิตจากไม้ สนับสนุนนโยบายการค้าที่เชื่อมโยงกับการผลิตที่ยั่งยืนที่ไม่ทำลายป่า เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 4 เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการไฟป่าด้วยองค์ความรู้ เทคโนโลยี และกลไกการมีส่วนร่วม โดยนำเทคโนโลยีมาใช้ในการป้องกันไฟป่าอย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องและแม่นยำ ได้แก่ การคาดการณ์การเกิดไฟป่า จัดทำแผนที่แสดงความเสี่ยงการเกิดไฟไหม้ จัดทำระบบการแจ้งเตือนภัยไฟป่าล่วงหน้า จัดการเชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพบริเวณพื้นที่เสี่ยง สร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนและภาคส่วนต่าง ๆ ในการจัดการไฟป่า สร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพื่อการจัดการไฟป่า เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 5 พัฒนากลไกการลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้ โดยพัฒนาระเบียบวิธีการและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประเมินโครงการภาคป่าไม้ (T-VER) เช่น ระเบียบวิธีการที่มีความเฉพาะต่อกิจกรรม และ/หรือ เครื่องมือคำนวณเฉพาะ เพื่อสนับสนุนระเบียบวิธีการสำหรับโครงการภาคป่าไม้ที่มีอยู่ พัฒนาเครื่องมือหรือแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อประเมินการเติบโตของหมูไม้หรือมวลชีวภาพของต้นไม้ โดยกำหนดวิธีการที่เหมาะสมกับประเทศ พัฒนาเครื่องมือด้านเศรษฐศาสตร์และการเงินเพื่อสร้างแรงจูงใจในการดำเนินกิจกรรมลดก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้ สร้างทางเลือกให้สามารถนำระเบียบวิธีการตามมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลรูปแบบต่าง ๆ มาใช้ร่วมด้วย เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 6 ส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างจิตสำนึกของสังคมต่อบทบาทของภาคป่าไม้ เร่งดำเนินการเพื่อให้คนทุกกลุ่มและทุกช่วงวัยได้มีความรู้ความเข้าใจ และเห็นความสำคัญถึงบทบาทภาคป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เช่น การฝึกอบรม การผลิตสื่อดิจิทัล สื่อการเรียนการสอน ตำรา สิ่งพิมพ์ สื่อวิทัศน์ พัฒนาหลักสูตรหรือชุดวิชาที่เกี่ยวข้อง สร้างศูนย์การเรียนรู้ด้านป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับชาติ เป็นต้น

1.2.2 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

ในการสร้างความพร้อมในการรับมือและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อด้านทรัพยากรป่าไม้ เพื่อให้มีความครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ทั้งในด้านผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างป่า และระบบนิเวศ มีแนวทางสำคัญดังนี้

1) การอนุรักษ์และบริหารจัดการกลุ่มป่าเพื่อรองรับการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

โดยการอนุรักษ์และเพิ่มพื้นที่ป่าเป็นแนวทางหนึ่งในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยให้ความสำคัญกับการอนุรักษ์และบริหารจัดการกลุ่มป่า การปลูกป่าเป็นแนวเชื่อมต่อระหว่างป่า (Corridor) การปลูกป่าเป็นแนวกันชน (Buffer) ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลในการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่วิกฤติ (Hot spot) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ความสมบูรณ์ของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อรองรับ รวมถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมในถิ่นกำเนิด (*In situ* gene conservation) ในพื้นที่อนุรักษ์ โดยให้ความสำคัญกับชนิดที่มีความเสี่ยง เช่น ระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมาก ระบบนิเวศบนพื้นที่สูง ระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นต้น

2) การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและสัตว์นอกถิ่นกำเนิด (*Ex situ* gene conservation)

โดยพันธุ์พืช/พันธุ์สัตว์หายาก ใกล้สูญพันธุ์ และกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ควรมีการอนุรักษ์พันธุกรรมนอกถิ่นกำเนิดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีชีวภาพเพื่ออนุรักษ์พันธุกรรมพืช/สัตว์หายาก ใกล้สูญพันธุ์ และกลุ่มที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ รวบรวมและอนุรักษ์ดูแลสายพันธุ์และพันธุกรรม และพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์พืชที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางภูมิอากาศ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังจำเป็นต้องบริหารจัดการเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่า โดยใช้เทคโนโลยีในการเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าหายาก หรือสัตว์ป่าที่มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ และบริหารจัดการถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์เหล่านั้น

3) การเพิ่มพื้นที่ป่าเศรษฐกิจเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

โดยนโยบายป่าไม้แห่งชาติกำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ในอัตราร้อยละ 40 ของเนื้อที่ประเทศ (129 ล้านไร่) จำแนกเป็นป่าเพื่อการอนุรักษ์ร้อยละ 25 (81 ล้านไร่) และป่าเศรษฐกิจร้อยละ 15 (48 ล้านไร่) การเพิ่มพื้นที่ปลูกไม้เศรษฐกิจ นอกจากเป็นการสนองความต้องการใช้ไม้ภายในประเทศแล้ว ยังเพื่อรักษาสมดุลทางด้านสิ่งแวดล้อมและบรรเทาภัยพิบัติทางธรรมชาติของประเทศ โดยการส่งเสริมปลูกป่าเศรษฐกิจควรมีการกำหนดพื้นที่เป้าหมายให้ชัดเจน ทั้งในพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติที่เสื่อมโทรม และพื้นที่นอกเขตป่า ได้แก่ พื้นที่นาไม่เหมาะสม พื้นที่ในความรับผิดชอบของสำนักงานปฏิรูปที่ดินเพื่อการเกษตร (ส.ป.ก.) พื้นที่ในความรับผิดชอบของอนุกรรมการนโยบายที่ดินแห่งชาติ (คทช.) และที่สำคัญคือพื้นที่ดินกรรมสิทธิ์อื่น ๆ ทั้งนี้ การสร้างแรงจูงใจในการส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจในพื้นที่กรรมสิทธิ์ด้วยมาตรการทางการคลังและการเงิน

4) การพัฒนาพันธุ์ไม้ป่าเพื่อลดความเสี่ยงและเพิ่มความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั้งกลางวันและกลางคืน การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน และการกระจายตัวของฝน ตลอดจนการขยับเลื่อนของฤดูกาล มีผลโดยตรงต่อการเติบโตของพันธุ์ไม้ป่าต่าง ๆ อาจแตกต่างกันไปตามความอ่อนไหวของพันธุ์ไม้ป่าแต่ละชนิดที่มีต่อสภาพอากาศที่พืชนั้น ๆ สามารถทนทานหรือเติบโตได้ ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า และพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพในการพัฒนาและการปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่าที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และทนทานต่อโรคและแมลงศัตรูไม้ป่าที่มีแนวโน้มระบาดมากยิ่งขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพันธุ์ไม้เศรษฐกิจ เพื่อให้มีผลผลิตต่อพื้นที่สูง คำนวณการลงทุน นอกจากนี้ ควรสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่และคัดเลือกชนิด/พันธุ์ไม้ป่า ที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ปลูกไม้เศรษฐกิจภายใต้สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

5) การบริหารจัดการเพื่อป้องกันและควบคุมไฟป่าเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผลกระทบของอุณหภูมิสูงและความแห้งแล้งก่อให้เกิดความรุนแรงของไฟป่า แนวทางการบริหารจัดการเพื่อป้องกันและควบคุมไฟป่าเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ นอกจากจะดำเนินการในพื้นที่ป่าแล้ว ยังจำเป็นต้องมีการดำเนินการในระดับภูมิทัศน์ ทั้งในพื้นที่ป่าไม้และการใช้ที่ดินประเภทอื่น ๆ โดยสามารถดำเนินการได้หลายแนวทาง เช่น การสนับสนุนการวิจัยแบบจำลองเพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า และผลกระทบต่อระบบนิเวศได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพื่อป้องกันและควบคุมไฟป่าได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ตลอดจนการสร้างความรู้และการมีส่วนร่วมของชุมชนที่อาศัยอยู่โดยรอบพื้นที่ป่าไม้ในการป้องกันและควบคุมไฟป่า เพื่อป้องกันและควบคุมไฟป่าในระดับภูมิทัศน์

1.3 คาคาการณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ป่าบก

จากเป้าหมายของประเทศไทยที่ตั้งเป้าเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียว โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก คือ พื้นที่ป่าธรรมชาติ 113.23 ล้านไร่ (ร้อยละ 35) พื้นที่ป่าเศรษฐกิจ 48.42 ล้านไร่ (ร้อยละ 15) และพื้นที่สีเขียวในเขตเมืองและชนบท 16.17 ล้านไร่ (ร้อยละ 5) ภายในปี พ.ศ. 2580 เพื่อเพิ่มศักยภาพการดูดกลืนก๊าซเรือนกระจกให้ได้ 120 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (รูปที่ 28) นำมาคาคาการณปริมาณการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ป่าบก ตามค่าอ้างอิงความเพิ่มพูนของพื้นที่ป่าที่รวบรวมโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2562a) ออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 หากสามารถเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียวของประเทศไทย จะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 78.08 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (ตารางที่ 9) และกรณีที่ 2 เมื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ป่าบกที่รับผิดชอบและอยู่ในแผนของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จะสามารถกักเก็บคาร์บอนได้ 29.71 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 กรณีสี่ 1 คาดการณ์การกักเก็บคาร์บอนจากการเพิ่มพื้นที่ป่าและพื้นที่สีเขียวตามเป้าหมายของของประเทศไทย ร่วมกับการดูแลรักษาป่าเดิม

ประเภทพื้นที่ป่าบก	พื้นที่ (ล้านไร่)		ความเพิ่มพูนของ CO ₂ (tCO ₂ e/rai/yr)	การกักเก็บคาร์บอน (tCO ₂ e/yr)		หมายเหตุ
	ป่าเดิม	ปลูกเพิ่ม				
ป่าธรรมชาติ						
พื้นที่ปัจจุบัน (มุ่งเน้นการฟื้นฟูสภาพป่าให้มีความสมบูรณ์)	102.04		0.21	21.43	31.87	การเพิ่มพูนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารายปี พื้นที่ป่าเต็งรังที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี (อ้างอิงหลักอนุรักษ) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2562a) การเพิ่มพูนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารายปีของไม้พื้นเมืองโตช้า (คณะวนศาสตร์, 2554)
ป่าสงวนแห่งชาติ		0.97	0.95	0.92		
พื้นที่ คทช. (ลุ่มน้ำ 1,2)		3.22	0.95	3.06		
ป่าชุมชน		0.3	0.95	0.29		
ป่าไม้ถาวร (ลุ่มน้ำ 1,2)		0.06	0.95	0.06		
ป่าอนุรักษ์		1.28	0.95	1.22		
พื้นที่ ส.ป.ก.		3.689	0.95	3.50		
พื้นที่ไม่ได้จำแนก (ลุ่มน้ำ 1,2)		0.42	0.95	0.40		
พื้นที่นิคมสร้างตนเอง		0.586	0.95	0.56		
พื้นที่นิคมสหกรณ์		0.4666	0.95	0.44		
ป่าเศรษฐกิจ						
พื้นที่ปัจจุบัน	32.65		0.95	31.02	46.21	
พื้นที่ คทช. (ลุ่มน้ำ 3,4,5)		1.85	0.95	1.76		
ป่าไม้ถาวร (ลุ่มน้ำ 3,4,5)		1.04	0.95	0.99		
พื้นที่ ส.ป.ก. ในเขตป่าสงวน		7.2	0.95	6.84		
พื้นที่เอกชน (ที่ดินกรรมสิทธิ์)		5.9	0.95	5.61		
รวม	134.69	26.98		78.08	78.08	

ตารางที่ 10 กรณีสที่ 2 คาคการณการกักเก็บคาร์บอนจากการเพิ่มพื้นที่ป่าบกที่รับผิดชอบและอยู่ในแผนของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ร่วมกับการดูแลรักษาป่าเดิม

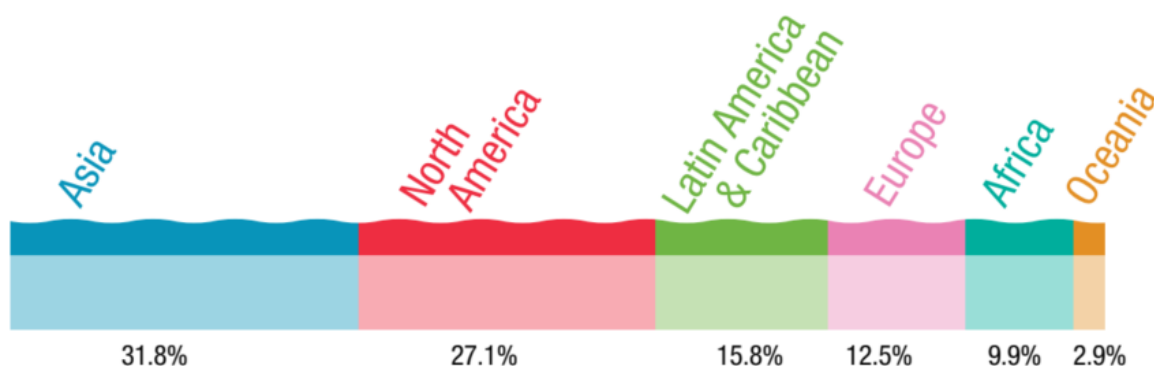
ประเภทพื้นที่ป่าบก	พื้นที่ (ล้านไร่)		ความเพิ่มพูนของ CO ₂ (tCO ₂ e/rai/yr)	การกักเก็บคาร์บอน (tCO ₂ e/yr)		หมายเหตุ
	ป่าเดิม	ปลูกเพิ่ม				
ป่าธรรมชาติ						การเพิ่มพูนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารายปี พื้นที่ป่าเต็งรังที่ถูกทิ้งร้างมากกว่า 20 ปี (อ้างอิงหลักอนุรักษ) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2562a)
พื้นที่ปัจจุบัน (มุ่งเน้นการฟื้นฟูสภาพป่าให้มีความสมบูรณ์)	102.04		0.21	21.43	26.97	
ป่าสงวนแห่งชาติ		0.97	0.95	0.92		
พื้นที่ คทช. (ลุ่มน้ำ 1,2)		3.22	0.95	3.06		
ป่าชุมชน		0.3	0.95	0.29		
ป่าไม้ถาวร (ลุ่มน้ำ 1,2)		0.06	0.95	0.06		
ป่าอนุรักษ์		1.28	0.95	1.22		
ป่าเศรษฐกิจ						การเพิ่มพูนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารายปีของไม้พื้นเมืองโตช้า (คำนวณศาสตร์, 2554)
พื้นที่ คทช. (ลุ่มน้ำ 3,4,5)		1.85	0.95	1.76	2.75	
ป่าไม้ถาวร (ลุ่มน้ำ 3,4,5)		1.04	0.95	0.99		
รวม	102.04	8.72		29.71	29.71	

2. ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

2.1 บทนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) ตามคำจำกัดความของอนุสัญญาแรมซาร์ (Ramsar Convention) หรืออนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งเป็นข้อตกลงระหว่างรัฐบาล ในการสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศ **เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ และยับยั้งการสูญเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำในโลก โดยให้มีการจัดการเพื่อใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาด** มีผลบังคับใช้เมื่อ ค.ศ. 1975 ได้ให้ความหมายของคำว่า “พื้นที่ชุ่มน้ำ” ว่าหมายถึง ลักษณะภูมิประเทศที่มีรูปแบบเป็นพื้นที่ชื้นแฉะ พรุ แหล่งน้ำ ทั้งที่เกิดเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยเป็นพื้นที่ที่มีน้ำขัง หรือน้ำท่วมถาวรหรือชั่วคราว สามารถเป็นได้ทั้งแหล่งน้ำนิ่งหรือน้ำไหล น้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม รวมถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล และที่ในทะเลบริเวณซึ่งเมื่อน้ำลดลงต่ำสุด มีความลึกของระดับน้ำไม่เกิน 6 เมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562b)

พื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกในปัจจุบัน มีพื้นที่ครอบคลุมประมาณ 1.5-1.6 พันล้านเฮกตาร์ (Ramsar Convention on Wetlands, 2021) โดยหากแบ่งการกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำออกเป็นตามแต่ละภูมิภาคของโลก พบว่าทวีปเอเชีย มีสัดส่วนการกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำมากที่สุด คิดเป็น 31.8% รองลงมาเป็นทวีปแอฟริกา คิดเป็น 27.1% และน้อยที่สุดคือ ทวีปโอเชียเนีย คิดเป็น 2.9% (Matthiesen et al., 2022; อิงตามตัวเลขพื้นที่รวมทั้งหมด 12.1 ล้าน ตร.กม. จาก Davidson et al., 2018 (รูปที่ 37)



รูปที่ 37 สัดส่วนการกระจายตัวของพื้นที่ชุ่มน้ำในแต่ละภูมิภาคทั่วโลก อิงตามตัวเลขพื้นที่รวมทั้งหมด 12.1 ล้าน ตร.กม. จาก Davidson et al., 2018

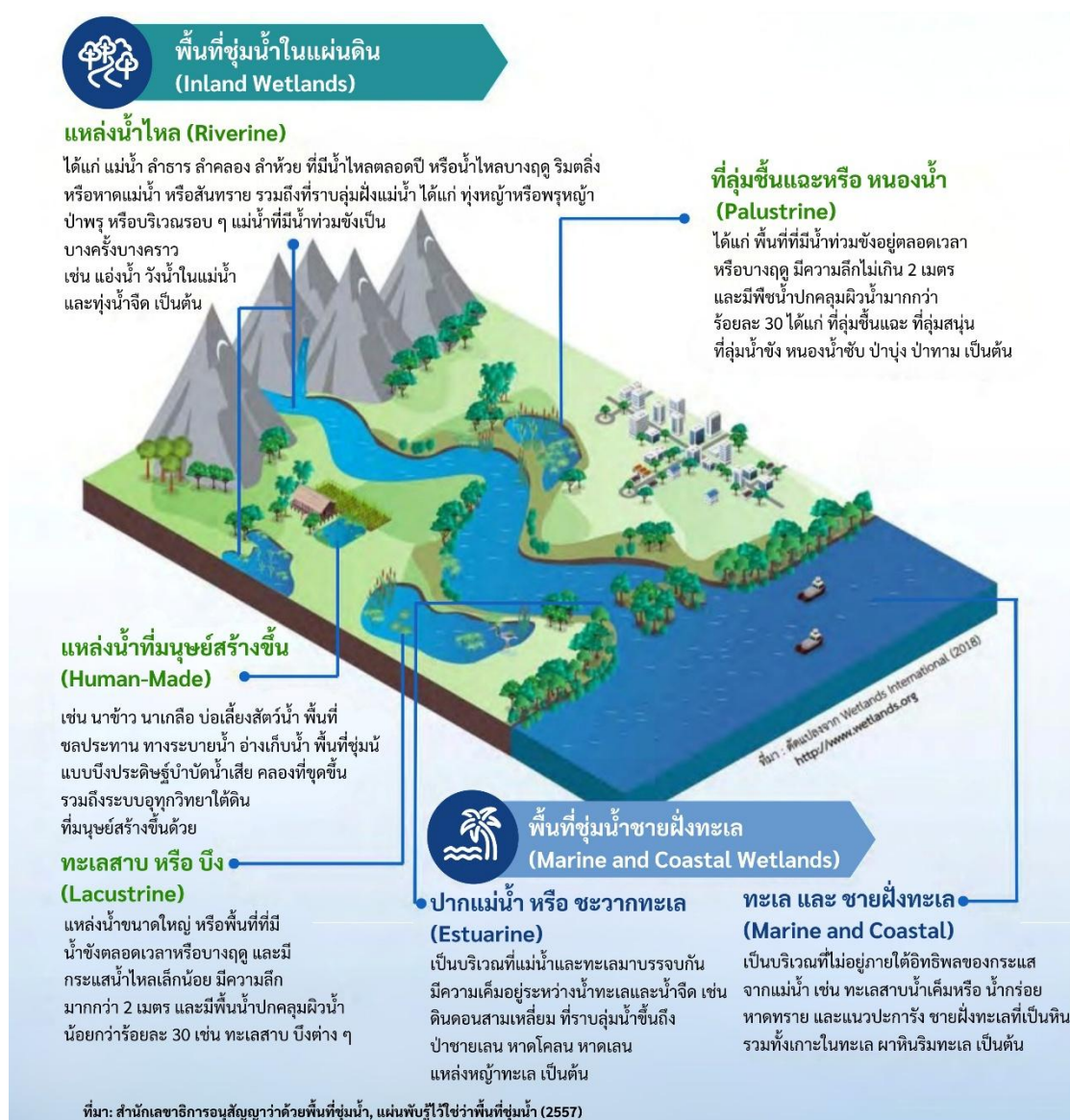
ที่มา: Matthiesen et al. (2021)

ดังนั้นพื้นที่ชุ่มน้ำสามารถแบ่งตามลักษณะของถิ่นที่อยู่อาศัย (Habitat) ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) พื้นที่ชุ่มน้ำในแผ่นดิน (Inland wetlands) ได้แก่ แหล่งน้ำไหล ที่ลุ่มชื้นแฉะหรือหนองน้ำ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น
- 2) พื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่งทะเล (Marine and coastal wetlands) ได้แก่ ปากแม่น้ำ หรือ ชะวากทะเล และ ทะเลและชายฝั่งทะเล

ประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำ ดังแสดงใน รูปที่ 38 (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562b)

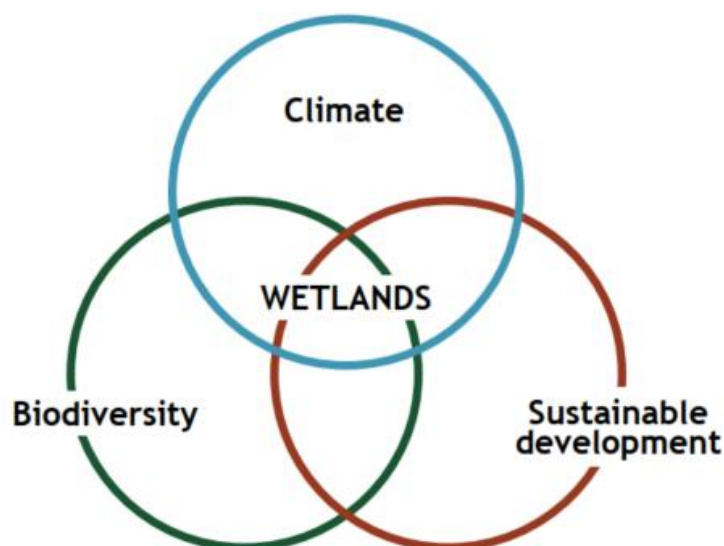
สำหรับประเทศไทย ได้เข้าร่วมเป็นภาคีสัญญาแรมซาร์ เป็นลำดับที่ 110 เมื่อ ค.ศ. 1998 โดยเสนอให้พรุควนชีเลี้ยง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเขตห้ามล่าสัตว์ป่าทะเลน้อย เป็นแรมซาร์ไซต์ (Ramsar Sites) ซึ่งเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศแห่งแรกของไทย ถือเป็นลำดับที่ 948 ของทะเบียนแรมซาร์ไซต์ ถือเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีลักษณะเป็นตัวแทนหายาก หรือลักษณะพิเศษเฉพาะ มีความสำคัญระหว่างประเทศสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่เกี่ยวกับชนิดพันธุ์ และจำนวนประชากรของนกน้ำ และปลา (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2562b) โดยขณะนี้ มีจำนวนแรมซาร์ไซต์ทั่วโลกจำนวน 2,532 แห่ง ครอบคลุมพื้นที่ 257,909,286 เฮกตาร์ (Secretariat of the Convention on Wetlands, 2025)



รูปที่ 38 ประเภทของพื้นที่ชุ่มน้ำ

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2562b)

แสดงให้เห็นถึงความสำคัญอันหลากหลายของพื้นที่ชุ่มน้ำในเรื่องของการเป็นทั้งแหล่งกักเก็บและปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas fluxes) ช่วยควบคุมการเกิดน้ำท่วม เป็นแหล่งหมุนเวียนธาตุอาหาร และแหล่งรวมของความหลากหลายทางชีวภาพ (Finlayson et al., 2005; Zedler & Kercher, 2005) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า พื้นที่ชุ่มน้ำถือว่ามีสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อข้อผูกพันระดับโลกเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาที่ยั่งยืน (รูปที่ 39)



รูปที่ 39 ความสำคัญของพื้นที่ชุ่มน้ำต่อข้อผูกพันระดับโลกเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการพัฒนาที่ยั่งยืน
ที่มา: Ramsar Convention on Wetlands (2021)

พื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย มีพื้นที่รวม 39,621.15 ตร.กม. คิดเป็นพื้นที่ 7.5% ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย โดยมีการแบ่งออกเป็นประเภทที่แตกต่างกัน ดังนี้

- แรมซาร์ไซต์ (Ramsar sites)
- พื้นที่ชุ่มน้ำในเขตอนุรักษ์
- พื้นที่ชุ่มน้ำนอกเขตอนุรักษ์
- พื้นที่ชุ่มน้ำที่เสนอเพิ่มเติม

พื้นที่ชุ่มน้ำของไทย อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของหน่วยงานหลากหลายภาคส่วน ขึ้นอยู่กับแต่ละพื้นที่ เช่น 1) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 2) กรมประมง 3) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง 4) องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น เป็นต้น (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566b)

ในส่วนของแรมซาร์ไซต์ หรือพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ มีลักษณะเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นตัวแทนหายาก หรือมีลักษณะพิเศษเฉพาะ มีความสำคัญระหว่างประเทศสำหรับการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่เกี่ยวข้องกับชนิดพันธุ์ และจำนวนประชากรของนกน้ำ และปลา โดยแรมซาร์ไซต์ของประเทศไทย ปัจจุบันได้รับการขึ้นทะเบียนแล้วทั้งสิ้น 15 พื้นที่ (รูปที่ 40) โดยมีความสำคัญในการเป็นแหล่งรองรับน้ำ เป็นพื้นที่รองรับความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ เป็นแหล่งท่องเที่ยว และอื่น ๆ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2563b)



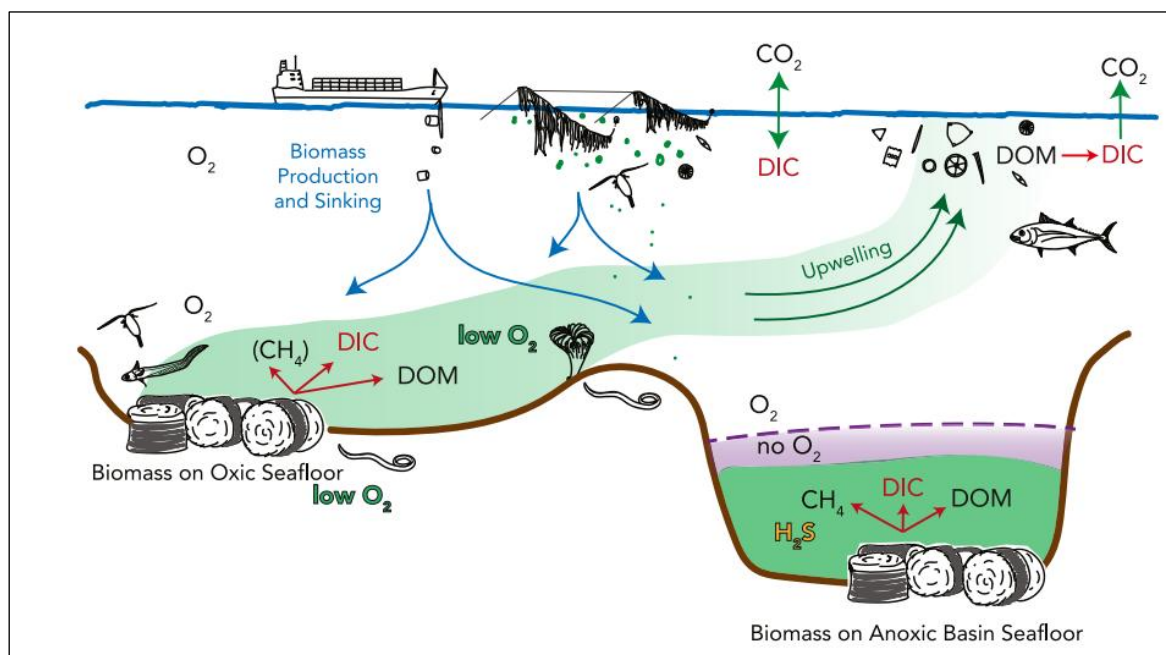
รูปที่ 40 พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar sites) ของประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2563b)

จากการศึกษาเกี่ยวกับอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย ในประเด็นเกี่ยวกับนโยบายและมาตรการทางกฎหมายในการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำในปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีการกำหนดนโยบายและมาตรการที่สอดคล้องกับพันธกรณีที่รัฐภาคีต้องถือปฏิบัติ แต่ยังมีประสิทธิภาพเพียงพอ และมีการเสนอแนะทางกฎหมายและการบริหาร เช่น 1) กำหนดคำจำกัดความของ “พื้นที่ชุ่มน้ำ” และ “การใช้ประโยชน์อย่างชาญฉลาด” ไว้ในกฎหมายไทย 2) ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนในระดับเกี่ยวกับการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ 3) เพิ่มเติมมาตรการจูงใจและสิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำไว้ในกฎหมาย เป็นต้น (ณัฐวุฒิ, 2022)

2.2 ความสามารถในการดูดซับ/กักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

ลักษณะของดินที่ไม่มีออกซิเจน (Anoxic condition) ในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ ถือเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนจากการทับถมของมวลชีวภาพของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้ดี (รูปที่ 41) และลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศหากพื้นดินนั้นไม่ถูกรบกวน (Raven et al., 2023)



รูปที่ 41 ภาพรวมของศักยภาพในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในสภาวะที่สัมผัสออกซิเจน (Oxic) และสภาวะที่ไม่สัมผัสออกซิเจน (Anoxic) ของพื้นที่ทะเล

ที่มา: Raven et al. (2023)

ระบบนิเวศน้ำจืด (ป่าพรุ)

ลักษณะของพื้นที่ชุ่มน้ำที่ถือว่ามีความสำคัญ มีทั้งที่เป็นพื้นที่ป่าพรุ (Peatlands) และพื้นที่ชายฝั่ง (Coastal) โดยป่าพรุ มีพื้นที่ปกคลุมเป็นสัดส่วน 3% ของพื้นที่ผิวโลก หรือประมาณ 4 ล้าน ตร.กม. จึงคาดว่า เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีรายงานว่าป่าพรุมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนภาคพื้นดินไว้ได้มากถึงประมาณ 30% หรือประมาณ 400-700 กิกะตัน (Parish et al., 2008) ป่าพรุ นับเป็นหนึ่งในป่าชนิดหลักของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีพื้นที่ปกคลุมประมาณ 25 ล้านเฮกตาร์ โดยพื้นที่ส่วนนี้ถือเป็นสัดส่วน 60% ของพื้นที่ป่าพรุเขตร้อนทั้งหมด (Chin & Parish, 2013) ส่วนใหญ่พบในประเทศมาเลเซีย บรูไน ไทย และ เวียดนาม รองลงมาคือฟิลิปปินส์ สาธารณรัฐประชาชนลาว และเมียนมาร์ ดังแสดงในแผนที่กระจายตัวของป่าพรุในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ASEAN Secretariat, 2023; รูปที่ 42)



รูปที่ 42 แผนที่การกระจายตัวของป่าพรุในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ที่มา: ASEAN Secretariat (2023)

ป่าพรุในประเทศไทย มีรายงานพื้นที่รวม 64,555 เฮกตาร์ (ASEAN Secretariat, 2023) จากรายงานที่ว่าป่าพรุมีความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในส่วนของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินได้ 26.48 tons C ha⁻¹ (อานุช และคณะ, 2557) ดังนั้นพื้นที่ป่าพรุในประเทศไทยจึงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนเฉพาะในส่วนมวลชีวภาพเหนือดินได้ถึง 1,695,760 tons C ha⁻¹

มีการสรุปจากการประชุม APMS (ASEAN PEATLAND MANAGEMENT STRATEGY 2023-2030) สำหรับประเทศสมาชิกที่ยังไม่ได้ดำเนินการตามแผนปฏิบัติการที่ได้ระบุไว้ในการประชุม APMS 2006-2020 ให้แล้วเสร็จ ถือว่ายังคงนับรวมแผนการปฏิบัติการดังกล่าว โดยนำมาสรุปรวมไว้ด้วยกันกับแผนปฏิบัติการฉบับล่าสุด โดยการทบทวนครั้งล่าสุดในปี ค.ศ. 2021 เป้าหมายของการปฏิบัติงานอิงตามลำดับความสำคัญสำหรับการประชุม APMS ครั้งถัดไป ส่วนนี้ได้มีการประเมินเพื่อให้มีความสอดคล้องกับ APMS 2023-2030 โดยได้มีการนำแผนปฏิบัติงานทั้งหมดจาก APMS ครั้งก่อนหน้ามารวมเข้าด้วยกันกับหัวข้อที่โฟกัส (Focal Areas) และวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงการผสมผสานองค์ประกอบข้ามสายงาน เช่น การวิจัยหรือการจัดการแบบบูรณาการ ด้วยเป้าหมายที่มีขอบเขตเวลา โดยมีการกำหนดไว้จำนวน 13 Focal Area (รูปที่ 43) ในที่นี้ได้มีการดัดแปลงเนื้อหาบางส่วนจากรายงานดังกล่าว และนำเสนอลำดับความสำคัญสูงของแผนปฏิบัติงานเฉพาะส่วนของประเทศไทย ซึ่งเป็นหนึ่งในประเทศสมาชิก ซึ่งประเทศไทยไม่ได้มีการระบุเป้าหมายความสำคัญของแผนปฏิบัติงานที่จะดำเนินการในลำดับถัดไปในทุกหัวข้อ (ตารางที่ 11) โดยยังมีหัวข้อที่ถือว่าเป็นช่องว่างอยู่พอสมควร ได้แก่

Focal Area 3. การสร้างความตระหนักรู้ และเสริมสร้างขีดความสามารถ

- การสร้างขีดความสามารถของสถาบัน ในการจัดการพื้นที่ป่าพรุ

Focal Area 4. การแบ่งปันข้อมูล

- เพิ่มประสิทธิภาพการจัดการข้อมูล และส่งเสริมให้เกิดการแบ่งปันข้อมูล

Focal Area 8. การจัดการพื้นที่ป่าพรุแบบบูรณาการ

- ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของหลายหน่วยงานในการจัดการพื้นที่ป่าพรุ
- ส่งเสริมทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการและการจัดการพื้นที่ป่าพรุ โดยใช้แนวทางทั่วทั้งลุ่มน้ำ และหลีกเลี่ยงการแตกกระจาย
- จัดการการเกษตรในพื้นที่ป่าพรุในลักษณะบูรณาการ
- ส่งเสริมการดำรงชีวิตของชุมชนแบบบูรณาการ และการจัดการพื้นที่ป่าพรุ

Focal Area 10. การฟื้นฟูพื้นที่ และประสิทธิภาพของพื้นที่

- ฟื้นฟูพื้นที่ที่ถูกเผา พื้นที่ที่มีการระบายน้ำออก และเสื่อมโทรม

Focal Area 12. ความร่วมมือระดับภูมิภาค

- ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความเชี่ยวชาญในการแก้ไขปัญหาการจัดการพื้นที่ป่าพรุ
- การจัดตั้ง 'เครือข่ายหรือศูนย์ความเป็นเลิศ' ในภูมิภาคสำหรับการประเมินและการจัดการพื้นที่พรุ
- มีส่วนร่วมในการดำเนินการตามข้อตกลงอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และกลไกความร่วมมือระดับภูมิภาค
- เสริมสร้างความร่วมมือของผู้มีส่วนได้เสียหลายฝ่าย เพื่อสนับสนุนการจัดการพื้นที่ป่าพรุ



รูปที่ 43 หัวข้อที่โฟกัส (Focal Areas) ทั้งหมด 13 ข้อ จากการประชุม APMS 2006-2020

ที่มา: ASEAN Secretariat (2013)

ตารางที่ 11 หัวข้อที่โฟกัส (Focal Areas) ทั้ง 13 ด้าน และเป้าหมายสำคัญของแผนปฏิบัติงานของประเทศไทย

Focal Areas/Operational Objectives	Future Priorities for Thailand
Focal Area 1. Inventory and Assessment	
1.1 Determine the extent and status of peatlands in the ASEAN region	High priority to determine the extent and status of peatlands in the country
1.2 Assess problems and constraints faced in peatland management	High priority to Monitor and evaluate peatland status and management
1.3 Monitor and evaluate peatland status and management	High priority to monitor and evaluate peatland status and management
Focal Area 2. Research	
2.1 Undertake priority research activities	High priority to undertake priority research activities on biodiversity, carbon storage, adaptation and mitigation to climate change
Focal Area 3. Awareness and Capacity Building	
3.1 Enhance public awareness on importance of peatlands, their vulnerability to fire and the threat of haze through implementation of a comprehensive plan	High priority to enhance public awareness on importance of peatlands, their vulnerability to fire and the threat of haze through education programme for communities/youth in and around the peatland area
3.2 Build institutional capacity on management of peatlands	-
Focal Area 4. Information Sharing	
4.1 Enhance information management and promote sharing	-
Focal Area 5. Policies and Legislation	
5.1 Develop or strengthen policies and legislation to protect peatlands and reduce peat fire	To strengthen regulations, rules, or agreement with communities in and around peatlands in order to protect peatlands and reduce peat fire
Focal Area 6. Fire Prevention, Control and Monitoring	
6.1 Reduce and minimize occurrence of fire and associated haze	Strengthen multi-stakeholder collaboration in prevention, partrol and suppression of forest fire

Focal Areas/Operational Objectives	Future Priorities for Thailand
Focal Area 7. Conservation of Peatland Biodiversity	
7.1 Promote conservation of peatland biodiversity	High priority to have comprehensive survey on biodiversity in peatland
Focal Area 8. Integrated Management of Peatlands	
8.1 Promote multi-agency involvement in peatland management	-
8.2 Promote integrated water resources and peatland management using a basin-wide approach and avoiding fragmentation	-
8.3 Promote integrated forest and peatland management	Apply “Sufficiency Economy” philosophy to promote integrated peatland management
8.4 Manage agriculture in peatland areas in integrated manner	-
8.5 Promote integrated community livelihood and peatland management	-
Focal Area 9. Promotion of Best Management Practices of Peatlands	
9.1 Promote best management practices through documentation and demonstration sites	To promote best management practices through documentation and demonstration sites
Focal Area 10. Restoration and Rehabilitation	
10.1 Develop appropriate techniques for the restoration or rehabilitation of degraded peatlands	Promote environmental Corporate Social Responsibility (CSR) mechanism in restoration or rehabilitation of degraded peatlands
10.2 Rehabilitation burnt, drained and degraded peatlands	-

Focal Areas/Operational Objectives	Future Priorities for Thailand
Focal Area 11. Peatland and Climate Change	
11.1 Protect and improve function of peatlands for carbon sequestration and storage	• High priority to strengthen multi-stakeholder partnership for climate change mitigation • To protect and improve function of peatlands for carbon sequestration and storage
11.2 Support incorporation of peatlands into climate change adaptation processes	High priority to support incorporation of peatlands into climate change adaptation processes
Focal Area 12. Regional Cooperation	
12.1 Promote exchange of expertise in addressing peatland management issues	-
12.2 Establishment of 'networks or centres of excellence' in the region for peatland assessment and management	-
12.3 Contribute to the implementation of other related agreements and regional cooperation mechanisms	-
12.4 Enhance multistakeholder partnerships to support peatland management	-
Focal Area 13. Financing of the Implementation of Strategy	
13.1 Generate financial resources and incentives required for the programmes and activities to achieve targets of the strategy	High priority to identify, search and attract funding allocation from national and international sources for peatland management

ที่มา: ASEAN Secretariat (2023)

ระบบนิเวศชายฝั่ง (ป่าชายเลน และ หญ้าทะเล)

สำหรับส่วนที่เป็นพื้นที่ชายฝั่ง ระบบนิเวศที่ถือว่ามีความสำคัญในการเป็นทั้งแหล่งกักเก็บคาร์บอน และเป็นแหล่งรองรับความหลากหลายทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ซึ่งถือเป็นระบบนิเวศที่มีความเชื่อมต่อและส่งผลกระทบถึงกันได้ หากระบบนิเวศใดในหนึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศชายฝั่ง เรียกว่า บลูคาร์บอน (Blue carbon) (Nellemann et al., 2009) เป็นนิเวศบริการข้อหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 1) ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ (Primary production) ของพืช เช่น การนำคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมาใช้สำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เปลี่ยนมาเก็บไว้ในรูปแบบของมวลชีวภาพ และกักเก็บไว้ในชั้นตะกอนดิน 2) ช่วยให้เกิดการสะสมของตะกอนที่มีแหล่งที่มาจากแหล่งอื่น ผ่านกระบวนการที่ส่วนเหนือดินช่วยชะลอความเร็วของน้ำและเกิดการตกตะกอน 3) ผลรวมของภาวะที่มีออกซิเจนต่ำและความเค็มสูง ส่งผลให้กระบวนการย่อยสลายในตะกอนดินลดลง (Lovelock and Duarte, 2019; Mazarrasa et al., 2015; Mishra et al., 2023)

ป่าชายเลนมีพื้นที่ปกคลุมทั่วโลกประมาณ 13.7 ล้านเฮกตาร์ (Macreadie et al., 2021) มีศักยภาพในการสะสมอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon; Corg) ได้ในอัตรา $24.17 \text{ Tg C yr}^{-1}$ (Breithaupt and Steinmuller, 2022) ในส่วนของระบบนิเวศหญ้าทะเล มีพื้นที่ปกคลุมทั่วโลกประมาณ 16-165 ล้านเฮกตาร์ (Macreadie et al., 2021) โดยมีศักยภาพในการสะสมอินทรีย์คาร์บอนมีความผันแปรอยู่ในช่วง $25.6\text{-}306.9 \text{ Tg C yr}^{-1}$ จึงสามารถประเมินเป็นปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนรวม ทั้งในมวลชีวภาพและตะกอนดิน อยู่ที่ประมาณ $3,130\text{-}12,300 \text{ Tg C}$ ในระบบนิเวศป่าชายเลน และประมาณ $1,732\text{-}21,000 \text{ Tg C}$ ในระบบนิเวศหญ้าทะเล (Macreadie et al., 2021) จึงสรุปได้ว่าความสามารถในการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของทั้งสองระบบนิเวศอยู่ในช่วง $762\text{-}1,530 \text{ Tg CO}_2 \text{ yr}^{-1}$ (Macreadie et al., 2021) จึงทำให้เกิดความสนใจเกี่ยวกับประเด็นในด้านการอนุรักษ์ การจัดการ และการฟื้นฟู ที่เพิ่มมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้เกิดการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ที่เกิดจากการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

อินทรีย์คาร์บอนมีการกักเก็บไว้ในระบบนิเวศที่เป็นพื้นที่ปากแม่น้ำ และ/หรือ กักเก็บเอาไว้เป็นระยะเวลานานนับพันปี (Duarte et al., 2005; Lavery et al., 2013; Macreadie et al., 2014) แต่ความเสี่ยงโทรมหรือการเสียหายไปอย่างถาวรของระบบนิเวศชายฝั่ง เป็นสาเหตุทำให้เกิดการกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ (Macreadie et al., 2014) มากไปกว่าเรื่องของการกักเก็บคาร์บอน การวัดการหมุนเวียนของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases flux) ในพื้นที่ เช่น CO_2 , CH_4 and N_2O ซึ่งเป็นตัวที่มีความสำคัญสำหรับใช้ในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศที่สะสมบลูคาร์บอนต่อการลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Banerjee et al., 2019; Ganguly et al., 2018) ในระบบนิเวศชายฝั่งที่มีการกักเก็บบลูคาร์บอน มีเทน (CH_4) จะถูกผลิตขึ้นในตะกอนดินระหว่างที่เกิดกระบวนการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายอินทรีย์คาร์บอนโดยไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทำให้เกิดการปลดปล่อยกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ซึ่ง

เป็นการชดเชยความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศ แสดงโดยใช้ค่า Corg burial (Oreska et al., 2020; Rosentreter et al., 2021; Saderne et al., 2023; Yau et al., 2023)

ระบบนิเวศป่าชายเลน

ศักยภาพในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนรวมของระบบนิเวศป่าชายเลนในประเทศไทย ได้รับการประเมินให้อยู่ในระดับปานกลาง (900 Mg ha^{-1}) เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ เช่น อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ ซึ่งมีศักยภาพในการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนรวมสูงถึง $1,528.80$ และ $1,301.48 \text{ Mg C ha}^{-1}$ (Stankovic et al., 2023) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ป่าชายเลนในบริเวณปากแม่น้ำจังหวัดตรัง ถือว่าเป็นบริเวณที่มีความสำคัญในแง่ของการเป็น Blue carbon hotspot ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ในภูมิภาค มีค่าการกักเก็บคาร์บอนอยู่ที่ $812.8\text{--}1,337.3 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Stankovic et al., 2023) ข้อมูลเกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย ได้รับการบันทึกเอาไว้ทั้งในมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน มวลชีวภาพส่วนใต้ดิน ขึ้นส่วนเนื้อไม้ อย่างไรก็ตาม คาร์บอนที่ได้จากเศษเนื้อไม้และใบไม้ถือว่ามีย่านน้อย (ตารางที่ 12; Stankovic et al., 2023) ระบบนิเวศป่าชายเลนในประเทศไทย ได้รับการประเมินว่าสามารถกักเก็บคาร์บอนรวมได้มากถึง 228.45 Tg (Stankovic et al., 2023) โดยตัวเลขที่ประเมินได้นี้ อิงจากพื้นที่ป่าชายเลนที่ได้จากการศึกษาของ Bunting et al. (2022) ซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบผลการศึกษพื้นที่ป่าชายเลนทั่วโลก ในส่วนของประเทศไทยนั้น ได้มีการใช้พื้นที่ของป่าชายเลนที่ประเมินและรายงานโดย กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2021, <https://marinegiscenter.dmcg.go.th/gis/>) ซึ่งมีการประเมินขนาดพื้นที่ออกมาว่ามีขนาดใหญ่กว่าที่รายงานโดย Bunting et al. (2022) ดังนั้นจึงควรต้องมีในส่วนของเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการศึกษาและการได้มาซึ่งค่าตัวเลขส่วนนี้ด้วย

ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับการหมุนเวียนของ CO_2 และ CH_4 ในหลายประเทศของภูมิภาค อย่างไรก็ตาม ในส่วนของประเทศไทย ได้มีการรายงานข้อมูลเกี่ยวกับการหมุนเวียนของ CO_2 (CO_2 fluxes) ภายในพื้นที่ป่าชายเลนไว้ในทางกลับกัน ข้อมูลเกี่ยวกับ CH_4 ในประเทศไทย ยังคงมีความขาดแคลนอยู่ จากการประเมินอัตราการสะสมคาร์บอนในตะกอนดิน ระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่ของประเทศไทย ถือเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีค่าสูงสุดที่มีการบันทึกเอาไว้ในระดับภูมิภาค (ตารางที่ 13)

การศึกษาวิจัยหลายงานที่ศึกษาในระบบนิเวศป่าชายเลน ได้มีการเปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บคาร์บอน อัตราการสะสมคาร์บอนในบริเวณที่เป็นป่าชายเลนตามธรรมชาติ ป่าชายเลนที่มีการฟื้นฟู และป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ (ตารางที่ 14) มีความชัดเจนว่าป่าชายเลนที่มีการฟื้นฟู มีศักยภาพในการสะสมคาร์บอนเพิ่มเติมภายในระบบนิเวศด้วยอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยในเรื่องของระยะเวลาหลังจากเริ่มต้นฟื้นฟู แม้ระยะเวลาจะผ่านไประยะถึง 25 ปี หลังจากทำการฟื้นฟู แต่ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในชั้นตะกอนดินลึก 100 เซนติเมตร ยังคงมีความแตกต่างกับป่าชายเลนตามธรรมชาติ ผลการศึกษานี้บอกได้ว่าจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการที่จะทำให้ระบบนิเวศฟื้นตัว จนสามารถกลับมามีประสิทธิภาพในการดักจับและกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณมากเช่นเดิม ในทางกลับกัน ระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น เปลี่ยนไปเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งหรือพื้นที่ทิ้งร้าง แน่แน่นอนว่าพื้นที่

เหล่านี้นั้นจะเกิดการสูญเสียในส่วนของมวลชีวภาพของพืชป่าชายเลน ขณะที่คาร์บอนที่สะสมอยู่ในตะกอนดินนั้น มีปริมาณน้อยกว่าบริเวณที่เป็นป่าชายเลนตามธรรมชาติที่เกิดการย่อยสลายของคาร์บอนที่สะสมเอาไว้ อย่างช้า ๆ ซึ่งได้มีการรายงานไว้ว่าป่าชายเลนในประเทศไทย มีศักยภาพในการบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงบริเวณชายฝั่ง สามารถสะสมคาร์บอนได้ประมาณ $3-11 \text{ Tg CO}_2 \text{ y}^{-1}$ (Macreadie et al., 2021) ขณะที่ความสามารถในการลดผลกระทบที่ได้จากกระบวนการฟื้นฟูป่าชายเลน ประเมินได้ว่าอาจเพิ่มสูงขึ้น 3-4 เท่า อย่างไรก็ตาม ไม่ใช่การฟื้นฟูป่าชายเลนทุกโครงการที่จะสามารถให้ประโยชน์ได้ โดยมีการประเมินว่าเฉพาะบางพื้นที่ป่าชายเลนที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันเท่านั้น ที่จะสามารถพัฒนาเพื่อให้เกิดเป็นโครงการบดุงคาร์บอนที่ให้ผลตอบแทนที่เป็นกำไรได้ (Zeng et al., 2021)

ระบบนิเวศหญ้าทะเล

ปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศหญ้าทะเลในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ยังมีข้อจำกัดอยู่ในหลายพื้นที่ ประเทศไทยถือเป็นประเทศหนึ่งในภูมิภาคที่มีการพัฒนางานวิจัยด้านบดุงคาร์บอนในระบบนิเวศหญ้าทะเล (Stankovic et al., 2023) นอกจากนี้ แหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยในพื้นที่เกาะลิบง จังหวัดตรัง ได้รับการยอมรับให้เป็น Blue carbon hotspot ในระดับภูมิภาคอีกด้วย เนื่องจากพื้นที่นี้มีปริมาณการสะสมคาร์บอนรวม $69.1-205.9 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Stankovic et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันพื้นที่เกาะลิบงกำลังประสบปัญหาการลดลงของพื้นที่หญ้าทะเล ตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 2009 เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Stankovic et al., 2021) ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 emission) จากคาร์บอนที่เก็บสะสมเอาไว้ในตะกอนดิน

ดังนั้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะตระหนักว่าปริมาณการสะสมคาร์บอนที่ได้จากเศษซากของตัวหญ้าทะเลเองถือว่ามีย่านน้อย (ตารางที่ 12) ซึ่งในความเป็นจริงถือว่าเป็นแหล่งสำคัญสำหรับคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในตะกอนดินของระบบนิเวศชายฝั่ง โดยวิธีการประเมินนั้นมีการรายงานไว้จากการศึกษาของ Howard et al. (2014) แต่ยังไม่ได้มีการรวมเอาไว้ใน IPCC Wetlands Supplement (IPCC, 2014) ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวม (มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน มวลชีวภาพส่วนใต้ดิน และชั้นตะกอนดินความลึก 100 เซนติเมตร) บริเวณแหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทย ถือเป็นพื้นที่ที่มีการรายงานค่าการกักเก็บคาร์บอนสูงที่สุดแห่งหนึ่งในภูมิภาค โดยมีค่ามากถึง $208.95 \text{ Mg C ha}^{-1}$ การศึกษาล่าสุดที่ได้ทำการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศหญ้าทะเลในระดับชาติ มีค่า $40.45 \pm 11.59 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ซึ่งถือว่ามีย่านค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเทียบกับการรายงานก่อนหน้านี้โดย Stankovic et al. (2018) และ Stankovic et al. (2021) เนื่องจากการประเมินในระดับชาติดังกล่าวมีการรวบรวมแหล่งหญ้าทะเลหลายพื้นที่ตามแนวชายฝั่งทะเลอันดามัน และฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งส่งผลทำให้ค่าที่ประเมินได้ต่ำกว่า โดยปริมาณการกักเก็บคาร์บอนรวมของแหล่งหญ้าทะเล (มวลชีวภาพของหญ้าทะเล และตะกอนดิน) มีค่าความแปรผันอยู่ในช่วง $0.47-0.91 \text{ Tg C}$ (Stankovic et al., 2023) อย่างไรก็ตาม พื้นที่ปกคลุมของแหล่งหญ้าทะเลในประเทศไทยที่นำมาใช้ คือข้อมูลที่มีการรายงานโดยกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2021; <https://marinegiscenter.dmcg.go.th/gis/>) ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่มีระดับความเชื่อมั่นของข้อมูลปานกลาง ดังนั้นประเด็นสำคัญเป็นอันดับแรก คือควรมีการจัดทำแผนที่และ

ประเมินพื้นที่รวมของระบบนิเวศหญ้าทะเลให้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับสูง ซึ่งถือว่าความยากในการจัดทำแผนที่การกระจายตัวนั้น ขึ้นอยู่กับความแปรผันของพื้นที่ชายฝั่งด้วย เนื่องจากการมีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำส่งผลให้คุณภาพน้ำมีความแตกต่างกัน และส่งผลให้ความขุ่นใสของน้ำแตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลโดยตรงกับผลที่ได้ เนื่องจากประสิทธิภาพของภาพถ่ายดาวเทียมที่ทำให้สามารถเห็นถึงพื้นทะเลได้น้ำได้นั้น ยังถือเป็นข้อจำกัดของการศึกษาด้านนี้ แต่ในระยะหลัง ได้มีการพัฒนาเทคนิคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำแผนที่หญ้าทะเลที่จมอยู่ใต้น้ำ (Kovacs et al., 2022) ดังนั้นจึงควรมีการเรียนรู้และนำเทคนิคดังกล่าวมาใช้ประกอบเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาแผนที่การกระจายตัวของหญ้าทะเลตลอดแนวชายฝั่งที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

การหมุนเวียนก๊าซเรือนกระจก (GHG flux) ในแหล่งหญ้าทะเล ได้มีการรายงานไว้เฉพาะส่วนของ CO_2 flux (ตารางที่ 13) ซึ่งแหล่งหญ้าทะเลในภูมิภาคมีค่าอยู่ในช่วง $32\text{--}700 \text{ mmol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ (Kennedy et al., 2004) อย่างไรก็ตาม สำหรับการรวบรวมข้อมูลล่าสุด ได้เสนอว่ามีความไม่คงที่ของข้อมูล CO_2 flux ที่ได้มีการรายงานไว้ค่อนข้างสูง ซึ่งส่วนนี้อาจจำเป็นต้องมีการกำหนดมาตรฐานในด้านวิธีการศึกษา และในการคำนวณองค์ประกอบต่าง ๆ ของการแลกเปลี่ยน (Flux components) ที่เกิดขึ้น (Sharma et al., 2023)

การศึกษาล่าสุดได้มีการประเมินปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน (Mg ha^{-1}) และอัตราการสะสมคาร์บอน ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) ในบริเวณที่เป็นแหล่งหญ้าทะเลตามธรรมชาติ แหล่งหญ้าทะเลที่ถูกบกรวนจากการทับถมของตะกอน แหล่งหญ้าทะเลที่ถูกบกรวนจากการใช้เครื่องมือประมง และแหล่งหญ้าทะเลที่มีการฟื้นฟู (Lavery et al., 2023) พบปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในตะกอนดินสูงสุดในบริเวณหญ้าทะเลที่มีการฟื้นฟู เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่ถูกบกรวน และหญ้าทะเลตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่อ่าวที่มีการฟื้นฟูโดยการย้ายปลูกหญ้าทะเล ซึ่งบริเวณนั้นอาจเป็นบริเวณน้ำตื้นในอ่าวกึ่งปิด นอกจากนี้ การประเมินการสะสมคาร์บอนในระยะยาวของพื้นที่ดังกล่าวทำโดยใช้วิธีการตรวจหาอายุด้วยคาร์บอนกัมมันตรังสี (Radiocarbon dating) เป็นเทคนิคการหาอายุโดยใช้ไอโซโทปคาร์บอน-14 (^{14}C) ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าแหล่งหญ้าทะเลดังกล่าวยังคงมีกระบวนการสะสมคาร์บอนเกิดขึ้น (ตารางที่ 15) อย่างไรก็ตาม สำหรับการประเมินอัตราการสะสมคาร์บอนในระยะสั้นในแหล่งหญ้าทะเลของประเทศไทย ขณะนี้อยู่ระหว่างการดำเนินการ แต่ผลเบื้องต้นที่ออกมาแสดงให้เห็นว่าแหล่งหญ้าทะเลที่มีการฟื้นฟูโดยการย้ายปลูก ไม่ได้ทำให้เกิดการสะสมที่เพิ่มมากขึ้นของอินทรีย์คาร์บอน (Corg) ในส่วนชั้นผิวดิน (Stankovic et al., unpublished) แม้ว่าในบางพื้นที่ถือว่าประสบความสำเร็จในการฟื้นฟูหญ้าทะเล แต่ยังไม่สามารถตอบได้ชัดถึงเหตุผลของการฟื้นฟุนั้นต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่วัดได้

ตารางที่ 12 ปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน และ Non-extrapolated sedimentary Corg stocks (Mg C ha^{-1}) ของระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ในประเทศไทย ปริมาณการสะสมคาร์บอน แสดงเป็นช่วงค่า (ต่ำสุด-สูงสุด) และ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD); NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

Ecosystems	Biomass Corg stock					Sedimentary Corg stock	
	AGC ¹ min – max average $\pm$ SD	BGC ² min – max average $\pm$ SD	DWC ³ min – max average $\pm$ SD	WDC ⁴ min – max average $\pm$ SD	Litter min – max average $\pm$ SD	≤ 100 cm depth	> 100 cm depth
Mangrove forest	27.68 - 310.30 (162.31 $\pm$ 21.81)	23.30 - 40.40 (33.6 $\pm$ 9.10)	NA	0.8 - 3	NA	5.58 - 553	462.67 - 1172.8
Seagrass meadow	0.10 - 9.00 (0.68 $\pm$ 0.31)	0.11 - 11.59 (3.05 $\pm$ 0.12)	-	-	NA	14.20 - 205	NA

1 AGC – aboveground carbon. 2 BGC – belowground carbon. 3 DWC – downed wood carbon. 4 WDC – wood debris carbon. Data from Stankovic et al. (2023)

ตารางที่ 13 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และ non-extrapolated sedimentary Corg stocks (Mg C ha^{-1}) ของระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ในประเทศไทย ปริมาณการสะสมคาร์บอน แสดงเป็นช่วงค่า (ต่ำสุด-สูงสุด) และ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD); NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

Ecosystem	CO ₂ flux ($\text{mmol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) min - max	CH ₄ flux ($\text{mmol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$) min - max	Carbon sequestration rates ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$)
Mangrove forest	31 - 77	NA	100 - 1263.3
Seagrass meadows	49.01 - 95.3	NA	2.97 - 3.09

ที่มา: Stankovic et al. (2023)

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (Mg C ha^{-1}) อัตราการสะสมคาร์บอน ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) และปริมาณการหมุนเวียนของคาร์บอนไดออกไซด์ ($\text{mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) ในระบบนิเวศป่าชายเลนที่เป็นพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติ ป่าชายเลนที่มีการฟื้นฟู และป่าชายเลนที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์; NA คือไม่มีข้อมูลที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม

Ecosystem type	Total biomass stock	Sedimentary stock		Sedimentary carbon sequestration rates	CO ₂ emissions
		< 100 cm	> 100 cm		
Natural	59 – 358.29	198.44 – 407.49	1,293.6	100 – 1,263.23	35.5 – 63.2
Restored in abandoned shrimp ponds					
years	37.03 – 31.64	287.69	840	183.76 – 281.05	NA
10 – 25 years	100.84 – 185.67	178.31 – 333.93		202.98 – 218.59	NA
Converted to shrimp ponds and abandoned					
10 years	0	255.28	421.1	NA	NA
25 years	27.78 – 37.47	261.75	984.9	NA	NA
22 years	8.35 – 12.05	328.20	605.2	NA	NA

ที่มา: Cadiz et al. (2022), Elwinn et al. (2019), Matsui et al. (2010), Krislen et al. (2000) and Holmer et al. (2001)

ตารางที่ 15 ปริมาณการกักเก็บอินทรีย์คาร์บอนในตะกอนดิน (Mg ha^{-1}) ที่ความลึกสูงสุด 100 เซนติเมตร และอัตราการสะสมคาร์บอน ($\text{g m}^{-2} \text{ y}^{-1}$) ในบริเวณที่เป็นแหล่งหญ้าทะเลตามธรรมชาติ แหล่งหญ้าทะเลที่ถูกการรบกวน และแหล่งหญ้าทะเลที่มีการฟื้นฟู

Ecosystem	Sedimentary Corg stocks	Carbon accumulation rates
Natural	78.5 ± 11.0	9.8 ± 2.6
Disturbed by sedimentation	28.9 ± 12.2	8.9 ± 0.4
Disturbed by trawling	52.6 ± 21.7	5.8 ± 0.1
Restored (12 years)	102.2 ± 54.7	8.2 ± 0.7

ที่มา: Lavery et al. (2023)

2.3 ศักยภาพระบบนิเวศชายฝั่งของไทยในการเพิ่มหรือคงสภาพความหลากหลายทางชีวภาพระบบนิเวศป่าชายเลน

ระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อระหว่างผืนดินกับน้ำทะเลในเขตร้อนและกึ่งร้อน ซึ่งมีคุณค่าในการให้บริการที่หลากหลาย (Aksornkoae and Kato, 2011; Pumijumnong, 2014) ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนมากเป็นอันดับ 5 ของเอเชีย ทั้งความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชป่าชายเลนเอง โดยจากการศึกษาในระยะยาวในประเทศไทย มีรายงานความหลากหลายของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจำนวน 81 ชนิด แบ่งเป็น พันธุ์ไม้ป่าชายเลนแท้จริง (True mangroves) จำนวน 34 ชนิด และพันธุ์ไม้ป่าชายเลนไม่แท้จริง (Mangrove associated) จำนวน 47 ชนิด (Wantongchai and Pongruktham, 2019)

ด้วยโครงสร้างที่มีความซับซ้อน พื้นที่ป่าชายเลนจึงมีความเหมาะสมในการช่วยสนับสนุนความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ทั้งในน้ำ บริเวณพื้นผิวที่เป็นทรายและโคลน ตลอดจนบริเวณลำต้นของไม้ป่าชายเลน ที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหาร ทั้งแบบชั่วคราวและถาวร (Wantongchai and Pongruktham, 2019) นอกจากนี้พื้นที่ป่าชายเลนยังเป็นแหล่งรองรับการเข้ามาใช้ประโยชน์ในการหากินของนกประจำถิ่นและนกอพยพอีกด้วย (Chanate et al., 2020)

ในส่วนของพื้นที่ป่าชายเลนที่ได้รับการฟื้นฟู พบว่าส่งเสริมให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพที่สูงขึ้น โดยพบความหลากหลายและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาหลังการฟื้นฟูมากขึ้น (Choosak et al., 2016; Paphavasit et al., 1997) ทั้งนี้จากรายงาน Biodiversity Finance Initiative in Thailand มีรายงานมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ด้านบทบาทการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนของระบบนิเวศป่าชายเลน คิดเป็นมูลค่า 19,311 ล้านบาท (United Nations Development Programme, 2020) ซึ่งถือเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญที่ได้จากการมีอยู่ของระบบนิเวศป่าชายเลนที่มีความสมบูรณ์

ระบบนิเวศหญ้าทะเล

หญ้าทะเลเป็นกลุ่มพืชดอกที่มีวิวัฒนาการและสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณชายฝั่งทะเล ในประเทศไทยมีรายงานการพบหญ้าทะเลทั้งสิ้น 13 ชนิด (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2562; Tuntiprapas et al., 2015) จากหญ้าทะเลกว่า 70 ชนิดที่มีรายงานการพบทั่วโลก (Short et al., 2011) ทั้งนี้โดยส่วนมากแหล่งหญ้าทะเลที่พบในไทยนั้นมักมีหญ้าทะเลเจริญร่วมกันหลายชนิด โดยพบเจริญทั้งในบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง (Intertidal zone) และบริเวณที่จมใต้น้ำ (Subtidal zone) (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2562) หญ้าทะเลที่พบในไทยนั้นมีขนาดที่แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ซึ่งมีตั้งแต่หญ้าทะเลขนาดเล็กที่ความสูงเพียงไม่กี่เซนติเมตร เช่น หญ้าทะเลในสกุล *Halophila* ไปจนถึงหญ้าทะเลที่มีขนาดใหญ่ มีความสูงประมาณ 100 เซนติเมตร เช่น หญ้าคาทะเล (*Ehhalus acoroides*) ทั้งยังมีสัณฐานของใบ เหน้า และราก ที่แตกต่างกันออกไป โครงสร้างของหญ้าทะเลทั้งส่วนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดินที่แตกต่างกันนี้ ช่วยส่งเสริมให้แหล่งหญ้าทะเลมีความสลับซับซ้อน อันจะเอื้อในการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำหลากหลายชนิด เช่น ในการศึกษาโดย Hori et

al. (2009) ในพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลจังหวัดระนองและจังหวัดตรัง พบว่าค่าดัชนีความสูงของเรือนยอดหญ้าทะเล (Canopy-high index) ความหลากหลายชนิดของหญ้าทะเล (Species richness) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความหลากหลายชนิดของปลา มวลชีวภาพของปลา และขนาดของปลา ทั้งยังพบว่าค่าดัชนีความสูงของเรือนยอดหญ้าทะเล ความหลากหลายชนิดของหญ้าทะเล และมวลชีวภาพของหญ้าทะเล (Biomass) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับมวลชีวภาพของกลุ่มปลาที่เป็นผู้ล่าที่อาศัยบริเวณเหนือพื้นดิน (Semi-benthic carnivorous fish) นอกจากนี้จากการศึกษาโดย Tuntiprapas et al. (2020) ในบริเวณแหล่งหญ้าทะเลเกาะท่าไร่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเล (Percent coverage) มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความชุกชุมของปูหินเขียว (*Thalamita crenata*) อีกทั้งยังพบว่าปูหินเขียวที่พบ มีความหนาแน่นสูงสุดในพื้นที่ที่มีร้อยละการปกคลุมของหญ้าทะเลสูงที่สุดนั้นโดยส่วนใหญ่เป็นปูที่มีขนาดเล็ก ทั้งยังพบว่าโดยส่วนใหญ่ปูตัวเมียที่พบในพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลบริเวณที่มีการปกคลุมสูงนี้ มักเป็นปูที่มีไข่นอกกระดองอีกด้วย (Tuntiprapas et al., 2008) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแหล่งหญ้าทะเลแห่งนี้มีความสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งอาศัย วางไข่ และอนุบาลของปูวัยอ่อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Onsri et al. (2024) ที่ศึกษาแบบจำลอง (Modelling) การแพร่กระจายของปูม้า (*Portunus pelagicus*) วัยอ่อน ที่ปล่อยจากโครงการธนาคารปูในพื้นที่จังหวัดตรัง ซึ่งพบว่าการแพร่กระจายและอาศัยในแหล่งหญ้าทะเลต่าง ๆ ในพื้นที่ชายฝั่งของจังหวัดตรัง โดยมีพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเป็นที่อยู่อาศัยสำคัญ 4 บริเวณ ได้แก่ แหล่งหญ้าทะเลปากน้ำกะลาเส แหล่งหญ้าทะเลบ้านปากคลอง-เกาะผี แหล่งหญ้าทะเลเกาะมุก และแหล่งหญ้าทะเลอ่าวทุ่งจีน เกาะลิบง

จากการที่พื้นที่แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด จึงทำให้มีศักยภาพในการเป็นแหล่งทำการประมงที่สำคัญในบริเวณชายฝั่ง โดยมีกิจกรรมการเก็บสัตว์น้ำเพื่อนำมาบริโภคและจำหน่ายหลากหลายชนิด เช่น หอยชักตีน หอยจอบ ปูม้า ปลิงทะเล หมึก และปลานานาชนิด โดยจากการศึกษาการประเมินมูลค่าทางการประมงของสัตว์น้ำในแหล่งหญ้าทะเลในพื้นที่เกาะลิบง จังหวัดตรัง พบว่ามีมูลค่าทางการประมงประมาณ 12,675,352 บาท/ปี โดยหอยชักตีน (*Laevistrombus canarium*) เป็นสัตว์น้ำที่มีมูลค่าสูงสุด คือ 5,364,790 บาท/ปี (อัญรัตน์ และ โสมสกา, 2552)

นอกจากนี้แนวหญ้าทะเลยังเป็นแหล่งหากินหลักของพะยูนซึ่งเป็นสัตว์สงวนของไทย มีความสำคัญและอยู่ในสถานภาพเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ ซึ่งพะยูนเป็นสัตว์ที่กินหญ้าทะเลเป็นอาหารหลักและสามารถกินหญ้าทะเลได้หลากหลายชนิด จากการศึกษาอาหารในกระเพาะของซากพะยูนที่เกยตื้นทางฝั่งทะเลอันดามัน พบหญ้าทะเลที่พะยูนกินเป็นอาหารอย่างน้อย 9 ชนิด (Adulyanukosol and Poovachiranon, 2003) ขณะที่ฝั่งอ่าวไทยพบหญ้าทะเลในกระเพาะอาหารของพะยูน 5 ชนิด (Adulyanukosol et al., 2004) โดยหญ้าทะเลที่มีความถี่ในการพบในกระเพาะอาหารของพะยูนสูงที่สุด ได้แก่ หญ้าใบมะกรูด (*Halophila* spp.) หญ้ากุยช่ายทะเล (*Halodule uninervis*) และหญ้าคาทะเล (*E. acoroides*) ดังนั้นการศึกษาข้างต้นจึงชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของความหลากหลายของหญ้าทะเลในมิติการเป็นแหล่งอาหารของพะยูนได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ดี การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศห้วยทะเลในประเทศไทยที่ผ่านมา นั้น โดยมากมักมุ่งเน้นไปที่การศึกษาในประเด็นเกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ ในแหล่งห้วยทะเลเป็นสำคัญ ทั้งนี้ช่องว่างในการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างห้วยทะเลและสัตว์ในระบบนิเวศห้วยทะเลนั้น ยังมีอีกหลากหลายประเด็น ดังนี้

1. การศึกษาเกี่ยวกับสายใยอาหาร (Food web) ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งห้วยทะเล ซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศห้วยทะเล
2. การศึกษาเกี่ยวกับความซับซ้อนของแหล่งอาศัย (Habitat complexity) ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มต่าง ๆ ในระบบนิเวศห้วยทะเล
3. การศึกษาเกี่ยวกับผลของสิ่งมีชีวิตที่ส่งผลต่อระบบนิเวศห้วยทะเล (Ecosystem engineer)
4. การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำตามช่วงวัย (Ontogenetic migration) ซึ่งเชื่อมโยงกับระบบนิเวศใกล้เคียงอื่น ๆ เช่น ระบบนิเวศปะการัง ป่าชายเลน ทะเลเปิด เป็นต้น
5. การศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์ (Microorganism) ในระบบนิเวศห้วยทะเล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในหลายมิติของระบบนิเวศ เช่น การหมุนเวียนสารอาหาร การย่อยสลายเศษซากต่าง ๆ เป็นต้น
6. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐกิจจากการทำประมงในแหล่งห้วยทะเลแต่ละบริเวณ ซึ่งมีความจำเพาะแตกต่างกันทั้งชนิดของสิ่งมีชีวิต และรูปแบบการทำประมง

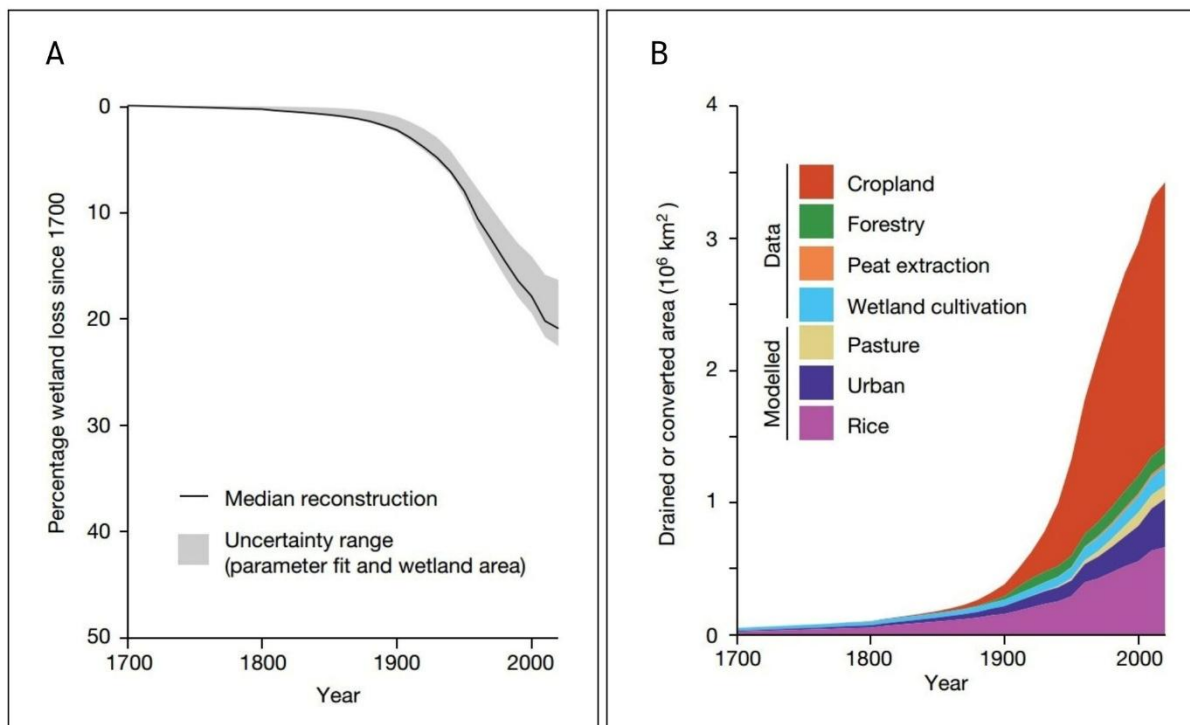
ทั้งนี้หากมีการศึกษาในประเด็นข้างต้นเพิ่มเติม จะช่วยให้เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศห้วยทะเลได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถช่วยในการวางแผนการจัดการทรัพยากรในแหล่งห้วยทะเลในอนาคตต่อไปได้

2.4 ภัยคุกคามต่อพื้นที่ชุ่มน้ำและผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เป็นหนึ่งสาเหตุหลักที่จะส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นสามารถมีผลในการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินได้ เมื่อถึงจุดหนึ่งอาจทำให้พื้นที่ในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนเปลี่ยนแปลงไป จนกลายเป็นแหล่งที่มีการปลดปล่อยคาร์บอนได้ (Salimi et al., 2021)

การเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำโดยการเข้าไปเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้เกิดการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1700 โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ เป็นไปเพื่อการทำเกษตรกรรม คิดเป็น 21% ของพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลก ซึ่งการสูญเสียพื้นที่ส่วนใหญ่เกิดในยุโรป สหรัฐอเมริกา และประเทศจีน และขยายวงกว้างของการสูญเสียพื้นที่มากขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 (Fluet-Chouinard et al., 2023) จากการทบทวนรายงาน 189 ฉบับ เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำ พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำตามธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวตั้งแต่ ค.ศ. 1700 อยู่ที่ 54-57% และอาจสูงถึง 87% โดยมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำเพิ่มขึ้น 3.7 เท่า ในช่วงศตวรรษที่ 20 และต้นศตวรรษที่ 21 คิดเป็น 64-71% ตั้งแต่ ค.ศ. 1900 โดยเกิดการสูญเสียของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในแผ่นดินมากกว่าพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง

โดยเฉพาะในทวีปเอเชีย ที่มีอัตราการสูญเสียสูงทั้งพื้นที่ชุ่มน้ำภายในแผ่นดินและชายฝั่ง (Davison, 2014) คิดเป็นพื้นที่การสูญเสียรวม 3.4 ล้าน ตร.กม. ของพื้นที่ชุ่มน้ำภายในแผ่นดิน โดยร้อยละการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกค่อนข้างคงที่ก่อนช่วงปี ค.ศ. 1900 แต่หลังจากนั้นมีการลดลงด้วยอัตราเร่งที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก ที่เกิดจากภัยคุกคามในรูปแบบของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี ค.ศ. 1700 ถึง 2020 ซึ่งให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงที่ดินไปเป็นพื้นที่เพาะปลูกข้าว เป็นสัดส่วนมากที่สุด (Fluet-Chouinard et al., 2023; รูปที่ 44A และ 44B) อนุสัญญาแรมซาร์ได้รายงานว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำ ทั้งที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่อยู่ในแผ่นดินใหญ่ 6 ประเภท และที่เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำบริเวณชายฝั่ง 5 ประเภท โดยภัยคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำส่วนใหญ่ คือ คุณภาพน้ำ การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพื้นที่ และการดึงทรัพยากรน้ำไปใช้ประโยชน์ (Ramsar Convention on Wetlands, 2018; รูปที่ 45)



รูปที่ 44 ขอบเขตของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลก ระหว่างปี ค.ศ. 1700: (A) ร้อยละการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลก และ (B) สัดส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ที่มา: Fluet-Chouinard et al. (2023)

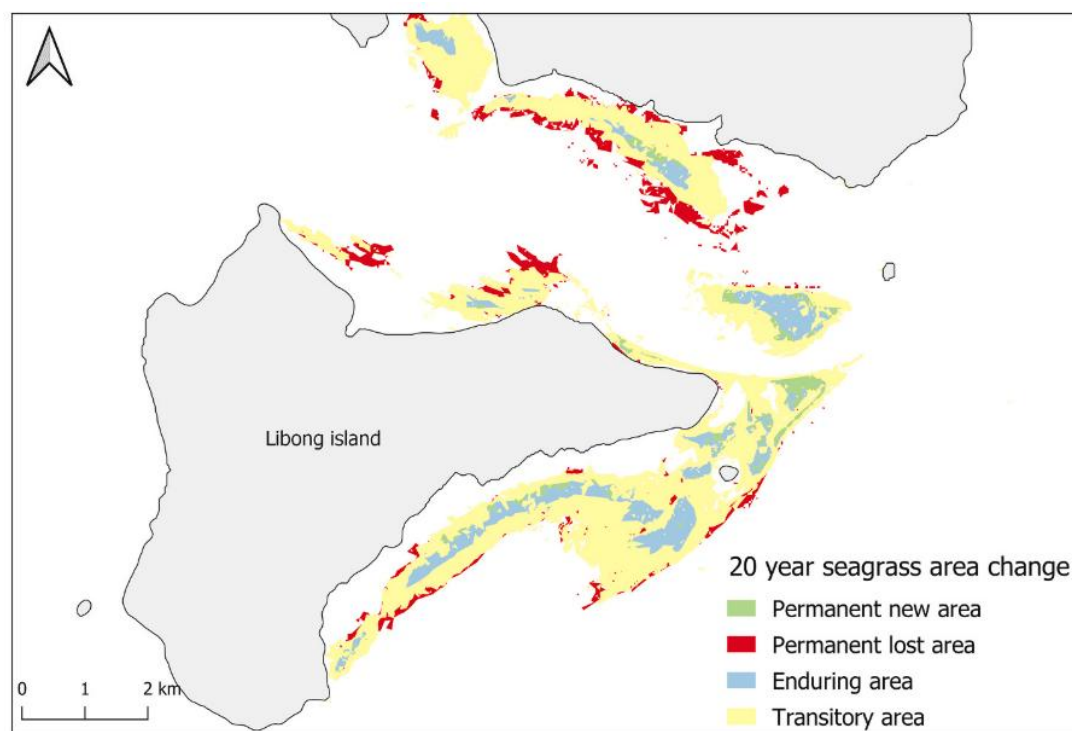
		Physical regime					Extraction			Introduction			Structural modification				
		Water quantity	Water frequency	Sediment	Salinity	Thermal	Water	Biota	Soil and peat	Nutrients	Chemicals	Invasive species	Solid waste	Drainage	Conversion	Burning	
Drivers for each wetland type Major drivers of change of global distribution/significance Significant drivers of change of regional to global distribution/significance Other known significant drivers of change, extent local or unknown ○ Drivers that are known to cause wetland destruction.	Inland	Rivers, streams, floodplains	○				○							○			
		Lakes	○				○										
		Forested wetlands	○	○				○	○						○	○	○
		Peatlands						○		○					○	○	○
		Marshes (on mineral soils)	○					○							○	○	
		Underground wetlands						○									
	Coastal	Estuaries, tidal flats, saltmarshes, lagoons	○													○	
		Mangroves	○						○							○	
		Reef systems (incl. coral; shellfish & temperate)			○		○					○					
		Sand dunes, rocky shores, beaches			○											○	
		Shallow marine waters, seagrass beds, kelp forests				○				○		○					

รูปที่ 45 ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุ่มน้ำแต่ละประเภท

ที่มา: Ramsar Convention on Wetlands (2018)

ปัจจัยที่ถือเป็นภัยคุกคามอันดับต้นของพื้นที่ป่าพรุในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประการหนึ่ง คือ การเข้าไปใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำสวนปาล์มน้ำมัน ซึ่งภัยคุกคามดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลาประมาณ 20 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์พื้นที่เพื่อปลูกปาล์มน้ำมัน ถือเป็นปัจจัยสำคัญของการลดลงของพื้นที่ป่าพรุ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ (ป่าพรุโต๊ะแดง) ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สวนปาล์มน้ำมันจาก 0.04% ในปี ค.ศ. 2000 เป็น 6.84% ในปี ค.ศ. 2016 อันเนื่องมาจากนโยบายส่งเสริมการใช้น้ำมันไบโอดีเซลและการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตน้ำมันปาล์ม การเข้าไปเปลี่ยนแปลงพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 2000-2009 (Srisunthon & Chawchai, 2020) สำหรับปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นภัยคุกคามที่ทำให้เกิดการลดลงของพื้นที่ป่าพรุในประเทศไทย ได้แก่ การขาดข้อมูลและความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศป่าพรุ / การเกิดไฟป่า / ความขัดแย้งที่เกิดจากการเข้าใช้ประโยชน์ในพื้นที่ป่าพรุ / ความยากเกี่ยวกับกระบวนการฟื้นฟู / ดินที่มีสภาพเป็นกรดและมีปริมาณสารอาหารน้อย / การลักลอบตัดต้นไม้ / การระบายน้ำออกจากพื้นที่ (ASEAN Secretariat, 2023) จากการศึกษาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่า ในพื้นที่ป่าพรุควนเคร็ง ซึ่งเป็นป่าพรุที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 ของประเทศไทย พบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่ามากกว่าบริเวณอื่นคือ บริเวณที่มีต้นกระจุยขึ้นอยู่ โดยวิธีที่สามารถช่วยป้องกันการเกิดไฟป่าได้ คือการไม่ปล่อยให้เกิดการแห้งของน้ำในพื้นที่ หลีกเลี่ยงการขุดลอกคลองรอบป่าพรุที่ทำให้เกิดความลึกมากขึ้น จำกัดการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ป่าพรุ และจัดการการเข้าใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Wanthong et al., 2023)

ระบบนิเวศหญ้าทะเล กำลังประสบปัญหาการลดลงของพื้นที่ปกคลุมในระดับโลก อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์บริเวณชายฝั่ง (Orth et al., 2006) หญ้าทะเลทั่วโลกลดลงด้วยอัตรา 1.5% ต่อปี และมีการคาดการณ์ไว้ว่าพื้นที่หญ้าทะเลทั้งหมดจะหายไป 30-40% ในอีก 100 ปีข้างหน้า (Pendleton et al., 2012) โดยในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีอัตราการสูญเสียที่สูงกว่าคือ 4.7% ต่อปี และมีการคาดการณ์ว่าภายในปี ค.ศ. 2060 แหล่งหญ้าทะเลส่วนใหญ่จะหายไป ปัจจุบันในประเทศไทยมีรายงานว่าแหล่งหญ้าทะเลบางพื้นที่มีความคงตัว (Yamakita et al., 2019) ในขณะที่บางพื้นที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผ่านการอนุรักษ์และฟื้นฟูอย่างเหมาะสม (Rattanachot et al., 2018) ในทางกลับกัน พื้นที่แหล่งหญ้าทะเลหลายพื้นที่ยังคงลดลง เช่น เกาะลิบง ประเทศไทย ซึ่งพื้นที่หญ้าทะเลลดลงในอัตรา 3.2% ต่อปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึง 2552 และลดลง 0.6% ต่อปีระหว่างปี พ.ศ. 2552 ถึง 2562 (Stankovic et al., 2021; รูปที่ 46) โดยภัยคุกคามที่สำคัญต่อระบบนิเวศหญ้าทะเลของประเทศไทย ได้แก่ กิจกรรมการพัฒนาชายฝั่ง อันส่งผลให้มีปริมาณตะกอนเพิ่มมากขึ้น การใช้อุปกรณ์ทำการประมงแบบที่ทำลายสิ่งแวดล้อม และกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fortes et al., 1995; Grech et al., 2012; Halpern et al., 2007; Kaewsrihaw et al., 2022; Kirkman and Kirkman, 2002; Sudo et al., 2021; Unsworth et al., 2018)



รูปที่ 46 ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่หญ้าทะเลในพื้นที่เกาะลิบง จังหวัดตรัง

ในช่วงระยะเวลา 20 ปี ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009-2019

ที่มา: Stankovic et al. (2021)

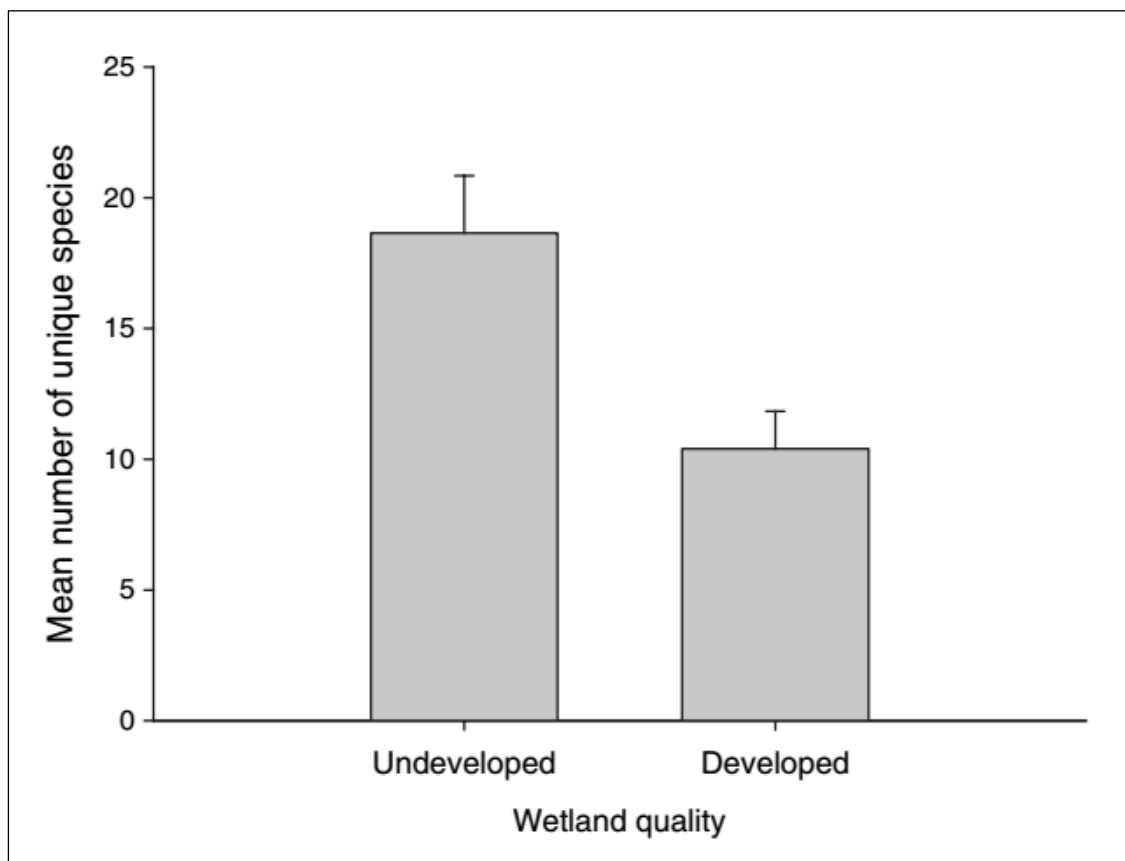
ตารางที่ 16 แหล่งหญ้าทะเลของประเทศไทยที่มีคะแนนภัยคุกคามสูงสุด 10 อันดับ (10 พื้นที่) แสดงภัยคุกคามที่มีผลมากที่สุด 3 อันดับ ต่อแต่ละพื้นที่ พร้อมคะแนนภัยคุกคามจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

Rank	Site Name	The Most Important Threats of Each Meadow	Final VU Score
1	♦ Thap Lamu (TL) ♦ Koh Loan–Yon Bay–Chalong Bay (KL–YB–CB) ♦ Ban Pak Bara (BPB)	♦ Sedimentation/boating accidents (grounding or propeller damage) ♦ Boating accidents (grounding or propeller damage) ♦ Sedimentation/boating accidents (grounding or propeller damage)	33.00
2	♦ Na Thap (NT)	♦ Sedimentation	30.28
3	♦ Pattani Bay (PB)	♦ Land reclamation/dredging/sedimentation	26.87
4	♦ Koh Nok Pao (NP)	♦ Sedimentation/shipping accidents (oil spills)	26.53
5	♦ Middle Songkhla Lake (MSL)	♦ Land reclamation/sedimentation	25.73
6	♦ Ban Don (BD)	♦ Nutrient loading/pollution/urban runoff/agricultural runoff/untreated sewage/sedimentation	24.73
7	♦ Klong Yamu (KY)	♦ Sedimentation	24.33
8	♦ Lower Songkhla Lake (LSL)	♦ Land reclamation	23.67
9	♦ Koh Chang (KC)	♦ Commercial fisheries (physical damage from fishing methods and overharvesting) ♦ Sedimentation/subsistence fisheries (destructive fishing methods and overharvesting)	23.33
10	♦ Pathio (PT) ♦ Chala Lai Beach (CLB)	♦ Commercial fisheries (physical damage from fishing methods)	22.73

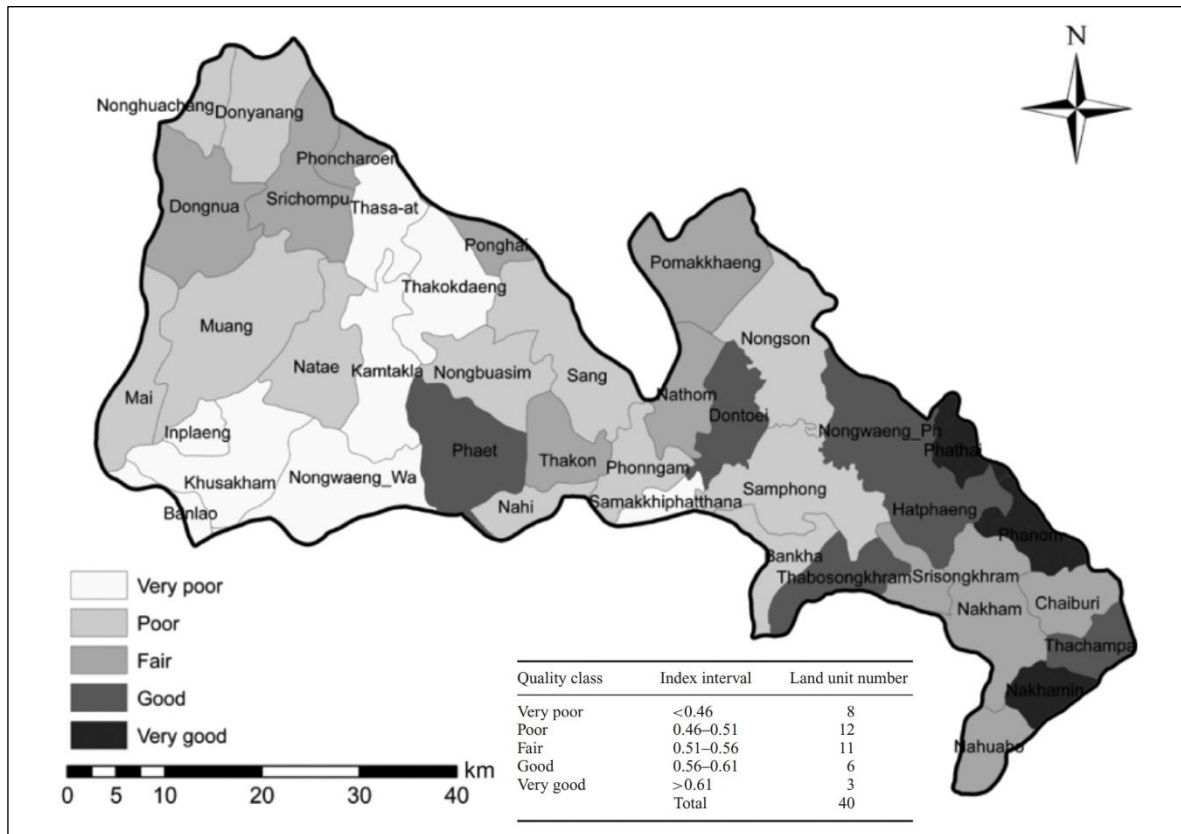
ที่มา: Kaewsrihaw et al. (2022)

แน่นอนว่าการลดลงของพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งเกิดจากกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินนั้น นอกจากจะส่งผลกระทบอย่างมากในการแลกเปลี่ยนก๊าซเรือนกระจก และอื่น ๆ แล้ว ยังส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่นั้นด้วยเช่นกัน (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Zedler and Kercher, 2025) ความหลากหลายของลักษณะโครงสร้างที่อยู่อาศัยที่ลดลง ส่งผลให้โครงสร้างทางสังคมของสิ่งมีชีวิตเกิดการเปลี่ยนแปลงไป เช่น การศึกษาในสหรัฐอเมริกา พบว่าพื้นที่ชุ่มน้ำที่ผ่านกิจกรรมการพัฒนาพื้นที่ มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ (พืช ไดอะตอม แพลงก์ตอนสัตว์ และ สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่) น้อยกว่าพื้นที่ชุ่มน้ำที่ไม่ได้ผ่านกิจกรรมการพัฒนาพื้นที่อย่างมีนัยสำคัญ (Lougheed, et al., 2008; รูปที่ 47) และผลของการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะตามมา คือส่งผลต่อย้อนกลับมาถึงคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่ด้วยเช่นกัน จากกรณีศึกษาในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย พื้นที่ชุ่มน้ำในบริเวณดังกล่าวในช่วงระยะเวลา 30 ปี เกิดความเสียหายจากทั้งสาเหตุทางธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยสาเหตุหลักจากธรรมชาติ คือ ปริมาณตะกอนดิน (Sedimentation) และ สาเหตุหลักจากกิจกรรมของมนุษย์ คือ การใช้เทคโนโลยีทางการเกษตร (Use of agricultural technology) และต่อมาก่อให้เกิดผลในแง่ลบต่อเศรษฐกิจของชุมชน ประเพณีและวัฒนธรรมทางสังคม ตลอดจนนิเวศของพื้นที่ชุ่มน้ำเอง โดยการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลในระดับสูงต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ เช่น การมีคุณภาพน้ำต่ำ การลดลงของทรัพยากรสัตว์น้ำที่ส่งผลต่อการทำประมง เป็นต้น (Hempattarasuwan et al., 2021) ส่วนกรณีของการประเมินสุขภาพของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำในกลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแม่น้ำโขง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ใน 40 พื้นที่ โดยใช้ดัชนีสุขภาพระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland ecosystem health index; WEHI) พบว่ามีจำนวนเพียง 9

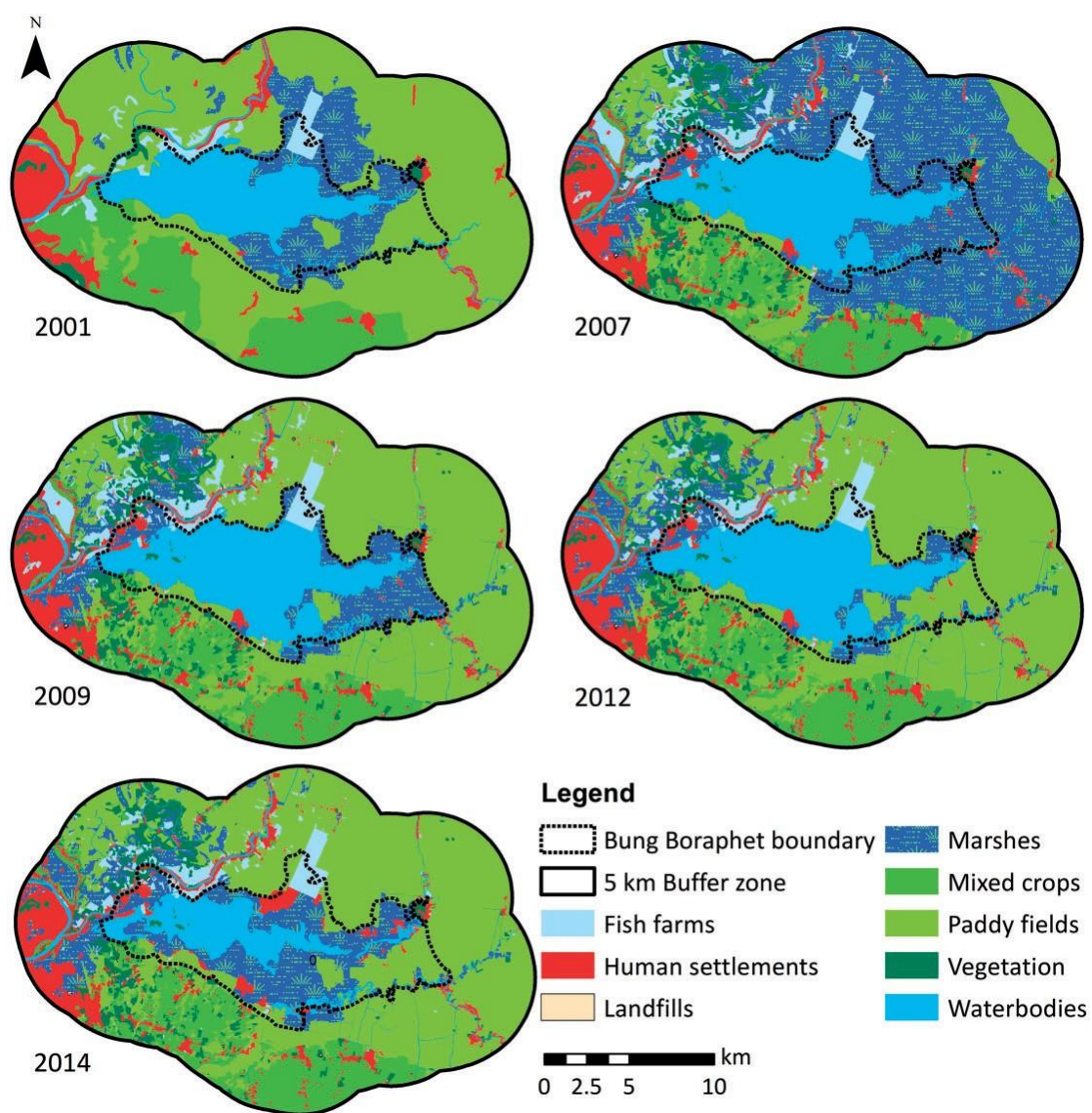
พื้นที่ จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมากหรือดี จำนวน 11 พื้นที่ จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ขณะที่ส่วนใหญ่มักคิดเป็น 50% ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด จำนวน 20 พื้นที่ จัดอยู่ในเกณฑ์แย่หรือแย่มาก (Muangthong et al., 2012; รูปที่ 48) จากการสำรวจพื้นที่บึงบอระเพ็ด ซึ่งเป็นบึงทะเลสาบน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ ตลอดระยะเวลา 12 ปี (ค.ศ. 2003-2014) พบว่าการเปลี่ยนแปลงไปของสภาพแวดล้อมพื้นที่ชุ่มน้ำส่งผลต่อการลดลงถึง 27% ของประชากรนกน้ำประจำถิ่น (Haq et al., 2018; รูปที่ 49)



รูปที่ 47 จำนวนชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ในพื้นที่ชุ่มน้ำที่ยังไม่ได้ได้รับการพัฒนา
เทียบกับพื้นที่ชุ่มน้ำที่ได้รับการพัฒนาแล้ว
ที่มา: Lougheed et al. (2008)



รูปที่ 48 จำนวนและตำแหน่งของผลการประเมินสุขภาพของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ
ในกลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง
ที่มา: Muangthong et al. (2012)



รูปที่ 49 แผนที่จำแนกการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษาบึงบอระเพ็ด

สำหรับปี ค.ศ. 2001, 2007, 2009, 2012 และ 2014

ที่มา: Haq et al. (2018)

2.5 การดำเนินการโครงการ NbS และความท้าทาย

2.5.1 ตัวอย่างการดำเนินงานด้าน NbS ในต่างประเทศ

ตัวอย่างโครงการที่ใช้แนวคิดด้านการแก้ปัญหาโดยอาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (NbS Concept) ในรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ชื่อ “Tidal Reintroduction, Queensland, Australia” เป็นโครงการที่นำมาใช้เป็นกรณีตัวอย่างได้เป็นอย่างดี ในแง่ของการดำเนินงานที่ถือเป็น Area-based project โดยช่วงเวลา มากกว่า 23 ปี ก่อนเริ่มต้นโครงการ ได้เกิดการเสื่อมโทรมของพื้นที่ จนทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินลึกกว่า 1.3 เมตร มีการสูญเสียคาร์บอนมากถึง 74,800 Mg C ha⁻¹ ตลอดจนประมาณการปลดปล่อยคาร์บอนได้ถึง 0.27 Tg CO₂ หลังจากดำเนินโครงการไปแล้วสามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นที่ได้อย่างชัดเจน โดยมีการฟื้นฟูของพื้นที่สีเขียวเพิ่มมากขึ้น และมีการประเมินประสิทธิภาพในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภายหลัง (รูปที่ 50)

โครงการที่ได้รับการขึ้นทะเบียนคาร์บอนเครดิต โดย VERRA (The Verified Carbon Standard) ซึ่งเป็นโครงการชดเชยคาร์บอนภาคสมัครใจที่เป็นที่รู้จักมากที่สุดในปัจจุบัน และเป็นมาตรฐานที่ใช้กันมากที่สุดในโลก ซึ่งปัจจุบันมีโครงการที่ได้รับการรับรองโดย VERRA เป็นจำนวนมาก (<https://verra.org/>)

ตัวอย่างโครงการที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าพรุในต่างประเทศ ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย VERRA เช่น โครงการในพื้นที่ป่าพรุน้ำจืด บนเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ชื่อ “Sumatra Merang Peatland Project” เป็นโครงการที่มีการฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland Restoration and Conservation; WRC) ดำเนินการในเนื้อที่ประมาณ 22,934 เฮกตาร์ และมีการขายคาร์บอนเครดิตไปแล้วเป็นจำนวน 3,329,923 เครดิต โดยโครงการนี้ใช้แนวทางการประเมิน และวิธีการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งในสาขาเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use; AFOLU)

ตัวอย่างโครงการที่ดำเนินการในพื้นที่ป่าชายเลนในต่างประเทศ ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนโดย VERRA เช่น โครงการฟื้นฟูป่าชายเลนและการพัฒนาอย่างยั่งยืน ในประเทศพม่า ชื่อ “Mangrove Restoration and Sustainable Development in Myanmar” เป็นโครงการที่มีการฟื้นฟูและอนุรักษ์พื้นที่ป่าพรุ (Wetland Restoration and Conservation; WRC) ดำเนินการในเนื้อที่ประมาณ 5,174 เฮกตาร์ ได้ปริมาณคาร์บอนเครดิต 353,871 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยโครงการนี้ใช้แนวทางการประเมิน และวิธีการจัดทำข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นกิจกรรมหนึ่งในสาขาเกษตร ป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Agriculture, Forestry and Other Land Use; AFOLU)

ตัวอย่างโครงการที่ดำเนินการในพื้นที่แหล่งหญ้าทะเลในต่างประเทศ เช่น โครงการในพื้นที่หญ้าทะเลชายฝั่งเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา ชื่อ “Virginia Coast Reserve Seagrass Restoration Project” ซึ่งปัจจุบันกำลังอยู่ในกระบวนการพัฒนาโครงการภายใต้ VERRA เป็นโครงการที่ดำเนินการฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเลด้วยวิธีการปลูกโดยใช้เมล็ด มีผลให้พื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 40.47 ตร.กม. ภายในระยะเวลาดำเนินการ มากกว่า 30 ปี ซึ่งถือเป็นโครงการที่ใช้เวลาในระยะยาว



รูปที่ 50 โครงการ Tidal Reintroduction, Queensland, Australia รัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย

2.5.2 ตัวอย่างการดำเนินงานที่สามารถนับเป็นแนวทาง NbS ในประเทศไทย

ระบบนิเวศป่าชายเลน

การดำเนินโครงการ NbS ในพื้นที่ป่าชายเลนนั้นได้รับความนิยมอย่างมาก มีทั้งในรูปแบบของกิจกรรมการฟื้นฟู การอนุรักษ์ รวมไปถึงการจัดการสำหรับใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ ยังมีการดำเนินโครงการคาร์บอนเครดิต Premium T-VER โดยการอนุรักษ์ป่าชายเลนในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี และ จังหวัดตราด จำนวน 1 โครงการ คือ “โครงการนำร่องการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนในพื้นที่ของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ภายใต้โครงการปลูกป่าเพื่ออนุรักษ์ ฟื้นฟู ป่าต้นน้ำ ป่าชายเลน และป้องกันไฟป่า” โดยมีการคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดว่าจะลดได้ต่อปี คือ 1,935 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยรวมคาดว่าจะกักเก็บคาร์บอนได้ 19,357.53 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (รูปที่ 51)

สำหรับความท้าทายที่ถูกระบุขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมด้าน NbS ที่เกิดขึ้นในป่าชายเลนในประเทศไทยส่วนใหญ่ มาจากการขาดความตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการทรัพยากรป่าชายเลน ทั้งจากทางภาครัฐและภาคประชาชน ได้แก่ ประชาชนไม่ยอมให้เข้าพื้นที่ดำเนินโครงการ ขาดการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้เสีย งบประมาณไม่เพียงพอ ขาดการติดตามและประเมินผล การครอบครองที่ดินป่าชายเลนโดยนายทุนใหญ่นอกพื้นที่ จากช่องว่างทางกฎหมายที่ล้าสมัยเกี่ยวกับการปฏิรูปและใช้ที่ดิน ส่วนความท้าทายจากธรรมชาติ ได้แก่ แมลงศัตรูพืช

ทั้งนี้ เพื่อให้การดำเนินโครงการด้าน NbS เป็นไปตามมาตรฐานสากล ควรมีการนำเอา 8 หลักเกณฑ์ที่ใช้ประเมินมาตรฐานของ NbS มาใช้ในการวางแผนการดำเนินงานด้าน รวมถึงวางแผนการติดตามผลการดำเนินงาน



รูปที่ 51 โครงการคาร์บอนเครดิตในป่าชายเลนของประเทศไทย คือ “โครงการนำร่องการประเมินการกักเก็บคาร์บอนของป่าชายเลนในพื้นที่ของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ภายใต้โครงการปลูกป่าเพื่ออนุรักษ์ ปันฟู ป่าต้นน้ำ ป่าชายเลน และป้องกันไฟป่า” ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนโครงการคาร์บอนเครดิต Premium T-VER
ที่มา: องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

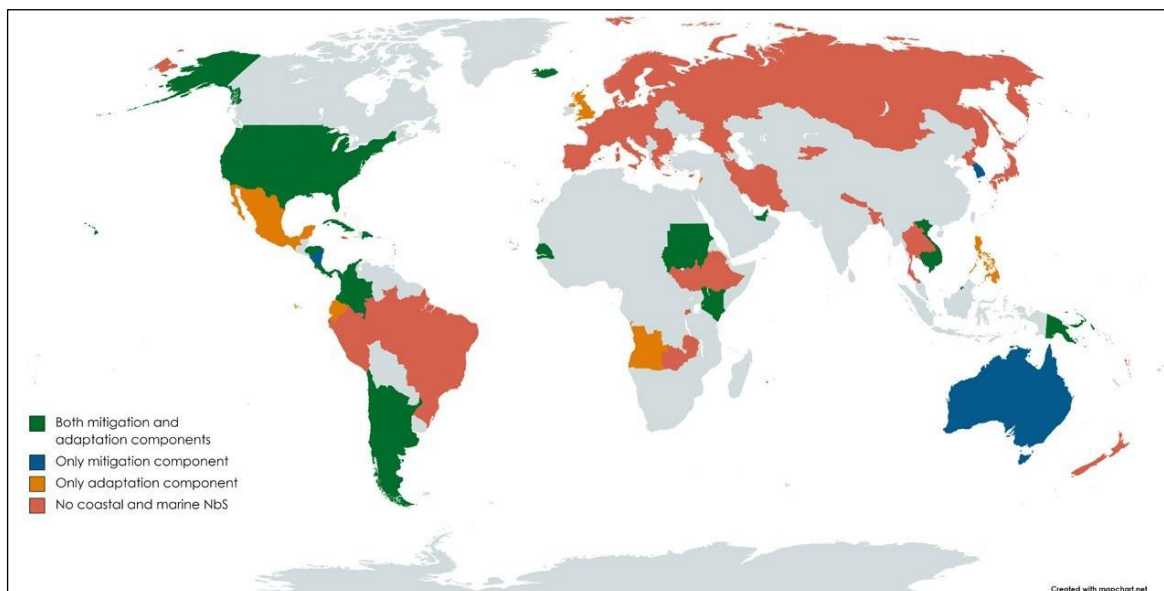
ระบบนิเวศหญ้าทะเล

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 เป็นต้นมา พบว่ามีการดำเนินโครงการ NbS ในพื้นที่หญ้าทะเลเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการฟื้นฟูด้วยการปลูกหญ้าทะเล ทั้งจากโดยภาครัฐ เอกชน องค์กรไม่แสวงหากำไร และประชาชนทั่วไป โดยจากการสืบค้นเบื้องต้นพบว่าการปลูกหญ้าทะเลไปแล้วมากกว่า 50 พื้นที่ กระจายทั่วทั้งฝั่งอันดามันและอ่าวไทย โดยหญ้าทะเลที่นิยมปลูกมากที่สุด คือ หญ้าคาทะเล อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการฟื้นฟูหญ้าทะเลยังมีความกระจัดกระจาย ไม่มีการเก็บรวบรวมฐานข้อมูลที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังขาดการติดตามผล ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากต่อการพัฒนาองค์ความรู้และเทคนิคการฟื้นฟูหญ้าทะเล ทั้งนี้ การดำเนินกิจกรรมการอนุรักษ์ในพื้นที่หญ้าทะเล เช่น การวางแผนทุนอนุรักษ์ ยังไม่ได้รับความนิยมนำมาปลูกหญ้าทะเล

เนื่องจากกิจกรรมด้าน NbS ที่เกิดขึ้นในแหล่งหญ้าทะเลของประเทศไทย เป็นการฟื้นฟูหญ้าทะเลด้วยเทคนิคต่าง ๆ ความท้าทายที่เกิดขึ้นจึงเป็นเรื่องขององค์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกหญ้าทะเล เช่น การไหลพังน้ำเป็นระยะเวลานานของหญ้าทะเล ที่ส่งผลให้ใบหญ้าทะเลเกิดการตากแห้งจนเกิดการไหม้ ส่งผลให้หญ้าทะเลมีการเจริญเติบโตช้ากว่าที่ควรจะเป็น ใบเปื่อยขาด ถูกสัตว์ทะเลกัดกินใบ ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เช่น การเกิดมรสุมทำให้เกิดความขุ่นของน้ำสูง การทับถมของดินโคลน ฤดูกาล การเก็บเมล็ดพันธุ์ที่จำกัด จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาองค์ความรู้ในการฟื้นฟูหญ้าทะเล นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเรื่องผลประโยชน์ที่ขัดแย้งกันระหว่างกลุ่มประชาชน รวมถึงการไม่ให้ความร่วมมือในการดำเนินโครงการ เช่น พบร่องรอยการเข้ามาขุดหาหอยในบริเวณแนวหญ้าทะเล การปล่อยน้ำทิ้งจากนาเกลือ เป็นต้น

2.6 การเงินและนโยบาย

ความสำคัญของระบบนิเวศที่มีการกักเก็บบลูคาร์บอนในการช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยธรรมชาติ (Nature climate solution; NCS) ได้รับการยอมรับในระดับโลก และได้มีการนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการมีส่วนร่วมที่ประเทศกำหนด (Nationally Determined Contributions; NDCs) ซึ่งเป็นกลยุทธ์ในการช่วยลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตามความตกลงปารีส เช่น ประเทศเซเชลส์ บาฮามาส คิริบาส ราชอาณาจักรบาห์เรน โดยเฉพาะ บรูไน และ ศรีลังกา ในทวีปเอเชีย ความสำคัญในแง่ของการเป็นแหล่งกักเก็บบลูคาร์บอน ได้รับการยอมรับและถูกพูดถึงในหลายประเทศ อย่างไรก็ตาม นโยบายที่นับรวมระบบนิเวศเหล่านี้ให้เป็น NCS กำลังเป็นที่ถูกกล่าวถึงในหลายประเทศของภูมิภาคจากการทบทวน NDCs ฉบับใหม่หรือฉบับปรับปรุงจำนวน 63 ฉบับ (63 ประเทศภาคี) ที่ได้มีการเสนอระหว่างวันที่ 29 มีนาคม ค.ศ. 2019 ถึง 8 มิถุนายน ค.ศ. 2021 ประเทศภาคี จำนวน 33 ประเทศ ได้เสนอในส่วนของแผนงาน NbS สำหรับพื้นที่ชายฝั่งและทางทะเลเอาไว้ด้วย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการบรรเทาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 3 ฉบับ มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 6 ฉบับ และมีวัตถุประสงค์ในทั้ง 2 ประเด็น จำนวน 24 ฉบับ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่าประเทศสมาชิกส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อการตอบสนองในทั้ง 2 ประเด็นความท้าทาย อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังไม่ได้มีการนำเสนอแผนงาน NbS สำหรับพื้นที่ชายฝั่งและทางทะเลเข้าไปใน NDC ของประเทศ (Lecerf et al., 2021; รูปที่ 52)



รูปที่ 52 ประเทศที่รวมแนวทาง NbS สำหรับพื้นที่ชายฝั่งและทางทะเลเป็นส่วนหนึ่งของ
มาตรการบรรเทาหรือปรับตัวใน NDCs ฉบับใหม่ หรือฉบับปรับปรุง จาก NDCs
ที่ได้รับทั้งหมด 63 ฉบับ จนถึงวันที่ 8 มิถุนายน ค.ศ. 2021
ที่มา: Lecerf et al. (2021)

ในประเทศไทย มีการอัปเดต NCS ครั้งแรก ในปี ค.ศ. 2020 ระบบนิเวศตามธรรมชาติถูกนำมานับรวมในมาตรการเกี่ยวกับการปรับตัว ผ่านการบูรณาการในด้านการบริหารจัดการน้ำ ขณะที่กลยุทธ์ที่ใช้เพื่อลดผลกระทบส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับเรื่องของภาคพลังงาน ภาคการขนส่ง และการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ (<https://unfccc.int/NDCREG>) การประชุม United Nation's Climate Change Conference in Glasgow (COP 26) ในปี ค.ศ. 2021 รัฐบาลไทยได้ให้คำมั่นที่จะยกระดับมาตรการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และตั้งเป้าหมายให้ประเทศเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน ภายในปี ค.ศ. 2050 และบรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ในปี ค.ศ. 2065

ในเดือนพฤศจิกายน ค.ศ. 2022 ประเทศไทยได้ยื่นคำมั่น NDC ฉบับที่ 2 ที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 30-40% ในภาวะที่เป็นการดำเนินกิจกรรมของโลกยังดำเนินไปอย่างที่เคยเป็น (Business-as-usual) เปรียบเทียบกับค่าที่คาดการณ์ไว้ในปี ค.ศ. 2030 โดยการคำนึงถึงทั้งการดักจับและการกักเก็บคาร์บอน ถึงแม้การกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศชายฝั่ง ไม่ได้ถูกกล่าวถึงแบบเฉพาะเจาะจงในกลยุทธ์และกำหนดการในระดับนานาชาติ แต่ในปี ค.ศ. 2015 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการพัฒนา The National Adaptation Plan for Climate Change Adaptation (NAP) เพื่อใช้เป็นกรอบการดำเนินงานด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนใช้เป็นแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้องซึ่งรวมระบบนิเวศชายฝั่งเป็น “การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ” โดยภายใน NAP ระบบนิเวศป่าชายเลน และระบบนิเวศหญ้าทะเล ตลอดจนความหลากหลายทางชีวภาพที่เปราะบางภายในระบบนิเวศเหล่านี้ จะถูกรวมไว้ในแผนการอนุรักษ์ การป้องกัน และการพัฒนาแผนการจัดการแบบบูรณาการ นอกจากนี้ ในยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) องค์ประกอบสำคัญที่เน้นระบบนิเวศชายฝั่งอยู่ในสังคมเศรษฐกิจทาง

ทะเลที่ยั่งยืนกำลังมีการเติบโต ซึ่งมีเป้าหมายในการฟื้นฟูและสร้างทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งขึ้นใหม่ตลอดจนพัฒนากิจกรรมทางทะเลที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้ ได้มีการปรับใช้แผนปฏิบัติงานเพื่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่ง จากรายงาน “Thailand’s Fourth National Communication” ครั้งล่าสุด ในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2022 โดยในแผนปฏิบัติงานเหล่านี้มีการวางแผนงานสำหรับการฟื้นฟูป่าชายเลน เป็นพื้นที่ 48,000 เฮกตาร์ ภายในปี ค.ศ. 2031 (ONEP, 2022a) ขณะที่การฟื้นฟูแหล่งหญ้าทะเล มีการเน้นไปที่พื้นที่ของ 7 จังหวัด ศักยภาพของระบบนิเวศที่มีการกักเก็บคาร์บอนนั้น หากรวมไปถึงแผนปฏิบัติการในการลดผลกระทบผ่านการอนุรักษ์ฟื้นฟู และ หลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คาดว่าจะมีส่วนช่วยได้ถึง 6.45-7.03% ของเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบมีเงื่อนไขและไม่มีเงื่อนไขของประเทศต่าง ๆ ภายในปี ค.ศ. 2573 ทัวท์งูมิภาค (Stankovic et al., 2021)

นอกจากนี้ การที่จะสามารถบรรลุเป้าหมายของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นั้น ประเทศไทยกำลังรวมความร่วมมือฐานตลาดระหว่างประเทศภายใต้ มาตรา 6 ของความตกลงปารีส ซึ่งส่งเสริมตลาดคาร์บอนโดยสมัครใจ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) ได้มีการพัฒนามาตรฐานที่มีความเทียบเท่าระดับสากล ของโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคสมัครใจของประเทศไทย (T-VER) เป็นการเข้าร่วมโดยสมัครใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก วิธีการฟื้นฟูและให้เครดิตจากกิจกรรมการฟื้นฟูภายในพื้นที่ป่าชายเลน (TVER-METH-13-02 และ TVER-METH-13-04) และพื้นที่หญ้าทะเล (TVER-METH-13-04) ได้รับการเผยแพร่โดย กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (Department of Marine and Coastal Resources; DMCR) และ องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ในปี ค.ศ. 2022 โดยในปลายปี ค.ศ. 2022 ประเทศไทยได้มีการเปิดตัวการแลกเปลี่ยนคาร์บอนเครดิตโดยสมัครใจ (FTIX) ซึ่งดำเนินการโดยสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ทำหน้าที่เป็นแพลตฟอร์มการให้เครดิตคาร์บอนสำหรับการค้าภายในประเทศ การเปิดตัวโครงการนี้เปิดโอกาสให้โครงการบลูคาร์บอนสามารถสร้างผลตอบแทนทางการเงินสำหรับการอนุรักษ์และฟื้นฟูระบบนิเวศเหล่านี้

2.7 คาดการณ์การดูดกลับคาร์บอนของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection)

เก็บรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพืช ทั้งส่วนเหนือพื้นดิน ส่วนใต้ดิน และในตะกอนดินของระบบนิเวศแต่ละประเภท นอกจากนี้ ยังทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการดูดซับคาร์บอนของพืชและอัตราการสะสมคาร์บอนในตะกอนดิน เก็บข้อมูลทั้งจากพื้นที่ธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวน และพื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟู ข้อมูลที่รวบรวมจากเอกสารงานวิจัยถูกนำเสนอในรูปแบบค่าต่ำสุดและสูงสุด โดยขอบเขตของการศึกษาอยู่ในประเทศไทยเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีข้อมูลบางส่วนที่ขาดหายไป จึงต้องใช้ข้อมูลจากแหล่งระดับภูมิภาคและระดับโลก

พื้นที่รวมของระบบนิเวศในปัจจุบันถูกรวบรวมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เนื่องจากการกระจายตัวของระบบนิเวศที่ได้รับการปรับปรุงล่าสุดในประเทศไทยมีข้อจำกัด นอกจากนี้ อัตราการสูญเสียพื้นที่ชุ่มน้ำยังถูกนำมาจากการศึกษาระดับภูมิภาคและระดับโลก เป้าหมายการฟื้นฟูของระบบนิเวศหญ้าทะเล ป่าชายเลน และพื้นที่น้ำจืด รวบรวมจากข้อมูลเป้าหมายระดับโลก ส่วนพื้นที่ระบบนิเวศบนบก รวบรวมจากข้อมูลเป้าหมายระดับประเทศ

แบ่งพื้นที่ของระบบนิเวศออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- 1) พื้นที่ธรรมชาติ คือ พื้นที่ของระบบนิเวศที่ยังคงอยู่
- 2) พื้นที่เสื่อมโทรม คือ พื้นที่ที่กำลังเผชิญกับความเสื่อมโทรมและการสูญเสียฟังก์ชันของระบบนิเวศ
- 3) พื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟู คือ พื้นที่ที่ได้รับการฟื้นฟูกลับสู่สถานะเดิม

การคำนวณข้อมูล (Data calculation)

จัดกลุ่มข้อมูลทั้งหมด เป็นค่าต่ำสุดและสูงสุด สำหรับปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพืชและตะกอนดิน รวมถึงอัตราการดูดซับคาร์บอนในพืชและตะกอนดิน ทั้งในระบบนิเวศธรรมชาติและระบบนิเวศที่ได้รับการฟื้นฟู สำหรับแต่ละประเภทของพื้นที่ ทำการคำนวณพื้นที่รวมจนถึงปี ค.ศ. 2050 และการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ในแต่ละปี

สถานการณ์ (Scenarios) ที่ใช้ในการคำนวณศักยภาพการลดคาร์บอน

1. สถานการณ์ปกติ (BAU – Business as usual): ไม่มีมาตรการแทรกแซง ระบบนิเวศยังคงเสื่อมโทรมในอัตราปัจจุบัน ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การตัดไม้ทำลายป่า และการเสื่อมโทรมของระบบนิเวศยังคงดำเนินต่อไป ส่งผลให้มีการปล่อยคาร์บอนจากทั้งพืชและตะกอนดิน

ค่าการปล่อยคาร์บอนภายใต้สถานการณ์ BAU คำนวณจาก:

$$C_{org\ BAU} = Area\ Degraded \times [(Vegetation\ Corg\ Stock\ natural + Sediment\ Corg\ stock\ natural)] \times 3.67$$

2. สถานการณ์การป้องกันการสูญเสีย (Avoided loss): คำนวณการปล่อยคาร์บอนที่สามารถป้องกันได้โดยการอนุรักษ์ระบบนิเวศธรรมชาติและหลีกเลี่ยงการเสื่อมโทรม

ค่าการปล่อยคาร์บอนที่ป้องกันได้ คำนวณจาก:

$$C_{org\ Avoided\ loss} = Area\ Natural \times [(Vegetation\ Corg\ Stock\ natural + Sediment\ Corg\ stock\ natural) + (Vegetation\ Sequestration\ Rate\ natural + Sediment\ Burial\ Rate\ natural) \times Years] \times 3.67$$

3. สถานการณ์การฟื้นฟู (Restoration): คำนวณการฟื้นฟูระบบนิเวศที่ทำให้สามารถกลับมาดูดซับคาร์บอน

ค่าการฟื้นฟูคาร์บอน คำนวณจาก:

$$C_{org\ Restoration} = Area\ restored \times \frac{Restoration\ Pledge\ (\%)}{100} \times [(Years \times (Vegetation\ Sequestration\ Rate\ Restored + Sediment\ Burial\ Rate\ Restored))] \times 3.67$$

การคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคต (Projection scenarios)

ผลการศึกษากถูกแบ่งออกเป็น 3 สถานการณ์หลัก ได้แก่

1. สถานการณ์ในอุดมคติ (Ideal scenario): แสดงศักยภาพสูงสุดของระบบนิเวศ โดยไม่จำกัดเป้าหมาย CO₂
2. สถานการณ์ตามนโยบายของไทย (Current Thai policy scenario): อิงตามเป้าหมายของรัฐบาลไทยที่ต้องการดูดซับคาร์บอน 120 MtCO₂e ภายในปี ค.ศ. 2037
3. สถานการณ์แบบผสม (Combined ecosystem scenario): ผสมผสานการอนุรักษ์และการฟื้นฟูของระบบนิเวศทั้ง 4 ประเภท เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย 120 MtCO₂e ภายในปี ค.ศ. 2037

แนวทางที่เป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมาย

1. การอนุรักษ์สูง ฟื้นฟูต่ำ (High conservation, low restoration): ใช้การอนุรักษ์ 70% และการฟื้นฟู 30%
2. สมดุลระหว่างอนุรักษ์และฟื้นฟู (Balanced): การอนุรักษ์และการฟื้นฟูมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน
3. การอนุรักษ์ต่ำ ฟื้นฟูสูง (Low conservation, high restoration): ใช้การฟื้นฟู 70% และการอนุรักษ์ 30%

ในการนี้ ตัวเลขที่เลือกใช้เป็นตัวแทนในการนำเสนอศักยภาพในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำในแต่ละช่วงเวลา คือ ค.ศ. 2030, 2037 และ 2050 คือ ตัวเลขจากการคำนวณในแนวทางที่ 2 (สมดุลระหว่างอนุรักษ์และฟื้นฟู) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ถือว่าให้ความสำคัญกับทั้งแนวทางการอนุรักษ์และการฟื้นฟูในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

3. ระบบนิเวศการเกษตร

3.1 บทนำ

เกษตรกรรม เป็นหนึ่งในภาคส่วนที่สามารถมีส่วนช่วยในการบรรเทาและกักเก็บการปล่อยก๊าซคาร์บอน และจำเป็นต้องมีบัญชีรายการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากภาคเกษตรกรรมรวมอยู่ในภาระผูกพันในการลดก๊าซเรือนกระจก การกำหนดนโยบายที่ชัดเจน เหมาะสม จะมีบทบาทในการลดก๊าซเรือนกระจกและเสริมสร้างความสามารถของการเกษตรในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในขณะเดียวกันได้มีส่วนช่วยในการบรรลุเป้าหมายด้านสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการบรรเทาและกักเก็บการปล่อยก๊าซคาร์บอนได้อย่างเป็นรูปธรรม

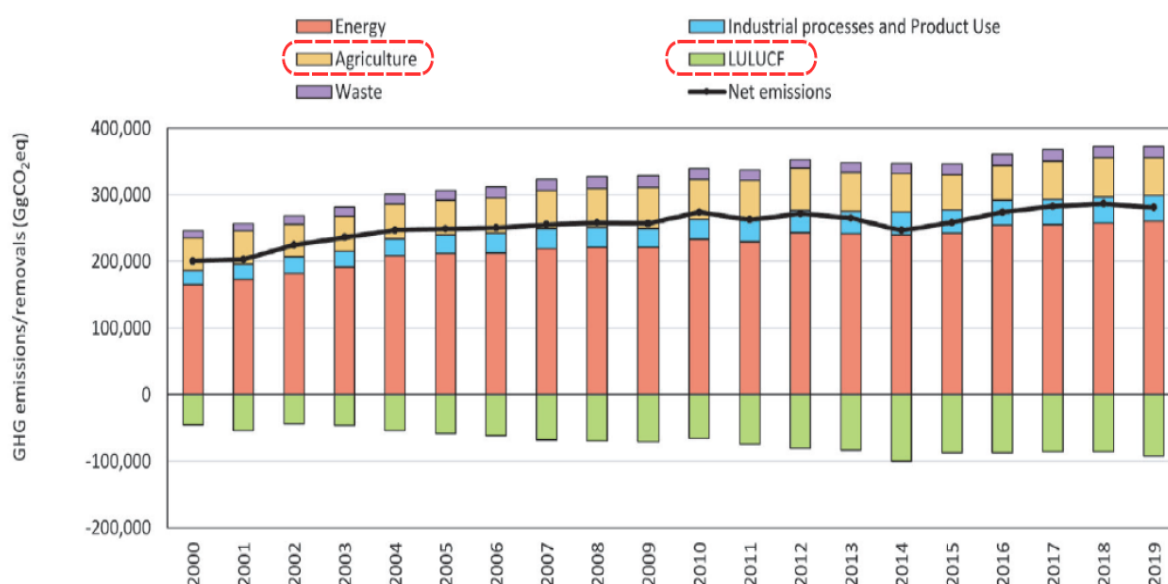
รายงานนี้ เป็นรายงานที่เกี่ยวกับแนวทางการเกษตรกรรมและการกักเก็บคาร์บอนในดินของประเทศไทย จะเน้นย้ำถึงบทบาทสำคัญของแนวทางการเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนในการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดิน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มุมมองระดับโลกเกี่ยวกับคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (SOC) ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพอันยิ่งใหญ่ของพื้นที่เกษตรกรรมในการกักเก็บคาร์บอน โดยมีพื้นที่เพาะปลูกเป็นแหล่งกักเก็บ SOC ที่สำคัญของโลก สิ่งนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องบูรณาการกลยุทธ์การกักเก็บคาร์บอนในดินไว้ในภาคการเกษตร เพื่อสนับสนุนความพยายามในการลดก๊าซเรือนกระจกทั่วโลก

งานวิจัยที่ผ่านมาของคณะทำงาน (ศ.ดร.พวงรัตน์ แก้วล้อม และคณะ) และงานวิจัยอื่น ๆ ทั้งในและต่างประเทศ ได้แสดงถึงการนำแนวทางการเกษตรกรรมที่ช่วยดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้ไบโอชาร์ (Biochar) และการนำระบบการเกษตรแบบฟื้นฟู (Regenerative agriculture) มาใช้ จะสามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ไบโอชาร์ ได้รับการยอมรับในด้านประโยชน์สองประการ คือ การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน ทำให้เป็นทางออกที่มีแนวโน้มที่ดีสำหรับการจัดการคาร์บอนในภาคการเกษตร ผสมกับการใช้แนวคิดของการเกษตรแบบฟื้นฟู ซึ่งมุ่งเน้นการฟื้นฟูสุขภาพของดินและความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศ ยังสนับสนุนการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินอีกด้วย อีกทั้งความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับตลาดคาร์บอน เช่น การได้รับประโยชน์ (Additionality) ของความพยายามในการกักเก็บคาร์บอน เน้นย้ำถึงความจำเป็นสำหรับกลไกที่แข็งแกร่งและโปร่งใส เพื่อตรวจสอบและกระตุ้นแนวทางการเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน ซึ่งรวมถึงความจำเป็นสำหรับการสร้างแนวทางที่ชัดเจน เพื่อให้แน่ใจว่าคาร์บอนที่กักเก็บนั้นสามารถนำไปสู่การลดระดับคาร์บอนในชั้นบรรยากาศโดยรวมได้ และทำให้เกิดการฟื้นฟูคุณภาพดินเพื่อการเกษตรไปพร้อม ๆ กัน รายงานฉบับนี้จึงได้รวบรวมแนวทางและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายกลยุทธ์ เพื่อส่งเสริมการนำแนวทางการเกษตรกรรมที่กักเก็บคาร์บอนมาใช้ในประเทศไทย ซึ่งรวมถึงการให้แรงจูงใจแก่เกษตรกรในการนำแนวทางการเกษตรกรรมอย่างยั่งยืนมาใช้ในการลงทุนในงานวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับวิธีการกักเก็บคาร์บอนในดินให้เหมาะสมที่สุด และการสร้างกรอบกฎหมายเพื่อสนับสนุนการมีส่วนร่วมของภาคเกษตรกรรมไทยในตลาดคาร์บอนโลก เพื่อนำให้ประเทศไทยเป็น

ผู้นำด้านการเกษตรกรรมอย่างยั่งยืน ที่มีการจัดการเก็บกักคาร์บอนในดินของภาคการเกษตร อีกทั้งนำไปสู่การสนับสนุนความพยายามทั้งในระดับชาติและระดับโลก ในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งปัจจุบันและอนาคต

3.2 สถานภาพการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสถานภาพการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากระบบนิเวศเกษตร

ระบบนิเวศเกษตร มีบทบาททั้งในส่วนของ การปลดปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก จากรายงานการวิเคราะห์สถานภาพการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย จากการรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้แบ่งภาคส่วนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม IPCC Guideline ประกอบด้วย ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและการใช้ผลิตภัณฑ์ ภาคการเกษตร ภาคของเสีย และภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยรายงานรายปีตั้งแต่ ค.ศ. 2000-2019 (รูปที่ 53)



รูปที่ 53 ปริมาณการปลดปล่อยและดูดซับก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในช่วง ค.ศ. 2000-2019 โดยมีภาคการเกษตรเกี่ยวข้องทั้งสองส่วน

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งของโลกที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก โดยเป็นอันดับที่ 20 ของโลก หรือคิดเป็นปริมาณ 0.8% ของก๊าซเรือนกระจกที่มีการปลดปล่อยทั่วโลก ในรายงานความก้าวหน้าของการลดก๊าซเรือนกระจกฉบับล่าสุด ที่สำนักงานนโยบายธรรมชาติและแผนสิ่งแวดล้อมส่งถึงสำนักเลขาธิการ UNFCCC เมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2563 ระบุว่าในปี พ.ศ. 2559 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจก 354 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่ป่าไม้และการใช้ที่ดินเพื่อเกษตรกรรมสามารถดูดกลับก๊าซเรือนกระจกได้ราว 91 ล้านตันคาร์บอนฯ ทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของไทยอยู่ที่ 263 ล้านตัน

คาร์บอนฯ โดยแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกของไทย 4 อันดับแรก คือ ภาคพลังงาน (253 ล้านตันคาร์บอนฯ ต่อปี) ซึ่งคิดเป็น 70% ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของไทย ตามด้วยภาคเกษตรกรรม โดยเฉพาะนาข้าวและการทำปศุสัตว์ (52 ล้านตันคาร์บอนฯ) ภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการผลิตซีเมนต์ (31 ล้านตันคาร์บอนฯ) และภาคของเสีย (17 ล้านตันคาร์บอนฯ)

ทั้งนี้หากพิจารณาการปลดปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแล้ว (รูปที่ 54) บทบาทของระบบนิเวศเกษตรทั้งในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของ CO₂ emissions และการดูดกลับในรูปของ CO₂ removals ซึ่งอยู่ในส่วนของ Land Use, Land-use Change and Forestry โดยแสดงผลในรูปของ Cropland ในปริมาณที่มีความสำคัญมากต่อประเทศไทย โดยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากระบบนิเวศเกษตรนั้นจะมีอยู่ทั้งในรูปของก๊าซมีเทน (CH₄) จากนาข้าวและจากการปศุสัตว์เป็นหลัก ในขณะที่มีการปลดปล่อยของ N₂O ร่วมด้วยจากการจัดการดินและการปศุสัตว์ โดยมีการปลดปล่อยของ NO_x และ CO จากการเผาไหม้วัสดุการเกษตร

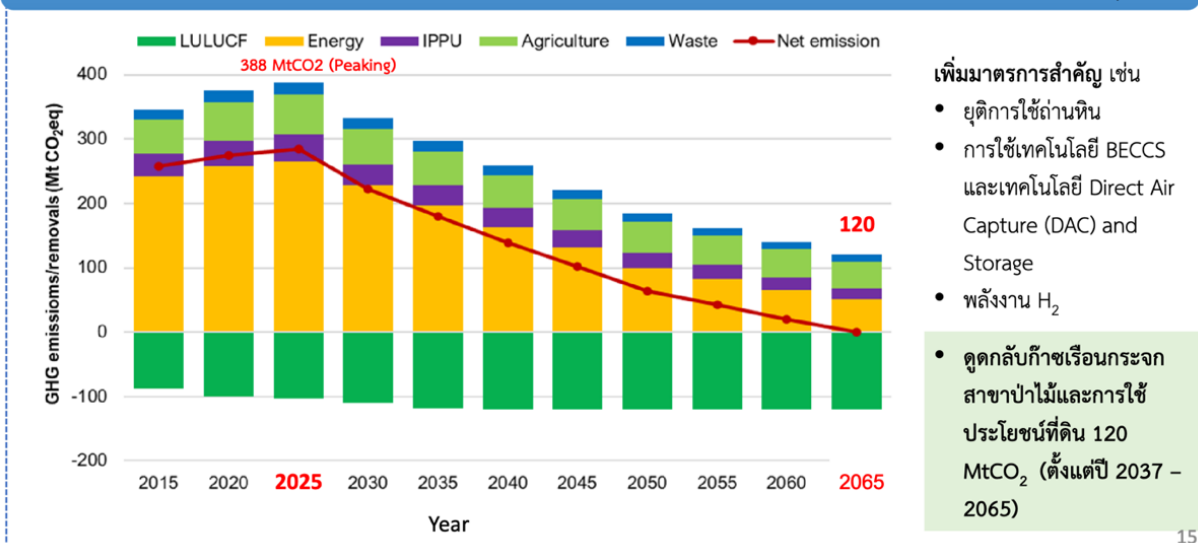
Greenhouse gas source and sink categories	CO ₂ emissions	CO ₂ removals	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	NO _x	CO	NMVOCs	SO ₂
Unit	GgCO ₂ e/q	GgCO ₂ e/q	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg
3. Agriculture	1,509.39		1,705.64	42.34				40.13	1,476.76		
3A Enteric Fermentation			430.63								
3B Manure Management			83.08	1.95							
3C Field Burning of Agricultural Residues	NA		43.34	1.12				40.13	1,476.76		
3D Liming	25.48										
3E Urea Fertilization	1,483.90										
3F Direct N ₂ O Emission from Managed Soils				27.05							
3G Indirect N ₂ O Emission from Managed Soils				10.23							
3H Indirect N ₂ O Emission from Manure Management				1.98							
3I Rice Cultivation			1,148.59								
4. Land use, land-use change and forestry	50,846.94	-142,872.88	1.11	0.04	NO	NO	NO	0.26	16.95	NO	NO
4A Forest Land Remaining Forest Land	18,102.98	-43,896.08	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4B Cropland Remaining Cropland	23,118.18	-98,976.80	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4C Land Converted to Cropland	9,506.26	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
4D Land Converted to Other Land	119.51	NO	0.00	0.00	NO	NO	NO	NO	0.03	NO	NO
4E Biomass Burning	NO	NO	1.11	0.04	NO	NO	NO	0.26	16.95	NO	NO
4E1 Biomass Burning (Forest Land)	NO	NO	0.91	0.03	NO	NO	NO	0.21	13.89	NO	NO
4E2 Biomass Burning (Cropland)	NO	NO	0.20	0.01	NO	NO	NO	0.05	0.03	NO	NO
4E3 Biomass Burning (Other Land)	NO	NO	0.00	0.00	NO	NO	NO	0.00	0.03	NO	NO
5. Waste	159.86		636.39	2.71				NO, NA	NO, NA	NA	NA

รูปที่ 54 บทบาทของระบบนิเวศเกษตรทั้งในส่วนของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปของ CO₂ emissions และการดูดกลับในรูปของ CO₂ removals

3.3 สถานการณ์ความพร้อมของการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกและการกักเก็บคาร์บอนจากระบบนิเวศเกษตรของประเทศไทย

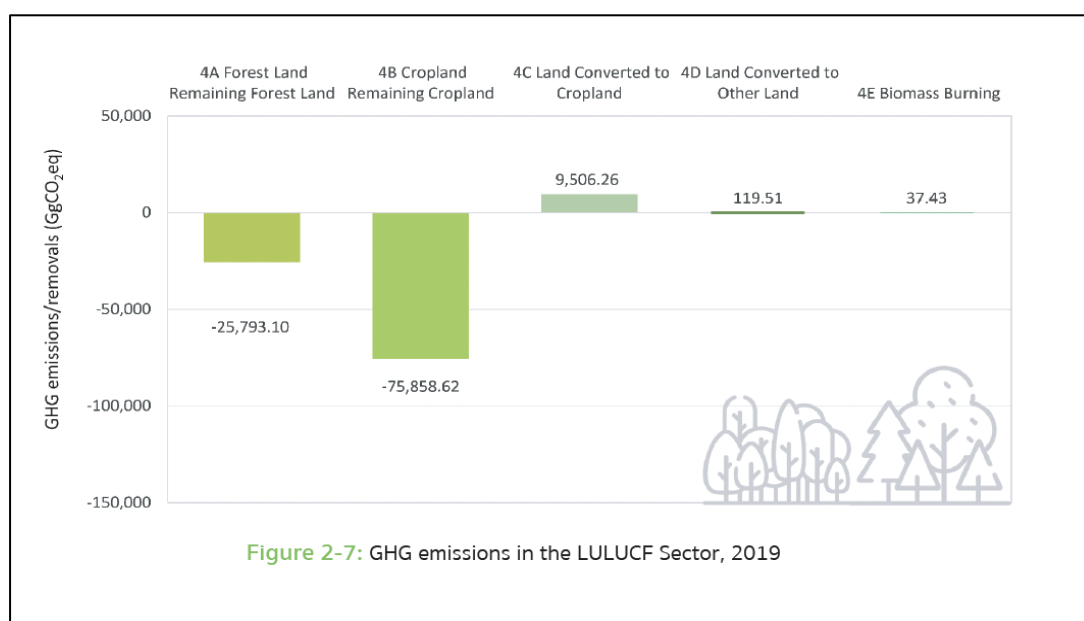
ในส่วนของการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกนั้น ประเทศไทยได้วางแผนที่จะมีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสาขาป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปริมาณ 120 ล้านตันคาร์บอนฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2037-2050 ตามแผนแนวทางการมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนในปี ค.ศ. 2050 และการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกสาขาป่าไม้ และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปริมาณ 120 ล้านตันคาร์บอนฯ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2037-2065 ตามแผนแนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2050 (รูปที่ 55)

แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ของประเทศไทย ในปี ค.ศ. 2065
(Thailand's Net Zero GHG Emission Pathway 2065) (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, NF₃)



รูปที่ 55 แนวทางการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ของประเทศไทยในปี ค.ศ. 2050

ทั้งนี้ภาคระบบนิเวศเกษตรได้มีส่วนสำคัญในส่วนของการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกไปด้วย ดังจะเห็นได้จากกิจกรรมที่ทำให้เกิดการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ผ่านมาในช่วง ค.ศ. 2000-2019 ซึ่งภาคการเกษตรได้นำมาซึ่งการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกพร้อมกับภาคป่าไม้ในส่วนของ Land Use, Land-use Change and Forestry (LULUCF) โดยแสดงผลในรูปของ Cropland (รูปที่ 56)



รูปที่ 56 การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของระบบนิเวศเกษตร (Cropland) ในส่วนของ Land Use, Land-use Change and Forestry ในปริมาณสูงถึง 75,858.62 ล้านตันคาร์บอนฯ ในปี ค.ศ. 2019

การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยภาคป่าไม้ เป็นจำนวน 25,793.10 ล้านตันคาร์บอนฯ
 การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยระบบนิเวศเกษตร เป็นจำนวนมากถึง 75,858.62 ล้านตันคาร์บอนฯ
 จากปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกข้างต้น และแสดงใน รูปที่ 36 ได้แสดงถึงความสำคัญของระบบนิเวศเกษตรในการช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้กับประเทศไทยได้เป็นอย่างดี

จากรายงาน IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory และรายงาน IPCC Good Practice Guidance for LULUCF ของ IPCC (รูปที่ 57) ได้ให้คำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศเกษตรในส่วนของ Land Use, Land-use Change and Forestry ไว้ โดยพื้นที่เพาะปลูก (Cropland) ในเอกสารของ IPCC นี้เป็นพื้นที่เพาะปลูกที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูก พื้นที่ที่ไถพรวนได้ พื้นที่นาข้าว และพื้นที่ระบบเกษตรกรรมผสมผสาน ที่มีโครงสร้างของพืชพันธุ์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ใช้สำหรับจัดเป็นพื้นที่ป่าไม้ (Forestry) และคาดว่าจะไม่เกินเกณฑ์ในภายหลัง พื้นที่เพาะปลูกนี้ครอบคลุมพืชผลประจำปีและพืชผลยืนต้น รวมถึงที่ดินรกร้างชั่วคราว (กล่าวคือ ที่ดินที่พักไว้หนึ่งหรือหลายปีก่อนที่จะเพาะปลูกอีกครั้ง)

5 CROPLAND

5.1 INTRODUCTION

This section provides a tiered methodology for estimating and reporting greenhouse croplands. Cropland includes arable and tillable land, rice fields, and agroforestry systems structure falls below the thresholds used for the Forest Land category, and is not exp thresholds at a later time. Cropland includes all annual and perennial crops as well as temp land set at rest for one or several years before being cultivated again. Annual crops such vegetables, root crops and forages. Perennial crops include trees and shrubs, in common crops (e.g., agroforestry) or as orchards, vineyards and plantations such as cocoa, coffee, rubber trees, and bananas, except where these lands meet the criteria for categorisation i land which is normally used for cultivation of annual crops but which is temporarily us grazing as part of an annual crop-pasture rotation (mixed systems) is included under croplu

The amount of carbon stored in and emitted or removed from permanent cropland d management practices, and soil and climate variables. For example, annual crops (c harvested each year, so there is no long-term storage of carbon in biomass. Howe vegetation in orchards, vineyards, and agroforestry systems can store significant carbon the amount depending on species type and cultivar, density, growth rates, and harvesting Carbon stocks in soils can be significant and changes in stocks can occur in conjunction v management practices, including crop type and rotation, tillage, drainage, residue mu amendments. Burning of crop residue produces significant non-CO₂ greenhouse gas methods are provided.

There is separate guidance for *Cropland Remaining Cropland* (CC) and *Land Cover* because of the difference in carbon dynamics. Land-use conversions to Cropland from F and Wetlands usually result in a net loss of carbon from biomass and soils as well as N However, Cropland established on previously sparsely vegetated or highly disturbed lan can result in a net gain in both biomass and soil carbon. Some changes, especially those de may take place in periods of time longer than one year. The guidance covers the carbon po

The term land-use conversion refers only to lands coming from one type of use into a existing perennial cropland is replanted to the same or different crops, the land use remai the carbon stock changes should be estimated using the methods for *Cropland Remaining* i in Section 5.2 below.

BOX 5.1
RELEVANT CARBON POOLS FOR CROPLAND

Biomass

- Above-ground biomass
- Below-ground biomass

Dead organic matter

- Dead wood
- Litter

Soils (soil organic matter)

Calculate the size of the Active
The size of the active SOC sub-pool is c

ACTIVE SUB-POOL SOIL C STOCK

$$ACTIVE_y = AC_y$$

$$k_a = k_{poc} \cdot$$

Where:

$ACTIVE_y$ = active sub-pool S

$ACTIVE_{y-1}$ = active sub-pool S

$ACTIVE_y$ = steady state activ

k_a = decay rate for act

α = C input to the act

k_{poc} = decay rate const

pool, year⁻¹ (see Ta

t_{poc} = temperature effe

w_{poc} = water effect on d

TABLE 5.1
DEFAULT COEFFICIENTS FOR ABOVE-GROUND WOODY BIOMASS AND HARVEST CYCLES IN CROPPING SYSTEMS CONTAINING PERENNIAL SPECIES

Climate region	Above-ground biomass carbon stock at harvest (tonnes C ha ⁻¹)	Harvest (Maturity cycle (yr))	Biomass accumulation rate (G (tonnes C ha ⁻¹ yr ⁻¹))	Biomass carbon loss (L) (tonnes C ha ⁻¹ yr ⁻¹)	Error range ^a
Temperate (all moisture regimes)	63	30	2.1	63	± 75%
Tropical dry	9	5	1.8	9	± 75%
Tropical moist	21	8	2.6	21	± 75%
Tropical wet	50	5	10.0	50	± 75%

Note: Values are derived from the literature survey and synthesis published by Schroeder (1994).
^a Represents a nominal estimate of error, equivalent to two times standard deviation, as a percentage of the mean.

TABLE 5.2
POTENTIAL C STORAGE FOR AGROFORESTRY SYSTEMS IN DIFFERENT ECOREGIONS OF THE WORLD

Region	Eco-region	System	Above-ground biomass (tonnes ha ⁻¹)	Range (tonnes ha ⁻¹)
Africa	Humid tropical high	Agrosilvicultural	41.0	29 - 53
S America	Humid tropical low	Agrosilvicultural	70.5	39 - 102
S America	Dry lowlands	Agrosilvicultural	117.0	39 - 195
SE Asia	Humid tropical	Agrosilvicultural	120.0	12 - 228
SE Asia	Dry lowlands	Agrosilvicultural	75.0	68 - 81
Australia	Humid tropical	Silvopastoral	39.5	28 - 51
N America	Humid tropical high	Silvopastoral	143.5	133 - 154
N America	Humid tropical low	Silvopastoral	151.0	104 - 198
N America	Dry lowlands	Silvopastoral	132.5	90 - 175
N Asia	Humid tropical low	Silvopastoral	16.5	15 - 18

Source: Albrecht and Kando, 2003

TABLE 5.3
DEFAULT ABOVE-GROUND BIOMASS FOR VARIOUS TYPES OF PERENNIAL CROPLANDS (TONNES HA⁻¹)

Cropland type	Region	Above-ground biomass	Range	Error	References
Oil Palm	SE Asia	136.0	62 - 202	78	
Mature rubber	SE Asia	178.0		90	Palm et al., 1999
Young rubber	SE Asia	48.0	16 - 80		Wasson et al., 2000
Young coconut (7 years)	SE Asia	68.0		47	Surguch & Guntung, 2000
Coconut	SE Asia	196.0			Lasco et al., 2002
Improved fallow	E Africa	35.0	27 - 44	40	Albrecht and Kando, 2003

รูปที่ 57 เอกสารของรายงาน IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory และรายงาน IPCC Good Practice Guidance for LULUCF ของ IPCC ที่อธิบายถึง LULUCF

ตัวอย่างพืชผลประจำปี ได้แก่ ข้าว พืชไร่ ฝัก พืชไร่ และพืชอาหารสัตว์

ตัวอย่างพืชผลยืนต้น ได้แก่ ต้นไม้และพุ่มไม้ ร่วมกับพืชล้มลุก (เช่น เกษตรกรรมผสมผสาน) หรือเป็นสวนไร้มัน เช่น โกโก้ กาแฟ ชา ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ยางพารา และกล้วย ยกเว้นกรณีที่ดินเหล่านี้ตรงตามเกณฑ์สำหรับการจัดประเภทเป็นพื้นที่ป่าไม้ นอกจากนี้ พื้นที่เพาะปลูกที่ปกติใช้สำหรับปลูกพืชผลประจำปี แต่

ใช้ปลูกพืชอาหารสัตว์หรือเลี้ยงสัตว์เป็นการชั่วคราว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบหมุนเวียนพืชผลประจำปี รวมถึงพื้นที่ทุ่งหญ้า (และระบบผสมของทุ่งหญ้าและการเพาะปลูกอื่น ๆ) จัดอยู่ในประเภทพื้นที่เพาะปลูกนี้ด้วย

จากเอกสารของ IPCC นั้น ในการประเมินปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บ ปล่อย หรือถอนออกจากพื้นที่เพาะปลูกถาวร ขึ้นอยู่กับชนิดพืช แนวทางการจัดการเกษตร และสภาพแวดล้อมของดินและสภาพอากาศ โดยมีหลักการประเมินคาร์บอน ตัวอย่างเช่น

- การปลูกพืชผลประจำปี (ข้าว ผัก) ซึ่งมีการเก็บเกี่ยวทุกปี ในการคำนวณคาร์บอนในพื้นที่เพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตรนี้ จะไม่มีการกักเก็บคาร์บอนในปริมาณมากในระยะยาว
- พื้นที่เพาะปลูกที่เป็นพืชผลไม้ยืนต้นในสวน ไร่ และระบบเกษตรกรรมผสมผสาน สามารถนำมาใช้ในการกักเก็บคาร์บอนได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในพืชที่มีเนื้อเยื่อที่มีอายุยืนยาว ทั้งนี้ปริมาณคาร์บอนจะขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์และสายพันธุ์ ความหนาแน่น อัตราการเจริญเติบโต และวิธีการเก็บเกี่ยวและตัดแต่งพืชนั้น ๆ
- การกักเก็บปริมาณคาร์บอนในดินมีนัยสำคัญสูง และการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสามารถเกิดขึ้นควบคู่กับคุณสมบัติของดินและแนวทางการจัดการ รวมถึงชนิดพืชและการหมุนเวียน การไถพรวน การระบายน้ำ การจัดการเศษพืช และการปรับปรุงดินอินทรีย์ และยังรวมถึงการจัดการวัสดุการเกษตร ที่ไม่ใช่เป็นการเผาไหม้เศษพืชผล ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก

รายละเอียดของกิจกรรม Cropland Remaining Cropland ที่นำไปสู่การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แสดงในรูปที่ 58

Greenhouse gas source and sink categories	CO ₂ emissions	CO ₂ removals
Unit	GgCO ₂ eq	GgCO ₂ eq
3. Agriculture	1,509.39	
3A Enteric Fermentation		
3B Manure Management		
3C Field Burning of Agricultural Residues	NA	
3D Liming	25.48	
3E Urea Fertilization	1,483.90	
3F Direct N ₂ O Emission from Managed Soils		
3G Indirect N ₂ O Emission from Managed Soils		
3H Indirect N ₂ O Emission from Manure Management		
3I Rice Cultivation		
4. Land use, land-use change and forestry	50,846.94	-142,872.88
4A Forest Land Remaining Forest Land	18,102.98	-43,896.08
4B Cropland Remaining Cropland	23,118.18	-98,976.80
4C Land Converted to Cropland	9,506.26	NO
4D Land Converted to Other Land	119.51	NO
4E Biomass Burning	NO	NO
4E1 Biomass Burning (Forest Land)	NO	NO
4E2 Biomass Burning (Cropland)	NO	NO
4E3 Biomass Burning (Other Land)	NO	NO

รูปที่ 58 กิจกรรมที่นำไปสู่การปลดปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก
โดยพื้นที่เพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตร

กิจกรรม Cropland Remaining Cropland ที่นำไปสู่การดูดกลับก๊าซเรือนกระจก เป็นจำนวนมากถึง 75,858.62 ล้านตันคาร์บอนฯ นั้น เป็นพื้นที่เพาะปลูกที่ยังคงสภาพพื้นที่เพาะปลูก โดยกิจกรรมในแต่ละส่วนของ LULUCF นั้น มีทั้งการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ และการเก็บกักคาร์บอนไดออกไซด์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศเกษตรจาก รูปที่ 58 ซึ่งรวมถึงการปลดปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก โดยพื้นที่เพาะปลูกในระบบนิเวศเกษตรประกอบด้วย

1) พื้นที่เพาะปลูกที่ยังคงสภาพพื้นที่เพาะปลูก (Cropland Remaining Cropland; CC)

การปลดปล่อยคาร์บอน 23,118 ล้านตันคาร์บอนฯ

การดูดซับคาร์บอน -98,976.80 ล้านตันคาร์บอนฯ

คาร์บอนสุทธิที่เก็บกักได้ในพื้นที่รวม 75,858.62 ล้านตันคาร์บอนฯ

2) พื้นที่ที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่เพาะปลูก (Land Converted to Cropland; LC)

การปลดปล่อยคาร์บอน 9506.26 ล้านตันคาร์บอนฯ

การดูดซับคาร์บอน 0 ล้านตันคาร์บอนฯ

ทั้งนี้ในส่วนของพื้นที่ที่เปลี่ยนเป็นพื้นที่เพาะปลูก (LC) เนื่องจากความแตกต่างในพลวัตของคาร์บอน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เพาะปลูกจากพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่หญ้า และพื้นที่ชุ่มน้ำ มักส่งผลให้สูญเสียคาร์บอนสุทธิจากทั้งเนื้อเยื่อพืชและดิน รวมทั้งการปลดปล่อยไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไปยังชั้นบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม พื้นที่เพาะปลูกที่สร้างขึ้นบนพื้นที่ที่เคยมีพืชพรรณเบาบางหรือถูกรบกวนอย่างรุนแรง (เช่น พื้นที่ทำเหมือง) อาจส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชและดินเพิ่มขึ้นสุทธิ การเปลี่ยนแปลงบางอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับคาร์บอนในดินอาจเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม พื้นที่เพาะปลูกที่เกิดขึ้นในส่วนที่ 2) หรือ LC นี้ ถ้าได้รับคำแนะนำให้เกิดการเก็บกักคาร์บอนในดิน และยังคงสภาพพื้นที่เพาะปลูก ในปีถัดไปจะถูกจัดเป็นพื้นที่เพาะปลูกที่ยังคงสภาพพื้นที่เพาะปลูก (Cropland Remaining Cropland) ที่สามารถดูดซับคาร์บอนได้

จากข้อมูลของรายงานข้างต้นนี้ ได้แสดงถึง **สถานการณ์การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากระบบนิเวศเกษตรของประเทศไทย และศักยภาพที่สามารถนำพื้นที่ในระบบนิเวศเกษตรมาใช้ในการเก็บกักคาร์บอนได้เป็นอย่างดี** ทั้งนี้แนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และการขับเคลื่อนให้เกิดการนำไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Net Zero) ของประเทศไทยนั้นมักมุ่งเป้าไปในส่วนของการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน ในขณะที่งานวิจัยและการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตรกรรม รวมทั้งการส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น ยังมีงานวิจัยที่น้อยมากในเมืองไทย

การเกิดขึ้นของ Nature-based Solutions หรือ NbS ในการเกษตรซึ่งมีการกักเก็บคาร์บอนในดิน จึงเป็นกลยุทธ์หลักในความพยายามระดับโลก เพื่อลดผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ NbS ครอบคลุมการปฏิบัติต่าง ๆ ที่ใช้ และเสริมสร้างความสามารถของธรรมชาติในการตอบสนองต่อความท้าทายของสังคม รวมถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ความมั่นคงด้านน้ำ ความมั่นคงด้านอาหาร สุขภาพของมนุษย์ และการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ในด้านการเกษตร NbS มีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงบริการของระบบนิเวศ

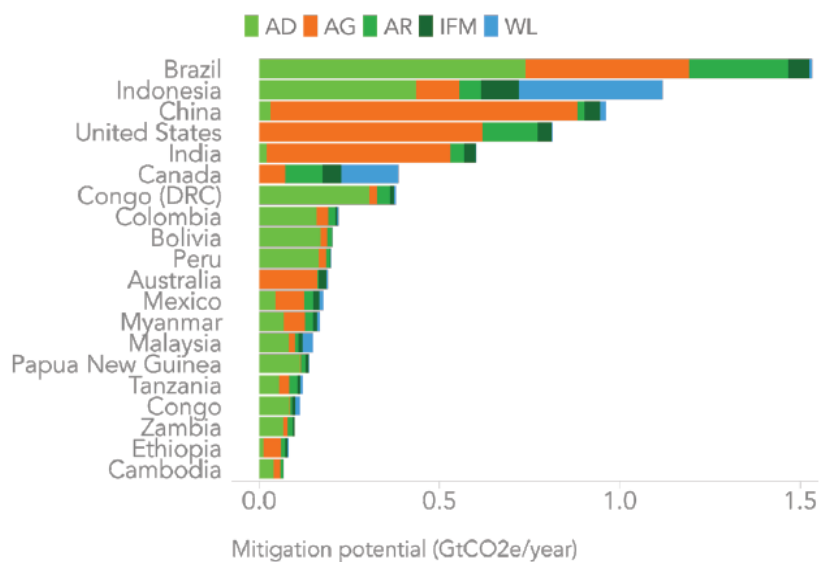
พร้อม ๆ กับการลดรอยเท้าคาร์บอน (Carbon footprint) และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ การรวมเอาวิธีการเหล่านี้เข้ากับระบบการเกษตร เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการบรรลุการปฏิบัติการเกษตรที่ยั่งยืน ซึ่งไม่เพียงแต่มีส่วนร่วมต่อความมั่นคงด้านอาหารเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

3.4 สถานภาพเทคโนโลยีในการกักเก็บคาร์บอนจากระบบนิเวศเกษตรในระดับโลกและประเทศไทย

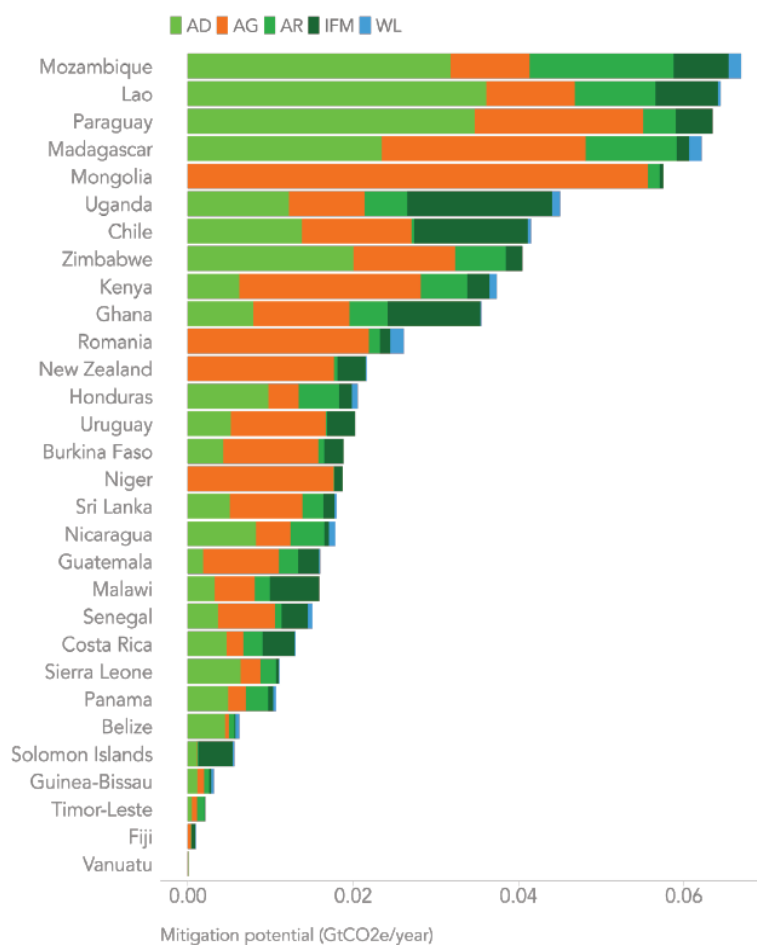
สหภาพยุโรป เป็นภูมิภาคที่มีการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในเรื่องการจัดการก๊าซเรือนกระจกในระดับที่เป็นแนวหน้าของโลกในสหภาพยุโรป ภาคเกษตรกรรมได้ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 19% ระหว่างปี ค.ศ. 1990 ถึง ค.ศ. 2017 ผ่านนโยบายเกษตรร่วม (Common Agricultural Policy; CAP) คณะกรรมาธิการยุโรปตั้งเป้าที่จะทำให้แน่ใจว่าการเกษตรมีส่วนสนับสนุนอย่างมากต่อนโยบายด้านสภาพอากาศของสหภาพยุโรป โดยเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม พ.ศ. 2564 ที่ผ่านมา สหภาพยุโรป (อียู) ได้ออกกฎหมายปฏิรูปนโยบายเกษตรร่วม หรือ Common Agricultural Policy (CAP) ฉบับใหม่ ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2023 ถึง ค.ศ. 2027 โดยในระหว่างนี้ ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรปมีหน้าที่ต้องทบทวนแผนยุทธศาสตร์การดำเนินงานระดับชาติ (Strategic Plan) ให้เป็นไปตามกฎหมายฉบับดังกล่าว นโยบายเกษตรร่วม หรือ CAP นี้ ได้ส่งผลกระทบต่อการปรับตัวของหลายประเทศในสหภาพยุโรป และนำไปสู่ความสำเร็จในการลดและการปรับตัวของก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรม และนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีและงานวิจัยที่หลากหลาย เพื่อขับเคลื่อนให้เกิดการนำไปสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Net Zero) เพื่อความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมของโลก

การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการเก็บกักคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพสูงทั่วโลก เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศ โดยอ้างอิงแนวทางที่ประสบความสำเร็จจากการซื้อขายคาร์บอนผ่านตลาดคาร์บอนเครดิต ได้แสดงไว้ในรายงานทางเทคนิค (รูปที่ 59 และรูปที่ 60) จัดทำโดย Climate Focus และ Food and Land Use Coalition (FOLU)

Climate Focus และ Food and Land Use Coalition (FOLU) ได้รายงานถึงศักยภาพในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่คุ้มค่าถึง 11.8 Gt CO₂e ต่อปี สามารถทำได้ทั่วโลกด้วยวิธีการ 5 ประเภท ที่กำหนดโดยตลาดคาร์บอนเครดิต (VCM) ได้แก่ การกักเก็บคาร์บอนในภาคการเกษตรกรรม การหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า การปลูกป่า/การฟื้นฟูพื้นที่ป่า การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ และการจัดการป่าแบบยั่งยืน (Landholm et al., 2022) ในจำนวนนี้ 8.5 Gt CO₂e ต่อปี สามารถลดลงได้ใน 50 ประเทศ ที่ได้ขึ้นทะเบียนโครงการ NbS (Nature-based Solutions) แล้ว ซึ่งหมายถึงระดับสูงสุดในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ตลาดคาร์บอน รวมทั้งเครื่องมือทางการเงินอื่น ๆ สามารถจัดการได้ในทางทฤษฎี โดยยังไม่ได้คำนึงถึงอุปสรรคด้านอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เศรษฐกิจ ซึ่งมีอยู่แล้วในแต่ละประเทศ (Landholm et al., 2022)



รูปที่ 59 การเก็บกักคาร์บอนที่มีศักยภาพสูงโดยประเทศใหญ่ เช่น จีน อเมริกา
ต่างใช้แนวทางของการเก็บกักคาร์บอนในระบบนิเวศเกษตร
ที่มา: Landholm et al. (2022)



รูปที่ 60 แนวทางในการเก็บกักคาร์บอนที่มีศักยภาพสูงโดยการเก็บกักคาร์บอนในพื้นที่เกษตร
(แสดงโดยสีส้ม) เป็นแนวทางที่ถูกลำนำมาใช้กันมากในหลายประเทศ
ที่มา: Landholm et al. (2022)

จาก 8.5 Gt CO₂e ต่อปีที่สามารถจัดการได้ในทางทฤษฎีนั้น ภาคการเกษตรกรรม (Agriculture; AG) มีศักยภาพในการบรรเทาผลกระทบสูงที่สุดในระดับโลก ในระดับ 45% ตามด้วยการหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า (Avoided Deforestation; AD) ในสัดส่วน 30%, การปลูกป่า/การฟื้นฟูพื้นที่ป่า (Afforestation/Reforestation; AR) ในสัดส่วน 10%, การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetlands) ในสัดส่วน 7% และการจัดการป่าแบบยั่งยืน (Improved Forest Management) ในสัดส่วน 8% โดยมี 10 ประเทศ ที่มีศักยภาพสูงสุด ได้แก่ บราซิล อินโดนีเซีย จีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย แคนาดา สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก (DRC) โคลอมเบีย โบลิเวีย และ เปรู ในขณะที่การหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า เป็นวิธีการลดผลกระทบหลักในหลายประเทศเขตร้อน (เช่น บราซิล อินโดนีเซีย คิวบา โคลอมเบีย) ในขณะที่ภาคการเกษตรกรรมมีบทบาทมากที่สุดในประเทศเศรษฐกิจขนาดใหญ่ที่พัฒนาแล้ว และเศรษฐกิจเกิดใหม่ต่าง ๆ (เช่น จีน สหรัฐอเมริกา อินเดีย และออสเตรเลีย)

ตัวอย่างการดำเนินการที่ประสบความสำเร็จอย่างมากในการเก็บกักคาร์บอนในพื้นที่การเกษตร ได้แก่ ประเทศสกอตแลนด์ ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้นำของยุโรปและของโลกในด้านการลดและการปรับตัวของก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตร สกอตแลนด์มุ่งมั่นที่จะบรรลุเป้าหมายเป็นศูนย์สุทธิสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในปี ค.ศ. 2045 (Climate Change (Emissions Reduction Targets) (Scotland) Act 2019) โดยมีแนวทางในภาคการเกษตรและการใช้ที่ดิน 2 รูปแบบ ได้แก่ การเปลี่ยนวิธีปฏิบัติเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง และโดยการจับกักคาร์บอนในดินและพืช

ในปี ค.ศ. 2018 ที่ผ่านมา เกษตรกรรมและการใช้ที่ดินมีการปล่อยมลพิษจากการเกษตรนี้ลดลงถึง 30% ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ทำให้เกิดการลดลง 45% ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (Scottish Government, 2020) โดย University of Edinburgh และ Scotland's Rural College (SRUC) เป็นมหาวิทยาลัยจากสกอตแลนด์และเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำของยุโรป ที่เป็นผู้ดำเนินนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรและการปรับตัวของเกษตรกรของโลก โดยทั้งสองมหาวิทยาลัยได้มีบทบาทในการสร้างงานวิจัยและนวัตกรรมเด่น ที่มีบทบาทในระดับประเทศและในสหภาพยุโรปในการขับเคลื่อนให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Net Zero) เช่น แผนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 2 (Climate Change Plan 2) เป็นเครื่องมือนโยบายสำคัญที่ได้รับการปรับปรุงเมื่อเร็ว ๆ นี้ เพื่อช่วยให้สกอตแลนด์บรรลุเป้าหมายที่เป็นศูนย์สุทธิใหม่ โดยการพัฒนาโมเดลคณิตศาสตร์หลายโมเดล เช่น 'TIMESmodel'3 และ AgreCalc เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสร้างทางเลือกของเชิงกลยุทธ์ที่จำเป็นในการลดการปล่อยคาร์บอน รวมถึงการวิเคราะห์ในมิติผลกระทบด้านเศรษฐกิจ รวมถึงต้นทุนการดำเนินการในทุกภาคส่วน รวมถึงการพัฒนางานวิจัยด้านการวิเคราะห์การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil-carbon sequestration) ในที่ดินเพื่อเกษตรกรรม ตลอดจนการพัฒนานวัตกรรมไบโอชาร์ เพื่อส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินอย่างเป็นรูปธรรม ตลอดช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (ค.ศ. 2011-2021)

ในประเทศไทย เกษตรกรรมถือเป็นรากฐานสำคัญของเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และวิถีชีวิต แต่ขณะเดียวกันก็มีส่วนสำคัญต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศ ภาคเกษตรกรรมเป็นทั้งผู้ได้รับผลกระทบ และผู้มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยได้รับผลเสียจากความผันผวนของสภาพอากาศ และขณะเดียวกันก็ปล่อยก๊าซเรือนกระจกผ่านวิธีการทำการเกษตรแบบดั้งเดิม บทบาทคู่ขนานนี้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการเปลี่ยนผ่านไปสู่การปฏิบัติทางการเกษตรที่ยั่งยืนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน บริบทของเกษตรกรรมในประเทศไทยมีความพิเศษเฉพาะตัว เนื่องจากระบบนิเวศที่หลากหลาย ตั้งแต่ที่ราบสูงไปจนถึงนาข้าวในที่ลุ่มต่ำ ซึ่งแต่ละพื้นที่ต่างก็มีชุดความท้าทายและโอกาสในการนำ NbS ไปใช้ ภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยประกอบด้วยเกษตรกรรายย่อยเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตาม ฟาร์มขนาดเล็กเหล่านี้ยังเป็นโอกาสสำคัญในการนำ NbS ไปใช้ในระดับพื้นที่ ส่งเสริมการปฏิบัติ เช่น การเกษตรผสมผสาน เกษตรกรรมอนุรักษ์ และเกษตรกรรมอินทรีย์ วิธีการเหล่านี้ไม่เพียงแต่ช่วยกักเก็บคาร์บอนเท่านั้น แต่ยังช่วยปรับปรุงสุขภาพของดิน การกักเก็บน้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งส่งเสริมความยืดหยุ่นของภูมิทัศน์การเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ความท้าทายและโอกาสอยู่ที่การขยายขนาดการดำเนินการในแนวทาง NbS เหล่านี้ไปใช้งานในรูปแบบการเกษตรที่หลากหลายของประเทศไทย โดยให้แน่ใจได้ว่าจะสามารถปรับแนวทาง NbS ให้เข้ากับบริบทท้องถิ่นและบูรณาการเข้ากับนโยบายและกรอบการทำงานระดับชาติ การเปลี่ยนผ่านนี้ต้องการแนวทางหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนนโยบาย แรงจูงใจทางการเงิน การสร้างความเข้มแข็ง และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน ตั้งแต่เกษตรกรไปจนถึงผู้กำหนดนโยบาย เพื่อให้แน่ใจว่าการเปลี่ยนแปลงภาคเกษตรกรรมของไทยไปสู่การปฏิบัติที่ปล่อยคาร์บอนต่ำและความยืดหยุ่นอย่างยั่งยืน ขณะที่ประเทศไทยยังคงพัฒนาและเสาะหากลยุทธ์ในการดำเนินการรับมือกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนไป การผสมผสานแนวทาง NBS เข้ากับรูปแบบการเกษตรที่เหมาะสม จะเป็นการนำเสนอแนวทางที่ดีในการบรรเทาผลกระทบของการเกษตรที่มีต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอน ซึ่งนำไปสู่การกักเก็บคาร์บอนในดิน และยังเพิ่มความยืดหยุ่นของภาคเกษตรกรรมและชุมชนชนบท ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอีกด้วย บทบาตินี้เป็นการปูพื้นฐานให้เกิดการสำรวจเชิงลึกถึงศักยภาพของ NbS ในภาคเกษตรกรรมของไทย โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นสำหรับแนวทาง นโยบาย และความร่วมมือที่สร้างสรรค์ เพื่อดึงเอาศักยภาพเต็มที่ของวิธีการแก้ปัญหาที่อิงธรรมชาติมาใช้ในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

เทคโนโลยีที่มีบทบาทในการเก็บกักคาร์บอนในพื้นที่ของระบบนิเวศเกษตรทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ประกอบด้วย

เทคโนโลยีการดูดซับ/การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil carbon sequestration)

เทคโนโลยีไบโอชาร์ (Biochar)

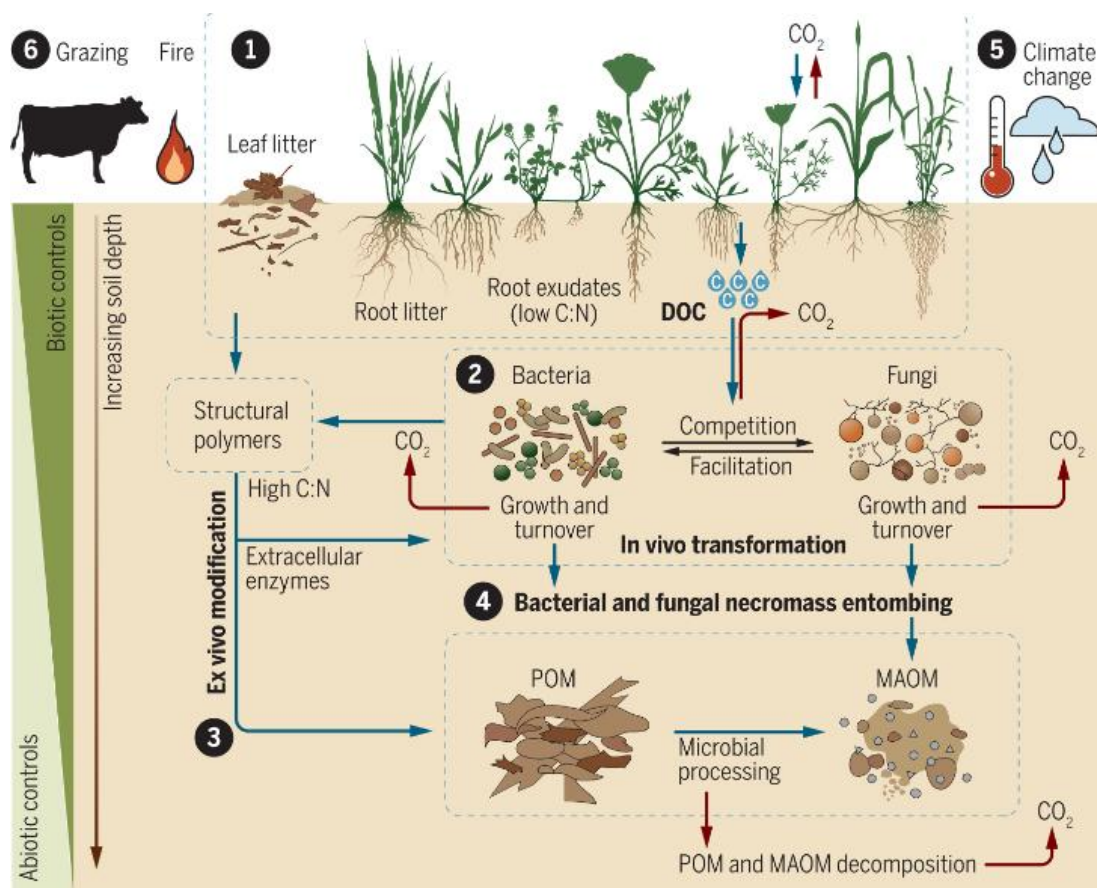
เทคโนโลยีในการนำเกษตรอนุรักษ์ (Conservation agriculture) มาใช้กักเก็บคาร์บอนในดิน และ

เทคโนโลยีในระบบเกษตรกรรมฟื้นฟู (Regenerative agriculture)

3.4.1 เทคโนโลยีการดูดซับ/การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil carbon sequestration)

นับตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรม การเปลี่ยนระบบนิเวศทางธรรมชาติไปใช้ทางการเกษตร ส่งผลให้ระดับสารอินทรีย์คาร์บอนในดินลดลง โดยปล่อยคาร์บอน 50 ถึง 100 GT จากดินสู่ชั้นบรรยากาศ (Lal, 2009) ซึ่งเป็นผลจากการลดจำนวนรากพืชและเศษซากที่กลับคืนสู่ดิน การสลายตัวที่เพิ่มขึ้นจากการไถพรวนของดิน และการพังทลายของดินที่เพิ่มขึ้น (Lemus and Lal, 2005) การลดลงของการสะสมสารอินทรีย์คาร์บอนในดิน ทำให้เกิดการขาดดุลคาร์บอนในดินซึ่งแสดงถึงโอกาสในการเก็บคาร์บอนในดินผ่านแนวทางการจัดการที่ดินที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและอุณหภูมิโลกมีผลที่แตกต่างกันหลายประการ เช่น การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินผ่านกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น (Zak et al., 2000) และจากการใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีปราบศัตรูพืช อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจส่งผลต่อความสมดุลของคาร์บอน โดยการจำกัดปริมาณน้ำและทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อความสมดุลของคาร์บอนด้วย (Maracchi et al., 2005) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอาจนำไปสู่อัตราที่สูงขึ้นของการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น (Pataki et al., 2003) การแทรกซึมของน้ำฝน การพังทลายของดินและการสะสมของตะกอน และอุณหภูมิของดินอาจแตกต่างกันไปตามระดับท้องถิ่นเนื่องจากความแตกต่างของลักษณะพื้นที่ ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนที่ป้อนเข้าและอัตราการสูญเสียคาร์บอน ผลกระทบร่วมกันของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนที่ป้อนเข้าและการสูญเสียจากการใช้ที่ดิน การจัดการที่ดิน และผลกระทบระดับลักษณะพื้นที่ต่ออัตราป้อนเข้าและการสูญเสียคาร์บอน ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนทั่วทั้งภูมิภาค ในช่วง 150 ปีที่ผ่านมา ดินที่สำคัญสำหรับการเกษตรหลายแห่งของโลกได้สูญเสียคาร์บอนในดินไประหว่าง 30% ถึง 75% โดยไปเพิ่ม CO₂ หลายพันล้านตันให้กับชั้นบรรยากาศ การสูญเสียคาร์บอนในดินได้ลดศักยภาพของดิน ลดผลผลิต และลดความสามารถในการทำไร่ของเกษตรกรอย่างมีนัยสำคัญ ความเสื่อมโทรมของดินที่วัดความรุนแรงยิ่งขึ้น 30% ของพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลกโดยประมาณได้ถูกทิ้งร้างในช่วง 40 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากการเสื่อมโทรมถดถอยของดินลงไปเรื่อย ๆ

การกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil carbon sequestration) จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในกลยุทธ์ระดับโลกเพื่อบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไปพร้อม ๆ กับการกักเก็บคาร์บอนในดินและแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมของดินไปพร้อม ๆ กัน กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับการดักจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ในบรรยากาศและเก็บไว้ในดินผ่านกระบวนการทางชีวภาพ เคมี และกายภาพ เป็นวิธีธรรมชาติในการลดความเข้มข้นของ CO₂ ในชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกหลักที่ส่งผลต่อภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความสำคัญของการกักเก็บคาร์บอนในดิน ไม่เพียงแต่ช่วยต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเท่านั้น แต่ยังช่วยปรับปรุงสุขภาพของดินและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย ดินที่อุดมไปด้วยคาร์บอนอินทรีย์ สามารถกักเก็บน้ำและสารอาหารได้มากขึ้น ส่งเสริมระบบการเกษตรที่ยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งสามารถรับมือกับความท้าทายที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้งและสภาพอากาศเลวร้าย กลไกการกักเก็บคาร์บอนในดิน แสดงดังรูปที่ 61



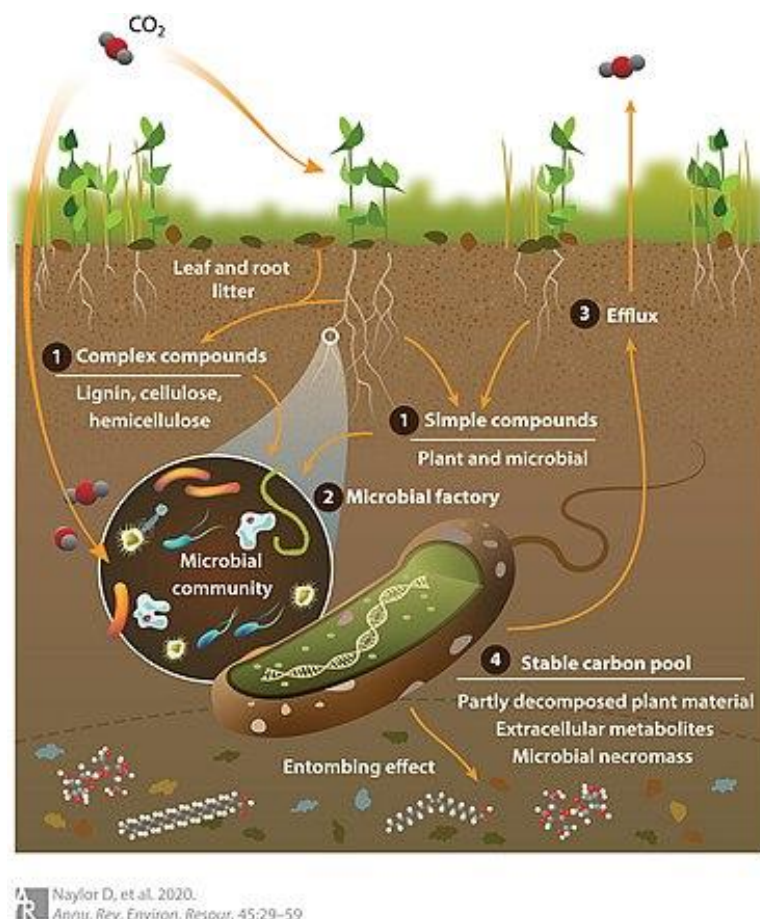
รูปที่ 61 กลไกการกักเก็บคาร์บอนในดินของทุ่งหญ้า

ที่มา: Bai and Cotrufo (2022)

กลไกในกระบวนการดูดซับ/กักเก็บคาร์บอนในดิน

ดินทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนบนบกที่ใหญ่ที่สุด พืชดูดซึม CO_2 จากบรรยากาศผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง เมื่อพืชตาย สารอินทรีย์ที่ตกค้างในดินจะถูกย่อยสลายส่งผ่านคาร์บอนไปยังดิน คาร์บอนนี้สามารถอยู่ได้ในดินนานหลายศตวรรษ หรือแม้กระทั่งหลายพันปี ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น จุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิต สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายไปแล้ว และฮิวมัสที่คงตัว การปฏิบัติทางการเกษตร เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การลดการไถพรวนดิน และการใช้สารปรับปรุงดินอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยหมักและไบโอชาร์ สามารถเสริมกระบวนการกักเก็บคาร์บอนตามธรรมชาติ ด้วยการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุที่คืนสู่ดินและลดการรบกวนดิน ซึ่งเป็นกระบวนการที่นิยมกันอย่างมากในการนำมาใช้กักเก็บคาร์บอนในดินในภาคการเกษตร และฟื้นฟูสภาพดินไปพร้อม ๆ กัน

กระบวนการดูดซับและการกักเก็บคาร์บอนในดินนั้น เกิดจากปฏิสัมพันธ์ที่ซับซ้อนทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากชั้นบรรยากาศให้เป็นรูปแบบของคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (SOC) ที่มีความเสถียร กระบวนการดูดซับ กลไกในกระบวนการดูดซับ/กักเก็บคาร์บอนในดินมีดังนี้



รูปที่ 62 วัฏจักรคาร์บอนในดินจากจุลินทรีย์

ที่มา: Naylor et al. (2020)

กระบวนการดูดซับ

1) กระบวนการดูดซับทางกายภาพ

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากบรรยากาศ สามารถถูกดูดซับทางกายภาพบนอนุภาคดิน โดยเฉพาะแร่ธาตุประเภทดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุ กระบวนการนี้ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิว โดยอนุภาคขนาดเล็กกว่าจะมีพื้นที่สำหรับการดูดซับมากขึ้น

- การดูดซับทางกายภาพ เป็นกระบวนการแบบย้อนกลับได้ โดยโมเลกุล CO₂ เกาะติดกับพื้นผิวอนุภาคดิน โดยไม่เกิดพันธะเคมีใหม่ใด ๆ ถูกขับเคลื่อนโดยแรงแวนเดอร์วาลส์ (แรงไฟฟ้าอ่อน) ระหว่างโมเลกุล CO₂ และอนุภาคดิน

2) กระบวนการดูดซับทางเคมี

- กระบวนการนี้เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาทางเคมีระหว่าง CO₂ กับองค์ประกอบบางอย่างในดิน นำไปสู่การก่อตัวของแร่คาร์บอเนตที่เสถียร กระบวนการนี้พบได้ทั่วไปในดินที่มีแคลเซียมและแมกนีเซียมในปริมาณมาก ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับ CO₂ เพื่อก่อตัวเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO₃) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต (MgCO₃) ตามลำดับ

- การดูดซับทางเคมี เป็นรูปแบบการกักเก็บคาร์บอนที่แข็งแกร่งและถาวรมากกว่าการดูดซับทางกายภาพ เนื่องจากเกี่ยวข้องกับการสร้างพันธะเคมีใหม่

การกักเก็บคาร์บอน

1) การสังเคราะห์ด้วยแสงและการรวมวัตถุอินทรีย์

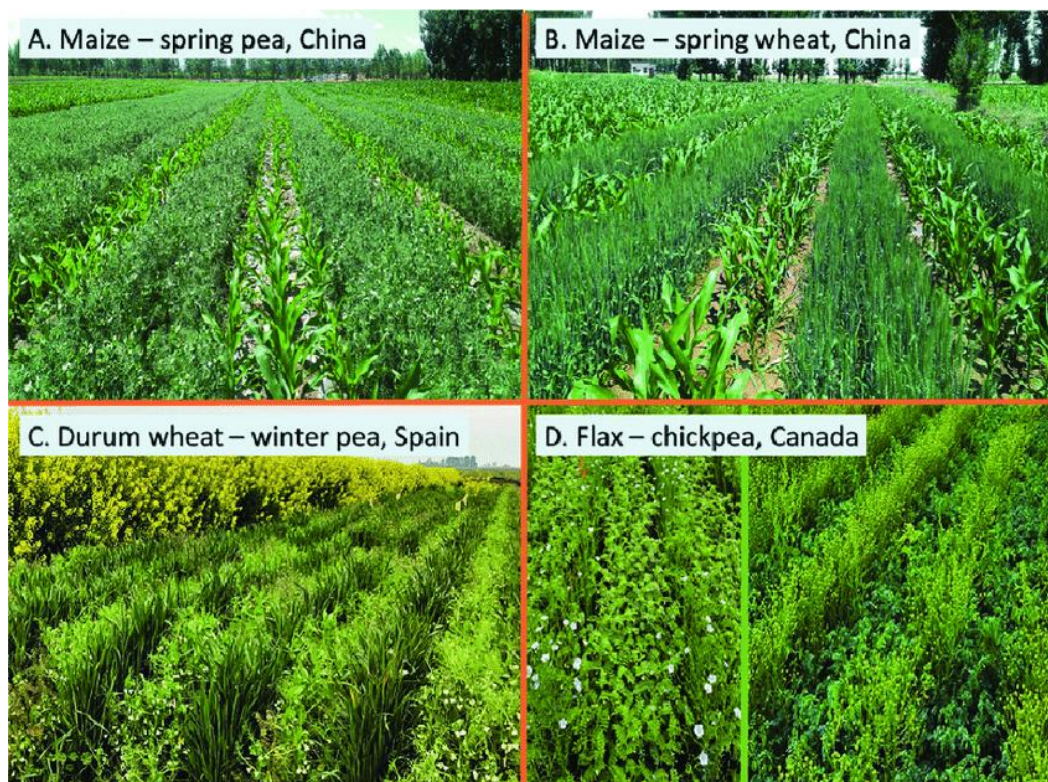
- เส้นทางหลักในการกักเก็บคาร์บอนในดิน เริ่มต้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งพืชจะเปลี่ยน CO_2 ในอากาศให้กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์ (น้ำตาล) โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์

- เมื่อพืชตาย ซากพืช รวมทั้งของเหลวที่รากขับออกมา (Root exudates) และวัตถุอินทรีย์อื่น ๆ จะกลายเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุอินทรีย์ในดิน (SOM) จุลินทรีย์จะย่อยสลายวัตถุอินทรีย์นี้ กระบวนการนี้จะเปลี่ยนคาร์บอนบางส่วนให้กลายเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน (Soil microbial biomass) และอีกส่วนจะถูกกักเก็บไว้ในรูปของฮิวมัส (Humus) ซึ่งเป็นวัตถุอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและคงอยู่ได้นาน

2) การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบ Mixed crop และการปลูกพืชแบบ Intercrop

- การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบ Mixed crop และการปลูกพืชแบบ Intercrop จะทำให้เกิดการสร้างจุลินทรีย์ที่หลากหลายในดิน และนำไปสู่การสร้างการย่อยสลาย การให้ธาตุอาหารพืชที่หลากหลาย เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และสร้างการกักเก็บคาร์บอนในดิน

เทคโนโลยีในการเลือกชนิดพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และสร้างการกักเก็บคาร์บอนในดิน ได้มีการวิจัยกันหลายพื้นที่ และมีผลวิจัยยืนยันถึงการเพิ่มคาร์บอนในการปลูกแต่ละแบบด้วย เช่น ในรูปที่ 63 ซึ่งแสดงการปลูกพืชแบบ Intercrop ในหลายพื้นที่



รูปที่ 63 เทคนิคการปลูกพืชแบบ Intercrop เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) และสร้างการกักเก็บคาร์บอนในดิน

3) การก่อดำของสารชีวมีกที่มีเสถียรภาพ

- การก่อดำของสารชีวมีกที่มีเสถียรภาพ จะเกิดขึ้นผ่านกิจกรรมของจุลินทรีย์และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โมเลกุลอินทรีย์ที่ง่ายกว่าจะรวมตัวและแยกออกใหม่เพื่อสร้างสารชีวมีก ซึ่งเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่และซับซ้อนที่ทนต่อการย่อยสลายต่อไป และสามารถคงอยู่ในดินได้นานร้อยถึงพันปี ช่วยกักเก็บคาร์บอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

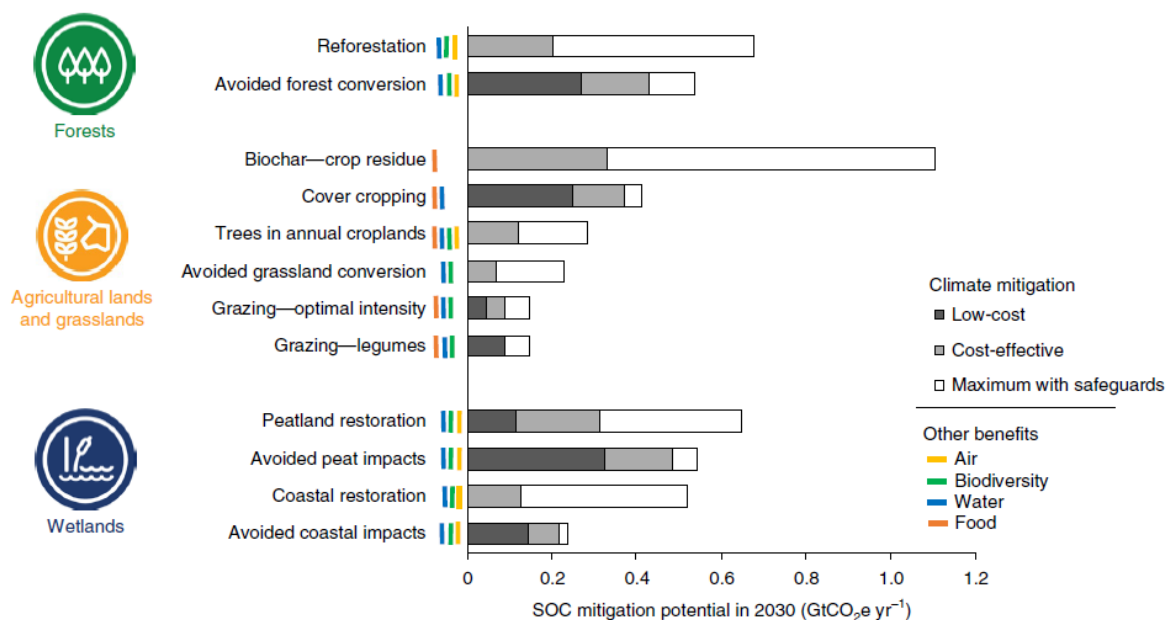
4) การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชตระกูลถั่ว การป้องกันทางกายภาพและการก่อดำของก้อนดิน

- ก้อนดิน (Soil aggregates) ซึ่งก่อดำจากอนุภาคที่ยึดติดกันด้วยสารชีวมีกเหนียวและเส้นใยของรา (Fungal hyphae) ช่วยปกป้องคาร์บอนอินทรีย์จากการถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย การห่อหุ้มนี้จะช่วยลดอัตราการย่อยสลายและยืดอายุของคาร์บอนในดิน

5) การใช้ไบโอชาร์

- การนำไบโอชาร์ ซึ่งเป็นถ่านที่ผลิตจากชีวมวลด้วยกระบวนการที่เรียกว่า ไพโรไลซิส (Pyrolysis) ไปใช้กับดิน สามารถช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนได้ ไบโอชาร์มีรูพรุนจำนวนมากและคงตัว มีพื้นที่ผิวขนาดใหญ่สำหรับการดูดซับโมเลกุลอินทรีย์และป้องกันการย่อยสลาย

การดำเนินการในการกักเก็บคาร์บอนในดินเหล่านี้ ยังรวมไปถึงการนำสัตว์มาเลี้ยงในพื้นที่ ซึ่งมูลของสัตว์เหล่านี้ได้กลายเป็นปุ๋ยและส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยการเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ในการกักเก็บคาร์บอนในดิน แสดงดังรูปที่ 64



รูปที่ 64 แสดงศักยภาพของวิธีการต่าง ๆ ในการเพาะปลูก เพื่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

และแนวโน้มของปริมาณคาร์บอนที่ได้

ที่มา: Bossio et al. (2020)

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน:

ชนิดของดินและเนื้อดิน – มีผลต่อความสามารถในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนของดิน

สภาพภูมิอากาศ – ส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุและผลผลิตของพืช

แนวทางการจัดการที่ดิน – เช่น การไม่ไถพรวนดิน การปลูกพืชคลุมดิน และการเติมสารอินทรีย์

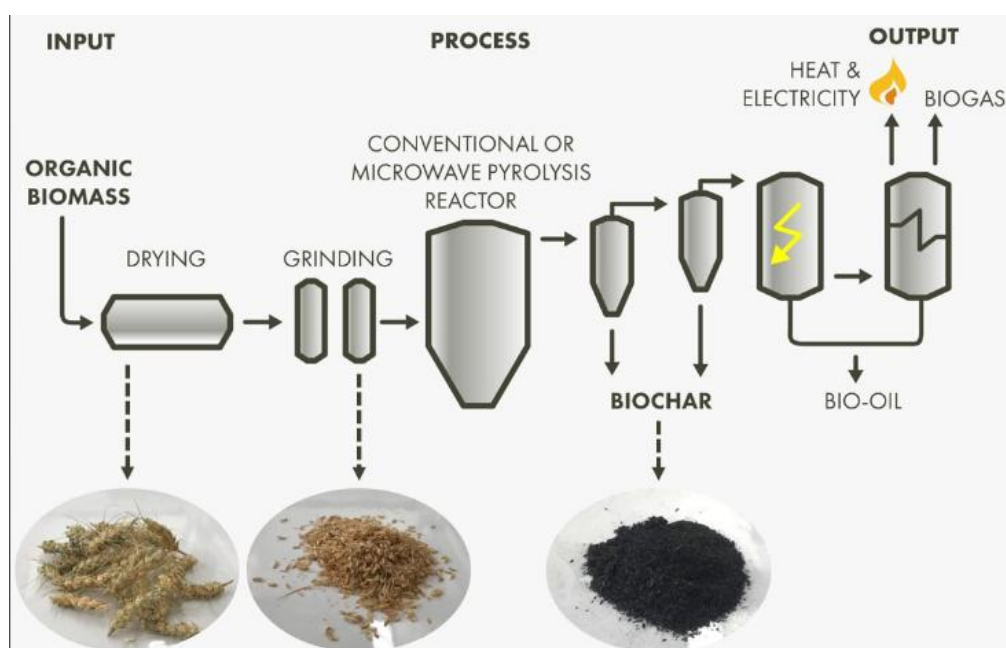
ปัจจัยเหล่านี้สามารถส่งผลกระทบอย่างมากต่อปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดิน

การทำความเข้าใจและปรับกระบวนการและปัจจัยเหล่านี้ให้เหมาะสม จะทำให้สามารถยกระดับบทบาทของดินในการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศผ่านการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน

3.4.2 เทคโนโลยีไบโอชาร์กับการลดการปลดปล่อยคาร์บอนสู่ชั้นบรรยากาศ และความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนจากภาคเกษตรกรรม

ไบโอชาร์เป็นถ่านที่มีความเสถียร อุดมไปด้วยคาร์บอน ผลิตขึ้นโดยกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ซึ่งเป็นการเผาไหม้เศษอินทรีย์วัตถุที่อุณหภูมิสูงในสภาวะไร้อากาศ กระบวนการนี้เปลี่ยนแปลงชีวมวลให้กลายเป็นสารที่ทนต่อการย่อยสลาย ช่วยให้สามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้นานหลายร้อยถึงหลายพันปี สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศอย่างมาก ซึ่งจะเกิดขึ้นหากปล่อยให้ชีวมวลย่อยสลายตามธรรมชาติ

กระบวนการผลิตไบโอชาร์เกี่ยวข้องกับไพโรไลซิส ซึ่งเป็นการย่อยสลายทางความร้อนของวัสดุอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูงในสภาวะไร้อากาศ กระบวนการนี้เปลี่ยนชีวมวลให้กลายเป็นไบโอชาร์ ซึ่งเป็นคาร์บอนที่มีเสถียรภาพ คงอยู่ได้ในดินนานหลายร้อยถึงหลายพันปี จึงช่วยกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก กระบวนการผลิตไบโอชาร์ แสดงดังรูปที่ 65



รูปที่ 65 กระบวนการผลิตไบโอชาร์

ที่มา: Spacebakery (2024)

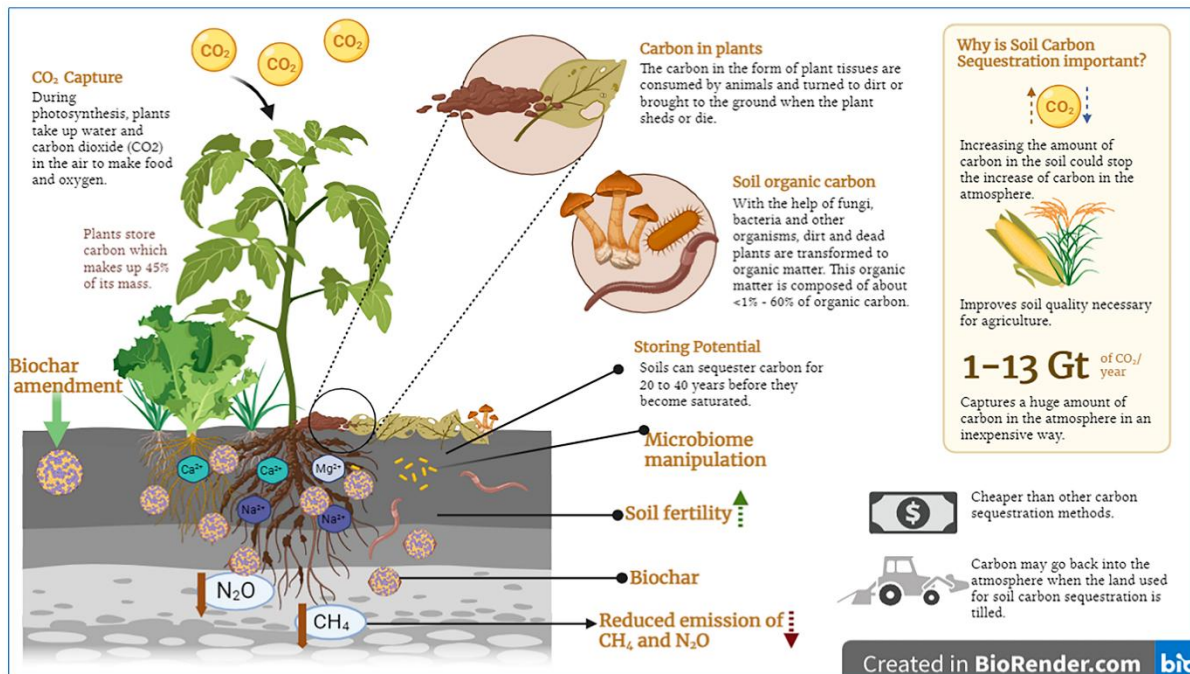
ภาพรวมของขั้นตอนในการผลิตไบโอชาร์

1. การรวบรวมวัตถุดิบ - ขั้นตอนแรกของการผลิตไบโอชาร์ คือ การเก็บรวบรวมวัตถุดิบชีวมวล ซึ่งรวมถึง เศษเหลือทางการเกษตร (เช่น เศษพืช ปุ๋ยคอก และเปลือก) เศษซากป่าไม้ หรือวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ การเลือกวัตถุดิบมักขึ้นอยู่กับความพร้อม ราคา และคุณสมบัติที่ต้องการของไบโอชาร์ขั้นสุดท้าย
2. การอบแห้ง - วัตถุดิบชีวมวลมักจะมีน้ำสูง ซึ่งจำเป็นต้องลดลงก่อนการไพโรไลซิส การอบแห้งวัตถุดิบ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการไพโรไลซิส โดยลดพลังงานที่จำเป็นในการทำให้ชีวมวลร้อนขึ้นถึงอุณหภูมิที่ต้องการ
3. ไพโรไลซิส - ชีวมวลที่แห้งแล้ว นำเข้าสู่กระบวนการไพโรไลซิส กระบวนการนี้มักเกิดขึ้นที่อุณหภูมิระหว่าง 300 °C ถึง 700 °C (572 °F ถึง 1292 °F) ไพโรไลซิส สามารถดำเนินการได้ในเตาเผาประเภทต่าง ๆ เช่น เตาเผาแบบแบดจ์ ต่อเนื่อง หรือแบบหมุน ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดหรือไม่มีเลย เพื่อป้องกันการเผาไหม้ ความร้อนจากอุณหภูมิสูงจะทำลายพันธะเคมีในชีวมวล ส่งผลให้เกิดการก่อตัวของไบโอชาร์ พร้อมกับไบโอออยล์ และก๊าซสังเคราะห์ (ซึ่งเป็นส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน และก๊าซอื่น ๆ)
4. การระบายความร้อนและการทำให้คงตัว - หลังจากการไพโรไลซิส ไบโอชาร์จะถูกทำให้เย็นลงสู่อุณหภูมิห้อง ขั้นตอนนี้มีความสำคัญเพื่อหยุดกระบวนการไพโรไลซิส และทำให้ไบโอชาร์คงตัวเพื่อให้คงไว้ซึ่งโครงสร้างรูพรุนและพื้นที่ผิวสัมผัสขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับประสิทธิภาพในการปรับปรุงดินและกักเก็บคาร์บอน
5. การปรับปรุงเพิ่มเติม - ไบโอชาร์อาจผ่านการปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น การบดหรือปรับขนาด เพื่อให้ได้วัสดุที่สม่ำเสมอ ง่ายต่อการจัดการและปรับใช้กับดิน การบำบัดเพิ่มเติม เช่น การกระตุ้นหรือการเติมสารอาหาร สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของไบโอชาร์ สำหรับการใช้งานเฉพาะเจาะจง
6. การนำไปใช้ - ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำไบโอชาร์ไปใช้กับดิน ไบโอชาร์สามารถปรับปรุงสุขภาพของดิน โดยการเพิ่มการกักเก็บน้ำ เพิ่มความพร้อมของสารอาหาร และเป็นแหล่งอาศัยของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดิน โครงสร้างรูพรุนของไบโอชาร์ ช่วยกักเก็บสารอาหารและน้ำ และโครงสร้างคาร์บอนที่เสถียรช่วยให้สามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินเป็นเวลานาน

การผลิตไบโอชาร์ ไม่เพียงแต่ช่วยในการกักเก็บคาร์บอนเท่านั้น แต่ยังเป็นวิธีที่ยั่งยืนในการจัดการกับชีวมวลที่เหลือใช้ และปรับปรุงสุขภาพของดิน การนำไปใช้ในภาคเกษตรกรรม สามารถนำไปสู่ผลผลิตที่เพิ่มขึ้น ลดความต้องการปุ๋ยเคมี และปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยการลดการชะล้างของสารอาหาร

ความสำคัญของไบโอชาร์ต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

กระบวนการที่เกิดขึ้นในดินที่มีการใช้ไบโอชาร์ ได้นำมาสู่การกักเก็บคาร์บอน และประโยชน์ของไบโอชาร์ในภาคเกษตรกรรมยังมีอีกหลายด้าน โดยช่วยปรับปรุงสุขภาพของดินในหลายวิธี



รูปที่ 66 กระบวนการที่เกิดขึ้นในดินที่มีการใช้ถ่านไบโอชาร์

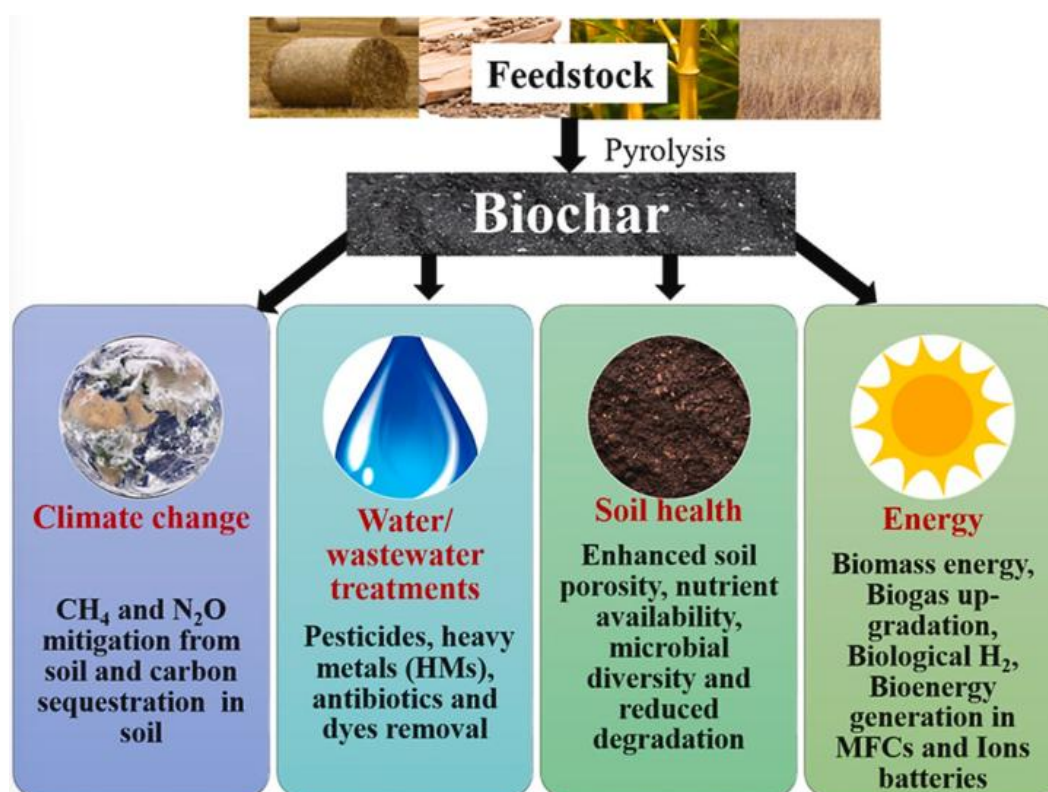
ที่มา: Yadav et al. (2023)

ประโยชน์ของไบโอชาร์ที่มีต่อดิน

1. เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน - ไบโอชาร์มีรูพรุนและพื้นที่ผิวสัมผัสขนาดใหญ่ ซึ่งช่วยกักเก็บธาตุอาหารและน้ำไว้ในดิน สิ่งนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในดินทรายที่มีการกักเก็บธาตุอาหารต่ำ การเติมไบโอชาร์สามารถเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่งผลต่อผลผลิตที่เพิ่มขึ้น
2. ปรับปรุงโครงสร้างของดิน - การเติมไบโอชาร์ลงในดิน ช่วยปรับปรุงโครงสร้าง ส่งเสริมการระบายอากาศที่ดีขึ้นและลดการอัดแน่น ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของรากและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์และสุขภาพของระบบนิเวศทางการเกษตร
3. กักเก็บน้ำ- ลักษณะรูพรุนของไบโอชาร์ ช่วยกักเก็บน้ำ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งในพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง บ่อกักเก็บน้ำนี้ ช่วยลดความจำเป็นในการรดน้ำบ่อยครั้ง ทำให้การใช้น้ำมีประสิทธิภาพมากขึ้นในภาคเกษตรกรรม
4. ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก - นอกเหนือจากการกักเก็บคาร์บอนแล้ว ไบโอชาร์ยังช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ จากดิน เช่น มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ด้วยการปรับเปลี่ยนกระบวนการทางจุลชีวภาพในดิน

5. พื้นฟูดินที่ปนเปื้อนสารพิษ - ไบโอชาร์สามารถดูดซับสารปนเปื้อนในดิน รวมถึงโลหะหนักและยาฆ่าแมลง ลดความสามารถในการเข้าถึงพืช และลดความเสี่ยงต่อการสะสมสารพิษในห่วงโซ่อาหาร

การใช้ประโยชน์จากไบโอชาร์ในภาคเกษตรกรรม เป็นวิธีการแบบหลายมิติในการปรับปรุงสุขภาพของดิน เพิ่มผลผลิต และบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของไบโอชาร์อาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดของชีวมวลที่ใช้ สภาวะการไพโรไลซิส และสภาพดินฟ้าอากาศเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นการใช้ไบโอชาร์ควรปรับให้เหมาะสมกับความต้องการทางการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด



รูปที่ 67 ความสำคัญของไบโอชาร์ต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

ที่มา: Malyan et al. (2021)

บทบาทของไบโอชาร์ (Biochar) ต่อการกักเก็บ CO₂

ไบโอชาร์ (Biochar) เป็นผลิตภัณฑ์คาร์บอนที่ได้จากกระบวนการเผาอินทรีย์วัตถุ (เช่น ไม้ เศษพืช ฟางข้าว กากปาล์ม แกลบ) ในสภาวะที่มีออกซิเจนจำกัดหรือไม่มีออกซิเจนเลย (Pyrolysis) อุณหภูมิในกระบวนการนี้โดยทั่วไปอยู่ในช่วงประมาณ 300-700 องศาเซลเซียส (Zhang et al., 2016) ความร้อนและสภาวะไร้ออกซิเจนนี้จะเปลี่ยนโมเลกุลอินทรีย์วัตถุให้เป็นโครงสร้างคาร์บอนที่เสถียรมากขึ้น และในขณะเดียวกันก็ปล่อยผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ก๊าซสังเคราะห์ (Syngas) และของเหลวชีวภาพ (Bio-oil) ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงานได้อีกด้วย

ลักษณะเด่นของไบโอชาร์คือมีรูพรุน (Porous) สูง มีพื้นที่ผิวมาก (High surface area) และมีความสามารถในการดูดซับทั้งน้ำและธาตุอาหารได้ดี (Lehmann and Joseph, 2015) ในเชิงเคมี ไบโอชาร์มักมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่อนข้างสูง (มักอยู่ในช่วงด่างอ่อนถึงด่างปานกลาง) รวมถึงมีประจุลบในระดับสูง (High Cation Exchange Capacity; CEC) ซึ่งช่วยในการแลกเปลี่ยนประจุธาตุอาหารต่าง ๆ

● ไบโอชาร์กับการเพิ่ม SOC

ผลงานวิจัยในพื้นที่ต่าง ๆ เช่น มณฑลเหอเป่ย์ ประเทศจีน หรือเมืองโลดี ในอิตาลี พบว่าอัตราการกักเก็บคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญภายหลังการใช้ไบโอชาร์ เช่น การใช้ไบโอชาร์จากวัสดุเหลือใช้ข้าวสาลีหรือไม้โดยปรับอัตราการใส่ 1.8-35 ตันต่อเฮกตาร์ การทดลองเหล่านี้ชี้ว่าปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บเพิ่มขึ้นต่อปีอาจสูงถึง 0.70 tC/ha/yr หรือมากกว่านั้นตามชนิดไบโอชาร์

● การประยุกต์ใช้ไบโอชาร์ในบริบทไทย

ในบริบทของเกษตรกรไทย ปริมาณวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรอย่างแกลบ ฟางข้าว กะลาปาล์ม หรือกิ่งไม้ยางพารา มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ จึงสามารถนำมาผลิตไบโอชาร์ได้ภายในประเทศ หากมีการลงทุนในเทคโนโลยีไพโรไลซิสและการฝึกอบรมเกษตรกร การใช้ไบโอชาร์ไม่เพียงแต่ช่วยกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น แต่ยังปรับปรุงสมบัติดินในแง่การอุ้มน้ำ และการรักษาธาตุอาหาร อย่างไรก็ตาม ต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้ให้เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดินด่างและการอันธธาตุอาหาร

นาข้าว (Paddy Fields)

นาข้าวเป็นพื้นที่เกษตรหลักของหลายประเทศในเอเชีย รวมถึงไทย การใส่ไบโอชาร์ในนาข้าวสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) ได้ โดยมีงานวิจัยบางชิ้นบ่งชี้ว่าไบโอชาร์สามารถเปลี่ยนสมดุลเคมีในน้ำขัง ทำให้กระบวนการเมทาโนเจเนซิส (Methanogenesis) ลดลง (Zhang et al., 2016) นอกจากนี้ หากไม่เผาฟางข้าว แต่ใช้วิธีนำฟางมาผลิตไบโอชาร์แล้วหมุนเวียนกลับสู่แปลงนา จะเป็นการลดการปล่อย CO_2 จากการเผา และเสริมการกักเก็บคาร์บอนในดินไปพร้อมกัน

อย่างไรก็ตาม การใช้ไบโอชาร์ในพื้นที่นาข้าวอาจมีข้อควรระวัง เช่น ในดินเหนียวที่ระบายน้ำไม่ดี การใส่ไบโอชาร์อาจเพิ่มการกักน้ำมากเกินไป จนเกิดภาวะน้ำขังและขาดอากาศ ซึ่งอาจกลับไปกระตุ้นการปล่อยก๊าซมีเทน ดังนั้นปริมาณและรูปแบบการใช้งานควรปรับให้เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้งานร่วมกับระบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying; AWD)

สวนยางพารา (Rubber Plantations)

ประเทศไทยมีพื้นที่ยางพาราประมาณ 20-24 ล้านไร่ (ตัวเลขปรับตามข้อมูลปีต่าง ๆ) ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญอีกชนิดหนึ่ง การใช้ไบโอชาร์ในสวนยางพาราสามารถทำได้โดยหมักเศษกิ่งยางหรือไม้ส่วนอื่น ๆ ที่เหลือจากการตัดแต่งต้น (Pruning) ให้กลายเป็นไบโอชาร์แล้วนำมาปรับปรุงดินบริเวณโคนต้นยาง ผลการวิจัยพบว่า การใช้ไบโอชาร์ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยดีขึ้น และลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีซึ่งช่วยลดต้นทุน อีกทั้งยังเพิ่มอัตราการรอดของกล้ายางพาราในระยะต้น (Zheng et al., 2020) หากมองในมิติของการกักเก็บ

คาร์บอน ต้นยางพาราเองก็มีศักยภาพสูงในการสะสมชีวมวลเหนือดิน เมื่อนำซากเหลือใช้มาผลิตเป็นไบโอชาร์ ก็ก่อให้เกิดวงจรคาร์บอนที่มีประสิทธิภาพ

สวนปาล์มน้ำมัน (Oil Palm Plantations)

สำหรับปาล์มน้ำมัน การจัดการเศษซากอย่างกาบปาล์ม ทางปาล์ม หรือกากปาล์มหลังกระบวนการสกัด สามารถแปรรูปเป็นไบโอชาร์และนำกลับมาใช้ในแปลงปลูกได้ งานวิจัยโดย Choo et al. (2011) และงานต่อเนื่องในมาเลเซียระบุว่า การใช้ไบโอชาร์จากกากปาล์มช่วยเพิ่ม SOC อย่างมีนัยสำคัญ และยังช่วยลดปัญหาการใช้ปุ๋ยเคมี นอกจากนี้ยังแก้ไขปัญหา “ของเหลือทิ้ง” ที่มักจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกหากถูกหมักในกองกลางแจ้ง การปรับปรุงดินด้วยไบโอชาร์ยังช่วยให้รากปาล์มเข้าถึงน้ำและสารอาหารได้ดีขึ้น ทำให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระยะยาว

ไม้ผลและสวนผสม (Fruit Orchards and Mixed Systems)

การปลูกผลไม้ เช่น ทุเรียน มังคุด ลำไย และการจัดระบบสวนผสม (Agroforestry ที่ผสมผสานไม้ผลกับไม้ยืนต้นอื่น) สามารถใช้ไบโอชาร์ควบคู่กับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในงานวิจัยที่ตีพิมพ์ใน Agronomy และ Soil & Tillage Research พบว่าการใช้ไบโอชาร์ช่วยเพิ่มผลผลิตผลไม้ เนื่องจากโครงสร้างรูพรุนของไบโอชาร์ทำให้การแลกเปลี่ยนธาตุอาหารเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการเก็บกักคาร์บอนในดิน

การปลูกไม้เศรษฐกิจ (Economic Tree Plantations)

ไม้เศรษฐกิจอย่างเช่น สัก พะยูง ยูคาลิปตัส และกระถินเทพา นอกจากจะมีศักยภาพกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลเหนือดินแล้ว ยังสามารถใช้ซากเหลือจากการตัดแต่งหรือปลายไม้เล็ก ๆ มาผลิตไบโอชาร์เพื่อเติมกลับสู่ดิน การศึกษาหลายชิ้นในลาตินอเมริกาและแอฟริกา แสดงให้เห็นว่าสวนป่าไม้ที่มีการใช้ไบโอชาร์เป็นประจำจะสร้างสมดุลที่ระหว่าง “เนื้อไม้” ที่ใช้ประโยชน์ได้และ “คาร์บอนในดิน” (FAO, 2020)

ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนด้วยไบโอชาร์

งานวิจัยของ Bossio et al. (2020) แสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงวิธีจัดการที่ดินในระดับโลก เช่น การใช้ไบโอชาร์จากเศษซากพืช มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมากถึง 1.2 Gt CO₂ ต่อปี ขณะที่การปลูกพืชคลุมดิน (Cover cropping) อยู่ในช่วง 0.4-0.6 Gt CO₂ ต่อปี และการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ (Peatland restoration) อาจเก็บได้ราว 1.1 Gt CO₂ ต่อปี การเทียบเคียงแนวปฏิบัติระดับโลกนี้กับประเทศไทยทำให้เห็นว่า หากเรานำเทคโนโลยีหรือวิธีการเหล่านี้มาใช้ในพื้นที่ที่เหมาะสม ย่อมเพิ่มประสิทธิผลการกักเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น

ในการนำไบโอชาร์มาใช้ในพื้นที่เกษตรสัก 10% ของพื้นที่เกษตรรวม (ราว 11.2 ล้านไร่) และแต่ละไร่มีอัตราการกักเก็บเพิ่ม 0.05-0.1 ตันคาร์บอนต่อปี ก็อาจช่วยกักเก็บเพิ่มหลายแสนตันคาร์บอน หรือเทียบเท่า CO₂ หลายล้านตันต่อปี หากประกอบกับแนวทาง เช่น การปลูกพืชคลุมและหมุนเวียนตระกูลถั่ว อัตราการกักเก็บคาร์บอนในดินย่อมสูงขึ้นไปอีกขั้น

ผลกระทบด้านลบของไบโอชาร์ที่อาจเกิดต่อสุขภาพของดิน

1) ผลกระทบจากไบโอชาร์

แม้ไบโอชาร์จะเป็นทางเลือกที่ดีในการเพิ่มคาร์บอนในดิน แต่ข้อมูลของ FAO และสถาบันวิจัยอื่น ๆ ก็บ่งชี้ว่าการใส่ไบโอชาร์มากเกินไปอาจทำให้ดินมี pH สูงเกินความเหมาะสม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่เป็นดินต่างอยู่แล้ว ส่งผลให้ธาตุอาหารบางชนิด (ฟอสฟอรัส เหล็ก) ละลายได้น้อยลง พืชอาจขาดธาตุอาหาร นอกจากนี้ ไบโอชาร์ยังมีความสมบัติจับตรึงธาตุอาหารหรือสารบางชนิดในดิน จนอาจทำให้พืชขาดสารอาหารไปช่วงหนึ่ง

2) แหล่งที่มาของวัตถุดิบไบโอชาร์

หากวัตถุดิบที่นำมาทำไบโอชาร์เป็นเศษพืชเหลือใช้ทางการเกษตร ก็นับเป็นเรื่องดีต่อการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ แต่หากวัตถุดิบดังกล่าวมาจากการตัดต้นไม้ที่ยังสมบูรณ์ หรือมาจากกระบวนการที่เพิ่มการทำลายป่า ก็อาจกลายเป็นการเพิ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ทั้งยังสร้างผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ดังนั้นต้องมีระบบตรวจสอบที่โปร่งใสและมีจริยธรรม

3) ความไม่สมดุลของธาตุอาหาร

การปลูกพืชหมุนเวียนด้วยตระกูลถั่ว ทำให้มีไนโตรเจนในดินมากขึ้น แต่ถ้าบริหารจัดการไม่ดีอาจเกิดภาวะไนเตรตชะลงแหล่งน้ำ เกิดการเสื่อมโทรมของคุณภาพดินหรือการเป็นกรดในดินบางรูปแบบ ส่วนการใส่สารอินทรีย์จำนวนมากและมีจุลินทรีย์ที่เร่งการย่อยสลาย ก็อาจเร่งกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในระยะสั้นจน SOC ระยะยาวไม่เพิ่มขึ้นเท่าที่ควร

4) การปรับสภาพแวดล้อมจุลินทรีย์ในดิน

การเปลี่ยนแปลงสภาพดินอย่างรวดเร็วจากการเติมไบโอชาร์เข้มข้น สามารถทำให้โครงสร้างชุมชนจุลินทรีย์เปลี่ยนไป บางชนิดที่ชอบสภาพต่างจะเจริญเติบโตมากขึ้น ขณะที่ชนิดที่ชอบกรดอาจลดจำนวนลง หากไม่มีการติดตามหรือปรับปรุงอย่างเหมาะสม อาจเสียสมดุลต่อสุขภาพของดินและกระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุระยะยาว

5) ความหลากหลายทางชีวภาพของดิน

อีกประเด็นสำคัญคือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชุมชนจุลินทรีย์ในดิน การไถพรวน หรือการปรับปรุงดินบ่อยครั้งสามารถทำลายระบบนิเวศของแมลงและจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ได้ ยิ่งหากเพิ่มไบโอชาร์หรือตัวปรับปรุงดินมากเกินไปจนสมดุล ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปอาจเอื้ออำนวยให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดเติบโตมากเกินไปหรือบางชนิดตายหายไป ทำให้ระบบนิเวศดินขาดเสถียรภาพ

ประเทศไทยในฐานะประเทศเกษตรกรรม มีพื้นที่ทางการเกษตรเป็นสัดส่วนมากของพื้นที่ทั้งหมด ประชากรจำนวนมากประกอบอาชีพเกษตรกรรม รวมถึงมีระบบเศรษฐกิจที่ขึ้นอยู่กับสินค้าเกษตรส่งออก อย่างไรก็ตาม ในศตวรรษที่ 21 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ได้ทวีความรุนแรงและเป็นประเด็นเร่งด่วนระดับโลก หลายประเทศจึงต้องปรับแนวทางพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้สอดคล้องกับเป้าหมาย “คาร์บอนต่ำ” (Low-Carbon Society) หรือแม้กระทั่ง “ความเป็นกลางทางคาร์บอน” (Carbon Neutrality) ภาคการเกษตรของไทยก็เป็นหนึ่งในภาคส่วนสำคัญทั้งในแง่การปล่อยก๊าซและการดูดซับก๊าซเรือนกระจกได้เช่นกัน เพราะพื้นที่จำนวนมาก

ยังสามารถปรับเปลี่ยนให้เป็น “แหล่งกักเก็บคาร์บอน” (Carbon sink) หากมีการบริหารจัดการอย่างเหมาะสม และนำนวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาสนับสนุน ไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงพันธุ์พืช การใช้เทคโนโลยีรีโมตเซนซิง (Remote sensing) หรือระบบฐานข้อมูลดิจิทัล (Digital platform) เพื่อบันทึก ตรวจสอบ และรายงานผล (MRV) ตลอดจนการสนับสนุนเชิงนโยบายและการเงินจากภาครัฐและเอกชน

3.4.3 เทคโนโลยีในการนำเกษตรอนุรักษ์ (Conservation agriculture) มาใช้กักเก็บคาร์บอนในดินสำหรับประเทศไทย

เกษตรกรรมเพื่อการอนุรักษ์ (CA) ถูกนิยามโดยองค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติว่า "เกษตรกรรมเพื่อการอนุรักษ์ (CA) เป็น ระบบการเพาะปลูกที่ส่งเสริมการบวกรดินให้น้อยที่สุด (เช่น การไม่ไถพรวน) การบำรุงรักษาดินที่มีการปกคลุมหน้าดิน และสร้างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและกระบวนการทางชีวภาพตามธรรมชาติทั้งด้านบนและด้านล่างของผิวดิน ซึ่งมีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำและสารอาหาร และเพื่อการปรับปรุงและการผลิตพืชผลอย่างยั่งยืน"

องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้กำหนดให้ CA มีหลักการสำคัญสามประการที่ผู้ผลิต (เกษตรกร) สามารถดำเนินการได้ในกระบวนการของ CA หลักการทั้งสามนี้ สรุปสิ่งที่นักอนุรักษ์และผู้ผลิตเชื่อว่าจะสามารถทำได้ เพื่ออนุรักษ์สิ่งที่เราใช้เป็นระยะเวลานานขึ้น

หลักการสำคัญประการแรกใน CA (Conservation agriculture) คือ การบวกรดินให้น้อยที่สุด ซึ่งจำเป็นต่อการรักษาแร่ธาตุภายในดิน หยุดการกัดเซาะและป้องกันการสูญเสียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นภายในดินในอดีต การไถพรวนดินเป็นกระบวนการหลักในการเพาะปลูกพืช ด้วยความเชื่อว่าการไถพรวนดินจะช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ในดินผ่านการทำให้เป็นแร่ที่เกิดขึ้นในดิน นอกจากนี้การไถพรวนดินสามารถทำให้เกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรง ซึ่งนำไปสู่การลดลงในความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้มีการรายงานว่าการไถพรวนในปัจจุบันถือเป็นการทำลายอินทรีย์วัตถุที่สามารถพบได้ในดินปกคลุม ทำให้การเพาะปลูกแบบไม่ไถได้กลายมาเป็นกระบวนการที่ช่วยรักษาระดับอินทรีย์ในดินได้เป็นระยะเวลานานขึ้น และยังช่วยให้ดินสามารถให้ผลผลิตได้นานขึ้น (FAO, 2007) นอกจากนี้ การบวกรดิน ด้วยการไถพรวนให้น้อยที่สุดยังช่วยลดการทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในดิน เมื่อไม่มีการไถพรวนหรือไถพรวนให้น้อยที่สุดแล้ว เกษตรกรจะสามารถลดต้นทุนการผลิตสำหรับพืชผลบางประเภทจากการลดการไถพรวนได้

หลักการสำคัญข้อที่สอง เป็นหลักการจัดการดินชั้นบนด้วยการคลุมดิน สามารถช่วยให้เกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตภายในโครงสร้างดินได้ดี การสลายตัวของวัสดุคลุมดินจะทำให้เกิดอินทรีย์วัตถุในระดับสูง ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นปุ๋ยสำหรับผิวดิน หากมีการใช้แนวทางปฏิบัติของ CA เป็นเวลาหลายปีและมีการสร้างอินทรีย์วัตถุเพียงพอที่พื้นผิวดินด้วยการคลุมหน้าดิน จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการพังทลายของดินได้ดี การคลุมดินยังช่วยลดความเร็วของการไหลบ่าและผลกระทบของน้ำฝน ซึ่งช่วยลดการพังทลายของดินและการไหลบ่าของดิน นอกจากนี้การปกคลุมดินด้วยหญ้าจะทำให้เกิดเขตกันชนระหว่างดินและวัสดุคลุมดิน ซึ่งจะช่วยลดการพังทลายของดินจากลมและน้ำ มาพร้อมการปกป้องพื้นผิวดินเมื่อฝนตกบนพื้นที่ ดินที่ไม่ได้รับการปกป้อง

ด้วยชั้นคลุมด้วยหญ้าจะทำให้เกิดการสลายของดินได้ง่ายกว่า (Hobbs et al., 2008) การคลุมดินยังช่วยรักษาระดับอุณหภูมิและความชื้นของดินให้อยู่ในระดับสูง มากกว่าการไถพรวนทุกปีอีกด้วย (FAO, 2007)

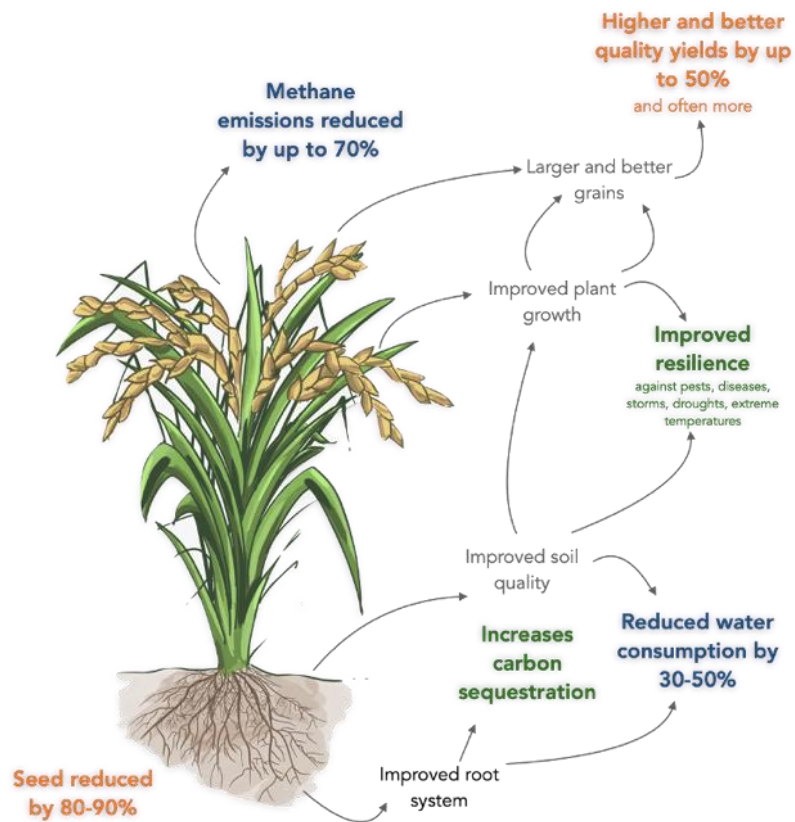
หลักการที่สาม คือการปลูกพืชหมุนเวียน สามารถช่วยการควบคุมโรคได้ดี (Hobbs et al., 2008) กระบวนการนี้จะลดศัตรูพืช เช่น แมลง พืชที่ใช้หมุนเวียนบางชนิดจะช่วยในการไล่แมลงได้ ซึ่งจะช่วยลดการระบาดของแมลงภายในพื้นที่เพาะปลูกได้ (FAO, 2007) การปลูกพืชหมุนเวียนยังสามารถช่วยสร้างโครงสร้างพื้นฐานของดิน การปลูกพืชหมุนเวียนในพื้นที่เพาะปลูกขนาดใหญ่ จะช่วยให้การซึมผ่านของน้ำดีขึ้น (Hobbs et al., 2008)

แม้ว่าเกษตรกรรมเชิงอนุรักษ์มีประโยชน์มาก แต่ด้วยต้นทุนเริ่มต้นที่สูงของอุปกรณ์การปลูก และการใช้ทักษะการจัดการใหม่และกระบวนการเรียนรู้โดยเกษตรกร ทำให้กระบวนการนี้ต้องใช้เวลาเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ และเห็นผลการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินได้

แนวคิดของ CA ที่นำมาใช้ในประเทศไทย และเป็นแนวเทคโนโลยีที่สำคัญในการเลือกปลูกนาข้าวที่ลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนและสร้างการกักเก็บคาร์บอนในดิน แต่ต้องอาศัยการปรับตัวของเกษตรกร คือ การปลูกข้าวในรูปแบบของการปลูกข้าวต้นเดียว คือการทำนาแบบประณีต ที่ภาษาอังกฤษเรียกว่า (System of Rice Intensification – SRI) หรือเรียกอย่างเป็นทางการว่า “ระบบการปลูกข้าวแบบเข้มข้นเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าว” ซึ่งเป็นการปลูกข้าวแบบ 1 ต้น ต่อ 1 หลุม ห่างกันประมาณ 40 เซนติเมตร มีการควบคุมน้ำแบบเปียกสลับแห้ง เพื่อให้ต้นข้าวมีการแตกกอมากขึ้น

ทั้งนี้ระบบการปลูกข้าวต้นเดียว เริ่มพัฒนาขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2504-2538 โดยนายองรี เดอ โลลानी กับเกษตรกรในมาดากัสการ์ เรียกว่า “การปลูกข้าวแบบมาลากาซี” ต่อมาขยายไปประเทศต่าง ๆ เช่น อินโดนีเซีย กัมพูชา ฟิลิปปินส์ และไทย เป็นต้น ในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2547 สถาบันแมคเคนเพื่อฟื้นฟูสภาพ จังหวัดเชียงใหม่จากการส่งเสริมให้เกษตรกรที่จังหวัดเชียงใหม่ และเชียงราย ปลูกข้าวแบบ SRI ปัจจุบันได้ขยายไปหลายจังหวัด เช่น น่าน สุรินทร์ อุบลราชธานี ยโสธร สุพรรณบุรี นครราชสีมา กาฬสินธุ์ และพบว่า การปลูกข้าวแบบ SRI ทำให้ได้มีผลผลิตมากขึ้น

ข้อแตกต่างที่สำคัญของการทำนาวิธีนี้กับแบบเดิม คือการย้ายต้นกล้าตั้งแต่ยังเล็กมาก ๆ และใช้ต้นกล้าแค่หลุมละต้น โดยปลูกอย่างทะนุถนอมห่าง ๆ กัน แทนที่จะปักหลุมละหลาย ๆ ต้น ตามวิธีการเดิม ๆ ส่วนน้ำในนาก็ไม่ใช้การท่วมขัง แต่แค่รักษาให้มีความชุ่มชื้นตลอด ทำให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยของแปลงทดลองอยู่ที่ไร่ละ 1.28 ตัน เพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า ประหยัดน้ำไปได้กว่าครึ่ง และใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวแค่ประมาณ 1 ใน 10 จากที่เคยใช้



รูปที่ 68 การปลูกข้าวในระบบ System of Rice Intensification – SRI
ช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน และช่วยเก็บกักคาร์บอนในดิน



รูปที่ 69 ข้าวในระบบ SRI ที่ปลูกในประเทศฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย
(แสดงขนาดของลำต้นข้าวในระบบ SRI และระบบทั่วไป)

จุดเด่นที่สำคัญของระบบการปลูกข้าวแบบ SRI คือต้นข้าวจะมีระบบรากที่แข็งแรงและใหญ่โตกว่าวิธีแบบปกติมาก การย้ายต้นกล้าตั้งแต่ยังเล็กและปลูกอย่างทะนุถนอม ทำให้รากต้นข้าวไม่ช้ำ การปลูกเพียงหลุมละต้นและเว้นระยะห่างกันก็ทำให้ต้นกล้าสามารถรับแสงแดดและเติบโตได้เต็มที่โดยไม่ต้องแย่งกันเอง ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับเกษตรกรรมธรรมชาติ ที่นอกจากจะเน้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของพืชนั้น ๆ แล้ว ยังต้องสร้างสภาพแวดล้อมทั้งดิน น้ำ แร่ธาตุหมุนเวียนให้สมดุล เมื่อรากสมบูรณ์ ต้นข้าวก็มีขนาดใหญ่ขึ้น มีรวงมากขึ้น และให้ผลผลิตมากขึ้น นอกจากนี้คุณภาพของดินก็ดีขึ้น เพราะวิธีการดังกล่าวเน้นการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และการไถกลบเพื่อกำจัดวัชพืช และช่วยให้ดินมีการระบายอากาศดีขึ้น ส่งผลให้สามารถเก็บกักคาร์บอนในดินได้ดี โดยจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่านาข้าวในระบบ SRI สามารถเก็บกักคาร์บอนได้มากถึง 27.5 ถึง 96.2 ตัน CO₂ ต่อพื้นที่ 1 เฮกตาร์ และสูงกว่านาข้าวที่ปลูกทั่วไป

3.4.4 เทคโนโลยีในระบบเกษตรกรรมฟื้นฟู (Regenerative agriculture)

เกษตรกรรมฟื้นฟู (Regenerative agriculture)

เกษตรกรรมฟื้นฟู คือ แนวทางการเกษตรแบบองค์รวมที่มุ่งเน้นการฟื้นฟูและเสริมสร้างระบบนิเวศทั้งหมดของฟาร์ม โดยเน้นย้ำอย่างหนักไปที่สุขภาพของดิน โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงทรัพยากรที่ใช้ แทนที่จะลดทอน วิธีการเกษตรกรรมแบบนี้ ไม่เพียงแต่รักษาสีเขียวของดินเท่านั้น แต่ยังมุ่งฟื้นฟูดิน น้ำ และความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเข้มข้น

แนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรรมฟื้นฟู ได้แก่ การทำไร่แบบไม่ไถพรวนดินหรือการไถพรวนดินน้อย การปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การทำปุ๋ยหมัก และการเลี้ยงสัตว์แบบควบคุม แนวทางปฏิบัติเหล่านี้ทำงานร่วมกันเพื่อปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินตามธรรมชาติ เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ ปรับปรุงวัฏจักรน้ำ และกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน จึงช่วยลดระดับ CO₂ ในชั้นบรรยากาศ



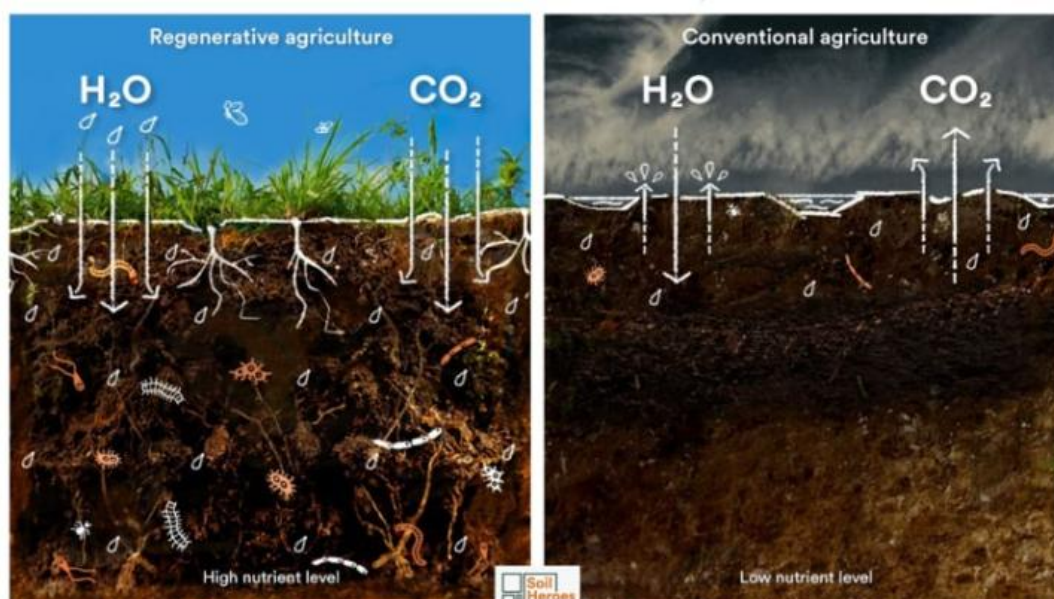
รูปที่ 70 หลักการเกษตรฟื้นฟู

ที่มา: Wood (2023)

หลักการสำคัญของเกษตรกรรมฟื้นฟู

- การทำไร่แบบไม่ไถพรวนดิน - วิธีการนี้ช่วยลดการรบกวนดิน ช่วยรักษาโครงสร้างของดิน อนุรักษ์ความชื้น และกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน
- การปลูกพืชคลุมดิน - การปลูกพืชคลุมดิน เช่น พืชตระกูลถั่วและหญ้า ระหว่างรอบการปลูกพืชปกติ เพื่อคลุมดิน ซึ่งช่วยปรับปรุงสุขภาพของดินโดยการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ลดการพังทลายของดิน และส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ
- การปลูกพืชหมุนเวียนและความหลากหลาย - การปลูกพืชหลากหลายชนิด เพื่อปรับปรุงสุขภาพและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลดความเสี่ยงจากศัตรูพืชและโรคพืช และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ
- การเลี้ยงสัตว์แบบควบคุม - การบูรณาการปศุสัตว์ให้เล็มกินพืชในลักษณะเลียนแบบรูปแบบการเล็มกินตามธรรมชาติ ส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าที่แข็งแรงและการหมุนเวียนสารอาหาร
- ระบบเกษตรกรรมผสมผสาน (Agroforestry) - การนำต้นไม้และพุ่มไม้มาปลูกในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งช่วยในการกักเก็บคาร์บอน ปรับปรุงดิน และเป็นแหล่งอาศัยให้กับสัตว์หลายชนิด

ประโยชน์ของเกษตรกรรมฟื้นฟู ไม่เพียงแต่การกักเก็บคาร์บอนเท่านั้น การฟื้นฟูสุขภาพของดินด้วยวิธีการฟื้นฟู นำไปสู่ระบบนิเวศฟาร์มที่มีความยืดหยุ่นมากขึ้น ซึ่งสามารถทนต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ภัยแล้ง และ น้ำท่วม ได้ดีขึ้น สุขภาพของดินที่ดีขึ้นยังช่วยให้น้ำซึมและกักเก็บน้ำได้มากขึ้น ช่วยลดความจำเป็นในการชลประทานและความเสี่ยงของการไหลบ่าและการพังทลายของดิน ส่งผลต่อการปกป้องแหล่งน้ำท้องถิ่นจากมลพิษและตะกอน



รูปที่ 71 เปรียบเทียบดินในพื้นที่เกษตรกรรมฟื้นฟูและเกษตรดั้งเดิม

ที่มา: Soilheroes (2023)

ความสำคัญของระบบเกษตรกรรมฟื้นฟูต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน

เกษตรกรรมฟื้นฟู เป็นชุดแนวทางการเพาะปลูกที่มุ่งเน้นการฟื้นฟูสุขภาพของดิน เพิ่มพูนความหลากหลายทางชีวภาพ และเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน แนวทางนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปรับปรุงวัฏจักรน้ำ และสนับสนุนการผลิตอาหารอย่างยั่งยืน

ความสำคัญของเกษตรกรรมฟื้นฟูต่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน สามารถเน้นย้ำได้ผ่านประเด็นสำคัญหลายประการ

1. เสริมสร้างสุขภาพของดิน - แนวทางปฏิบัติของเกษตรกรรมฟื้นฟู ช่วยปรับปรุงโครงสร้างของดิน เพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ และทำให้จุลินทรีย์ในดินที่มีสุขภาพดี ดินที่อุดมสมบูรณ์มีศักยภาพในการกักเก็บและสะสมคาร์บอนได้มากขึ้น โดยการเปลี่ยน CO_2 จากชั้นบรรยากาศไปเป็นรูปแบบที่เสถียรของคาร์บอนอินทรีย์ที่กักเก็บไว้ในดิน ซึ่งไม่เพียงแต่กักเก็บคาร์บอนเท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตของดินอีกด้วย

2. ลดการพังทลายของดิน - แนวทางปฏิบัติ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การลดการไถพรวนดิน และการทำไร่ตามแนวระดับ ช่วยลดการพังทลายของดิน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการรักษาคาร์บอนในดิน เมื่อดินพังทลาย คาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดินสามารถออกซิไดซ์กลับเป็น CO_2 ได้อีกครั้ง การเกษตรกรรมฟื้นฟูช่วยลดการพังทลายของดิน จึงช่วยกักเก็บคาร์บอนไว้ในดิน

3. เพิ่มความหลากหลายของพืช - เกษตรกรรมฟื้นฟู ส่งเสริมความหลากหลายของพันธุ์พืชในระบบการเกษตร ผ่านแนวทางปฏิบัติ เช่น การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชผสม และการใช้พืชคลุมดิน ความหลากหลายนี้ ช่วยสนับสนุนสิ่งมีชีวิตในดินและจุลินทรีย์ที่หลากหลายชนิด ซึ่งมีความสำคัญต่อวัฏจักรคาร์บอนในดิน รากพืชที่หลากหลาย ช่วยสะสมอินทรีย์วัตถุประเภทต่าง ๆ ไว้ในดิน ส่งเสริมการกักเก็บคาร์บอน

4. ปรับปรุงการกักเก็บน้ำ - ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างของดินและเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ แนวทางปฏิบัติแบบฟื้นฟู ช่วยเพิ่มความสามารถของดินในการกักเก็บน้ำ สิ่งนี้ไม่เพียงแต่ทำให้พืชทนทานต่อภัยแล้งมากขึ้นเท่านั้น แต่ยังช่วยสนับสนุนจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงและการกักเก็บคาร์บอน

5. การบูรณาการปศุสัตว์ในพื้นที่เพาะปลูก - การบูรณาการปศุสัตว์เข้ากับการผลิตพืช ผ่านแนวทางปฏิบัติ เช่น การเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียน สามารถปรับปรุงสุขภาพของดินและเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน ปุ๋ยคอกสัตว์เป็นปุ๋ยธรรมชาติ ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน นอกจากนี้ การเลี้ยงสัตว์แบบหมุนเวียน ยังส่งเสริมการเจริญเติบโตของหญ้าและพืชดอก ซึ่งกักเก็บคาร์บอนผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและถ่ายเทไปยังดิน

6. ลดการพึ่งพิงสารเคมี - เกษตรกรรมฟื้นฟู มักจะลดความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงสังเคราะห์ ซึ่งสามารถทำลายสุขภาพของดินและความหลากหลายของจุลินทรีย์ โดยการส่งเสริมกระบวนการธรรมชาติสำหรับวัฏจักรธาตุอาหารและการจัดการศัตรูพืช แนวทางปฏิบัติแบบฟื้นฟู ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินและศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน

7. เสริมสร้างความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ด้วยการกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินมากขึ้น เกษตรกรรมฟื้นฟู ช่วยบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยลดปริมาณ CO_2 ในชั้น

บรรยากาศ นอกจากนี้ ดินที่อุดมสมบูรณ์ยังมีความยืดหยุ่นต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น สภาพอากาศเลวร้าย

ประโยชน์ต่อระบบนิเวศและการกักเก็บคาร์บอน

- สุขภาพของดิน- แนวทางปฏิบัติของเกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำ ช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดิน ช่วยกักเก็บน้ำและธาตุอาหารได้มากขึ้น
- ความหลากหลายทางชีวภาพ – ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ โดยการสร้างแหล่งอาศัยที่หลากหลายมากขึ้น
- การอนุรักษ์น้ำ - โครงสร้างและสุขภาพของดินที่ดีขึ้น ช่วยให้น้ำซึมและกักเก็บน้ำได้ดีขึ้น ลดความจำเป็นในการชลประทาน และป้องกันแหล่งน้ำจากมลพิษที่ไหลบ่า
- การกักเก็บคาร์บอน - ด้วยการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและสุขภาพของดิน เกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำ ช่วยดักจับ CO₂ จากชั้นบรรยากาศมากขึ้น และกักเก็บไว้ในดิน ช่วยลดผลกระทบของการเกษตรกรรมต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- ความยืดหยุ่นต่อการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ระบบนิเวศที่ดีและมีความหลากหลายทางชีวภาพ จะสามารถทนทานต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้ดี

นอกจากนี้ เกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำ ยังสามารถเพิ่มพูนความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งบนดินและใต้ดิน สนับสนุนสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิด ตั้งแต่จุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ภายในดิน ไปจนถึงแมลง และสัตว์อื่น ๆ ความหลากหลายทางชีวภาพนี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศที่สมบูรณ์ โดยให้บริการต่าง ๆ เช่น การควบคุมแมลงศัตรูพืช และการป้องกันโรค ซึ่งช่วยลดความจำเป็นในการใช้สารเคมีสังเคราะห์

ผลผลิตทางการเกษตรในระบบพื้นที่ชุ่มน้ำ มีความมั่นคงมากขึ้นตามกาลเวลา แม้เผชิญกับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม เนื่องจากความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นของระบบที่มีสุขภาพดีและมีความหลากหลายทางชีวภาพมากขึ้น นอกจากนี้ การมุ่งเน้นระบบการปลูกพืชที่หลากหลายและการเกษตรกรรมแบบผสมผสาน สามารถสร้างรายได้หลายทางให้กับเกษตรกร ส่งเสริมความมั่นคงทางเศรษฐกิจ

เกษตรกรในพื้นที่ชุ่มน้ำ เป็นแนวทางที่น่าสนใจในการมุ่งสู่ระบบการเกษตรที่ยั่งยืนและยืดหยุ่นมากขึ้น ช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่ท้าทายของเกษตรกรสมัยใหม่ เช่น ปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในขณะเดียวกัน ยังเป็นวิธีการที่สามารถปรับปรุงความมั่นคงทางอาหาร และคุณภาพชีวิตของเกษตรกรในชนบท การนำแนวทางปฏิบัติแบบพื้นที่ชุ่มน้ำไปใช้ ถือเป็นก้าวสำคัญในการฟื้นฟูสุขภาพของระบบนิเวศบนโลก ช่วยรับประกันความอยู่รอดของภาคการเกษตรในระยะยาว และเป็นการมีส่วนร่วมในความพยายามระดับโลกในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3.5 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศเกษตร

ภาคการเกษตรเป็นรากฐานของเศรษฐกิจไทย พื้นที่จำนวนมากถูกใช้ในการปลูกพืชไร่ พืชสวน ป่าไม้ และระบบฟาร์มผสมผสาน ซึ่งนอกจากจะมีบทบาทสำคัญในด้านการผลิตอาหารแล้ว ยังเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่มีศักยภาพ ความท้าทายของโลกยุคปัจจุบันคือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงต้องอาศัยการจัดการที่ดินและป่าไม้อย่างยั่งยืนเพื่อช่วยลดปริมาณ CO₂ ในบรรยากาศให้ได้มากที่สุด จากการศึกษาที่ประเทศไทยเองประกาศเป้าหมายการเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยงานวิจัยและข้อมูลวิชาการมาประกอบการวางนโยบายให้เหมาะสม

1) การกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ในดิน (SOC) ตามงานวิจัยของ FAO

งานวิจัยขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ปี ค.ศ. 2021 ได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่ามาตรการต่าง ๆ ในภาคเกษตรช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินได้หลากหลายระดับ โดยมีหน่วยคำนวณเป็น “ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี” (tC/ha/yr) หรือแปลงเป็น “ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี” (tC/ไร่/ปี) ตัวอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยคอกและฟาง) อาจเพิ่ม SOC ได้ในช่วง 0.27-0.51 tC/ha/yr หรือเทียบเท่า 0.0432-0.0816 tC/ไร่/ปี ส่วนการใส่ไบโอชาร์และการทำเกษตรอินทรีย์ก็มีศักยภาพสูงขึ้นตามลำดับ สำหรับเกษตรอินทรีย์ เทียบกับเกษตรทั่วไป อาจกักเก็บคาร์บอนได้ 3.50 ± 1.08 tC/ha/yr หรือประมาณ 0.56 tC/ไร่/ปี ซึ่งถือว่ามากกว่าการทำเกษตรเชิงเคมีที่พบเห็นทั่วไป

ประโยชน์ของการสะสม SOC ในดินนั้นมีทั้งการปรับปรุงโครงสร้างดิน เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ ลดการชะล้าง และยังส่งผลให้ผลผลิตของเกษตรกรรมดีขึ้นในระยะยาว อย่างไรก็ตาม อัตราการกักเก็บ SOC จะแปรผันไปตามสภาพภูมิอากาศ เนื้อดิน ระบบชลประทาน และเทคนิคการจัดการในพื้นที่ งานวิจัยล่าสุดของ FAO และ ITPS (2021) เรื่อง “Recarbonizing global soils: A technical manual of recommended management practices. Volume 3: Cropland, Grassland, Integrated systems and farming approaches – Practices overview.” ได้แสดงผลการวิจัยเชิงลึก ถึงแนวทางการเพาะปลูกหรือรูปแบบเกษตรที่ต่างกันไป ซึ่งมีผลต่ออัตราการกักเก็บคาร์บอนในดิน (Soil organic carbon sequestration) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยหน่วยที่ใช้คือ “ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี” (tC/ha/yr) และหากจะแปลงเป็นหน่วย “ตันคาร์บอนต่อไร่ต่อปี” (tC/ไร่/ปี) ก็สามารถใช้ตัวคูณ 1 เฮกตาร์ = 6.25 ไร่ (1 ไร่ = 0.16 เฮกตาร์) ดังตารางที่ 17

จากตารางจะเห็นว่าการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก หรือแม้แต่กากไบโอชาร์ ล้วนเพิ่ม “อินทรีย์วัตถุในดิน” (Soil organic matter) ซึ่งมีสัดส่วนคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ ทั้งยังส่งเสริมความอุดมสมบูรณ์ของดิน และลดความจำเป็นในการใช้ปุ๋ยเคมี ส่วนในกรณี “เกษตรอินทรีย์” พบว่ามีศักยภาพกักเก็บคาร์บอนในดินสูงกว่า “เกษตรทั่วไป” (Conventional farming) อย่างชัดเจน หรือเฉลี่ยราว 0.56 tC/ไร่/ปี (เมื่อเทียบอย่างต่อเนื่องหลายปี)

ตารางที่ 17 รูปแบบการจัดการพื้นที่เกษตรและอัตราการกักเก็บคาร์บอน (FAO)

รูปแบบการจัดการ	อัตราการกักเก็บคาร์บอน (tC/ha/yr)	อัตราการกักเก็บคาร์บอน (tC/ไร่/ปี)
1. ใส่ปุ๋ยหมัก (ปุ๋ยคอก + ฟาง)	0.27 – 0.51	0.0432 – 0.0816
2. ใส่ปุ๋ยคอกเพิ่มเติม	3.1 – 27 ± 4.2	0.496 – 4.32
3. ใส่ปุ๋ยจากไบโอแก๊ส	1.1 – 17.02	0.176 – 2.723
4. ปลุกถั่วเป็นปุ๋ยพืชหมุนเวียน	0.83 ± 0.17	0.133
5. ใส่กากไบโอชาร์	0.17 – 50.4	0.027 – 8.064
6. ใส่ปูนลดความเป็นกรดในดิน	0.15 – 1.76	0.024 – 0.282
7. เกษตรอินทรีย์ (เทียบกับเกษตรทั่วไป)	3.50 ± 1.08	0.56
8. เกษตรอินทรีย์ (เพิ่มในแต่ละปี)	0.45 ± 0.21	0.072

2) การกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลของต้นไม้

นอกจากการกักเก็บในดินแล้ว “ชีวมวลเหนือดิน” (Above-ground biomass) ของต้นไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนหลักอีกแห่งหนึ่ง งานวิจัยหลายงานได้ระบุว่าไม้ยืนต้นมีศักยภาพกักเก็บคาร์บอนในรูปของเนื้อไม้ กิ่ง ใบ และรากสูงกว่าพืชล้มลุก ตัวอย่างเช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน ไม้ผล หรือไม้โตเร็วอย่างยูคาลิปตัส เปรอร์เซ็นต์คาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้แต่ละชนิด ตามตาราง 18 (หน่วย: ร้อยละของน้ำหนักแห้ง) พบว่า

- สัก (*Tectona grandis*): ประมาณ 48.13%
- ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.): ประมาณ 49.88%
- อะคาเซีย (*Acacia* spp.): 47.66%
- กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*): 48.75%
- โกงกาง: 47.15%
- ยางพารา: 49.90%
- ปาล์มน้ำมัน: 41.30%
- ไม้เบญจพรรณหรือไม้ปลูกในเมือง: ประมาณ 47.33%

ตัวเลขเหล่านี้บ่งบอกว่า ถ้าหากเราชั่งน้ำหนักชีวมวลแห้งของไม้ 100 กิโลกรัม (เฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อไม้และกิ่งก้านไม่รวมความชื้น) จะมีคาร์บอนสะสมอยู่ตั้งแต่ประมาณ 41% จนถึงเกือบ 50% ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ โดยเฉพาะยูคาลิปตัสและยางพารา ที่มีเปอร์เซ็นต์คาร์บอนค่อนข้างสูง

ตารางที่ 18 ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้

ปริมาณคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้	
พรรณไม้	ปริมาณคาร์บอน (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)
	เฉลี่ย
สัก	48.13
ยูคาลิปตัส	49.88
อะคาเซีย	47.66
กระถินยักษ์	48.75
โกกงาง	47.15
ยางพารา	49.90
ปาล์มน้ำมัน	41.30
พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า/พรรณไม้เอนกประสงค์/ พรรณไม้ปลูกในเมือง	47.33

ส่วนของการกักเก็บคาร์บอนในชีวมวลมักอยู่ในรูปของเนื้อไม้ กิ่ง ใบ และราก จากตารางที่ได้มีการรวบรวมไว้ อาทิ ต้นยูคาลิปตัส สัก ยางพารา กระถินเทพา และปาล์มน้ำมัน พบว่าเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในมวลแห้ง (Dry weight) มีตั้งแต่ประมาณ 41% ไปจนถึงเกือบ 50% เช่น ยูคาลิปตัสอยู่ที่ราว 49.88% ยางพารา 49.90% ปาล์มน้ำมัน 41.30% เป็นต้น เมื่อแปรเป็นอัตราการดูดซับ CO₂ (tC/ไร่/ปี) จะมีช่วงระหว่าง 1-6 ตัน ขึ้นกับชนิดพันธุ์และความหนาแน่นของการปลูก ตัวอย่างเช่น การปลูกยูคาลิปตัสในระยะ 2 x 3 เมตร ทำให้มีต้นไม้ประมาณ 267 tC/ไร่ และมีศักยภาพดูดซับ CO₂ ได้ 3.15-6.09 tC/ไร่/ปี ส่วนสักที่ระยะ 4 x 4 เมตร มีต้นต่อไร่น้อยกว่า (ประมาณ 100 ต้น) แต่ก็สะสมเนื้อไม้มีค่า นำไปสู่การสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจในระยะยาวด้วย โดยมีปัจจัยต่างๆ เช่น “ระยะปลูก” (เช่น 4 x 4 เมตร, 2 x 3 เมตร ฯลฯ), “จำนวนต้นต่อไร่” และ “อัตราการดูดซับ CO₂ (ตัน/ไร่/ปี)” หรือแปลงเป็นหน่วยกิโลกรัม CO₂ ต่อปี ซึ่งช่วยให้เห็นว่าไม้ชนิดใดดูดซับได้มากหรือน้อยเพียงใด

ตัวอย่างการคำนวณ เช่น

- **สัก:** ระยะปลูก 4 x 4 เมตร = 100 ต้น/ไร่, อัตราการดูดซับ CO₂ อาจอยู่ในช่วง 1.36-2.16 tC/ไร่/ปี หรือคิดเป็น 13.6-21.6 กิโลกรัม CO₂ ต่อน้ำหนักต้น/ปี (ขึ้นอยู่กับวิธีวัด)
- **ยูคาลิปตัส:** ระยะปลูก 2 x 3 เมตร = 267 ต้น/ไร่, มีอัตราการดูดซับ CO₂ 3.15-6.09 tC/ไร่/ปี หรือ 11.8-22.8 กก./ต้น/ปี
- **กระถินเทพา:** ระยะปลูก 3 x 3 เมตร = 178 ต้น/ไร่, สามารถดูดซับ CO₂ ประมาณ 4.00-6.09 tC/ไร่/ปี หรือ 22.5-34.2 กก./ต้น/ปี
- **ยางพารา:** ระยะปลูก 3 x 3 เมตร = 178 ต้น/ไร่ (บางครั้งปรับตามภูมิภาค), ค่าดูดซับ CO₂ ประมาณ 2.27-4.40 tC/ไร่/ปี หรือ 12.8-24.7 กก./ต้น/ปี (มีหลายงานวิจัยระบุใกล้เคียงกัน)

- ปาล์มน้ำมัน: ปลูกร 8 x 8 เมตร = 25 ต้น/ไร่, ดูดซับ CO₂ อาจอยู่ที่ 2.42-2.99 tC/ไร่/ปี หรือ ประมาณ 28-35 กก./ต้น/ปี

ตารางที่ 19 อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้

อัตราการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้				
พรรณไม้	ระยะปลูก (ม. X ม.)	จำนวนต้น/ไร่	การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์	
			(ตัน/ไร่/ปี)	(กก./ต้น/ปี)
สัก	4 x 4	100	1.36-2.16	13.6-21.6
ยูคาลิปตัส	2 x 3	267	3.15-6.09	11.8-22.8
กระถินเทพา	3 x 3	178	4.00-6.09	22.5-34.2
กระถินณรงค์	3 x 3	178	2.27-4.40	12.8-24.7
กระถินยักษ์	2 x 3	267	0.77-6.49	4.3-36.5
โกกวาง	1.5 x 1.5	711	2.75	3.9
ยางพารา	3 x 6	89	4.22	47.4
ปาล์มน้ำมัน	3 x 6	89	2.49	28.0
พรรณไม้พื้นเมืองโตช้า	4 x 4	100	0.95	9.5
พรรณไม้เอนกประสงค์	4 x 4	100	1.47	14.7
พรรณไม้ปลูกในเมือง	4 x 8	50	1.21	24.2

จากข้อมูลของพื้นที่การเพาะปลูกของประเทศไทยแสดงในตารางที่ 20 จะพบว่า พื้นที่สำหรับนาข้าวมีมากที่สุดถึง 68.86 ล้านไร่ รองลงมาคือสวนยางพาราประมาณ 24.01 ล้านไร่ และปาล์มน้ำมันอีก 6.44 ล้านไร่ ขณะที่พื้นที่เกษตรอื่น ๆ เช่น ไม้ผลหรือพืชผสมผสานมีจำนวนเป็นหลักล้านไร่เช่นกัน

ตารางที่ 20 สัดส่วนการใช้ที่ดินในภาคเกษตรของไทย

รูปแบบการเพาะปลูก	พื้นที่การเพาะปลูก (ไร่)
พื้นที่นาข้าว	68,860,000
พื้นที่ยางพารา	24,008,208
พื้นที่ปาล์มน้ำมัน	6,439,768
พื้นที่ไม้ผล	4,119,826
เกษตรแปลงใหญ่ (นาข้าว)	3,927,510
เกษตรแปลงใหญ่ (พืชไร่)	1,349,698
เกษตรแปลงใหญ่ (ไม้ยืนต้น)	1,044,385
เกษตรแปลงใหญ่ (ไม้ผล)	526,855
เกษตรแปลงใหญ่ (ผักสมุนไพร)	154,219
การเกษตรระบบ GAP	1,973,000
เกษตรอินทรีย์	17,000

หากประเมินการกักเก็บคาร์บอนในนาข้าว 68.86 ล้านไร่ และข้อมูลจาก FAO ในการใส่ปุ๋ยหมักหรือเลี้ยงการเผาอาจช่วยให้ได้ 0.0432-0.0816 tC/ไร่/ปี จะทำให้สามารถคำนวณได้ว่าพื้นที่นาข้าวอาจกักเก็บ CO₂ ได้หลายล้านตันต่อปี อย่างไรก็ตาม ควรสังเกตว่าการใช้อัตราเฉลี่ยนี้เป็นเพียงการประมาณการ หากปรับระบบปลูกหรือปรับใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนได้ ในกรณี **สวนยางพารา** 24.01 ล้านไร่ หากแต่ละไร่มีอัตราการดูดซับ CO₂ อยู่ในช่วง 2.27-4.40 ตันต่อไร่ต่อปี (ตามค่าชีวมวลของยางพารา) เมื่อคำนวณรวมจะได้ตัวเลขหลายสิบล้านตัน CO₂ ต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแม้พื้นที่ยางพาราจะรองจากนาข้าว แต่ก็มีศักยภาพกักเก็บชีวมวลสูงกว่าเพราะเป็นไม้ยืนต้น

ในขณะเดียวกัน **การปลูกไม้ยืนต้น** ทั้งเพื่อการค้าและการอนุรักษ์ ก็จะช่วยเสริมปริมาณคาร์บอนที่ถูกเก็บในมวลชีวภาพเหนือดิน การคิดคำนวณ “ก๊าซเรือนกระจกสุทธิ” (Net GHG Balance) จะต้องหักลบการปล่อยก๊าซมีเทน (CH₄) จากนาข้าวหรือก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) จากการใช้ปุ๋ยเคมีควบคู่ไปด้วย แต่หากเราปรับระบบการผลิตให้ลดการปล่อย พร้อมกับขยายการกักเก็บ ก็มีแนวโน้มเข้าถึง Carbon Neutrality หรือแม้กระทั่ง “Net Negative” ในบางพื้นที่ งานวิจัยที่เผยแพร่โดย IPCC (2006) และ Smith et al. (2019) ตลอดจน FAO (2020) และ Lal (2004) ล้วนสนับสนุนแนวทางนี้ โดยเห็นพ้องว่าการบริหารจัดการที่ดินอย่างยั่งยืน (Sustainable Land Management) คือ “กุญแจ” ในการดักจับและกักเก็บคาร์บอนในระยะยาว ทั้งในระบบเกษตรและป่าไม้

นอกจากนี้ หากประเทศไทยขยายพื้นที่ **เกษตรอินทรีย์** (ซึ่งงานวิจัยของ FAO บ่งชี้ว่าเมื่ออัตราเพิ่ม SOC เฉลี่ยราว 0.56 tC/ไร่/ปี) ก็จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยเพิ่มปริมาณคาร์บอนในดินได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับพื้นที่เกษตรทั่วไปที่อาจมีค่าใกล้เคียงศูนย์หรือบางครั้งเป็นลบ (หากมีการไถพรวนและเผาเศษซากพืช) การส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ **ปุ๋ยอินทรีย์** แทนการเผา หรือแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณสูง ก็จะช่วยเพิ่ม SOC ได้ตั้งแต่ 0.0432-2.723 tC/ไร่/ปี (ขึ้นกับชนิดและปริมาณการใส่) ทั้งนี้ ตัวเลขเหล่านี้ต้องควบคู่กับการติดตามภาคสนามว่าเป็นไปได้แค่ไหนภายใต้เงื่อนไขเศรษฐกิจและเทคโนโลยีของแต่ละชุมชน

การใช้ **ไบโอชาร์** (Biochar) มีค่าการกักเก็บคาร์บอนในดินกว้างมากตั้งแต่ 0.027-8.064 tC/ไร่/ปี ตามตาราง FAO ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของไบโอชาร์ วิธีการผลิต และสภาพดินในแต่ละพื้นที่ หากใช้ในปริมาณเหมาะสม ไบโอชาร์สามารถเก็บคาร์บอนในรูปที่เสถียรในดินได้นานหลายสิบปีหรืออาจถึงร้อยปี และ **การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นปุ๋ยพืชสด** เช่น ปลูกเป็นพืชหมุนเวียนระหว่างฤดูว่าง ถือเป็นอีกแนวทางในการตรึงไนโตรเจนและเพิ่มอินทรีย์วัตถุ ซึ่งงานวิจัยระบุว่าช่วยเพิ่มคาร์บอนได้ในระดับ 0.133 tC/ไร่/ปี (หรือ 0.83 tC/ha/yr) แม้ตัวเลขจะไม่สูงมากเท่ากับการใส่ปุ๋ยหมักจำนวนมาก แต่ก็ใช่วิธีที่ต้นทุนไม่สูงและช่วยปรับปรุงโครงสร้างดิน

สำหรับประเทศไทย แนวทางปฏิบัติในแต่ละชนิดพืชหรือแต่ละระบบการผลิตเพื่อนำไปสู่การเพิ่มคาร์บอนมีหลากหลาย ดังนี้

1. นาข้าว

- หลีกเลี่ยงการเผาฟางข้าว และเลือกใช้วิธีไถกลบตอซังหรือปล่อยน้ำซังเพื่อให้ฟางข้าวย่อยสลายและเพิ่มคาร์บอนในดิน
- ปรับระบบการจัดการน้ำให้เหมาะสม เพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) และรักษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Smith et al., 2019)
- ส่งเสริมการทำนาแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate wetting and drying; AWD) ที่พิสูจน์แล้วว่าสามารถลดทั้งการปล่อยก๊าซมีเทนและเพิ่มโอกาสเก็บคาร์บอนได้มากขึ้น

2. ยางพารา

- รักษาความหนาแน่นของต้นยางพาราให้เหมาะสม (ไม่ปลูกหนาแน่นเกินไป) เพื่อให้ต้นไม้ได้รับแสงและสารอาหารเต็มที่ ส่งผลให้ชีวมวลสะสมเพิ่มขึ้น
- มีการปลูกพืชคลุมดิน หรือปล่อยให้มีพืชพรรณอื่นในสวนยาง เพื่อช่วยป้องกันการชะล้างหน้าดินและเพิ่มอินทรีย์วัตถุจากเศษซากพืช

3. ปาล์มน้ำมัน

- ใช้แนวทางการจัดการกากปาล์มและหางปาล์ม โดยไม่เผาทิ้ง แต่หมักหรือคลุมโคนต้นเพื่อเพิ่มธาตุอาหารและอินทรีย์วัตถุในดิน
- จัดการระบบเก็บเกี่ยวน้ำมันปาล์มอย่างครบวงจร เช่น การใช้กากปาล์มกลับมาหมักเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ลดการใช้ปุ๋ยเคมี ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต (Choo et al., 2011)

4. ไม้ผล

- ระบบเกษตรผสมผสาน หรือสวนผสมช่วยกระจายความเสี่ยงและเพิ่มความหลากหลายของพืชพรรณ ทำให้ดินมีอินทรีย์วัตถุสูงขึ้น
- หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มากเกินไป ซึ่งอาจทำให้โครงสร้างดินเสื่อมโทรม ควรส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์จากเศษซากพืชหรือวัสดุเหลือใช้ในสวน

5. เกษตรแปลงใหญ่ (พืชไร่/ไม้ยืนต้น/ไม้ผล/ผักสมุนไพร):

- เกษตรแปลงใหญ่หมายถึงการรวมกลุ่มของเกษตรกรให้มีการผลิตที่ได้มาตรฐาน ปริมาณมากขึ้น และใช้เทคโนโลยีหรือกระบวนการผลิตที่ทันสมัย ซึ่งเปิดโอกาสให้มีการปรับปรุงด้าน “Carbon management” ได้อย่างเป็นระบบ
- สามารถวางแผนผังแปลงให้มีการอนุรักษ์ดินและน้ำ ติดตามผลการปล่อยและกักเก็บคาร์บอนอย่างต่อเนื่อง ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

6. ระบบ GAP (Good agricultural practices)

- เน้นการใช้ปัจจัยการผลิตที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชและไม่ก่อมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดลดคาร์บอน ทั้งทางตรงและทางอ้อม
- มีการควบคุมคุณภาพดินและน้ำ จึงสามารถรักษาและเพิ่มระดับคาร์บอนในดินได้ดีกว่าการทำเกษตรเคมีเข้มข้น (FAO, 2020)

7. เกษตรอินทรีย์

- มุ่งเน้นการไม่ใช้สารเคมีสังเคราะห์ ส่งเสริมความหลากหลายทางชีวภาพ และใส่อินทรีย์วัตถุจำนวนมากกลับสู่ดินอย่างต่อเนื่อง
- มีงานวิจัยหลายชิ้นพบว่าระบบเกษตรอินทรีย์สามารถช่วยเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดินได้อย่างมีนัยสำคัญ (Seufert, et al., 2012)
- ช่วยลดการใช้พลังงานฟอสซิลในกระบวนการผลิต เพราะไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีหรือยาฆ่าแมลงสังเคราะห์

จะเห็นได้ว่าทุกระบบมีแนวปฏิบัติที่ช่วย **เพิ่มการสะสมคาร์บอน** ทั้งในส่วนของพืช (Biomass) และในดิน (SOC) ไม่ว่าจะเป็นการลดการเผา การหมุนเวียนเศษซากพืช การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ หรือรูปแบบเกษตรที่เน้นความยั่งยืน ขึ้นอยู่กับต้นทุนและความเหมาะสมของพื้นที่

3.4.6 ความเชื่อมโยง/ผลกระทบจากภาคเกษตรกรรม ต่อระบบนิเวศบกและระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

การเกษตรกรรม ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางบกและพื้นที่ชุ่มน้ำของไทยอย่างมาก ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ การขยายตัวและการทำเกษตรกรรมแบบเข้มข้น นำไปสู่ความท้าทายด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย การลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ และการหมดไปของทรัพยากรน้ำ

สัตว์ต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาผ่านกิจกรรมทางการเกษตร ก่อให้เกิดภัยคุกคามร้ายแรงต่อระบบนิเวศของไทย ตัวอย่างเช่น เต่าหางแดง และหอยทากยักษ์แอฟริกา รบกวนความหลากหลายทางชีวภาพท้องถิ่น โดยการแย่งชิงทรัพยากรกับสัตว์พื้นเมือง และทำลายพืชผลและพืชพรรณธรรมชาติโดยตรง ปลาซักเกอร์เม้าท์ และปลานิล ซึ่งถูกนำมาเลี้ยงเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้กลายเป็นสัตว์รุกรานในแหล่งน้ำธรรมชาติ เบียดเบียนปลาพื้นเมือง และเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทางน้ำ หนองกระทุ้งข้าวโพด และเพี้ยแบ้งมะละกอ ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่ทำลายข้าวโพดและมะละกอ ยิ่งตอกย้ำถึงความท้าทายทางการเกษตรที่เกิดจากสัตว์ต่างถิ่นรุกราน

พื้นที่ชุ่มน้ำของไทย ซึ่งมีความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพและการฟอกกรองน้ำ กำลังเผชิญกับการเสื่อมโทรมจากการเปลี่ยนพื้นที่ที่เป็นนาข้าว การพัฒนาเมือง และมลพิษจากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมและยาฆ่าแมลง การเสื่อมโทรมนี้ไม่เพียงส่งผลกระทบต่อสุขภาพทางนิเวศของพื้นที่เหล่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบต่อศักยภาพในการสนับสนุนการเกษตรกรรมและชุมชนท้องถิ่นด้วย

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ประเทศไทยได้ดำเนินการตามนโยบายอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลายประการ รวมถึงการห้ามตัดไม้ทำลายป่าธรรมชาติอย่างเด็ดขาด และการพัฒนานโยบายอนุรักษ์ป่าไม้รูปแบบใหม่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 เน้นย้ำการคุ้มครองสิ่งแวดล้อมเป็นวาระสำคัญ มุ่งหมายที่

จะยกระดับการคุ้มครองทรัพยากรป่าไม้และการจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืนยิ่งขึ้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (The 12th National Economic and Social Development Plan) พัฒนาไปสู่การบรรลุ "ความมั่นคง ความมั่งคั่ง และความยั่งยืน" ผ่าน "การเติบโตสีเขียว" ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และปรัชญา "เศรษฐกิจพอเพียง"

ความพยายามในการต่อสู้กับสัตว์ต่างถิ่นรุกรานและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศของไทย และสร้างความยั่งยืนให้กับภาคเกษตรกรรม มาตรการเหล่านี้ไม่เพียงแต่ปกป้องสิ่งแวดล้อมเท่านั้น แต่ยังสนับสนุนภาคเกษตรกรรม ด้วยการรักษาสุขภาพของระบบนิเวศ ซึ่งมีความสำคัญต่อการผลิตพืชผลและความมั่นคงทางอาหาร

ภาคเกษตรกรรมของไทยส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งมีความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพ การฟอกกรองน้ำ และการควบคุมน้ำท่วม พื้นที่ชุ่มน้ำในประเทศไทย รวมถึงป่าชายเลน ป่าพรุ และบึงน้ำจืด ได้รับผลกระทบมากขึ้นจากการขยายตัวและการทำเกษตรกรรมแบบเข้มข้น ระบบนิเวศเหล่านี้มีความสำคัญต่อพืชและสัตว์ต่าง ๆ และยังสนับสนุนการดำรงชีวิตของชุมชนท้องถิ่น ผ่านการประมงและการปลูกข้าว

การเปลี่ยนพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะเพื่อการปลูกข้าว เป็นวิธีการที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ เนื่องจากทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หลายชนิดลดลง และเปลี่ยนแปลงสมดุลทางนิเวศของพื้นที่เหล่านี้ นอกจากนี้ การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงในภาคเกษตรกรรม อาจนำไปสู่ปัญหาน้ำเสีย ซึ่งส่งผลกระทบต่อเครื่องมือของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำและส่งผลกระทบต่อทั้งพืชและสัตว์น้ำ

ภาคเกษตรกรรมยังส่งผลกระทบต่อระบบน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำด้วย การสร้างระบบชลประทาน และเขื่อน เพื่อสนับสนุนการเกษตรกรรม อาจเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำตามธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อน้ำท่วมตามฤดูกาล ซึ่งมีความจำเป็นต่อสุขภาพของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้อาจนำไปสู่

- การลดลงของการฟื้นฟูตามธรรมชาติของพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำ
- แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หลายชนิดลดลง

นอกจากนี้ การนำพันธุ์ต่างถิ่นมาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น ปลานิล อาจแข่งขันกับพันธุ์พื้นเมือง เพื่อแย่งชิงทรัพยากรและรบกวนสมดุลทางนิเวศมากขึ้น แนวทางการตัดป่าชายเลนเพื่อทำฟาร์มกุ้งยังเป็นปัญหาสำคัญในพื้นที่ชุ่มน้ำชายฝั่ง นำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ การพังทลายของดินเพิ่มขึ้น และมีความเสี่ยงต่อพายุและระดับน้ำทะเลสูงขึ้น เพื่อรับมือกับความท้าทายเหล่านี้ ทำให้มีการยอมรับมากขึ้นเกี่ยวกับความจำเป็นในการนำแนวทางการเกษตรกรรมที่ยั่งยืนมาใช้ ซึ่งช่วยลดผลกระทบต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ รวมถึงการส่งเสริมการเกษตรกรรมอินทรีย์ การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน และการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำที่เสื่อมโทรม นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนากฎหมายและนโยบายอนุรักษ์ เพื่อเสริมสร้างการคุ้มครองระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรที่มีความสำคัญเหล่านี้อย่างยั่งยืน

4. ระบบนิเวศเมือง

พื้นที่สีเขียวในเมือง: กลไกแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

4.1 บทนำ

4.1.1 เมืองและบทบาทของพื้นที่สีเขียวในเมือง

เมืองเป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide; CO₂) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของคนเมือง ชุมชน ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจการค้า อุตสาหกรรม ระบบขนส่งมวลชน และยานพาหนะต่าง ๆ สู่ชั้นบรรยากาศ ขณะที่พื้นที่สีเขียวในเมืองเป็นแหล่งรองรับคาร์บอน (Carbon; C) ที่สำคัญ ร่วมกับการให้บริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ เช่น การลดปริมาณมลพิษทางอากาศ (Air pollutant removal) ลดน้ำไหลบ่าในเมือง (Avoided runoffs) ตลอดจนเป็นพื้นที่สำหรับการพักผ่อนหย่อนใจ การออกกำลังกาย สันทนาการ และทำกิจกรรมต่าง ๆ นอกที่พำนัก ที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพชีวิตของคนเมืองให้สูงขึ้น และยกระดับระบบนิเวศเมืองให้เป็นเมืองที่ยั่งยืน ตอบสนองเป้าหมายเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development goals; SDGs) ของสหประชาชาติ (United Nations, 2023) ที่ 11 (Sustainable cities and communities; เมืองและถิ่นฐานมนุษย์ที่ยั่งยืน) และ SDG 13 (Climate action; การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)

การบริการทางนิเวศที่หลากหลายของพื้นที่สีเขียว โดยเฉพาะการกักเก็บ C (Carbon sequestration: C_{seq}) ที่สามารถนำมาคำนวณการดูดซับ CO₂ (Carbon dioxide absorption; CO_{2abs}) จากกิจกรรมต่าง ๆ ในระบบนิเวศเมืองได้อีกทอดหนึ่ง ส่งผลให้การวิจัยเกี่ยวกับศักยภาพ C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง และเป็นอีกหนึ่งตัวแปรพื้นฐานทางธรรมชาติ (Nature-based solutions; NbS) ในการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Amoatey et al., 2018; López-López et al., 2018) งานวิจัยส่วนหนึ่งระบุว่า อุทยานแห่งชาติและสวนสาธารณะขนาดใหญ่เป็นแหล่งรองรับ C ที่มีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับป่าไม้ ตัวอย่างเช่น Lobeke National Park ในประเทศ Cameroon เป็นแหล่งรองรับ C ที่สำคัญของทวีปแอฟริกา โดยสวนฯ นี้ มีค่า C_{seq} ถึง 81,520,966.8 ตัน-คาร์บอน (t-C) คิดเป็นค่า CO_{2abs} มากกว่า 298 Mt-CO_{2e} (Zapfack et al., 2016) และสวนฯ Chapultepec ใน Mexico City มีค่า C_{seq} ประมาณ 11,226 t-C (López-López et al., 2018) เป็นต้น

4.1.2 ข้อจำกัดในการประเมิน C_{seq} โดยพื้นที่สีเขียวในเมือง

อย่างไรก็ตาม ค่า C_{seq} ของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ที่ประเมินได้จากต่างงานวิจัย มีความแปรปรวนและไม่เท่ากัน ถึงแม้จะทำการวิจัยในพื้นที่วิจัยเดียวกัน เนื่องจากความแปรปรวนของอัตราการเติบโต และอัตราการตาย ตามสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่และเวลาของต้นไม้ในพื้นที่วิจัย ความแตกต่างในวิธีการวิจัย วัตถุประสงค์ตัวแปรต่างกัน เช่น ปริมาณและชนิดต้นไม้ เครื่องมือและสมการที่ใช้คำนวณ ช่วงเวลาที่ศึกษา เป็นต้น

ตัวอย่างเช่น การประเมิน C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวทั้งหมด ในกรุงเทพมหานคร (กทม.) ในปี ค.ศ. 2013 โดยองค์การบริหารกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolitan Administration; BMA, 2015) ด้วยวิธี Manual estimation ได้ค่า C_{seq} 12,366 t-C (45,232 t-CO₂e) ในปีดังกล่าว ขณะที่ผลการวิจัยของ Singkran (2022) จากการสำรวจภาคสนามต้นไม้เฉพาะ 25 สวนสาธารณะหลักใน กทม. ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานของ BMA ในปี ค.ศ. 2020 รวมทั้งสิ้น 74,348 ต้น (จากกลุ่ม 1 จำนวน 542 ชนิด และกลุ่มปาล์ม ไม่จำแนกชนิด) มาประเมินค่า C_{seq} ด้วยวิธี Manual estimation ได้เท่ากับ 11,112.2 t-C (40,744.7 t-CO₂e) หรือประมาณ 90.1% ของค่าที่ประเมินในพื้นที่สีเขียวทั้งหมดใน กทม. ในปี ค.ศ. 2013 โดย BMA (2015)

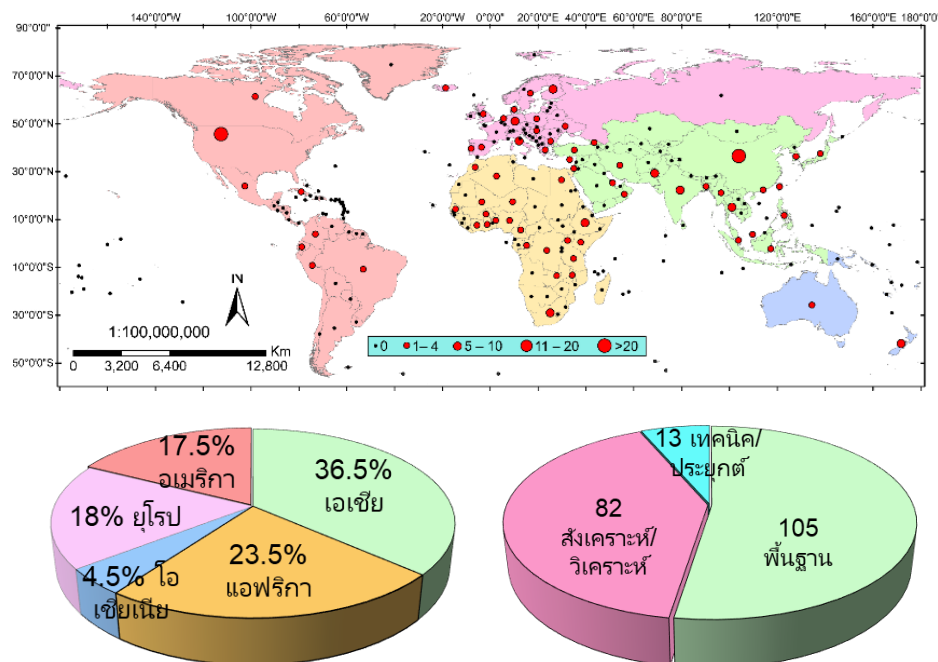
ผลการวิจัยของ Intasen, et al. (2017) ที่เลือกประเมิน C_{seq} โดยต้นไม้ใหญ่ 48 ชนิด เท่านั้น รวม 2.5 ล้านต้น ใน กทม. ในปี ค.ศ. 2013 ด้วยโปรแกรม i-Tree ECO และได้เท่ากับ 4,437.6 t-C (16,271 t-CO₂e) ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ประเมินโดย BMA (2015) ในปีเดียวกันและพื้นที่เดียวกัน แต่ชนิดและปริมาณของต้นไม้ต่างกัน ต่อมา Singkran (2023) ได้เลือกประเมินค่า C_{seq} เฉพาะต้นไม้ 5 กลุ่มย่อย ในกลุ่ม 1 (ไม่รวมกลุ่มไผ่ และปาล์ม) ใน 25 สวนฯ รวม 52,448 ต้น จำนวน 459 ชนิด ที่สำรวจได้ในปี ค.ศ. 2020 ร่วมกับข้อมูลพื้นฐานของ BMA ในปีเดียวกัน ด้วยโปรแกรม i-Tree ECO และได้ค่าเท่ากับ 800.7 t-C (2,935.9 t-CO₂e) ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ประเมินจากต้นไม้รวมทุกต้นจากทุกกลุ่มต้นไม้ใน 25 สวนฯ ที่ประเมินได้ด้วยวิธี Manual estimation (Singkran, 2022)

จากตัวอย่างผลงานวิจัยข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่า การประเมิน C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ไม่ควรมิวัดคุณสมบัติเพื่อให้ได้ค่า C_{seq} ที่แน่นอนตายตัว เพราะค่าเหล่านี้มีความแปรปรวนไปตามตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ต้นไม้ (ชนิด และ ปริมาณ) อัตราการเติบโต และอัตราการตายของต้นไม้เชิงพื้นที่และเวลา วิธีการประเมิน สภาพของระบบนิเวศเมือง ฯลฯ วัดคุณสมบัติหลักของการประเมิน C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว คือให้สามารถเข้าใจพลวัตของ C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว นั้น ๆ ศักยภาพของต้นไม้แต่ละกลุ่ม/ชนิดที่จะสามารถกักเก็บ C ได้สูงสุดในช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลวางแผนจัดการปรับปรุงศักยภาพ C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว

4.2 สถานการณ์และความพร้อมของพื้นที่สีเขียว ในการเป็น NbS

4.2.1 สถานการณ์ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั่วโลก

จากการสำรวจเอกสาร พบบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งสิ้น 200 ผลงานฯ จาก 67 ประเทศที่ตั้งอยู่ใน 5 ทวีปทั่วโลก ยกเว้นทวีปแอนตาร์กติกา (Antarctica) ที่อยู่ใต้สุดของซีกโลกใต้ และพื้นที่เกือบทั้งหมดล้อมรอบด้วยมหาสมุทรใต้ ไม่มีมนุษย์อาศัยอยู่ โดยผลงานฯ ทั้งหมดข้างต้น คิดเป็นสัดส่วน 36.5, 23.5, 18, 17.5, และ 4.5% อยู่ในทวีปเอเชีย แอฟริกา ยุโรป อเมริกา และ โอเชียเนีย ตามลำดับ ทั้งนี้ 105 ผลงานฯ (52.5%) เป็นงานวิจัยพื้นฐาน 82 ผลงานฯ (41%) เป็นงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ และ 13 ผลงานฯ (6.5%) เป็นงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ (รูปที่ 72) จำนวนผลงานฯ แยกตามกลุ่มงานวิจัยรายทวีปที่สำรวจพบมากที่สุดไปน้อยที่สุดสรุปได้ดังนี้



รูปที่ 72 การกระจายตัวของผลงานวิจัยในทวีปต่าง ๆ ทั่วโลก ในช่วงระหว่าง 0 และมากกว่า 20 ผลงานฯ (รูปบน) สัดส่วนผลงานฯ รายทวีป (รูปล่างซ้ายมือ) และจำนวนผลงานฯ แยกตามกลุ่มงานวิจัย (รูปล่างขวามือ)

(1) เอเชีย

จาก 71 ผลงานฯ ที่สำรวจพบ อยู่ในกลุ่มงานวิจัยพื้นฐาน (ประเมิน/ทำแผนที่รองรับ C , C_{seq} และ/หรือ CO_{2abs} โดยต้นไม้/พื้นที่สีเขียว) 30 ผลงานฯ กลุ่มงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ (ประเมินสัมพันธระหว่างตัวแปรทางกายภาพ-ชีววิทยาของต้นไม้/พื้นที่สีเขียว และศักยภาพของต้นไม้ในการรองรับ C , C_{seq} และ/หรือ CO_{2abs}) 34 ผลงานฯ และกลุ่มงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ (สร้างแบบจำลองประเมินการบริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ ของพื้นที่สีเขียว การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม หรืออากาศยานไร้คนขับในการประเมิน C_{seq} และ/หรือ CO_{2abs}) 9 ผลงานฯ โดยพบกระจายตัวใน 21 ประเทศ ส่วนใหญ่พบในจีน (25 ผลงานฯ) รองลงมาคือ ไทย (9 ผลงานฯ) อินเดีย (7 ผลงานฯ) ปากีสถาน (5 ผลงานฯ) ไต้หวัน และบังกลาเทศ (3 ผลงานฯ/ประเทศ) เกาหลีใต้ โอมาน จอร์เจีย ตุรกี มาเลเซีย และฮ่องกง (2 ผลงานฯ/ประเทศ) ส่วนที่เหลือ 9 ประเทศ พบ 1 ผลงาน/ประเทศ (ภาคผนวกที่ 4.1: ทวีปเอเชีย)

(2) แอฟริกา

จาก 47 ผลงานฯ ที่สำรวจพบ อยู่ในกลุ่มงานวิจัยพื้นฐาน 24 ผลงานฯ กลุ่มงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ 21 ผลงานฯ และกลุ่มงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ 2 ผลงานฯ โดยพบกระจายตัวใน 20 ประเทศ ส่วนใหญ่พบในเอธิโอเปีย (7 ผลงานฯ) รองลงมาคือ แอฟริกาใต้ และไนจีเรีย (5 ผลงานฯ/ประเทศ) เบนิน และบูร์กินาฟาโซ (4 ผลงานฯ/ประเทศ) กานา (3 ผลงานฯ) แคเมอรูน แซมเบีย แทนซาเนีย ไนเจอร์ และยูกันดา (2 ผลงานฯ/ประเทศ) ส่วนที่เหลือ 9 ประเทศ พบ 1 ผลงาน/ประเทศ (ภาคผนวกที่ 4.1: ทวีปแอฟริกา)

(3) ยุโรป

จาก 36 ผลงานฯ ที่สำรวจพบ อยู่ในกลุ่มงานวิจัยพื้นฐาน 20 ผลงานฯ และกลุ่มงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ 16 ผลงานฯ แต่ไม่พบผลงานฯ ในกลุ่มงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ โดยผลงานฯ โดยพบกระจายตัวใน 14 ประเทศ ส่วนใหญ่พบในอิตาลี (9 ผลงานฯ) รองลงมาคือ เยอรมนี และฟินแลนด์ (5 ผลงานฯ/ประเทศ) โปแลนด์ โปรตุเกส กรีซ บริเตนและไอร์แลนด์เหนือ ยูเครน และสวีเดน (2 ผลงานฯ/ประเทศ) ส่วนที่เหลือ 5 ประเทศ พบ 1 ผลงาน/ประเทศ (ภาคผนวกที่ 4.1: ทวีปยุโรป)

(4) อเมริกา

จาก 35 ผลงานฯ ที่สำรวจพบ อยู่ในกลุ่มงานวิจัยพื้นฐาน 26 ผลงานฯ กลุ่มงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ 7 ผลงานฯ และกลุ่มงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ 2 ผลงานฯ โดยพบผลงานฯ กระจายตัวใน 8 ประเทศ ส่วนใหญ่พบในสหรัฐอเมริกา (21 ผลงานฯ) รองลงมาคือ แคนาดา (4 ผลงานฯ) โคลอมเบีย (3 ผลงานฯ) เม็กซิโก และบราซิล (2 ผลงานฯ/ประเทศ) ส่วนที่เหลือ 3 ประเทศ พบ 1 ผลงาน/ประเทศ (ภาคผนวกที่ 4.1: ทวีปอเมริกา)

(5) โอเชียเนีย

จาก 9 ผลงานฯ ที่สำรวจพบ อยู่ในกลุ่มงานวิจัยพื้นฐาน 5 ผลงานฯ และกลุ่มงานวิจัยสังเคราะห์/วิเคราะห์ 4 ผลงานฯ แต่ไม่พบผลงานฯ ในกลุ่มงานวิจัยเทคนิค/ประยุกต์ โดยพบ 5 ผลงานฯ ใน นิวซีแลนด์ และ 4 ผลงานฯ ในออสเตรเลีย (ภาคผนวกที่ 4.1: ทวีปโอเชียเนีย)

4.2.2 ความพร้อมของพื้นที่สีเขียว ในการเป็น NbS

จากการสำรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น บ่งชี้ว่าพื้นที่สีเขียว เป็นหนึ่งใน NbS ที่ช่วยลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยในเมืองร่วมกับมาตรการอื่น ๆ ผ่านการให้บริการทางนิเวศที่สำคัญคือ C_{seq} ในฐานะแหล่งรองรับ (Sinks) ในเมือง ร่วมกับการให้บริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ ที่ให้คุณประโยชน์ต่อการดำรงอยู่ของคนเมือง และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น การลดอุณหภูมิในเมืองที่สูงขึ้นกว่าปกติเนื่องจากการเกิดสภาวะเกาะความร้อนในเมือง การลดการไหลบ่าและน้ำท่วมในเมือง การขจัดมลพิษทางอากาศ การเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ และสันทนาการต่าง ๆ ที่ยกระดับคุณภาพชีวิตของคนเมือง ตลอดจนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในเมือง กล่าวได้ว่า นอกเหนือจากการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ ต่อมนุษย์แล้ว พื้นที่สีเขียว ยังจัดเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญในระบบนิเวศเมือง (Agbelade and Onyekwelu 2020; Hepcan and Hepcan 2018; Parsa et al., 2019; Singkran, 2023; Snehlata et al., 2021; Sommeechai et al., 2018; Tor-ngern and Leksungnoen 2020; Yotapakdee et al., 2019)

ศักยภาพของพื้นที่สีเขียว ในการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ เช่น C_{seq} การขจัดมลพิษทางอากาศ การลดไหลบ่า/น้ำท่วมในเมือง การเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต และความหลากหลายทางชีวภาพในเมือง ฯลฯ ขึ้นอยู่กับชนิดและความหลากหลายชนิดของต้นไม้ การวางแผนปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม การจัดการดูแลรักษาต้นไม้ให้เติบโตได้เต็มที่ ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลาพอสมควร จนกว่าจะมีศักยภาพการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ สูงสุด (Agbelade and Onyekwelu, 2020; Dimobe et al., 2019; Jo et al., 2019; Kiss et al., 2015; Lindén et al., 2020; Othman et al., 2019; Parsa et al., 2019; Singkran, 2022; Singkran, 2023; Velasco and Chen, 2019)

ตัวอย่างเช่น Weissert et al. (2017) ศึกษา CO_{2abs} ของต้นไม้ผลัดใบ และต้นไม้ไม่ผลัดใบในเมืองออกแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ และสรุปว่า อัตรา C_{seq} โดยต้นไม้แปรผันตรงกับศักยภาพในการสังเคราะห์แสง และต้นไม้ไม่ผลัดใบมีการสังเคราะห์แสงสูงกว่าต้นไม้กลุ่มอื่นกว่า 50% แม้ในฤดูหนาว ดังนั้น ควรเลือกปลูกต้นไม้ชนิดที่ไม่ผลัดใบ มีอายุยืนยาว และลำต้นใหญ่ เพื่อเพิ่มศักยภาพ CO_{2abs} งานวิจัยของ Hepcan and Hepcan (2018) ระบุว่า สวนของเอกชนในเมือง Izmir ประเทศตุรกี มีบทบาทสำคัญในด้าน C_{seq} และการกักเก็บน้ำไหลบ่าในเมือง ดังนั้นพื้นที่สีเขียว ทุกชนิด ควรได้รับการวางแผนและจัดการอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถให้บริการทางนิเวศได้เต็มที่

Parsa et al (2019) ระบุว่า ศักยภาพ CO_{2abs} ของป่าไม้ในเมืองทาบรีส ประเทศอิหร่าน สามารถเพิ่มได้อีก 3 เท่า ของปริมาณที่ประเมินได้ในปี ค.ศ. 2015 (199,556.4 t- CO_2e) หากปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม และเติบโตเต็มที่กว่า 20 ปีขึ้นไป ขณะที่งานวิจัยของ Nicese et al. (2021) ระบุว่าสวนสาธารณะในเมือง Parco Nord Milano ที่ตั้งอยู่ในกรุงมิลาน มีศักยภาพ CO_{2abs} สูงกว่าปริมาณ CO_2e ที่ปลดปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ในเมือง ถึง 10 เท่า โดย CO_{2abs} ของสวนฯ ที่ปลูกต้นไม้เป็นแถว และสวนฯ ที่มีสภาพเป็นสวนป่า มีค่าเท่ากับ 789 และ 527 t- CO_2e /ha/50 ปี ตามลำดับ และตัวแปรที่มีผลต่อศักยภาพของสวนฯ คือ การวางแผนการปลูก และการบำรุงรักษาสวนฯ

อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจเอกสาร พบว่า ปริมาณ C_{seq} โดยพื้นที่สีเขียว ในงานวิจัยส่วนใหญ่ จากการสำรวจเอกสารครั้งนี้ มีสัดส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณ C ที่ปลดปล่อยจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในเมืองนั้น ๆ (BMA, 2015; Parsa et al., 2019; Russo et al., 2015; Singkran, 2022; Singkran, 2023) ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องขนาดของพื้นที่สีเขียวในเมือง สำหรับปลูกต้นไม้ ที่มีปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการทำกิจกรรมด้านอื่น ๆ ของคนเมือง ส่งผลให้มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชนิดต้นไม้ที่ปลูก โดยไม่สามารถปลูกต้นไม้ชนิดที่มีลำต้นสูงใหญ่ (และมี ศักยภาพ C_{seq} สูง) ในพื้นที่ขนาดเล็ก แออัด หรือในอาคารบ้านเรือน

ตัวอย่างเช่น Singkran (2022) ประเมิน C_{seq} และ CO_{2abs} เนื้อที่ดินของต้นไม้รวมทั้งสิ้น 74,348 ต้น ใน 25 สวนสาธารณะหลักใน กทม. จากการเก็บข้อมูลภาคสนามในปี ค.ศ. 2020 ได้ 11,112.2 t-C and 41,219.4 t- CO_2e ตามลำดับ โดย 10,166.8 t-C และ 37,753.1 t- CO_2e ได้จากต้นไม้ในกลุ่ม 1 (ทุกชนิดที่เก็บตัวอย่าง จำนวน 57,230 ต้น จาก 542 ชนิด ยกเว้นปาล์ม) และ 945.5 t-C และ 3,466.3 t- CO_2e จากต้นไม้ในกลุ่ม 2 (ปาล์ม จำนวน 17,118 ต้น ไม่ได้จำแนกชนิด) ทั้งนี้ CO_{2abs} รวมจาก 25 สวนฯ คิดเป็น 83.6%

ของก๊าซเรือนกระจก (นั่นคือ 49,279 t-CO₂e) ที่ดูดซับโดยพื้นที่สีเขียวฯ ทุกประเภทใน กทม. กรณีมีมาตรการลดก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มพื้นที่สีเขียว ซึ่งยังคงน้อยมาก ประมาณ 0.1% ของก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยใน กทม. (นั่นคือ 46.44 Mt-CO₂e; BMA, 2015)

ต่อมา Singkran (2023) ใช้ i-Tree Eco โปรแกรม สร้างแบบจำลองสถานการณ์ปรับปรุงพื้นที่สีเขียวฯ ใน 25 สวนฯ ใน กทม. เปรียบเทียบกับกรณีไม่มีการปรับปรุงฯ ในอีก 50 ปีข้างหน้า (ค.ศ. 2021-2071) เพื่อหาแนวทางเพิ่มศักยภาพ C_{seq} ของต้นไม้ในสวนสาธารณะ โดยเลือกชนิดของต้นไม้ตามที่เสนอแนะใน Singkran (2022) จำนวน 52,448 ต้น จาก 459 ชนิด (ไม่รวมไผ่และปาล์ม โดยลดลง 30% ของปริมาณต้นไม้ทั้งหมดที่สำรวจในปี 2020) จากผลคาดการณ์พบว่า การบริการทางนิเวศโดยรวม 3 ด้านที่พิจารณาในการวิจัยนี้ (ได้แก่ C_{seq} การลดน้ำท่วมในเมือง และการขจัดมลพิษทางอากาศ) ของทั้ง 25 สวนฯ กรณีมีการปรับปรุงพื้นที่สีเขียวฯ มีมูลค่าเฉลี่ยต่อปีสูงกว่ากรณีไม่มีการปรับปรุงถึง 150% (เพิ่มจาก 0.22 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2020 เป็น 0.55 ล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ)

ด้วยข้อจำกัดต่าง ๆ โดยเฉพาะการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง และการปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถดำเนินการได้ในพื้นที่แออัด คับแคบ ส่งผลให้การเพิ่มศักยภาพ C_{seq} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวฯ ในเมืองใหญ่ ไม่สามารถทำได้เต็มที่ อย่างไรก็ตาม การให้บริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ ของพื้นที่สีเขียวฯ ยังคงมีประโยชน์ไม่ยิ่งหย่อนกว่า C_{seq} โดยเฉพาะการเป็นแหล่งรวมความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศเมือง การยกระดับคุณภาพชีวิต และคุณค่าทางจิตวิญญาณ ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาโครงสร้างทางนิเวศวิทยาของป่าเขตร้อน 4 ประเภท ในพื้นที่บางกระเจ้า ที่ตั้งอยู่ทางตอนล่างของ กทม. โดย Sommeechai et al. (2018) พบความหลากหลายทางชีวภาพสูงสุดในป่าพื้นฟู และป่าชายเลน พบปานกลางในพื้นที่วนเกษตร-สวนครัว และพบต่ำสุดในสวนสาธารณะ

ต่อมา Yotapakdee et al. (2019) ศึกษาประโยชน์และคุณค่าของต้นไม้ใหญ่ (มูลค่าไม้ เครดิต C และคุณค่าทางจิตวิญญาณ) ในพื้นที่เดียวกัน (บางกระเจ้า) สรุปว่า ต้นไม้ใหญ่ที่มีมูลค่าสูงสุดอยู่ในสวนสาธารณะ รองลงมาคือ พื้นที่วัด ริมถนน พื้นที่เอกชน พื้นที่ร้าง และพื้นที่สาธารณะ ตามลำดับ มูลค่ารวมของต้นไม้ใหญ่ คิดเป็นเงินได้ 23,477 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ จำแนกเป็น 13,844, 7,309 และ 2,294 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ ของมูลค่าไม้ เครดิต C และคุณค่าทางจิตวิญญาณ ตามลำดับ งานวิจัยนี้เสนอแนะว่า ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียควรให้ความสำคัญกับการจัดการต้นไม้ใหญ่ในสวนสาธารณะ พื้นที่วัด และริมถนน ตลอดจนการจัดทำนโยบายที่เหมาะสมเพื่อความยั่งยืนทางระบบนิเวศ และความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ ทั้งนี้ Arifwidodo and Chandrasiri (2020) ระบุว่าประชากรที่มีรายได้ต่ำ อาศัยอยู่ในพื้นที่แออัดใน กทม. และเข้าถึงพื้นที่สีเขียว ได้น้อย มีโอกาสสูงที่จะเกิดความเครียดจากความร้อน และปัญหาสุขภาพ

4.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัยในส่วนของระบบนิเวศเมืองนี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การสร้างแบบจำลองศักยภาพ C_{seq} เพื่อประเมินค่า CO_{2abs} (เมื่อ $CO_{2abs} = C_{seq} \times 44/12$) โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว และการใช้ผลการสร้างแบบจำลองฯ ร่วมกับข้อเสนอแนะจากผู้แทนจากทุกภาคส่วน และการทำประชาพิจารณ์ จัดทำแผนที่นำทางฯ เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

4.3.1 วัตถุประสงค์การสร้างแบบจำลอง

(1) คาดการณ์ศักยภาพ C_{seq} และประเมิน CO_{2abs} โดยต้นไม้ปลูกเพิ่มเติมในภาพเหตุการณ์จำลอง (Modeling scenario; SC) พื้นที่สีเขียว ที่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน 5% (SC1) และ 10% (SC2) ของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and built-up land; U) ของประเทศไทย โดยแต่ละ SC กำหนดให้มีอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (Annual mortality rate; AMR) ของต้นไม้ที่ 1% (ไม่มีภาวะคุกคามร้ายแรง ต้นไม้มีอัตราการตายต่ำ) และ 3% (ได้รับผลกระทบจากภัยคุกคามร้ายแรง เช่น วิกฤตการณ์ทางสิ่งแวดล้อม (อุทกภัยครั้งใหญ่ ภัยแล้ง ฯลฯ) หรือการระบาดของศัตรูพืช ส่งผลให้ต้นไม้มีอัตราการตายสูง)

(2) เสนอแนะชนิดของต้นไม้สำหรับปลูกในพื้นที่สีเขียว เพื่อเพิ่มศักยภาพ C_{seq} และ CO_{2abs} โดยต้นไม้ และความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง ในแต่ละภาคของประเทศไทย

4.3.2 วัตถุประสงค์การจัดทำแผนที่นำทางฯ

(1) เสนอแนะนโยบาย และมาตรการเพื่อผลักดันให้พื้นที่สีเขียว เป็นหนึ่งใน NbS ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

(2) เสนอแนะการดำเนินการเกี่ยวกับการใช้พื้นที่สีเขียว เป็นแหล่งกักเก็บ C และดูดซับ CO_2 ภายใต้บริบทของการพัฒนากำลังคน การวิจัยและเทคโนโลยี นโยบาย ตลอดจนการเงิน เศรษฐกิจและสังคม

4.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

4.4.1 ชนิดและแหล่งข้อมูล

(1) ข้อมูลสำรวจและประเมิน U ทั่วประเทศ ของกรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department; LDD)

(2) ข้อมูลสำรวจและประเมินพื้นที่สีเขียว และต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ทั่วประเทศ ของกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (Department of Climate Change and Environment; DCCE)

4.4.2 วิธีการวิจัย

(1) สังเคราะห์/วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินกลุ่ม U พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (expected green areas; E-green) และพื้นที่สีเขียวจากการสำรวจ (Observed green areas; O-green)

วิเคราะห์และจัดทำแผนที่การใช้ที่ดินกลุ่ม U จากข้อมูลเชิงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ทั่วประเทศ ในรูปแบบ Shapefiles ของ LDD ที่จัดทำด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information system; GIS) ช่วงปี ค.ศ. 2019-2023 ทั้งนี้ LDD ประเมินการใช้ที่ดินกลุ่มต่าง ๆ ทั่วประเทศจากการสำรวจภาคสนาม ร่วมกับการวิเคราะห์ภาพถ่ายออร์โธรีซีเริงเลข และภาพถ่ายดาวเทียม ทั้งนี้ การใช้ที่ดินในกลุ่ม U ประกอบด้วย ตัวเมืองและย่านการค้า (U101) หมู่บ้านที่ดินจัดสรรร้าง (U200) หมู่บ้านบนพื้นราบ (U201) สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ (U301) ถนน (U405) พื้นที่อุตสาหกรรมร้าง (U500) โรงงานอุตสาหกรรม (U502) ลานตากและแหล่งรับซื้อทางการเกษตร (U503) สถานที่ร้าง (U600) สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ (U601) รีสอร์ท โรงแรม เกสต์เฮาส์ (U602) สุสาน ป่าช้า (U603) สถานบริการน้ำมัน (U605) และสนามกอล์ฟ (U701) ดูรายละเอียดหลักเกณฑ์การจำแนกการใช้ที่ดินกลุ่ม U และกลุ่มอื่น ๆ (พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด) ใน LDD (2024)

วิเคราะห์และจัดทำแผนที่ O-green และตำแหน่งต้นไม้ใน O-green ซึ่งได้จากการสำรวจภาคสนามร่วมกับการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม ในปี ค.ศ. 2019 โดย DCCE (ดูรายละเอียดใน DCCE 2024) สำหรับ E-green ในการวิจัยนี้ ครอบคลุมพื้นที่สีเขียว 6 ประเภท ตามนิยามและการจำแนกของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning; ONEP 2022c หน้า 10–11) ประกอบด้วย

- พื้นที่สีเขียวสาธารณะ เช่น สวนสาธารณะ สวนหย่อม สวนสุขภาพ สวนพฤกษศาสตร์ สนามเด็กเล่น
- พื้นที่สีเขียวอรรถประโยชน์ ได้แก่ พื้นที่สีเขียวส่วนบุคคล (เช่น สวนในโครงการพัฒนาของเอกชน สวนในบ้านและอาคารพักอาศัย) พื้นที่สีเขียวในสถาบัน (เช่น สถาบันราชการ สถาบันการศึกษา แหล่งประวัติศาสตร์) และพื้นที่สีเขียวในพื้นที่สาธารณูปการ (เช่น พื้นที่ฝังกลบขยะ พื้นที่รอบบ่อบำบัดน้ำเสีย เขตทำอากาศยาน เป็นต้น)
- พื้นที่สีเขียวที่เป็นริ้วทางตามแนวสาธารณูปการ เช่น พื้นที่ริมทางสัญจรทางบก บริเวณริมทางเกาะกลางถนน เขตทางรถไฟ และพื้นที่ริมทางสัญจรทางน้ำ บริเวณริมแม่น้ำ คลองชลประทาน
- พื้นที่สีเขียวเพื่อเศรษฐกิจของชุมชน เช่น พื้นที่สีเขียวที่เป็นแหล่งผลิตอาหารแก่ชุมชน ประเภทไร่ นา สวนผลไม้ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- พื้นที่สีเขียวธรรมชาติ เช่น พื้นที่สีเขียวบนเนินเขา พรุ แหล่งน้ำ พื้นที่ชุ่มน้ำ
- พื้นที่สีเขียวที่ยังไม่มีการใช้ประโยชน์ หรือรอการพัฒนา เช่น พื้นที่สีเขียวที่ปล่อยรกร้าง

นอกจากนี้ ONEP (2022c หน้า 12) ได้จัดทำแผนแม่บทการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมือง โดยกำหนดเป้าหมายของประเทศไทย ให้พื้นที่สีเขียว ได้รับการดูแลรักษาให้คงอยู่อย่างยั่งยืน ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพตามมาตรฐานของประเทศ ภายในปี ค.ศ. 2027 ผ่าน 5 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย

- พื้นที่สีเขียวสาธารณะต่อประชากร ไม่ต่ำกว่า 10 ตารางเมตร (ตร.ม.)/คน
- E-green ไม่ต่ำกว่า 10% ของพื้นที่เมือง
- พื้นที่สีเขียวต้นแบบ ภูมิภาคละ 5 แห่ง
- เครือข่ายพื้นที่สีเขียว ภูมิภาคละ 5 เครือข่าย
- เครื่องมือ กลไก องค์ความรู้ การบริหารจัดการพื้นที่สีเขียว อย่างน้อย 1 เรื่อง

(2) สร้าง SC คาดการณ์ศักยภาพ C_{seq} และประเมิน CO_{2obs} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ของแต่ละจังหวัด กรณีปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่สีเขียว ที่เพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน 5% (SC1) และ 10% (SC2) ของ U ในแต่ละจังหวัด และต้นไม้ในแต่ละ SC มี AMR ที่ 1 และ 3%

ในการวิจัยนี้ เลือกใช้ข้อมูลการสำรวจชนิดและค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at breast height; DBH) ต้นไม้ยืนต้น (Trees) ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก (Small trees) และไม้พุ่ม (Shrubs) ที่มีความสูงเมื่อเติบโตเต็มที่ไม่น้อยกว่า 1.3 เมตร (ม.) จากพื้นดิน ในพื้นที่สีเขียว ในแต่ละจังหวัด และจากการแปลผลได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ในปี ค.ศ. 2019 ของ DCEE (2024) เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้าง SC1-SC2 ข้างต้น ด้วยโปรแกรม i-Tree Eco (i-Tree Cooperative 2006a) และคาดการณ์ C_{seq} และ CO_{2obs} ของต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ในแต่ละจังหวัด เป็นเวลา 50 ปี โดยเริ่มคาดการณ์ในปี ค.ศ. 2024 (ปีที่ 0) และสิ้นสุดการคาดการณ์แบบจำลองในปี ค.ศ. 2074 (ปีที่ 50) ทั้งนี้ ไม่นำข้อมูลฯ ต้นไม้กลุ่มไม้และพาล์มมาร่วมสร้างแบบจำลอง เนื่องจากมีศักยภาพ C_{seq} ต่ำ (Singkran, 2022)

โปรแกรม i-Tree Species (i-Tree Cooperative 2006b) ถูกนำมาใช้เลือกชนิดต้นไม้ที่ต้องการปลูกเพิ่มเติม ใน SC1-SC2 ให้มีความเหมาะสมต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย โดยโปรแกรมฯ ได้กำหนดความสามารถในการทำงาน (functional ability) ของต้นไม้ เป็นคะแนนระหว่าง 0-10 ต่อการให้บริการทางนิเวศแต่ละด้าน ให้เลือกตามความต้องการของผู้วิจัย/สร้างแบบจำลอง ซึ่งในการวิจัยนี้ กำหนดให้โปรแกรม i-Tree Species เลือกชนิดต้นไม้ที่มีความสามารถในการทำงานด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า 8 คะแนน ประกอบด้วย (1) การกำจัดคาร์บอนมอนอกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate matters) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (2) การปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายออกมาต่ำ (3) ศักยภาพ C_{seq} และ (4) การลดรังสีอัลตราไวโอเล็ต

หลังจากนั้น โปรแกรมฯ จะประมวลผล และเลือกชนิดต้นไม้ที่ผ่านเกณฑ์ข้างต้น พร้อมกับเรียงลำดับชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมลดหลั่นกันในช่วง 10-100 (Top 10-100% of species) ซึ่งผู้วิจัยเลือกเฉพาะชนิดต้นไม้ที่ได้รับการจัดลำดับที่ดีที่สุดในช่วง 10-50% (Top 10-50% of species) เท่านั้น และต้องเป็นชนิดพันธุ์ท้องถิ่นที่พบได้ในประเทศไทย ในการสร้าง SC1-SC2 กำหนดค่า DBH ของต้นไม้ที่ 2 เซนติเมตร (ซม.) สำหรับต้นไม้แต่ละชนิดที่ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละ SC ในปี ค.ศ. 2024 แล้วคาดการณ์การเติบโตของต้นไม้หลังจากนั้นเป็นเวลา 50 ปี (2025-2074) สำหรับต้นไม้ที่ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละ SC จะมีความหนาแน่น (จำนวน

ต้น/ตร.ม.) เป็นสัดส่วนสอดคล้องกับพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มขึ้น 5 และ 10% ของ U ในจังหวัดนั้น ๆ โดยกำหนดความหนาแน่นต้นไม้ที่ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละ SC ที่ 1 ต้น/36 ตร.ม. สำหรับไม้ยืนต้นขนาดกลาง-ใหญ่ (BMA, 2023) นั่นคือในพื้นที่ 1,600 ตร.ม. (1 ไร่) จะปลูกได้ประมาณ 44 ต้น

(3) จัดประชุมกลุ่มย่อยรับฟังความคิดเห็นผู้แทนจากทุกภาคส่วน จำนวน 1 ครั้ง และจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 1 ครั้ง และใช้ข้อคิดเห็นจากการประชุมทั้ง 2 ครั้งนี้ ประกอบการจัดทำร่างแผนที่นำทางฯ ที่ใช้พื้นที่สีเขียวฯ เป็นหนึ่งใน NbS เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

(4) จัดประชุมประชาพิจารณ์ร่างแผนที่นำทางฯ ในข้อ (3) จำนวน 1 ครั้ง ให้ประชาชนและผู้สนใจทั่วไปมีส่วนร่วมในการพิจารณา และให้ข้อคิดเห็น เพื่อปรับปรุงร่างแผนที่นำทางฯ ให้มีเหมาะสม ครบถ้วน สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

(5) จัดทำแผนที่นำทางฯ จากผลการดำเนินงานในข้อ (1) - (4) ข้างต้น

4.5 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.5.1 ผลการสังเคราะห์/วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

จากข้อมูลการใช้ที่ดินของประเทศไทย (LDD, 2024) ช่วงปี ค.ศ. 2019-2023 พบว่า จากพื้นที่รวมทั้งประเทศ จำนวน 513,115 ตร.กม. เป็น U 31,765.4 ตร.กม. (6.19% ของพื้นที่ทั้งประเทศ) ขณะที่ O-green จากการสำรวจโดย DCCE (2024) ในปี ค.ศ. 2519 และสำรวจเพิ่มเติมเรื่อยมาจนถึงข้อมูลล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 พบประมาณ 127.91 ตร.กม (0.4% ของ U ทั้งประเทศ) และประเมินค่า CO_{2abs} ได้ประมาณ 247,237 t- CO_2e จากจำนวนต้นไม้ที่สำรวจทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ต้นไม้ที่สำรวจพบมีความหลากหลายสูงถึง 637 ชนิด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มสัดส่วนของ O-green ให้มากขึ้นสำหรับปลูกต้นไม้ที่มีศักยภาพ C_{seq} เพิ่มเติม โดยพิจารณาแยกแยะตามรายภาค ทั่วประเทศไทย (จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD 2024) ดังนี้

(1) ภาคเหนือ

พื้นที่ U รวมในภาคเหนือ คือ 7,045.9 ตร.กม. ขณะที่ข้อมูล O-green ในภาคนี้ ที่ DCCE (2024) สำรวจได้และปรับปรุงล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 คือ 35.35 ตร.กม หรือ 0.5% ของ U ในภาคเหนือ พบต้นไม้ดูดซับ CO_2 ได้ทั้งสิ้น 22,183.79 t- CO_2e เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า O-green ในแต่ละจังหวัด น้อยกว่า E-green (ที่ 5 และ 10% U) ในจังหวัดนั้น ๆ อยู่มาก โดยเฉพาะในจังหวัดแพร่ แม่ฮ่องสอน ตาก พะเยา สุโขทัย อุตรดิตถ์ และ อุทัยธานี ที่พบ O-green น้อยกว่า 1 ตร.กม. (ตารางที่ 21)

ต้นไม้ใน O-green ในภาคเหนือ จากการสำรวจโดย DCCE (2024) พบทั้งสิ้น 422 ชนิด โดยมีต้นไม้ในอันดับไม่เกิน Top 50% (จากการประเมินด้วย i-Tree Species โปรแกรม) ที่มีความเหมาะสมในการปลูก และศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บ C และลดมลพิษทางอากาศ) จำนวน 51 ชนิด (ภาคผนวก 4.2: ภาคเหนือ) ประกอบด้วย 27 ชนิด ในกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบ (Evergreen trees) และ 24 ชนิด ในกลุ่มไม้ผลัดใบ (Deciduous trees) ดังนั้น ในการสร้าง SC1 และ SC2 จะเลือกต้นไม้ 51 ชนิดนี้ ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละ

จังหวัดในภาคเหนือ โดยปริมาณต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มเป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% ของ U (SC2) ในจังหวัดนั้น ๆ และปลูกต้นไม้ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.

ตารางที่ 21 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคเหนือ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO_{2abs} (t- CO_2e)
เชียงใหม่	850.4	42.52	85.04	2.88	2,738.44
เชียงราย	706.5	35.33	70.65	7.39	865.46
เพชรบูรณ์	621.7	31.09	62.17	1.75	3,244.44
แพร่	234.3	11.71	23.43	0.20	1.75
แม่ฮ่องสอน	149.9	7.49	14.99	0.01	44.75
กำแพงเพชร	450.8	22.54	45.08	3.19	788.11
ตาก	316.3	15.81	31.63	0.18	15.06
นครสวรรค์	653.3	32.67	65.33	5.58	607.65
น่าน	231.9	11.59	23.19	5.44	1,011.81
พะเยา	256.6	12.83	25.66	0.23	6.80
พิจิตร	353.1	17.66	35.31	3.60	5,321.83
พิษณุโลก	604.8	30.24	60.48	2.24	1,638.24
ลำปาง	501.9	25.10	50.19	1.26	4,941.65
ลำพูน	229.1	11.45	22.91	1.07	910.02
สุโขทัย	356.4	17.82	35.64	0.10	42.24
อุตรดิตถ์	295.3	14.77	29.53	0.11	5.54
อุทัยธานี	233.6	11.68	23.36	0.12	0.00
รวม	7,045.9	352.30	704.59	35.35	22,183.79

(2) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ U รวมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ 10,336.3 ตร.กม. ขณะที่ข้อมูล O-green ในภาคนี้ ที่ DCCE (2024) สำรวจได้และปรับปรุงล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 คือ 49.19 ตร.กม หรือ 0.48% ของ U ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบต้นไม้ดูดซับ CO_2 ได้ทั้งสิ้น 112,629.65 t- CO_2e เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า O-green ในแต่ละจังหวัด น้อยกว่า E-green (ที่ 5 และ 10% U) ในจังหวัดนั้น ๆ อยู่มาก โดยเฉพาะในจังหวัดเลย นครพนม มุกดาหาร ศรีสะเกษ สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู และ อำนาจเจริญ ที่พบ O-green น้อยกว่า 1 ตร.กม. (ตารางที่ 22)

ต้นไม้ใน O-green ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากการสำรวจโดย DCCE (2024) พบทั้งสิ้น 316 ชนิด โดยมีต้นไม้ในอันดับไม่เกิน Top 50% (จากการประเมินด้วย i-Tree Species โปรแกรม) ที่มีความเหมาะสมในการปลูก และศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บ C และลดมลพิษทางอากาศ) จำนวน 40 ชนิด (ภาคผนวก 4.2: ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) ประกอบด้วย 20 ชนิด ในกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบ และ 20 ชนิด ในกลุ่มไม้ผลัดใบ ดังนั้น ในการสร้าง SC1 และ SC2 จะเลือกต้นไม้ 40 ชนิดนี้ ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยปริมาณต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มเป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% ของ U (SC2) ในจังหวัดนั้น ๆ และปลูกต้นไม้ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.

ตารางที่ 22 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO_{2abs} (t- CO_2e)
เลย	366.5	18.32	36.65	0.57	235.20
กาฬสินธุ์	499.3	24.97	49.93	1.23	4,393.35
ขอนแก่น	861.0	43.05	86.10	5.44	6,368.65
ชัยภูมิ	537.0	26.85	53.70	2.34	6,777.42
นครพนม	350.9	17.55	35.09	0.92	25.04
นครราชสีมา	1,706.5	85.32	170.65	5.89	1,283.74
บึงกาฬ	193.3	9.67	19.33	3.48	0.00
บุรีรัมย์	769.9	38.49	76.99	7.81	1,112.57
มหาสารคาม	397.4	19.87	39.74	1.61	3,183.54
มุกดาหาร	194.2	9.71	19.42	0.08	0.27
ยโสธร	245.2	12.26	24.52	4.49	19,985.90
ร้อยเอ็ด	585.9	29.29	58.59	1.67	1,025.11
ศรีสะเกษ	518.7	25.93	51.87	0.84	1,958.20
สกลนคร	576.5	28.83	57.65	3.35	799.74
สุรินทร์	268.7	13.43	26.87	0.72	0.00
หนองคาย	222.1	11.11	22.21	0.91	0.00
หนองบัวลำภู	215.5	10.78	21.55	0.99	54,545.27
อำนาจเจริญ	163.1	8.16	16.31	0.53	0.00
อุดรธานี	794.7	39.74	79.47	4.79	8,615.91
อุบลราชธานี	869.9	43.49	86.99	1.53	2,319.74
รวม	10,336.3	516.82	1,033.63	49.19	112,629.65

(3) ภาคกลาง

พื้นที่ U รวมในภาคกลาง คือ 7,544 ตร.กม. ขณะที่ข้อมูล O-green ในภาคนี้ ที่ DCCE (2024) สามารถได้และปรับปรุงล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 คือ 23.03 ตร.กม หรือ 0.31% ของ U ในภาคกลาง พบต้นไม้ดูดซับ CO₂ ได้ทั้งสิ้น 59,956.16 t-CO₂e เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า O-green ในแต่ละจังหวัด น้อยกว่า E-green (ที่ 5 และ 10% U) ในจังหวัดนั้น ๆ อยู่มาก โดยพบ O-green น้อยกว่า 1 ตร.กม. ในจังหวัดส่วนใหญ่ มีเพียง 6 จังหวัดที่พบ O-green มากกว่า 1 ตร.กม. แต่ยังคงน้อยกว่า 10 ตร.กม. ได้แก่ เพชรบุรี กทม. นครปฐม นนทบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สระบุรี และ สิงห์บุรี (ตารางที่ 23)

ต้นไม้ใน O-green ในภาคกลาง จากการสำรวจโดย DCCE (2024) พบทั้งสิ้น พบทั้งสิ้น 584 ชนิด โดยมีต้นไม้ในอันดับไม่เกิน Top 50% (จากการประเมินด้วย i-Tree Species โปรแกรม) ที่มีความเหมาะสมในการปลูก และศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บ C และลดมลพิษทางอากาศ) จำนวน 68 ชนิด (ภาคผนวก 4.2: ภาคกลาง) ประกอบด้วย 32 ชนิด ในกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบ และ 36 ชนิด ในกลุ่มไม้ผลัดใบ ดังนั้น ในการสร้าง SC1 และ SC2 จะเลือกต้นไม้ 68 ชนิดนี้ ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละจังหวัดในภาคกลาง โดยปริมาณต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มเป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% ของ U (SC2) ในจังหวัดนั้น ๆ และปลูกต้นไม้ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.

ตารางที่ 23 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคกลาง จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO _{2abs} (t-CO ₂ e)
เพชรบุรี	318.8	15.94	31.88	1.07	97.5
กรุงเทพมหานคร	1,060.2	53.01	106.02	1.42	2,491.89
กาญจนบุรี	578.3	28.92	57.83	0.97	56.84
ชัยนาท	255.4	12.77	25.54	0.06	115.44
นครนายก	234.4	11.72	23.44	0.12	27.03
นครปฐม	475.6	23.78	47.56	1.23	24.25
นนทบุรี	291.6	14.58	29.16	2.00	2,649.38
ปทุมธานี	454.5	22.73	45.45	0.40	48,651.74
ประจวบคีรีขันธ์	370.5	18.53	37.05	8.54	1,785.49
พระนครศรีอยุธยา	490.7	24.54	49.07	0.34	9.53
ราชบุรี	478.4	23.92	47.84	0.76	1,022.41
ลพบุรี	510.0	25.50	51.00	0.30	25.50
สมุทรปราการ	420.7	21.04	42.07	0.68	56.59
สมุทรสงคราม	63.5	3.18	6.35	0.74	86.25

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO _{2abs} (t-CO ₂ e)
สมุทรสาคร	237.1	11.86	23.71	0.02	3.53
สระบุรี	489.2	24.46	48.92	1.63	2,735.46
สิงห์บุรี	141.1	7.06	14.11	2.28	62.56
สุพรรณบุรี	530.0	26.50	53.00	0.31	30.43
อ่างทอง	144.0	7.20	14.40	0.16	24.34
รวม	7,544.0	377.20	754.40	23.03	59,956.16

(4) ภาคตะวันออกเฉียง

พื้นที่ U รวมในภาคตะวันออกเฉียง คือ 3,189.3 ตร.กม. ขณะที่ข้อมูล O-green ในภาคนี้ ที่ DCCE (2024) สํารวจได้และปรับปรุงล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 คือ 10.29 ตร.กม. หรือ 0.32% ของ U ในภาคตะวันออกเฉียง พบต้นไม้ดูดซับ CO₂ ได้ทั้งสิ้น 18,078.58 t-CO₂e เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า O-green ในแต่ละจังหวัด น้อยกว่า E-green (ที่ 5 และ 10% U) ในจังหวัดนั้น ๆ อยู่มาก มีเพียงจังหวัดเดียวที่ O-green มากกว่า 1 ตร.กม. ได้แก่ จังหวัดระยอง (ตารางที่ 24)

ต้นไม้ใน O-green ในภาคตะวันออกเฉียง จากการสำรวจโดย DCCE (2024) พบทั้งสิ้น 190 ชนิด โดยมีต้นไม้ในอันดับไม่เกิน Top 50% (จากการประเมินด้วย i-Tree Species โปรแกรม) ที่มีความเหมาะสมในการปลูก และศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บ C และลดมลพิษทางอากาศ) จำนวน 33 ชนิด (ภาคผนวก 4.2: ภาคตะวันออกเฉียง) ประกอบด้วย 17 ชนิด ในกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบ และ 16 ชนิด ในกลุ่มไม้ผลัดใบ ดังนั้น ในการสร้าง SC1 และ SC2 จะเลือกต้นไม้ 40 ชนิดนี้ ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละจังหวัดในภาคตะวันออกเฉียง โดยปริมาณต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มเป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% ของ U (SC2) ในจังหวัดนั้น ๆ และปลูกต้นไม้ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.

ตารางที่ 24 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคตะวันออกเฉียงใต้ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO_{2abs} (t- CO_2e)
จันทบุรี	240.9	12.04	24.09	0.54	3,928.82
ฉะเชิงเทรา	477.8	23.89	47.78	0.56	1,526.97
ชลบุรี	977.7	48.89	97.77	0.93	767.35
ตราด	105.0	5.25	10.50	0.50	0.00
ปราจีนบุรี	418.1	20.91	41.81	0.54	0.00
ระยอง	555.8	27.79	55.58	7.13	11,855.44
สระแก้ว	414.0	20.70	41.40	0.09	0.00
รวม	3,189.3	159.47	318.93	10.29	18,078.58

(5) ภาคใต้

พื้นที่ U รวมในภาคใต้ คือ 3,649.9 ตร.กม. ขณะที่ข้อมูล O-green ในภาคนี้ ที่ DCCE (2024) สํารวจได้และปรับปรุงล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 คือ 10.05 ตร.กม หรือ 0.28% ของ U ในภาคใต้ พบต้นไม้ดูดซับ CO_2 ได้ทั้งสิ้น 34,388.57 t- CO_2e เมื่อพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า O-green ในแต่ละจังหวัดน้อยกว่า E-green (ที่ 5 และ 10% U) ในจังหวัดนั้น ๆ อยู่มาก โดยมีเพียง 4 จังหวัดที่ O-green มากกว่า 1 ตร.กม. ได้แก่จังหวัดชุมพร ตรัง สงขลา และ สุราษฎร์ธานี (ตารางที่ 25)

ต้นไม้ใน O-green ในภาคใต้ จากการสำรวจโดย DCCE (2024) พบทั้งสิ้น 380 ชนิด โดยมีต้นไม้ในอันดับไม่เกิน Top 50% (จากการประเมินด้วย i-Tree Species โปรแกรม) ที่มีความเหมาะสมในการปลูกและศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บ C และลดมลพิษทางอากาศ) จำนวน 49 ชนิด (ภาคผนวก 4.2: ภาคใต้) ประกอบด้วย 27 ชนิด ในกลุ่มไม้ไม่ผลัดใบ และ 22 ชนิด ในกลุ่มไม้ผลัดใบ ดังนั้น ในการสร้าง SC1 และ SC2 จะเลือกต้นไม้ 51 ชนิดนี้ ปลูกเพิ่มเติมในแต่ละจังหวัดในภาคใต้ โดยปริมาณต้นไม้ที่ปลูกขึ้นอยู่กับปริมาณพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มเป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% ของ U (SC2) ในจังหวัดนั้น ๆ และปลูกต้นไม้ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.

ตารางที่ 25 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U, LDD 2024) พื้นที่สีเขียวเป้าหมาย (E-green) ที่ 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ในการวิจัยนี้ พื้นที่สีเขียว (O-green) และปริมาณการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจของ DCCE (2024) ในภาคใต้ จำแนกภาค และจังหวัดในแต่ละภาค ตาม LDD (2024)

จังหวัด	U (ตร.กม.)	E-green = 5%U (ตร.กม.)	E-green = 10% U (ตร.กม.)	O-green (ตร.กม.)	CO_{2abs} (t- CO_2e)
กระบี่	209.0	10.45	20.90	0.51	1,074.49
ชุมพร	222.7	11.14	22.27	1.90	100.11
ตรัง	250.1	12.50	25.01	1.36	2,175.69
นครศรีธรรมราช	646.7	32.34	64.67	0.52	3,552.12
นราธิวาส	201.6	10.08	20.16	0.00	0.00
ปัตตานี	189.1	9.45	18.91	0.43	33.21
พังงา	152.6	7.63	15.26	0.08	0.00
พัทลุง	268.0	13.40	26.80	0.98	697.54
ภูเก็ต	169.9	8.49	16.99	0.33	849.66
ยะลา	146.9	7.35	14.69	1.00	10,267.33
ระนอง	86.9	4.35	8.69	0.19	4,937.16
สงขลา	561.2	28.06	56.12	1.49	7.77
สตูล	108.0	5.40	10.80	0.06	109.80
สุราษฎร์ธานี	437.2	21.86	43.72	1.20	10,583.69
รวม	3,649.9	182.50	364.99	10.05	34,388.57

4.5.2 ผลการสร้างแบบจำลองฯ

(1) การเลือกชนิดต้นไม้เพื่อปลูกเพิ่มเติมใน SC1–SC2

จากการใช้โปรแกรม i-Tree Species เลือกชนิดต้นไม้กลุ่ม Top 10-50% สำหรับปลูกเพิ่มเติมใน SC1-SC2 ในแต่ละจังหวัดในแต่ละภาค ได้ชนิดต้นไม้ท้องถิ่นที่ DCCE (2044) สำรวจพบในพื้นที่ดังกล่าว รวมทั้งสิ้น 73 ชนิดที่เหมาะสมต่อการปลูกในภาคเหนือ (51 ชนิด) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (40 ชนิด) ภาคกลาง (68 ชนิด) ภาคตะวันออก (33 ชนิด) และภาคใต้ (49 ชนิด) ดูชนิดและลักษณะสำคัญในตารางที่ 26

ทั้งนี้ เกณฑ์ที่กำหนดให้โปรแกรม i-Tree species เลือกชนิดต้นไม้ฯ (ต้องได้ 8 คะแนนขึ้นไปจากคะแนนเต็ม 10) ประกอบด้วย (1) การกักจับคาร์บอนมอนอกไซด์, ไนโตรเจนไดออกไซด์, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (2) การปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายออกมาต่ำ (3) ศักยภาพ C_{seq} และ (4) การลดรังสีอัลตราไวโอเล็ต

ตารางที่ 26 ชื่อวิทยาศาสตร์ อันดับความเหมาะสมต่อการปลูกในท้องถิ่น ศักยภาพกักเก็บคาร์บอน และการลดมลพิษทางอากาศ ในช่วงไม่เกิน Top 50% ตลอดจนรูปแบบการเติบโต และชนิดใบ ของต้นไม้ที่แนะนำให้ปลูกเพิ่มเติมในพื้นที่สีเขียวๆ ในแต่ละภาคของประเทศไทย

ชื่อวิทยาศาสตร์	อันดับ ¹	รูปแบบการเติบโต	ชนิดใบ	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้
<i>Adansonia digitata</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	x	x
<i>Albizia lebbek</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Albizia lebbekoides</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	x	/	/	x
<i>Albizia procera</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Anacardium occidentale</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Annona muricata</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	/	/
<i>Annona reticulata</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	x	x	/
<i>Annona squamosa</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Araucaria columnaris</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Araucaria heterophylla</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Artocarpus altilis</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Bauhinia purpurea</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Bauhinia tomentosa</i>	Top 40%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Bauhinia variegata</i>	Top 50%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ผลัดใบ	/	x	/	x	/
<i>Bauhinia x blakeana</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Brachychiton acerifolius</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Broussonetia papyrifera</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Calophyllum antillanum</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	x	x	x
<i>Calophyllum inophyllum</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Cananga odorata</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Ceiba pentandra</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Ceiba speciosa</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Cinnamomum camphora</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	x	/
<i>Citrus aurantium</i>	Top 40%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Clusia rosea</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Colubrina asiatica</i>	Top 40%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ไม่ผลัดใบ	x	/	x	x	x
<i>Couroupita guianensis</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Crescentia alata</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Crescentia cujete</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	/	/	x	/
<i>Dalbergia sissoo</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Delonix regia</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Erythrina fusca</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Erythrina variegata</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Ficus altissima</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Ficus benghalensis</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Ficus benjamina</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Ficus microcarpa</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	x	/
<i>Ficus religiosa</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Garcinia dulcis</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	/	/

ชื่อวิทยาศาสตร์	อันดับ ¹	รูปแบบการเติบโต	ชนิดใบ	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้
<i>Garcinia mangostana</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	/	/
<i>Gmelina arborea</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	x	x	x	/
<i>Grevillea robusta</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	/	x
<i>Hibiscus mutabilis</i>	Top 10%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Kigelia africana</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Litchi chinensis</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	x	x
<i>Mangifera indica</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Manilkara zapota</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Melia azedarach</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	x	/	x	/
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Persea americana</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	x	x
<i>Plumeria obtusa</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Pterocarpus indicus</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Rhizophora mucronata</i>	Top 50%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	x	x	/	x	/
<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	x	x	/	x	x
<i>Spathodea campanulata</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Swietenia macrophylla</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Syzygium cumini</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Syzygium grande</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	x	x	x	/
<i>Syzygium jambos</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Syzygium malaccense</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Tabebuia aurea</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	x	/
<i>Tabebuia rosea</i>	Top 40%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Tamarindus indica</i>	Top 10%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Terminalia catappa</i>	Top 30%	ไม้ต้น	ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Terminalia ivorensis</i>	Top 20%	ไม้ต้น	ไม่ผลัดใบ	/	/	/	/	/
<i>Thevetia peruviana</i>	Top 50%	ไม้ต้นขนาดเล็ก	ไม่ผลัดใบ	/	x	/	x	/

¹อันดับของชนิดต้นไม้ประเมินด้วยโปรแกรม i-Tree Species (i-Tree Cooperative 2006b)

/: พบการแพร่กระจายในภาคนั้น ๆ (DCCE, 2024)

X: ไม่พบการแพร่กระจายในภาคนั้น ๆ (DCCE, 2024)

(2) ผลการสร้าง SC1-SC2 รายปี ระดับภาค

จากผลการสร้างภาพเหตุการณ์จำลอง (SC) เพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ เป็น 5% ของ U (SC1) และ 10% U (SC2) และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม (ดูชนิดต้นไม้ที่เลือกปลูกเพิ่มเติมในแต่ละภาคที่จังหวัดนั้น ๆ ตั้งอยู่ในตารางที่ 26) ตามสัดส่วนพื้นที่สีเขียวฯ ที่เพิ่มขึ้น (ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม.) ในแต่ละจังหวัด (76 จังหวัด + กทม.) เพื่อคาดการณ์ศักยภาพ C_{seq} และประเมินค่า CO_{2abs} ($CO_{2abs} = C_{seq} \times 44/12$) ในจังหวัดนั้น ๆ เป็นเวลา 50 ปี โดยคาดการณ์ฯ การปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในปีที่ 0 ในปี ค.ศ. 2024 และสิ้นสุดการคาดการณ์ในปีที่ 50 (2074) พบว่า จังหวัดที่สามารถเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ได้มาก ก็จะปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่ดังกล่าวได้มากขึ้น และส่งผลให้มีศักยภาพ C_{seq} และ CO_{2abs} สูงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม อัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) ที่ 3% (กรณีได้รับผลกระทบจากภัยคุกคามร้ายแรง เช่น วิกฤตการณ์ทางสิ่งแวดล้อม (อุทกภัยครั้งใหญ่ ภัยแล้ง ฯลฯ) หรือการระบาดของศัตรูพืช) ส่งผลให้ต้นไม้ตายก่อนโตเต็มที่ที่จะมีศักยภาพ C_{seq} สูงสุด และทำให้ CO_{2abs} โดยต้นไม้ในพื้นที่ดังกล่าวลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับ กรณีที่กำหนดให้ต้นไม้ในพื้นที่ดังกล่าวมี AMR = 1% (ไม่มีภาวะคุกคามร้ายแรง ต้นไม้มีอัตราการตายต่ำ)

หลังจากนั้น นำผลคาดการณ์ของแต่ละจังหวัดในแต่ละ SC มารวมกันเป็นรายภาค เพื่อเปรียบเทียบในภาพรวมระดับประเทศ พบว่าพื้นที่สีเขียวฯ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีศักยภาพ C_{seq} มากที่สุดในทุก SC ที่ % AMR เท่ากัน เนื่องจากมีพื้นที่รวม (20 จังหวัด) และมีพื้นที่สีเขียวฯ ในการปลูกทดต้นไม้มากที่สุด รองลงมาคือ ภาคกลาง (18 จังหวัด + กทม.) ภาคเหนือ (17 จังหวัด) ภาคใต้ (14 จังหวัด) และภาคตะวันออก (7 จังหวัด) ตามลำดับ ทั้งนี้ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ทั่วประเทศ ที่ 10% U (3,176.54 ตร.กม. หรือประมาณ 1.99 ล้านไร่) จะสามารถเพิ่ม ศักยภาพ C_{seq} และ CO_{2abs} ได้ประมาณ 2 เท่าของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ทั่วประเทศ ที่ 5% U (1,588.29 ตร.กม. หรือประมาณ 0.99 ล้านไร่) ในแต่ละช่วงปีที่พิจารณา (ตารางที่ 27)

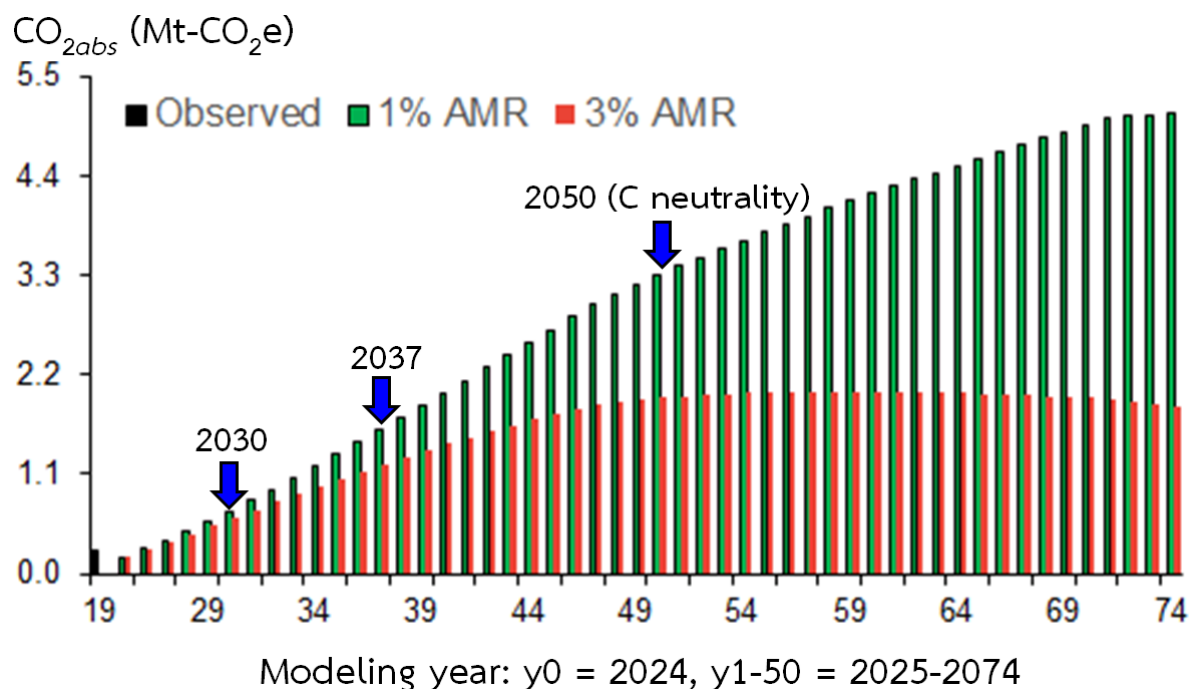
ตารางที่ 27 พื้นที่ชุ่มชื้นและสิ่งปลูกสร้าง (U, ตร.กม.) รายภาค (LDD 2024) พื้นที่สีเขียว (O-green, ตร.กม.) และการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ($t\text{-CO}_2\text{e}$) ในพื้นที่สีเขียวจากการสำรวจ ($\text{CO}_{2\text{abs-obs}}$) ของ DCCE (2024) และจากภาพเหตุการณ์จำลอง (SC, $\text{CO}_{2\text{abs-pred}}$) เมื่อปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มขึ้น 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) ที่อัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1% และ 2% ของต้นไม้ในพื้นที่คาดการณ์

ตัวแปร	เหนือ	ออกเหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	รวม
การสำรวจ						
U (ตร.กม., LDD 2024)	7,045.90	10,336.30	7,544.00	3,189.30	3,649.90	31,765.40
O-green (ตร.กม., DCCE 2024)	35.35	49.19	23.03	10.29	10.05	127.91
$\text{CO}_{2\text{abs-obs}}$ ($t\text{-CO}_2\text{e}$, DCCE 2024)	22,183.79	112,629.65	59,956.16	18,078.58	34,388.57	247,236.75
ผลคาดการณ์ $\text{CO}_{2\text{abs-pred}}$ ($t\text{-CO}_2\text{e}$) ในการวิจัยนี้						
SC1: green area = 5% U	352.30	516.82	377.20	159.47	182.50	1,588.29
2030						(992,681.25 ไร่)
· 1% AMR	157,893.48	216,893.17	169,327.80	67,478.77	82,995.05	694,588.27
· 3% AMR	139,745.31	191,906.23	149,841.95	59,697.26	73,502.37	614,693.12
2037						
· 1% AMR	364,970.34	496,597.72	377,451.92	157,871.28	189,046.45	1,585,937.71
· 3% AMR	279,976.06	380,862.19	289,511.54	121,056.01	145,062.88	1,216,468.68
2050 (Carbon neutrality)						
· 1% AMR	761,384.48	1,041,763.93	764,115.23	340,018.56	390,284.07	3,297,566.27
· 3% AMR	447,874.06	612,795.66	449,499.61	200,049.74	229,559.01	1,939,778.08
SC2: green area = 10% U	704.59	1,033.63	754.40	318.93	364.99	3,176.54
2030						(1,985,343.75 ไร่)
· 1% AMR	315,695.34	433,781.92	338,621.66	134,961.02	165,982.69	1,389,042.63
· 3% AMR	279,486.10	383,808.54	299,653.86	119,397.60	146,998.14	1,229,344.24
2037						
· 1% AMR	729,725.72	993,185.65	754,825.95	315,750.82	378,079.74	3,171,567.88
· 3% AMR	559,943.61	761,716.86	578,963.28	242,118.35	290,115.63	2,432,857.73
2050 (Carbon neutrality)						
· 1% AMR	1,522,317.30	2,083,507.71	1,528,070.24	680,055.13	780,544.48	6,594,494.86
· 3% AMR	895,734.92	1,225,579.46	898,904.88	400,110.08	459,104.03	3,879,433.37

(3) ผลการสร้าง SC1-SC2 รายปี ระดับประเทศ

ค่า $\text{CO}_{2\text{abs-pred}}$ รายปีที่ได้จาก SC1 (เพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ เป็น 5% U และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม) ของต้นไม้ทั้งหมดในแต่ละพื้นที่เป็นเวลา 50 ปี (2025-2574) และ ค่า $\text{CO}_{2\text{abs-obs}}$ ($0.25 \text{ Mt-CO}_2\text{e}$) ทั้งหมดของ DCCE (2024) ในปี ค.ศ. 2019 และปรับปรุงข้อมูลล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 นำเสนอในรูปที่ 73 ผลการคาดการณ์ใน SC1 บ่งชี้ว่า ปริมาณ $\text{CO}_{2\text{abs-pred}}$ ในภาพรวมทั้งประเทศ หลังปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในปีที่ 0 (2024) จนถึงปีที่ 1 (2525) มีค่าน้อยกว่าค่า $\text{CO}_{2\text{abs-obs}}$ ในปี 2019 ทั้งกรณี AMR 1 และ 3% (รูปที่ 73) ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากต้นไม้ที่สำรวจพบในปี 2019 ส่วนหนึ่งตายไปตามธรรมชาติ และ/หรือ เหตุปัจจัยต่าง ๆ เช่นเดียวกับต้นไม้ที่ปลูกเพิ่มเติมในปี 2024 ที่ส่วนหนึ่งตายไป ขณะที่ส่วนที่รอดตายก็ยังมีต้นเล็กอยู่ ทำให้มี

ศักยภาพ CO_{2abs} ยังมีไม่เต็มที่ อย่างไรก็ตาม ศักยภาพ CO_{2abs} โดยต้นไม้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่วันที่ 2 (2026) เป็นต้นไป และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเลยปีที่ 50 (2074) ซึ่งเป็นปีสุดท้ายของการคาดการณ์ (2074) สำหรับ SC1 ที่ 1% AMR (รูปที่ 73; 1% AMR) ส่วนที่ 3 % AMR ต้นไม้มีศักยภาพ CO_{2abs} เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีที่ 2 (2026) และมีค่าสูงสุดในปีที่ 35 (2059) หลังจากนั้น ศักยภาพ CO_{2abs} โดยต้นไม้ลดลงเรื่อย ๆ ส่วนหนึ่งเป็นผลจากต้นไม้ตายมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป (รูปที่ 73; 3% AMR)

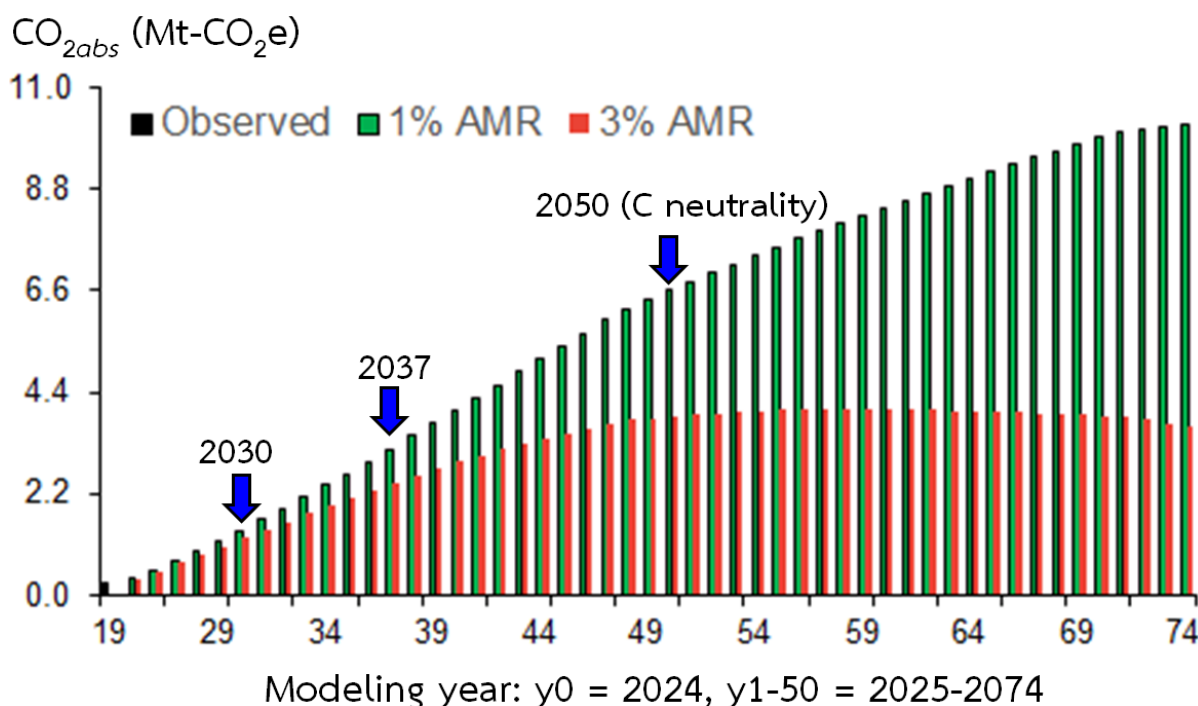


รูปที่ 73 ค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจ (Observed) ในปี ค.ศ. 2019 โดย DCCE (2024) และจากการสร้างภาพเหตุการณ์จำลองการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 5% ของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พร้อมปลูกต้นไม้เพิ่มเติม (ความหนาแน่น 1 ต้น/ตร.ม.) ในปี 2024 และคาดการณ์ CO_{2abs} เป็นเวลา 50 ปี กรณีต้นไม้ในแต่ละพื้นที่มีอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1 และ 3%

ค่า $CO_{2abs-pred}$ จาก SC1 (เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 5% U และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม) ตามช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ประเทศไทยกำหนดเป้าหมายทางคาร์บอน ได้แก่ปี ค.ศ. 2030 (ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 40%) 2037 (เพิ่มแหล่ง C_{seq} และ CO_{2abs} ให้ได้ 120 Mt-CO₂e) และ 2050 (มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน; C neutrality) สรุปได้ดังนี้

- ในปี ค.ศ. 2030 มีค่า 0.69 Mt-CO₂e กรณี 1% AMR และ 0.61 Mt-CO₂e กรณี 3% AMR
- ในปี ค.ศ. 2037 มีค่า 1.59 Mt-CO₂e กรณี 1% AMR และ 1.22 Mt-CO₂e กรณี 3% AMR
- ในปี ค.ศ. 2050 มีค่า 3.30 Mt-CO₂e กรณี 1% AMR และ 1.94 Mt-CO₂e กรณี 3% AMR

ค่า $CO_{2abs-pred}$ รายปีที่ได้จาก SC2 (เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% U และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม) ของต้นไม้ทั้งหมดในแต่ละพื้นที่เป็นเวลา 50 ปี (2025-2574) และ ค่า $CO_{2abs-obs}$ (0.25 Mt-CO₂e) ทั้งประเทศของ DCCE (2024) ในปี ค.ศ. 2019 และปรับปรุงข้อมูลล่าสุดในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 2024 นำเสนอในรูปที่ 74 ผลการคาดการณ์ใน SC2 แตกต่างจากใน SC1 อย่างชัดเจน โดยเฉพาะหลังปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในปีที่ 0 (2024) จนถึงและปีที่ 1 (2525) ที่ $CO_{2abs-pred}$ มีค่าสูงกว่า $CO_{2abs-obs}$ ในปี 2019 ทั้งกรณี AMR 1 และ 3% (รูปที่ 74) เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 2 เท่าของ SC1 ส่งผลให้ปลูกต้นไม้ได้มากขึ้นและชดเชยการตายด้วยสาเหตุต่าง ๆ ของต้นไม้ที่สำรวจพบในปี ค.ศ. 2019 และต้นไม้ที่ปลูกเพิ่มเติมในปี ค.ศ. 2024 ใน SC2 นอกจากนี้ ศักยภาพ CO_{2abs} โดยต้นไม้เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ในปีที่ 1 (2025) เป็นต้นไป และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นเลยปีที่ 50 (2074) ของการคาดการณ์ สำหรับ SC2 ที่ 1% AMR (รูปที่ 74; 1% AMR) ส่วนที่ 3 % AMR ถึงแม้ต้นไม้มีศักยภาพ CO_{2abs} เพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีที่ 1 (2025) เช่นเดียวกับที่ 1% AMR แต่มีค่าสูงสุดในปีที่ 35 (2059) เช่นเดียวกับผลคาดการณ์ใน SC1 ที่ 3% AMR) หลังจากนั้น ศักยภาพ CO_{2abs} โดยต้นไม้ลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไป (รูปที่ 74; 3% AMR)



รูปที่ 74 ค่าการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_{2abs}) จากการสำรวจ (Observed) ในปี ค.ศ. 2019 โดย DCCE (2024) และจากการสร้างภาพเหตุการณ์จำลองการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% ของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พร้อมปลูกต้นไม้เพิ่มเติม (ความหนาแน่น 1 ต้น/ตร.ม.) ในปี 2024 และคาดการณ์ CO_{2abs} เป็นเวลา 50 ปี กรณีต้นไม้ในแต่ละพื้นที่มีอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) 1 และ 3%

ค่า $CO_{2abs-pred}$ จาก SC2 (เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% U และปลูกต้นไม้เพิ่มเติม) ตามช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ประเทศไทยกำหนดเป้าหมายทางคาร์บอน ได้แก่ปี ค.ศ. 2030 (ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง 40%) 2037 (เพิ่มแหล่ง C_{seq} และ CO_{2abs} ให้ได้ 120 t- CO_2e) และ 2050 (มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน: C neutrality) สรุปได้ดังนี้

- ในปี ค.ศ. 2030 มีค่า 1.39 Mt- CO_2e กรณี 1% AMR และ 1.23 Mt- CO_2e กรณี 3% AMR
- ในปี ค.ศ. 2037 มีค่า 3.17 Mt- CO_2e กรณี 1% AMR และ 2.43 Mt- CO_2e กรณี 3% AMR
- ในปี ค.ศ. 2050 มีค่า 6.59 Mt- CO_2e กรณี 1% AMR และ 3.88 Mt- CO_2e กรณี 3% AMR

4.5.3 ผลการจัดประชุมรับฟังความคิดเห็น

จัดประชุมกลุ่มย่อยเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นของผู้แทนจากภาคส่วนต่าง ๆ ที่มีส่วนได้ส่วนเสีย (การประชุมครั้งที่ 1) ในวันที่ 9 เมษายน 2567 เวลา 9:30-11:00 น. ณ โรงแรมทีเค พาเลส & คอนเวนชัน กทม. โดยมีผู้แทนจากภาคส่วนต่าง ๆ เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยฯ ทั้งหมด 29 ท่าน ประกอบด้วย 17 ท่านที่เข้าร่วมประชุมในห้องประชุมของโรงแรมฯ และ 12 ท่าน ร่วมประชุมออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting (รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยฯ รวบรวมไว้ในภาคผนวก 4.3) ทั้งนี้ ได้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์จากผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยฯ ต่อ 6 ประเด็นหลัก ดังสรุปไว้ตารางที่ 28 สำหรับข้อคิดเห็นของผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยฯ แต่ละท่านได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก 4.4

จัดประชุมหารือผู้เชี่ยวชาญ (การประชุมครั้งที่ 2) ในภาพรวมทั้งโครงการวิจัย (ไม่ได้แยกเป็นการประชุมกลุ่มย่อยของแต่ละระบบนิเวศ) ในวันที่ 20 พฤศจิกายน 2567 เวลา 9:00-11:00 น. ณ โรงแรมเซนจูรี พาร์ค กทม. มีผู้เข้าร่วมประชุมฯ ทั้งหมด 66 ท่าน ประกอบด้วย 32 ท่านที่เข้าร่วมประชุมในห้องประชุมของโรงแรมฯ และ 34 ท่าน ร่วมประชุมออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting (รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมครั้งที่ 2 รวบรวมไว้ในภาคผนวก 5) ผลการประชุมในครั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมการประชุมฯ ให้ความเห็นส่วนใหญ่เกี่ยวกับระบบปากก ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และระบบนิเวศการเกษตร เป็นหลัก ไม่ได้มีประเด็นสำคัญเกี่ยวกับระบบนิเวศเมือง เช่นเดียวกับการประชุมประชาพิจารณ์ (การประชุมครั้งที่ 3) ในภาพรวมทั้งโครงการวิจัย ในวันที่ 25 ธันวาคม 2567 เวลา 9:00-11:00 น. ณ โรงแรมเซนจูรี พาร์ค กทม. มีผู้เข้าร่วมประชุมฯ ทั้งหมด 123 ท่าน ประกอบด้วย 70 ท่านที่เข้าร่วมประชุมในห้องประชุมของโรงแรมฯ และ 53 ท่าน ร่วมประชุมออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting (รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมครั้งที่ 3 รวบรวมไว้ในภาคผนวก 6) ผู้เข้าร่วมประชุมฯ ส่วนใหญ่ให้ข้อคิดเห็นต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ มีเพียงส่วนน้อยให้ข้อคิดเห็นต่อระบบนิเวศเมืองเกี่ยวกับความชัดเจนของคำจำกัดความและการจำแนกพื้นที่สีเขียว ตลอดจนการให้ความสำคัญต่อการบริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ ของระบบนิเวศเมืองร่วมด้วย นอกเหนือจากศักยภาพ C_{seq} และ CO_{2abs}

ตารางที่ 28 ข้อคิดเห็นจากผู้แทนภาคส่วนต่าง ๆ ที่เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยโครงการวิจัย ครั้งที่ 1 เกี่ยวกับพื้นที่สีเขียวในเมือง

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
1. การใช้พื้นที่สีเขียวในเมืองเป็นหนึ่งในมาตรการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	● มีความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่สีเขียวฯ เป็นหนึ่งในมาตรการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ต้องสื่อสารให้ทุกภาคส่วนเข้าใจความสำคัญ และประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ นอกจากเครดิตคาร์บอน (Carbon credit) แล้วยังให้บริการทางนิเวศ (Ecosystem services) ด้านอื่น ๆ ด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะการปรับตัว (Adaptations) ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอุณหภูมิในเมือง และเครดิตความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity credit) ● ต้องนิยาม “พื้นที่สีเขียวในเมือง” ให้ชัดเจน และทุกภาคส่วนเข้าใจตรงกัน โดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ONEP) นิยามพื้นที่สีเขียวไว้ 6 ประเภท และปัจจุบัน องค์การบริหารราชการกรุงเทพมหานคร (BMA) ได้หันมาใช้คำนิยามพื้นที่สีเขียวตาม ONEP แล้วก็ตาม ควรขยายคำนิยามให้ครอบคลุมพื้นที่ชุ่มน้ำ และพื้นที่สีเขียวฯ รูปแบบอื่นด้วย เช่น สวนแนวตั้ง และสวนหลังคา ทั้งนี้ ต้องจำแนกประเภทพื้นที่สีเขียวฯ ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้น ๆ ● การเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ควรเน้นคุณภาพของพื้นที่สีเขียวฯ มากกว่าปริมาณ โดยปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม มีการดูแลรักษาที่ดีเพื่อให้มีอัตราการรอดสูง จะได้ประโยชน์จากการกักเก็บคาร์บอน และทั้งความหลากหลายทางชีวภาพ ตลอดจนมีความสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ ● พื้นที่รกร้างในเมือง จัดเป็นต้นทุนที่ต้องทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเปลี่ยนเป็นพื้นที่สีเขียวฯ ● ต้องนิยาม “ในเมือง” ให้ชัดเจนและควรครอบคลุมอย่างน้อย 3 ระดับ คือ (1) เมืองที่เป็นดาวนทาวน์ (2) เมืองที่เริ่มเป็นหมู่บ้านรอบนอกที่ล้อมรอบดาวนทาวน์ และ (3) หมู่บ้าน (ชุมชน) รอบนอกสุด รวมพื้นที่สวน
2. บทบาทของภาครัฐ (นโยบาย และมาตรการต่าง ๆ) ที่จะสนับสนุนภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง ให้ได้ 10% ของพื้นที่เมือง	● จัดสรรงบประมาณเพื่อใช้เพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ สร้างพื้นที่ให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (Biotope) และขับเคลื่อนนโยบายที่เกี่ยวข้องให้เกิดผลจริง ทั้งนี้ จำเป็นต้องทราบต้นทุนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ และสภาพในปัจจุบันของพื้นที่ที่จะดำเนินการ ● จัดทำมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองด้านต่าง ๆ เช่น

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	- จัดทำแนวทาง (Guideline) เกี่ยวกับชนิดของต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง โดยให้ความสำคัญทั้งศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน ความหลากหลายทางชีวภาพ และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ - ใช้เทคโนโลยี เช่น AI ช่วยดูแลคุณภาพของพื้นที่สีเขียว และอัตราการรอดของต้นไม้ที่ปลูกไป ไม่ควรเน้นเฉพาะปริมาณต้นไม้ที่ปลูก - ออกแบบพื้นที่สีเขียวในเมือง (Urban green design) ให้มีน้ำเป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย เพื่อเพิ่มศักยภาพการบริการทางนิเวศของพื้นที่สีเขียว ให้มากขึ้น เช่น การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในเมือง เป็นแหล่งเจือจาง/กรองของเสียที่ไหลบ่า (จัดการคุณภาพน้ำ) เป็นต้น - จัดทำมาตรการนำพื้นที่เปล่าประโยชน์ในเมือง มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว รูปแบบต่าง ๆ ตามความเหมาะสม เช่น สวนหย่อม สวนแนวตั้ง อาคารเขียว ฯลฯ และคนเมืองใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ - จัดทำผังเมืองทั้ง 3 ระดับ (ดาวน์ทาวน์ เมืองที่เริ่มเป็นหมู่บ้านล้อมรอบดาวน์ทาวน์ และหมู่บ้านชั้นนอกสุด) ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว - จัดทำ/ปรับปรุงผังเมืองที่กำลังขยายตัวในต่างจังหวัด เพื่อให้เมืองเหล่านั้นเติบโตอย่างถูกต้อง และเอื้อต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ● ปรับปรุงนโยบาย มาตรการ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ให้ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น - ปรับปรุงกฎหมาย/พระราชบัญญัติที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้พื้นที่สีเขียว เป็นหนึ่งใน NbS ในการลดก๊าซเรือนกระจก การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเมือง เช่น สภาวะเกาะความร้อนในเมือง และการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ - ปรับปรุงนโยบายและกฎหมายในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) โดยกำหนดให้โครงการบ้านจัดสรรต้องมีพื้นที่สีเขียว อย่างน้อยก็เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น - บังคับใช้กฎหมายเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น 10% ของพื้นที่ครัวเรือน ต้องเป็นพื้นที่สีเขียว - ปรับปรุงพระราชบัญญัติของกรมโยธาธิการและผังเมือง เกี่ยวกับพื้นที่ริมน้ำ/ตลิ่ง เพื่อนำพื้นที่เหล่านี้มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว และเป็นหนึ่งใน NbS ในระยะยาว - จัดทำกรอบการทำงาน (Platform) เรื่องการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ให้มีความโปร่งใส ให้ความสำคัญและเพิ่มตัวชี้วัดเชิงคุณภาพให้มากขึ้นในแผน/นโยบายการเพิ่มพื้นที่สีเขียว - ใช้การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็นตัวชี้วัดกึ่งเชิงนโยบายของทุกเมือง เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการเพิ่มพื้นที่สีเขียว อย่างก้าวกระโดด

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	- เสนอรูปแบบการแปลงนโยบายเกี่ยวกับเมืองสู่การปฏิบัติ เช่น ทำโครงการนำร่องเปลี่ยนพื้นที่เมืองที่เหมาะสมให้เป็นพื้นที่สีเขียว - แบ่งเขต (Zoning) หรือแบ่งเขตใหม่ (Re-zoning) ให้เหมาะสม และเปลี่ยนพื้นที่รกร้างว่างเปล่าเป็นพื้นที่สีเขียว - จัดทำนโยบายที่ชัดเจนในการดูแลต้นไม้ที่ปลูกไป ให้มีอัตราการอยู่รอดเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน เช่น การเปลี่ยนของเสียในเมืองเป็นสารปรับปรุงดินในพื้นที่สีเขียวเพื่อให้ต้นไม้เติบโตดีขึ้น - ลดกิจกรรมของภาครัฐที่สร้างมลภาวะเพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อม และปรับเปลี่ยนการทำงานให้เน้นการทำงานเชิงรุกมากกว่าการตั้งรับ ● จัดทำมาตรการสร้างแรงจูงใจภาคส่วนต่าง ๆ ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว นอกเหนือจากความรับผิดชอบต่อสังคม (Corporate social responsibility; CSR) เช่น - สร้างความร่วมมือกับภาคเอกชนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และผลประโยชน์ที่ภาคเอกชนจะได้รับในการดำเนินการดังกล่าว - ยกเว้นภาษีที่ดิน ภาษีรกร้าง ให้กับภาคเอกชนที่ยกที่ดินบางส่วนให้ใช้ประโยชน์กึ่งสาธารณะ หรือเป็นพื้นที่สาธารณะ ภายใต้กรอบเวลาที่ตกลง - ปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ภาคเอกชน/โรงงานอุตสาหกรรม สามารถเรียกร้องสิทธิ์เครดิตคาร์บอน (Carbon credit claim) จากพื้นที่แนวกันชน (Buffer zone) รอบบริษัท/โรงงาน หากพื้นที่แนวกันชนนั้นมีสภาพเป็นพื้นที่สีเขียวและปลูกต้นไม้ยืนต้นที่เหมาะสม - ลดหย่อนภาษีให้กับภาคเอกชนที่นำพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ เช่น พื้นที่ชุ่มน้ำ มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว แทนการถมที่ดินเพื่อทำบ้านจัดสรร - ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในแนวตั้ง โดยให้สามารถนำมาคิดเครดิตคาร์บอนได้ เช่นเดียวกับการปลูกต้นไม้ในแนวราบ - ปรับปรุงระบบการจัดเก็บภาษีที่ดินในเมือง เพื่อลดหย่อนภาษีที่ดินให้กับภาคประชาชน/เอกชน ที่มีพื้นที่สีเขียว และปลูกต้นไม้ที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน ● จัดทำมาตรการในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทำงานบูรณาการร่วมกับภาครัฐ นักวิชาการ และเอกชน ที่เกี่ยวข้องโดยตรงและโดยอ้อม เช่น - เชิญภาคส่วนที่ไม่ได้เกี่ยวข้องโดยตรง มาร่วมหารือ/กำหนดแนวทางเพิ่มพื้นที่สีเขียว อาทิ กรมการท่องเที่ยว สมาคมโรงแรมไทย และสมาคมธุรกิจบ้านจัดสรร

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	ตลอดจนกรมสรรพากร และกรมที่ดิน ที่เกี่ยวข้องกับมาตรการทางภาษีและที่ดินตามลำดับ - จัดทำระบบสื่อสารกับทุกภาคส่วน เกี่ยวกับนโยบาย ความสำคัญ ประโยชน์ มูลค่า หรือคุณูปการที่จะเกิดขึ้นในทางเศรษฐกิจ จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อให้มีการทำงานสอดประสานกันทุกภาคส่วน ตั้งแต่ระดับนโยบาย การออกแบบพื้นที่สีเขียว จนถึงระดับปฏิบัติ (การปลูกต้นไม้ และการดูแลรักษาต้นไม้เหล่านั้นให้อยู่รอด) - สร้างความตระหนักรู้ให้กับประชาชน เกี่ยวกับประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ให้ความรู้ในการเลือกชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง และเน้นคุณภาพ (อัตราการรอดของต้นไม้) มากกว่าปริมาณต้นไม้ที่ปลูก
3. บทบาทของหน่วยงานนอกภาครัฐ (ภาคประชาชน เอกชน NGOs องค์กรต่าง ๆ) ต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง เพื่อเป็นหนึ่งใน NbS ที่มีประสิทธิภาพ	● ผู้คนในเมืองจากทุกภาคส่วนต้องมีจิตสำนึก ตระหนักถึงความสำคัญ และประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ตลอดจนให้ความร่วมมือในการทำงานร่วมกัน อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องมีผู้รับผิดชอบหลัก (เจ้าภาพ) เพื่อขับเคลื่อนงานให้สำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. การวิจัย เทคโนโลยี นวัตกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ฯลฯ ที่จำเป็นต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง ปรับปรุงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียว ให้เป็น NbS ที่มีประสิทธิภาพ	● การวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในส่วนของโครงสร้างอาคาร บ้านเรือน โดยเฉพาะเรื่องความหลากหลาย และชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ดังกล่าว ● การวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ที่พิจารณามิติด้านความหลากหลายทางชีวภาพร่วมด้วย เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของคนเมือง และสิ่งแวดล้อมในเมือง ● การวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำศูนย์รวมพื้นที่สีเขียวในเมือง (Urban green area hub) และการเชื่อมต่อ (Links) ระหว่างพื้นที่สีเขียวต่าง ๆ ในเมือง เช่นพื้นที่สีเขียวริมคลองกับพื้นที่สีเขียวที่เป็นเกาะกลางถนน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริการทางนิเวศของพื้นที่สีเขียว เหล่านั้น ● การวิจัยเกี่ยวกับหน้าที่การทำงาน (Functions) ของพื้นที่สีเขียวประเภทต่าง ๆ ในภาพรวมของระบบนิเวศเมือง ● การออกแบบพื้นที่สีเขียว มาตรการ และระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น AI ติดตาม และออกแบบพื้นที่สีเขียวประเภทต่าง ๆ ให้สอดคล้องกัน

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	● การวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำแผนการจัดการ ที่รวมมาตรการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดก๊าซเรือนกระจก เข้าไว้ในแผนฯ เดียวกัน ● การวิจัยเกี่ยวกับการแบ่งเขตใหม่ (Re-zoning) พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ให้เป็นพื้นที่สีเขียวฯ เช่น สวนสาธารณะเพื่อชุมชน ● การวิจัยที่ใช้เทคโนโลยี หรือเสนอแนะวิธีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองที่มีพื้นที่จำกัด เช่น การปลูกต้นไม้ในแนวตั้ง การทำสวนหย่อม ฯลฯ ● การวิจัยเกี่ยวกับการเสนอมาตรการแบ่งสัดส่วนพื้นที่สีเขียว ในอาคารบ้านเรือน ตลอดจนแหล่งประกอบการต่าง ๆ และการจัดลำดับความสำคัญของพื้นที่สีเขียวเหล่านั้น ● การวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำข้อกำหนดการปลูกต้นไม้ (Tree planting specification) ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ● การวิจัยพื้นฐานภาคสนาม เพื่อวิเคราะห์สภาพพื้นที่อันเป็นประโยชน์ต่อการแบ่งเขตเมืองใหม่ (Re-zoning) ให้เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพพื้นที่นั้น ๆ ในปัจจุบัน ● การวิจัยเกี่ยวกับจำนวนและอัตราการรอดตายของต้นไม้ที่ปลูกในเมือง ● การวิจัยเกี่ยวกับการปรับผังเมืองของเมืองที่กำลังขยายตัว ให้เอื้อต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ● การวิจัยเกี่ยวกับชนิดของต้นไม้ที่มีศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและความเหมาะสมสำหรับปลูกในเมืองเมื่อเวลาผ่านไป เพื่อให้เห็นภาพการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ และจัดทำเป็นข้อมูลพื้นฐาน (Baseline) สำหรับการปลูกต้นไม้และจัดการพื้นที่สีเขียว
5. การเสริมสร้างขีดความสามารถและการฝึกอบรมกำลังคน (Capacity building and workforce training)	● อบรมเจ้าหน้าที่และผู้แทนจากทุกภาคส่วนให้มีความรู้ เห็นความสำคัญ ตลอดจนประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ เพื่อให้สามารถสื่อสารต่อสังคมได้อย่างชัดเจน และในทิศทางเดียวกัน ● จัดทำกระบวนการ/รูปแบบที่ชัดเจนในการให้ความรู้เกี่ยวกับการปลูกต้นไม้และประโยชน์ของต้นไม้กับชุมชน/คนในพื้นที่ ● พัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติระดับล่าง (คนสวน คนงาน คนดูแลต้นไม้) เพื่อให้คนเหล่านี้ตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของตนในการทำให้ต้นไม้อยู่รอด และการเพิ่มพื้นที่สีเขียว
6. การระดมทรัพยากร (Resources mobilization) เช่น กลยุทธ์/เครื่องมือทาง	● ระดมบุคลากรที่ยังขาดแคลนมาช่วยกันทำงานตามนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบันของ ONEP ที่กำหนดให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดขององค์กร

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
การเงิน การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน และสาธารณะ	ปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ทั่วประเทศ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ● สร้างระบบการทำงานแบบบูรณาการจากทุกภาคส่วน และมีเจ้าภาพในการขับเคลื่อนการทำงานไปในทิศทางเดียวกัน ● ระดมทุน/จัดตั้งงบประมาณที่ต้องใช้จัดการพื้นที่สีเขียวฯ ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ ● สร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ● ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสาธารณะ และการตระหนักรู้ถึงความสำคัญและประโยชน์จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ที่ให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ กับคนเมือง เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการปลูกต้นไม้/เพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ

4.6 สรุปผล และข้อเสนอแนะจากการวิจัย

พื้นที่สีเขียวในระบบนิเวศเมืองมีความแตกต่างจากระบบนิเวศอื่น ๆ (เช่น ระบบนิเวศป่าบก และระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ที่เป็นระบบนิเวศธรรมชาติ) เนื่องจากเป็นระบบนิเวศฯ ที่สร้างขึ้น (Man-made ecosystem) มีการวางผังเมืองและจัดวางสาธารณูปการ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์เป็นหลัก สนับสนุนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์อย่างเข้มข้น มีข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ร่วมกันระหว่างมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศเมือง โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ หรือเมืองที่กำลังเติบโต มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นเรื่องปกติที่พื้นที่สีเขียวในเมืองส่วนใหญ่ จะมีสัดส่วนน้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น อัตราส่วนของสวนสาธารณะหลักใน กทม. ต่อประชากร กทม. ในปี พ.ศ. 2564 คือ 1.08 ตร.ม./คน (BMA, 2021) ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานพื้นที่สีเขียวของประเทศไทย เพื่อบริการประชากร ที่กำหนดว่า ชุมชนขนาดเล็ก-กลาง และใหญ่ ควรมีพื้นที่สีเขียวเพื่อบริการ จำนวน 10 และ 12 ตร.ม./คน ตามลำดับ (ONEP, 2017) ดังนั้น การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในระบบนิเวศเมืองจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้บริการทางนิเวศต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนี้ โดยเฉพาะบริการประชาชนในด้านการพักผ่อนหย่อนใจ สันทนาการ และทำกิจกรรมต่าง ๆ นอกอาคาร บ้านเรือน ตลอดจนเป็นแหล่งรองรับ C ที่ปลดปล่อยจากชุมชน ที่พักอาศัย ย่านธุรกิจการค้า อุตสาหกรรม ระบบขนส่งมวลชน ตลอดจนยานพาหนะต่าง ๆ ในรูปของ CO₂ สู่ชั้นบรรยากาศ เป็นต้น

ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่ใช้ทำกิจกรรมต่าง ๆ มากมายในระบบนิเวศเมือง ทำให้พื้นที่สีเขียวมีขนาดเล็ก และไม่สามารถปลูกต้นไม้ขนาดปานกลาง-ใหญ่ ที่มีศักยภาพ C_{seq} และ CO_{2abs} สูง (ต่างจากระบบนิเวศธรรมชาติอื่น ๆ ที่ต้นไม้สามารถเจริญเติบโตได้อย่างอิสระ หรือได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยกว่าในระบบนิเวศเมือง) ส่งผลให้พื้นที่สีเขียวในระบบนิเวศเมืองมีศักยภาพในการเป็น NbS ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ ต่ำกว่าระบบนิเวศป่าบก ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และระบบนิเวศการเกษตร (ระบบนิเวศอื่น ๆ ที่ศึกษาในโครงการวิจัยนี้) ซึ่งจากผลการสร้างภาพเหตุการณ์จำลอง (SC1 และ SC2) คาดการณ์ C_{seq} เพื่อประเมิน

CO_{2abs} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ในแต่ละจังหวัดทั่วประเทศไทย เป็นเวลา 50 ปี (ค.ศ. 2025-2074) ด้วยการปลูกต้นไม้เพิ่มเติมในปีที่ 0 (ปี ค.ศ. 2024) ที่ความหนาแน่น 1 ต้น/36 ตร.ม. ในพื้นที่สีเขียวที่เพิ่มขึ้น 5% U (SC1) และ 10% U (SC2) และอัตราการตายเฉลี่ยรายปี (AMR) ของต้นไม้ในแต่ละพื้นที่ ที่ 1% (ไม่มีภาวะคุกคามร้ายแรง) และ 3% (ได้รับผลกระทบจากภัยคุกคามร้ายแรง เช่น วิกฤตการณ์ทางสิ่งแวดล้อม หรือการระบาดของศัตรูพืช) พบว่า พื้นที่สีเขียวในประเทศไทยจะมีศักยภาพ CO_{2abs} สูงสุด 3.3 Mt-CO_{2e} ในปี ค.ศ. 2050 (ปีที่ประเทศไทยมุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน) กรณี SC1 (เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 5% U หรือประมาณ 0.99 ล้านไร่) และมี AMR ไม่เกิน 1% ขณะที่ผลคาดการณ์ SC2 (เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% U หรือประมาณ 1.99 ล้านไร่) และมี AMR ไม่เกิน 1% จะสามารถเพิ่มศักยภาพ CO_{2abs} ได้สูงถึง 6.6 Mt-CO_{2e} ในปี ค.ศ. 2050 (ประมาณ 2 เท่าของ SC1)

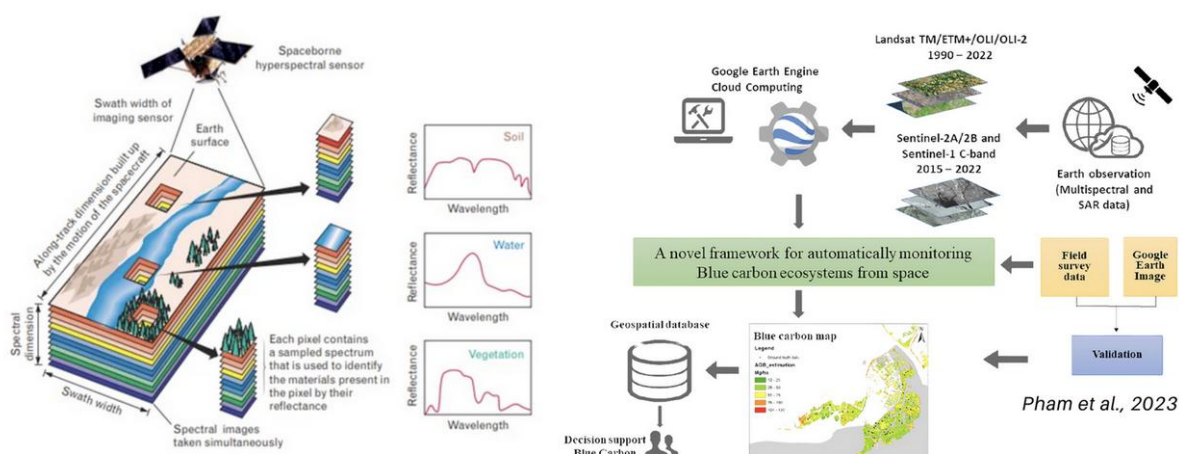
การวิจัยในส่วนของระบบนิเวศเมือง จึงแนะนำว่า เพื่อยกระดับศักยภาพ CO_{2abs} โดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวในเมืองและการให้บริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ (โดยเฉพาะการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ) ให้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ควรเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% U ทั้งประเทศ ให้เพียงพอสำหรับปลูกต้นไม้ชนิดที่มีศักยภาพ CO_{2abs} (ดูชนิดต้นไม้ที่เสนอแนะให้ปลูกเพิ่มเติม และเป็นต้นไม้ท้องถิ่นที่สำรวจพบในแต่ละภาคของประเทศไทย ตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ในภาคผนวก 4.2) การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% U ยังสอดคล้องกับแผนแม่บทการจัดการพื้นที่สีเขียวในเมืองของประเทศไทย (ONEP 2022c หน้า 12) ที่กำหนดเป้าหมายของประเทศให้เพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็น 10% ของ U และได้รับการดูแลรักษาให้คงอยู่อย่างยั่งยืน ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพตามมาตรฐานของประเทศ ภายในปี ค.ศ. 2027 ซึ่งนโยบายที่สอดคล้องกันเช่นนี้ จะส่งเสริมการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ ของพื้นที่สีเขียวในระบบนิเวศเมือง อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากศักยภาพ CO_{2abs} ยังเพิ่มแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (นอกเหนือจากมนุษย์) เช่น นก กระรอก เต่า ฯลฯ (เพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง) การดูดซับปริมาณมลพิษทางอากาศ และลดภาวะน้ำท่วมไหลบ่าในเมือง จากการดูดซับโดยต้นไม้ในพื้นที่สีเขียว ตลอดจนช่วยบรรเทาภาวะเกาะความร้อน (Urban heat island) อันเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน เป็นต้น

Earth Observation เพื่อความเป็นกลางทางคาร์บอน

Earth Observation หมายถึง กระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบกายภาพ เคมี และชีวภาพของโลกโดยใช้อุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น ดาวเทียม เครื่องบินโดรน หรือเซ็นเซอร์ภาคพื้นดิน ข้อมูลที่ได้จะถูกใช้ในการวิเคราะห์และช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG) และการเพิ่มความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในระบบธรรมชาติ ระบบนี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้มนุษย์เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และเป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในการสร้างความยั่งยืนให้แก่โลกของเรา

Earth observation for Carbon Neutrality

Earth Observation (EO) involves collecting information about Earth's physical, chemical, and biological systems via remote sensing technologies, including satellites and aerial sensors.



รูปที่ 75 กระบวนการรวบรวมข้อมูลและขั้นตอนการทำงานของ Earth Observation

Earth Observation ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญหลายขั้นตอนที่ช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การเก็บข้อมูลเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญมาก โดยใช้เทคโนโลยีที่หลากหลาย เช่น ดาวเทียมที่สามารถตรวจจับข้อมูลในหลายความยาวคลื่น เช่น Hyperspectral และ Multispectral รวมถึงการใช้ UAV หรือโดรนสำหรับเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่เข้าถึงยาก นอกจากนี้ การเก็บข้อมูลภาคพื้นดินยังมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงหรือที่เรียกว่า Ground Truth ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำไปวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อน เช่น ENVI และ ArcGIS ซึ่งช่วยในการแปลงข้อมูลดิบให้เป็นแผนที่หรือกราฟที่สามารถตีความได้ง่ายขึ้น การประมวลผลข้อมูลยังอาศัยเทคโนโลยี Machine Learning และ AI ในการตรวจจับรูปแบบและความสัมพันธ์จากข้อมูลที่ซับซ้อนเหล่านี้

- การเก็บข้อมูลด้วยเทคโนโลยี Hyperspectral, Multispectral และ UAV
- การใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผล เช่น ENVI, ArcGIS
- การประยุกต์ใช้ AI และ Machine Learning

การใช้งานข้อมูลที่ได้จาก EO มีบทบาทสำคัญในหลายด้าน โดยเฉพาะการสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geospatial Database) ซึ่งช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาโมเดลเพื่อคาดการณ์ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม รวมถึงมาตรการลดการปล่อยคาร์บอนในอนาคตได้อีกด้วย

- การสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการตัดสินใจ
- การพัฒนาโมเดลเพื่อคาดการณ์ผลกระทบและมาตรการ

EO เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมในระดับโลกเพื่อความเป็นกลางทางคาร์บอน

EOเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความพยายามของมนุษยชาติในการต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการบรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) เหตุผลที่ EO ได้รับความสำคัญในระดับโลกมีดังนี้:

1. **การตรวจสอบและติดตามการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** EO ช่วยให้สามารถตรวจสอบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง การทำเกษตร และการตัดไม้ทำลายป่าได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำ ข้อมูลจากดาวเทียม เช่น Sentinel-5P และ GOSAT ช่วยติดตามระดับก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการประเมินนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ
2. **การสนับสนุนโซลูชันเชิงธรรมชาติ (Nature-Based Solutions)** โครงการต่าง ๆ เช่น การปลูกป่า และการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำต้องการข้อมูลพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการกักเก็บคาร์บอน EO ช่วยระบุพื้นที่เหล่านี้ผ่านการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมและข้อมูลจากโดรน อีกทั้งยังติดตามความสำเร็จของโครงการในระยะยาว
3. **การตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ** การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของการเพิ่มก๊าซเรือนกระจก EO ช่วยให้สามารถสร้างแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในระดับภูมิภาคและระดับโลก เช่น การเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตร ซึ่งช่วยให้รัฐบาลและองค์กรสามารถวางแผนและดำเนินมาตรการฟื้นฟูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. **การสนับสนุนการประเมินผลและการรายงาน (Monitoring, Reporting, and Validation: MRV)** MRV เป็นกระบวนการสำคัญสำหรับการดำเนินโครงการลดคาร์บอน EO ช่วยให้สามารถเก็บข้อมูลที่โปร่งใสและตรวจสอบได้ เช่น การประเมินการปล่อยและการกักเก็บคาร์บอนในระบบธรรมชาติ ข้อมูลนี้ช่วยให้องค์กรสามารถแสดงผลการดำเนินงานต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียได้อย่างน่าเชื่อถือ
5. **การพัฒนาวัตกรรมการวิเคราะห์ข้อมูล** ความก้าวหน้าของ AI และ Machine Learning ช่วยเพิ่มความสามารถในการประมวลผลข้อมูล EO ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความแม่นยำสูงช่วยให้สามารถระบุแนวโน้มและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. **การสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศ** EO ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศในประเด็นสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากข้อมูลจากดาวเทียมสามารถใช้งานได้ในระดับโลก โครงการเช่น Copernicus และ GEO ช่วยสร้างแพลตฟอร์มที่สามารถแบ่งปันข้อมูลและเทคโนโลยีเพื่อความเป็นกลางทางคาร์บอน

EO มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนการวางแผน การติดตาม และการตรวจสอบกระบวนการลดการปล่อยคาร์บอน การใช้ EO ช่วยระบุพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงในการกักเก็บคาร์บอน เช่น พื้นที่สำหรับการปลูกป่า การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ และการจัดการระบบเกษตรเชิงนิเวศ อีกทั้งยังช่วยประเมินความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนของระบบธรรมชาติเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

- ระบุพื้นที่ศักยภาพสูง เช่น การปลูกป่า การฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ
- ประเมินความสามารถของระบบธรรมชาติ เช่น ป่าไม้ ทundra ระบบชุ่มน้ำ

ในการติดตาม การรายงาน และการตรวจสอบ (Monitoring, Reporting, and Validation: MRV) EO เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยให้กระบวนการ MRV ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น การติดตาม (Monitoring) ทำได้โดยใช้เทคโนโลยี Hyperspectral, LiDAR และ SAR เพื่อตรวจสอบปริมาณคาร์บอนในดินและพืชพรรณ การรายงาน (Reporting) จะอาศัยการสร้างแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เช่น การลดพื้นที่ป่าไม้ หรือการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรม ในขณะที่การตรวจสอบ (Validation) ทำได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูล EO กับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคพื้นดินเพื่อเพิ่มความแม่นยำ

- ใช้เทคโนโลยี Hyperspectral, LiDAR และ SAR ในการติดตาม
- สร้างแผนที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน
- เปรียบเทียบข้อมูล EO กับข้อมูลภาคพื้นดิน

ตัวอย่างการใช้ EO เพื่อการติดตาม รายงาน และตรวจสอบ (MRV) ในโครงการ Nature-Based Solutions

หนึ่งในตัวอย่างสำคัญของการใช้ EO ใน MRV คือการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งป่าชายเลนมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บคาร์บอนและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การใช้เทคโนโลยี Hyperspectral และ LiDAR สามารถตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างพืชพรรณในป่าชายเลนได้อย่างแม่นยำ (Pham et al., 2023) ข้อมูลที่ได้ถูกนำไปสร้างแผนที่ที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในพื้นที่นั้น

- **การติดตาม:** ใช้ LiDAR ในการตรวจสอบความสูงของต้นไม้และความหนาแน่นของพืชพรรณ
- **การรายงาน:** สร้างรายงานการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลนรายปี
- **การตรวจสอบ:** เปรียบเทียบข้อมูลจาก LiDAR กับข้อมูลสำรวจภาคพื้นดิน

ตัวอย่างการใช้งาน EO ในโครงการธรรมชาติ (Nature-Based Solutions) ได้แก่ การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น ป่าชายเลนและหญ้าทะเล การฟื้นฟูป่าไม้ และการจัดการเกษตรกรรมเชิงนิเวศ โดย EO สามารถใช้ติดตามการฟื้นฟูพื้นที่เสื่อมโทรมและตรวจสอบผลกระทบของมาตรการต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ

- การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น ป่าชายเลนและหญ้าทะเล
- การฟื้นฟูป่าไม้และการติดตามผล
- การจัดการเกษตรกรรมเชิงนิเวศ เช่น พืชคลุมดินและปุ๋ยชีวภาพ

อีกตัวอย่างหนึ่งคือการจัดการพื้นที่เกษตรกรรมเชิงนิเวศ การใช้ EO ช่วยในการติดตามการปลูกพืชหมุนเวียนและพืชคลุมดิน ซึ่งมีผลในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดินและลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (Dodin et al., 2021) การใช้ภาพจากดาวเทียม Sentinel-2 ช่วยให้สามารถติดตามพื้นที่การเกษตรและประเมินประสิทธิภาพของการจัดการได้อย่างต่อเนื่อง

- **การติดตาม:** ใช้ Sentinel-2 ในการตรวจสอบพื้นที่ที่ปลูกพืชหมุนเวียน
- **การรายงาน:** การสร้างรายงานปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นในดิน
- **การตรวจสอบ:** เปรียบเทียบข้อมูล Sentinel-2 กับการวัดปริมาณคาร์บอนในดิน

โครงการฟื้นฟูพื้นที่ชุ่มน้ำ เช่น การฟื้นฟูหญ้าทะเล ก็เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างที่ EO ถูกนำไปใช้ในการติดตามพื้นที่ที่มีการปลูกหญ้าทะเลและการประเมินศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน การใช้ Hyperspectral Sensor สามารถตรวจจับความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลได้อย่างละเอียด (Fernandes et al., 2024)

- **การติดตาม:** ใช้ Hyperspectral Sensor ในการวิเคราะห์ความหนาแน่นของหญ้าทะเล
- **การรายงาน:** รายงานผลการฟื้นฟูและปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพื้นที่
- **การตรวจสอบ:** เปรียบเทียบข้อมูล Hyperspectral กับข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง

ความท้าทายและความต้องการด้านการวิจัยเพิ่มเติม

แม้ว่า EO จะมีศักยภาพสูง แต่ยังคงมีความท้าทายหลายประการที่ต้องการการวิจัยเพิ่มเติม:

- **การขาดแคลนข้อมูลในพื้นที่ห่างไกล:** พื้นที่ที่เข้าถึงยาก เช่น ป่าเขตร้อนและขั้วโลก ยังขาดข้อมูลที่ครอบคลุมและมีความละเอียดสูง
- **ต้นทุนที่สูง:** เทคโนโลยี Hyperspectral และ LiDAR ยังคงมีค่าใช้จ่ายสูง ทำให้ประเทศกำลังพัฒนาขาดโอกาสในการใช้เทคโนโลยีนี้
- **ความต้องการการบูรณาการข้อมูล:** การรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อสร้างภาพรวมที่ชัดเจนยังคงเป็นความท้าทาย
- **การพัฒนากฎหมายและนโยบาย:** ยังจำเป็นต้องมีการวิจัยเพื่อพัฒนานโยบายที่ส่งเสริมการใช้ EO ในการดำเนินโครงการด้านสิ่งแวดล้อม

ช่องว่างทางเทคโนโลยีและการนำไปใช้ในประเทศไทย

แม้ว่าการสังเกตการณ์โลกจะมีศักยภาพสูง แต่ประเทศไทยยังเผชิญกับข้อจำกัดหลายประการ ทั้งในด้านเทคโนโลยีและการนำไปใช้งาน ข้อจำกัดทางเทคโนโลยี ได้แก่ การขาดแคลนความเชี่ยวชาญในด้านการวิเคราะห์ข้อมูล EO ต้นทุนการใช้งานเทคโนโลยี Hyperspectral และ LiDAR ที่ยังสูง และซอฟต์แวร์ที่ใช้ทำงาน เช่น ENVI และ ArcGIS ยังไม่ได้รับการพัฒนาให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย

- การขาดแคลนความเชี่ยวชาญในประเทศไทย
- ต้นทุนการใช้งานเทคโนโลยี Hyperspectral และ LiDAR สูง
- ซอฟต์แวร์ยังไม่เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น

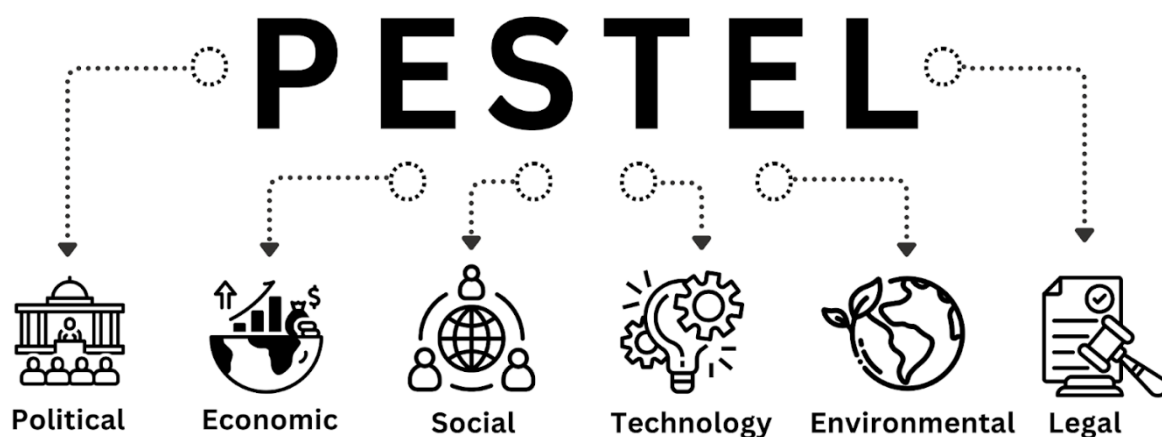
ในแง่ของการประยุกต์ใช้ ข้อมูล EO ยังไม่ถูกนำไปใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพในเชิงนโยบาย และยังไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับชุมชน นอกจากนี้ การรวมข้อมูล EO เข้ากับการวางแผนและการตัดสินใจยังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ เช่น ความไม่ต่อเนื่องของข้อมูลและการขาดแคลนการสนับสนุนด้านการวิจัย

- การรวมข้อมูล EO เข้ากับการตัดสินใจเชิงนโยบาย
- ความไม่ต่อเนื่องของข้อมูล

เพื่อพัฒนาศักยภาพของ EO ในประเทศไทย ควรมีการส่งเสริมการฝึกอบรมและการพัฒนาบุคลากรที่เกี่ยวข้อง การสร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างชาติ และการพัฒนาระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถรองรับการใช้งานในระดับชุมชน นอกจากนี้ ควรมีการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาระบบ EO เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศไทย

- ส่งเสริมการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร
- สร้างความร่วมมือกับองค์กรต่างชาติ
- พัฒนาระบบฐานข้อมูลและการวิจัยที่เหมาะสมกับประเทศไทย

บทที่ 3 ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการดำเนินงานด้าน NbS



รูปที่ 76 หัวข้อหลักที่ใช้ในการพิจารณา สำหรับการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก (PESTEL Analysis)

ทำการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกจาก 6 หัวข้อหลักที่พิจารณา ได้แก่ ด้านการเมือง ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านเทคโนโลยี ด้านสิ่งแวดล้อม และ ด้านกฎหมาย โดยมองทั้งในแง่ปัจจัยส่งเสริมที่มีอยู่ (Driven) และ ด้านของข้อจำกัดที่จะเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบรรลุเป้าหมาย (Barrier) สรุปผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 77

ปัจจัยส่งเสริม และข้อจำกัดด้านต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอก

- **ด้านการเมือง (Political)**

ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ การมีเป้าหมายที่ชัดเจนในการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี ค.ศ. 2050 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ ภายในปี ค.ศ. 2065 การมีนโยบายเกี่ยวกับโมเดลเศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว (BCG) ตลอดจนมีการส่งเสริมให้เกิดการกระจายอำนาจการปกครอง มีการตั้งเป้าหมายให้มีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวไว้ใน NDC ของประเทศ มีความมุ่งมั่นในการกำหนดเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDG) อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (CBD) และพื้นที่อนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพนอกพื้นที่คุ้มครอง (OECM) ตลอดจนมีหน่วยงานที่รับผิดชอบในเรื่องนี้โดยตรงคือกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงหน่วยงานที่รับผิดชอบอื่น ๆ

ข้อจำกัด ได้แก่ กฎหมายการใช้ประโยชน์ และการครอบครองที่ดิน ความเข้าใจที่จำกัดในหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปกครองส่วนท้องถิ่น นโยบายที่กระจายแยกออกไปตามส่วนงานซึ่งไม่เอื้อต่อการดำเนินการขับเคลื่อนและพัฒนาโครงการ รวมถึงการขาดความมุ่งมั่นในการใช้แนวทาง NbS เป็นส่วนหนึ่งในการเข้าสู่เป็นนโยบาย NDC ของประเทศ และมีการติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถ ตรวจวัด รายงาน และทวนสอบได้อย่างเป็นระบบ เป็นไปตามแนวทางมาตรฐานสากล

● ด้านเศรษฐกิจ (Economy)

ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ คาร์บอนเครดิตที่ได้จากการพัฒนาโครงการในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์มีมูลค่าสูงกว่าคาร์บอนเครดิตจากภาคอื่น ๆ สร้างโอกาสใหม่ ๆ ในการดำเนินธุรกิจในตลาดคาร์บอน มีกลไกทางราคาในการลดก๊าซเรือนกระจกที่ชัดเจนจาก อบก. และนานาชาติมีแนวคิดในการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (PES) และเพิ่มโอกาสในการสร้างและส่งออกผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ข้อจำกัด ได้แก่ การดำเนินการด้าน NbS มีต้นทุนที่ค่อนข้างสูงและใช้ระยะเวลานานในการติดตามความสำเร็จ เช่น มีการทำประชาพิจารณ์ร่วมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อหาแนวทางในการทำงานร่วมกัน รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้มองว่ามีต้นทุนสูงและยังต้องมีการติดตามระยะยาว เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลง และผลสำเร็จที่เกิดขึ้นทั้งในมิติของปริมาณคาร์บอนและความหลากหลายทางชีวภาพที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มองว่ามีต้นทุนสูงและเห็นผลช้า ต่างจากการดำเนินการด้านความรับผิดชอบต่อสังคมเชิงบริษัท (CSR) ที่ผ่านมา

● ด้านสังคม (Social)

ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ ทุกภาคส่วนมีความตระหนักถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมากขึ้น รวมไปถึงแรงจูงใจจากคาร์บอนเครดิต และความต้องการที่จะทำให้วิถีชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้น

ข้อจำกัด ได้แก่ การมีส่วนร่วมของประชาคมยังคงมีอยู่อย่างจำกัด รวมไปถึงการใช้ประโยชน์ทางที่ดิน การขาดความรู้ในการปรับเปลี่ยนการทำการเกษตรเพื่อความยั่งยืน

- **ด้านเทคโนโลยี (Technology)**

ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ การพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและมีศักยภาพอย่างต่อเนื่อง และมีการสร้างแพลตฟอร์มการแบ่งปันองค์ความรู้เกี่ยวกับแนวคิด NbS รวมถึงนโยบายการใช้พลังงานเวียนต่าง ๆ

ข้อจำกัด ได้แก่ การขาดพื้นที่ต้นแบบในการศึกษา การผสมผสานโครงสร้างและการใช้แนวคิด NbS ในการจัดการปัญหาร่วมกัน ขาดความสามารถในการเข้าถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัยรวมถึงการใช้ประโยชน์ทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องสำหรับการติดตามและประเมินผลก๊าซเรือนกระจกและโครงการด้าน NbS ตลอดจนขาดการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยี

- **ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental)**

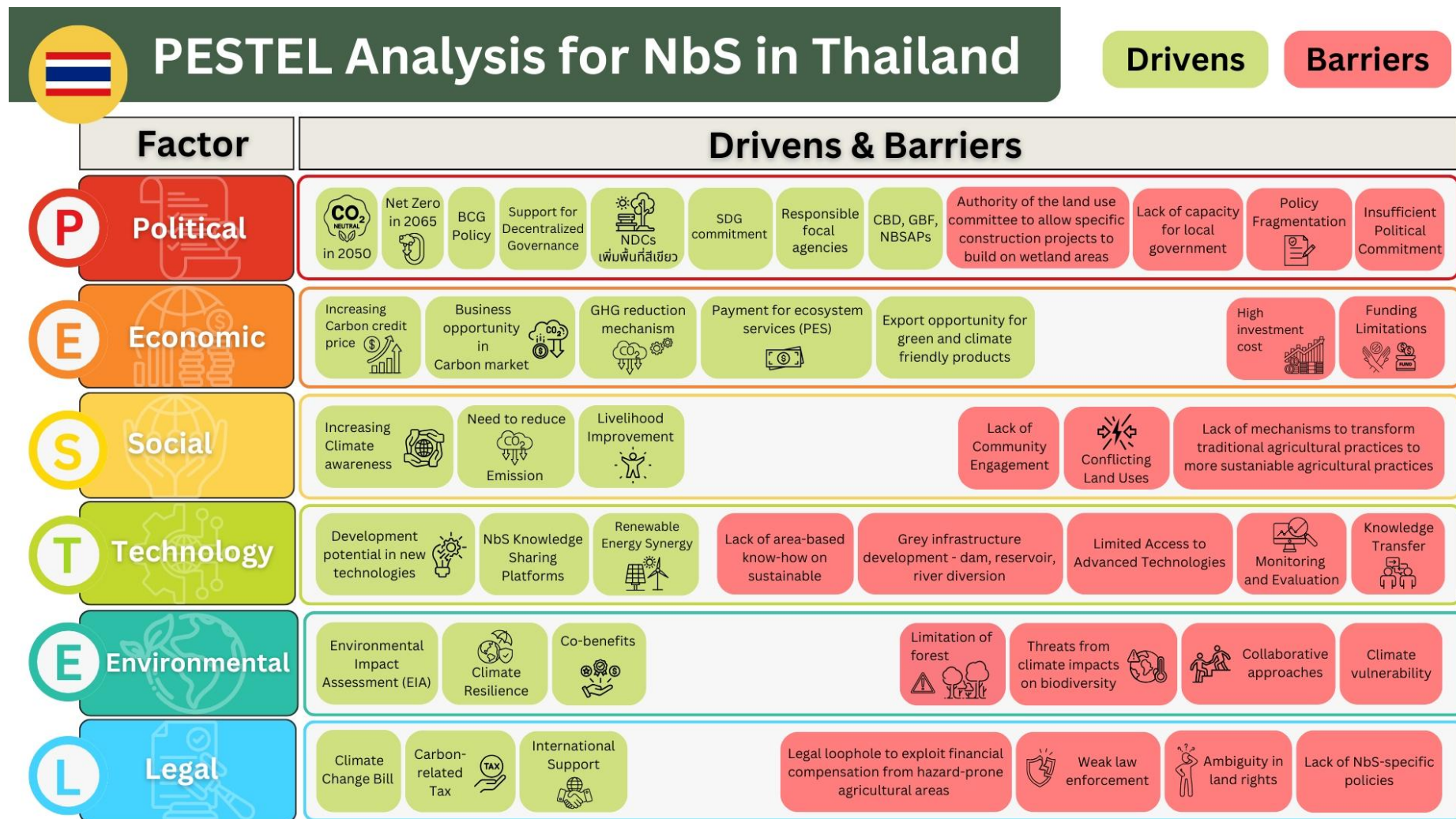
ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ มีกฎหมายประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีความยืดหยุ่นจากผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ และการเกิดผลประโยชน์ร่วม (Co-Benefits) ทางนิเวศบริการและความหลากหลายทางชีวภาพ

ข้อจำกัด ได้แก่ ข้อจำกัดของพื้นที่ป่า หรือพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการดำเนินการ ภาวะคุกคามและผลกระทบเชิงลบของการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศต่อความหลากหลายทางชีวภาพ ขาดการทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานเพื่อขับเคลื่อนเป้าหมายร่วมกัน รวมถึงความเปราะบางในการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate vulnerability)

- **ด้านกฎหมาย (Legal)**

ปัจจัยส่งเสริม ได้แก่ ร่างพระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มาตรการทางภาษีคาร์บอน และการสนับสนุนจากนานาชาติในการดำเนินการเรื่องนี้

ข้อจำกัด ได้แก่ ขาดการดำเนินการทางกฎหมายที่เข้มข้น กฎหมายการใช้ประโยชน์จากที่ดินไม่เอื้อต่อการดำเนินงาน และนโยบายจำเพาะที่สนับสนุนการดำเนินงานด้าน NbS ที่ชัดเจน



รูปที่ 77 การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกสำหรับการจัดทำแผนที่นำทางฯ (PESTEL Analysis)

บทที่ 4 แผนที่นำทางทางด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (SRI) ในการสนับสนุนการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกทั้ง 6 ด้าน โดยมองทั้งในแง่ปัจจัยส่งเสริมที่มีอยู่ (Driven) และด้านของข้อจำกัดที่จะเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบรรลุเป้าหมาย (Barrier) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการขับเคลื่อนแนวทาง NbS ให้กับประเทศไทย รวมถึงการระดมความเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากทุกภาคส่วน รวม 3 ครั้ง และการประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ ถึงแนวทางการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพให้กับประเทศ โดยการใช้กรอบแนวคิด NbS ที่ได้รับการยอมรับและได้ใช้กันอย่างแพร่หลายแล้วในหลายประเทศ สามารถดัดแปลงและจัดทำเป็นแผนที่นำทางฯ เพื่อนำไปใช้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่ดูแลในส่วนนี้ทั้งในมิติที่เป็นทั้งทางตรงและทางอ้อม รวมไปถึงหน่วยงานให้ทุนและสถาบันการศึกษา วิจัย ที่ทำหน้าที่พัฒนากำลังคน งานวิจัย นวัตกรรม และเทคโนโลยี รวมถึงภาคส่วนต่าง ๆ เชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการขับเคลื่อนและพัฒนาวิจัย นวัตกรรมและ เทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้กับประเทศ รวมไปถึงความยั่งยืนและความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของชุมชน และสังคม ต่อไปได้อีกด้วย

ทางตรงเนื่องจากการจัดตั้งกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขึ้น กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถนำข้อเสนอของแผนที่นำทางฯ นี้ ไปจัดทำเป็นแผน โดยการนำแนวคิด NbS มาเป็นส่วนหนึ่งในแผนปฏิบัติการเพื่อการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนให้กับประเทศได้ เช่นเดียวกันกับสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สามารถนำแนวทางหรือผลที่ได้จากการขับเคลื่อน NbS มาเป็นแผนงานในการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ให้กับประเทศ โดยที่จัดทำแผนการขับเคลื่อน NbS เพื่อนำเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของ NDC ให้กับประเทศ แผนที่นำทางฯ เรื่องนี้ จึงเป็นประโยชน์ต่อการขับเคลื่อนเชิงนโยบายการเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ให้กับประเทศด้วย

นอกจากนี้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องสามารถนำแผนที่นำทางฯ ที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ มาจัดทำเป็นแผนปฏิบัติงาน พร้อมร่วมกันขับเคลื่อนแนวทาง NbS และเป็นส่วนหนึ่งในการจัดทำ GHG inventory หรือการพัฒนางานและกำลังคนเพิ่มเติม เพื่อช่วยกันลดการปลดปล่อยและเพิ่มการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกให้กับประเทศ และเป็นโอกาสในการพัฒนางาน รวมถึงนวัตกรรมใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นได้อีกด้วย โดยมี 2 คณะทำงาน คือ

1.คณะทำงานกลุ่มภาคเกษตร (GHG inventory working group; Agriculture) ซึ่งมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics) กรมปศุสัตว์ (Department of Livestock Development) กรมวิชาการเกษตร (Department of Agriculture) กรมส่งเสริมการเกษตร (Department of Agricultural Extension) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency) กรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department) สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย (Office of

the Cane and Sugar Board) กรมการข้าว (Rice Department) และ กรมชลประทาน (Royal Irrigation Department)

2. คณะทำงานกลุ่มการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์จากที่ดินและป่าไม้ (GHG inventory working group; Land use, Land-use change and Forestry) ซึ่งมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation) สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (Agricultural Land Reform Office) กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (Department of Marine and Coastal Resources) องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (Forest Industry Organization) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency) กรมพัฒนาที่ดิน (Land Development Department) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (Office of Agricultural Economics) สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมประจำจังหวัด (Provincial Offices of Natural Resources and Environment) การยางแห่งประเทศไทย (Rubber Authority of Thailand) และ กรมป่าไม้ (Royal Forest Department)

นอกจากนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนที่นำทางฯ NbS ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ให้ทุน แหล่งทุน นักวิจัย รวมถึงผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือผู้ที่สนใจทราบถึงแนวทางในการขับเคลื่อนเรื่องนี้ได้อย่างมีเป้าหมาย และไม่เพียงแต่ช่วยการขับเคลื่อนประเทศเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์เท่านั้น แต่ยังช่วยเรื่องของการพัฒนาที่ยั่งยืน และโอกาสทางธุรกิจใหม่ ๆ อีกด้วย

ในการนี้สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในภาพรวมของแผนที่นำทางฯ ในประเด็นที่ต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งมีการเรียงตามลำดับความสำคัญของการดำเนินงานที่เป็นภาพรวมที่มีร่วมกันของทุกระบบนิเวศ และส่วนที่เป็นการดำเนินงานที่มีความจำเพาะในแต่ละระบบนิเวศ (รูปที่ 78)



รูปที่ 78 ภาพรวมของแผนที่นำทางฯ ในประเด็นที่ต้องได้รับการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งมีการเรียงตามลำดับความสำคัญของการดำเนินงานที่เป็นภาพรวมที่มีร่วมกันของทุกระบบนิเวศ และส่วนที่เป็นการดำเนินงานที่มีความจำเพาะในแต่ละระบบนิเวศ

โดยสามารถจัดเป็นข้อเสนอแนะทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และ ระยะยาว (รูปที่ 79) เพื่อเร่งการนำแนวทาง NbS ไปใช้ โดยภาพรวมของทั้ง 4 ระบบนิเวศ คือ

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 1: ด้านการพัฒนากำลังคน (Capacity building)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การสร้างองค์ความรู้ตามแนวทางของ NbS รวมไปถึงความหลากหลายทางชีวภาพ อนุสนธิสัญญาความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ องค์ความรู้เรื่องนิเวศวิทยา การฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากร พัฒนาออกมาเป็นโมดูล รายวิชา หรือหลักสูตร และมีการจัดทำเป็นหน่วยให้ความรู้ทาง NbS รวมถึงมีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยมีเป้าหมายเพื่อนำ NbS ไปเป็นส่วนหนึ่งในการจัดทำ NDC ให้กับประเทศ พร้อมจัดตั้ง NbS Academy
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** มีการนำชุดความรู้เรื่อง NbS ไปทำงานร่วมกันกับทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการนำแนวทาง NbS มาเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิต มีการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกที่มีความแม่นยำสูง มีความจำเพาะกับระบบนิเวศนั้น ๆ (GHG Inventory Tier 3) มีการจัดตั้งเป็นหน่วยอบรมการพัฒนาโครงการ NbS พร้อมมีอุปกรณ์พื้นฐานในการดำเนินการศึกษาติดตาม ของประเทศ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** มีสถาบันศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ (Climate Change Academy) เป็นแหล่งพัฒนากำลังคน และองค์ความรู้ วิจัย เทคโนโลยี และนวัตกรรมเกี่ยวกับ NbS รวมถึงการเปลี่ยนทางสภาพภูมิอากาศ

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 2: ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology)



- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** งานวิจัยทางด้านกายภาพเช่น การจัดทำแผนที่ การรับรู้ข้อมูลจากระยะไกล (Remote sensing) แล้วนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์ด้วย Machine learning AI รวมถึงการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศต่าง ๆ เช่น (EO) MRV การพัฒนาสมการ Allometric ที่มีความแม่นยำและเหมาะสมตามชนิดพืช รวมถึงวิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนที่ได้รับการรับรอง (standard method) สามารถเปรียบเทียบ และมีความแม่นยำน่าเชื่อถือ มีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยคุกคามที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศต่าง ๆ พร้อมการนำเทคนิค eDNA, Omics มาใช้เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพที่เพิ่มขึ้น รวมถึงการสร้างเครือข่ายทั้งในและต่างประเทศ
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** การติดตามและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกด้วย IoT sensor การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ในดิน พร้อมศักยภาพให้การกักเก็บคาร์บอนรวมถึงก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในดิน พร้อมวิธีการตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน มีการแบ่งปันข้อมูล มีการศึกษาวิจัยในพื้นที่เพื่อสร้างความแม่นยำของข้อมูล (Standard Method Tier 3) พร้อมพัฒนาแปลงสาธิตและโครงการนำร่อง และเครือข่ายทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงการพัฒนาเครดิตทางความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญตามแนวทาง NbS
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การพัฒนาและตรวจสอบปริมาณก๊าซเรือนกระจกด้วยเทคโนโลยีการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ (Blockchain technology) เพื่อความโปร่งใส และสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ พร้อมการติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้อย่างทันที (Realtime)

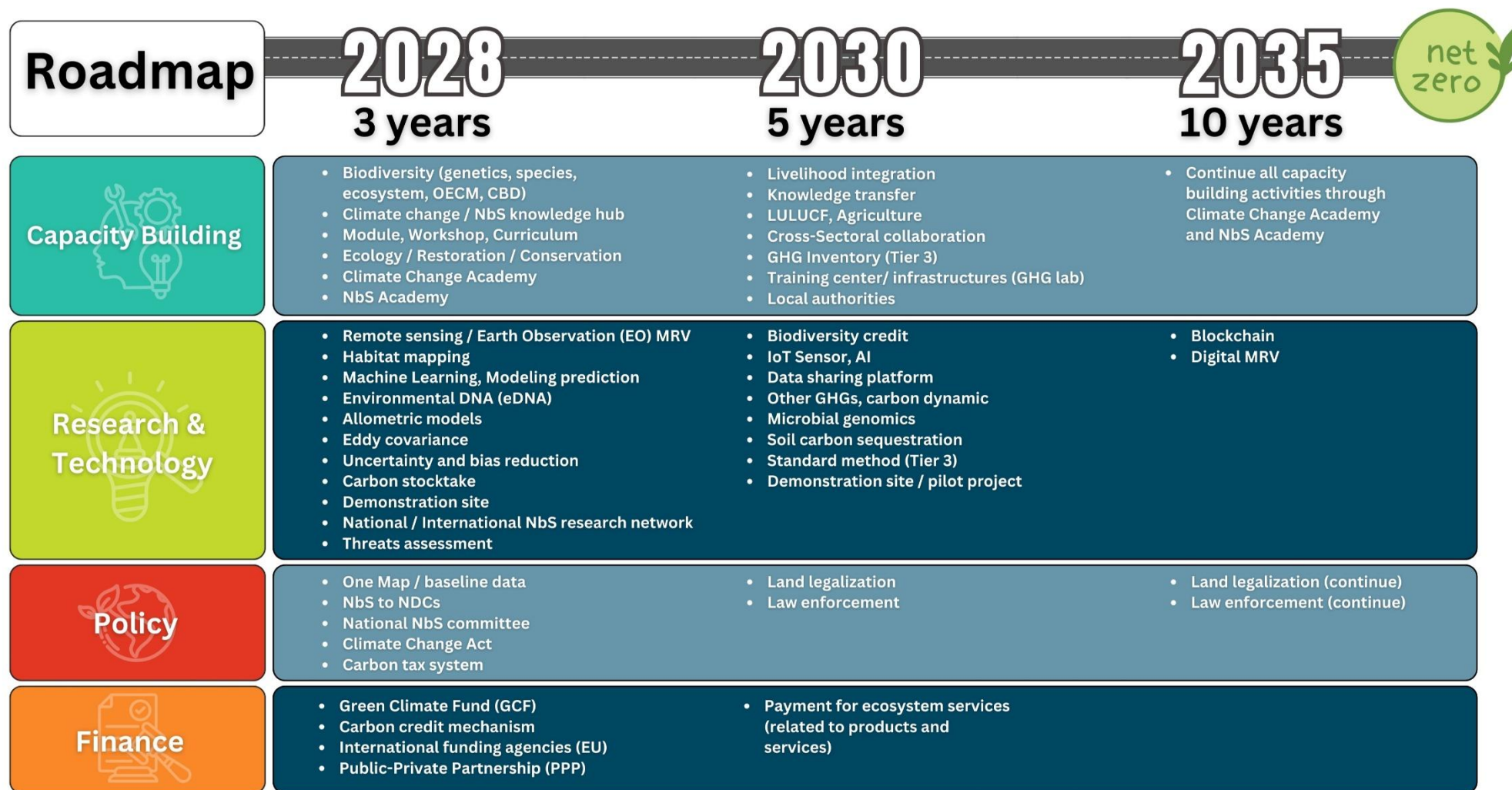
ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 3: ด้านนโยบาย (Policy)



- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การจัดทำแผนที่ร่วมกันของทุกงานเพื่อใช้เป็นฐานในการทำงานร่วมกัน (One map/Baseline data) เพื่อใช้ในการพัฒนาโครงการ NbS รวมถึงระบบนิเวศต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงไป มีนโยบายการผลักดันเพื่อกำหนดให้แนวทาง NbS เข้ามามีส่วนในการจัดทำแผน NDC ของประเทศ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ส่งกระทบไปได้ในวงกว้าง มีจัดตั้งคณะกรรมการขับเคลื่อน NbS สู่ NDC ของประเทศ เพื่อช่วยในการดำเนินการเรื่องนี้รวมถึง การให้ความร่วมมือในการดำเนินการตาม พระราชบัญญัติการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** สิทธิในการถือครองและใช้ที่ดิน เพื่อเอื้อต่อการพัฒนาโครงการ รวมถึงมาตรการทางกฎหมายต่าง ๆ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** สิทธิในการถือครองและใช้ที่ดิน เพื่อเอื้อต่อการพัฒนาโครงการ รวมถึงมาตรการทางกฎหมายต่าง ๆ ให้ความครอบคลุมและสมบูรณ์ในทุกมิติ

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 4: ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การรับการสนับสนุนจากกองทุนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น กองทุนภูมิอากาศสีเขียว (Green Climate Fund; GCF) หรือ สหภาพยุโรป รวมถึงการศึกษากลไกการขับเคลื่อนเรื่องคาร์บอนเครดิตให้มีความครอบคลุม และส่งเสริมความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐและเอกชนให้มากยิ่งขึ้น
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** การคิดต้นทุนและมูลค่าจากนิเวศบริการที่เกิดขึ้นจากระบบนิเวศต่าง ๆ เพื่อเป็นกลไกในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากร หากได้รับผลกระทบทำให้เสื่อมโทรมลง
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การส่งเสริมให้มีการพัฒนาและติดตามโครงการอย่างต่อเนื่องตามแนวทางของ NbS



รูปที่ 79 ข้อเสนอแนะในภาพรวมของแผนที่นำทางฯ ทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และ ระยะยาว

นอกจากแผนที่นำทางฯ ในภาพรวมของทั้ง 4 ระบบนิเวศแล้ว ยังมีการจำแนกเป็นแผนที่นำทางฯ ของแต่ละระบบนิเวศ ดังแสดงตามหัวข้อและข้อมูลเต็มในตาราง



ข้อเสนอแนะต่อระบบนิเวศป่าบก

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 1: ด้านการพัฒนากำลังคน (Capacity building)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการมาตรฐานในการประเมินการกักเก็บคาร์บอน
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการมาตรฐานในการจัดการพื้นที่เพื่อประโยชน์ร่วมด้านการกักเก็บคาร์บอนและการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 2: ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology)

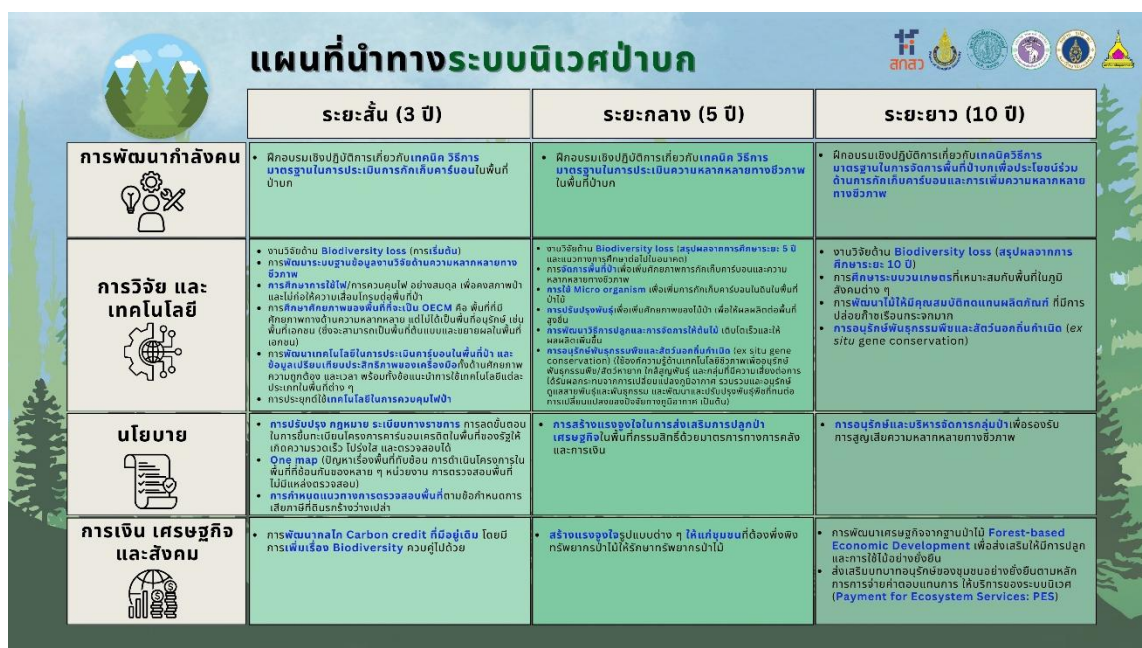
- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การพัฒนาระบบฐานข้อมูลงานวิจัยทางความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ อันเป็นผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีการศึกษาการใช้ไฟ ควบคุมไฟ เพื่อคงสภาพป่าและไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงไหม้ไหม้ รวมถึงเทคโนโลยีในการควบคุมไฟป่า และเทคโนโลยีในการประเมินคาร์บอนในพื้นที่ป่า พร้อมทั้งข้อเสนอแนะการใช้เทคโนโลยีแต่ละประเภท รวมถึงการศึกษาและส่งเสริมศักยภาพทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพนอกพื้นที่อนุรักษ์ (OECM)
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** งานวิจัยด้านการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ พร้อมการจัดการพื้นที่ป่า เพื่อเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงจุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน การปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มศักยภาพของไม้ป่าเพื่อให้ผลผลิตสูง รวมถึงวิธีการจัดการให้ต้นไม้เติบโตเร็ว มีผลผลิตเพิ่มขึ้น รวมถึงการอนุรักษ์พันธุกรรมของพืชและสัตว์หายาก และกลุ่มเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** งานวิจัยด้านการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพระยะยาว พร้อมการศึกษาระบบนิเวศที่เหมาะสมในพื้นที่และภูมิสังคมต่าง ๆ พร้อมพัฒนาไม้ที่สามารถนำมาทดแทนวัสดุอื่น ๆ ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำนวนมาก อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 3: ด้านนโยบาย (Policy)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การปรับปรุงกฎหมาย ระเบียบทางราชการ ลดขั้นตอนในการขึ้นโครงการคาร์บอนเครดิตในพื้นที่ของรัฐ เพื่อให้เกิดความรวดเร็ว โปร่งใส และตรวจสอบได้ การใช้แผนที่เดียวกันในการทำงาน (One map) เพื่อแก้ปัญหาพื้นที่ทับซ้อน และการกำหนด แนวทางการตรวจสอบพื้นที่ตามข้อกำหนด ภาษีที่ดินรกร้างว่างเปล่า
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** การสร้างแรงจูงใจในการส่งเสริมการปลูกป่าเศรษฐกิจในพื้นที่กรรมสิทธิ์ ด้วยมาตรการทางการคลังและการเงิน
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การอนุรักษ์และบริหารจัดการกลุ่มป่า เพื่อรองรับการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 4: ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** การพัฒนากลไกคาร์บอนเครดิตที่มีอยู่เดิม โดยมีการเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพควบคู่ไปด้วย
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** สร้างแรงจูงใจรูปแบบต่าง ๆ ให้แก่ชุมชนที่ต้องพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ ให้รักษาทรัพยากรป่าไม้ ส่งเสริมบทบาทของอนุรักษ์ของชุมชนอย่างยั่งยืน ตามหลักการการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services; PES)
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานป่าไม้ (Forest based Economic Development) เพื่อส่งเสริมให้มีการปลูกและการใช้ไม้อย่างยั่งยืน ส่งเสริมบทบาทของอนุรักษ์ของชุมชนอย่างยั่งยืน ตามหลักการการจ่ายค่าตอบแทนการให้บริการของระบบนิเวศ (Payment for Ecosystem Services; PES) อย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 80)



รูปที่ 80 แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศป่าบก



ข้อเสนอแนะต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 1: ด้านการพัฒนาคน (Capacity building)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับการจัดจำแนกรูปแบบ ประเภทของพื้นที่
ชุ่มน้ำให้เป็นมาตรฐานร่วม จัดตั้งหลักสูตรด้านวิทยาศาสตร์พื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland science) รวมถึง
จัดให้มีรายวิชาและการเก็บหน่วยกิตสำหรับรายวิชาด้าน NbS และความหลากหลายทางชีวภาพ
(NbS and Biodiversity) รวมถึงนักอนุกรมวิธาน พร้อมจัดตั้ง NbS Academy
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** อบรมเชิงปฏิบัติการเกี่ยวกับเทคนิค วิธีการมาตรฐานในการประเมิน
การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ชุ่มน้ำแต่ละประเภท และพัฒนาศักยภาพของเจ้าหน้าที่องค์กรปกครอง
ส่วนท้องถิ่น (อปท.) อย่างต่อเนื่อง
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การพัฒนากำลังคนอย่างต่อเนื่องผ่าน NbS และ Climate Change
Academy อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 2: ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** กำหนดนิยามของคำว่า “พื้นที่ตามอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำ (Ramsar site)” จัดทำแผนที่โดยใช้เทคโนโลยีระบบตรวจจับแสงและวัดระยะ (LiDAR) ในพื้นที่ป่าพรุ ทำการติดตั้งเซนเซอร์วัดน้ำแบบเรียลไทม์ในพื้นที่ป่าพรุ พร้อมขยายผลไปในพื้นที่อื่น ๆ จัดทำพื้นที่ต้นแบบ และตรวจทานทะเบียนรายนามพื้นที่ชุ่มน้ำทุกประเภทตั้งแต่ Ramsar จนถึงพื้นที่ชุ่มน้ำท้องถิ่น จัดทำแผนที่พื้นที่ชุ่มน้ำทุกประเภทในประเทศไทย ประเมินศักยภาพในการกักเก็บและดูดกลืนคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ในพื้นที่ชุ่มน้ำ จัดทำแผนที่ และเพิ่มองค์ความรู้ด้าน NbS และความหลากหลายทางชีวภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำ ตลอดจนศึกษาภัยคุกคามต่อพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** กำหนดพื้นที่ชุ่มน้ำระดับชุมชนให้มีความชัดเจน ประเมินความสามารถในการป้องกันน้ำท่วมของระบบนิเวศบึงน้ำจืด ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการถ่ายน้ำเข้า-ออก ตามฤดูกาล ทำการวิจัยเพื่อหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) Tier 3 ตลอดจนศึกษาและพัฒนาเทคนิควิธีการสำหรับประเมินการกักเก็บคาร์บอนในระบบนิเวศบึงน้ำจืดให้มีความน่าเชื่อถือ ส่งเสริมศักยภาพในการทำงานร่วมกันกับ พท ในบริบทของ Citizen science และ Community-driven research
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** ลดผลกระทบของปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดด้านการวิจัยในพื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นป่าพรุขนาดใหญ่ จากความแปรผันของระดับน้ำในพื้นที่ที่มีการขึ้นลงตามฤดูกาล และจัดให้มีการใช้เทคโนโลยีในการเก็บรวบรวมฐานข้อมูลของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำให้เป็นระบบอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 3: ด้านนโยบาย (Policy)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** กำหนดให้มีแผนปฏิบัติการระดับชาติสำหรับพื้นที่ป่าพรุ กำหนดแนวทางแก้ปัญหาอุทกภัยในฤดูน้ำหลาก ของระบบนิเวศป่าบุง ป่าทาม นอกเขตอนุรักษ์ที่มีการเปลี่ยนเป็นพื้นที่ปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (ส.ป.ก.) ส่งเสริมให้มีการดำเนินธุรกิจที่มีความเป็นมิตรต่อระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ (Wetland friendly business) และกำหนดบทบาทของพื้นที่ชุ่มน้ำให้มีความชัดเจนใน พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** ประเมิน Carbon/Biodiversity Net and Gain ของพื้นที่ชุ่มน้ำ ส่งเสริมการออกพระราชบัญญัติพื้นที่ชุ่มน้ำ ตลอดจนส่งเสริมให้เกิดกลไกการพัฒนาการมีส่วนร่วมในพื้นที่และการสื่อสาร
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** กฎหมายเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความรกร้าง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 4: ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** สร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับผลกระทบในเวลาอันใกล้ หากยังไม่มี การเริ่มต้นกิจกรรมด้านการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** มาตรการทางการเงินในการส่งเสริมการอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำที่สำคัญ อย่างยั่งยืน
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** การส่งเสริมให้มีการพัฒนาและติดตามโครงการอย่างต่อเนื่อง ตามแนวทางของ NbS (รูปที่ 81)



รูปที่ 81 แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ



ข้อเสนอแนะต่อระบบนิเวศการเกษตร

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 1: ด้านการพัฒนากำลังคน (Capacity building)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** สร้างกลไกการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีประสิทธิภาพ สนับสนุนโครงการร่วมกันและระบบการจัดการเชิงชุมชน โดยสนับสนุนโครงการที่มีการจัดการร่วมกันระหว่างชุมชนและภาคอุตสาหกรรม
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** จัดการฝึกอบรมและการศึกษาเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ยั่งยืน และสร้างพื้นที่เรียนรู้และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** จัดการฝึกอบรมและการศึกษาเกี่ยวกับแนวปฏิบัติที่ยั่งยืน สร้างพื้นที่เรียนรู้และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์

หมายเหตุ: เป้าหมายของการพัฒนากำลังคนให้เป็นไปตาม EO based platform for MRV of agriculture carbon removal คือกำลังคนในทุกภาคส่วน

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 2: ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** พัฒนาพันธุ์พืชและเทคนิคการเกษตรที่เหมาะสม การวิจัยและพัฒนาพันธุ์พืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการกักเก็บคาร์บอน วิจัยศักยภาพเชิงพื้นที่ในการกักเก็บคาร์บอน ส่งเสริมการปลูกพืชคลุมดินและพืชหมุนเวียนที่มีประสิทธิภาพในการกักเก็บคาร์บอน
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** พัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการกักเก็บคาร์บอนในดิน เช่น เครื่องมือสำหรับการตรวจวัดและประเมินการกักเก็บคาร์บอน ไบโอสชาร์ ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกล (Remote sensing) และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อประเมินคาร์บอน
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** ใช้แพลตฟอร์มดิจิทัล และเทคโนโลยีการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ (Blockchain technology) เพื่อบันทึกและตรวจสอบข้อมูลการกักเก็บคาร์บอน พัฒนาและใช้งานระบบฐานข้อมูลคาร์บอนในดินที่สามารถติดตามและประเมินการกักเก็บคาร์บอนในดินได้

หมายเหตุ: เป้าหมายของการพัฒนาด้านการวิจัยและเทคโนโลยี EO based platform for MRV of agriculture carbon removal คือการขยายผลไปในพื้นที่การเกษตรทุกแปลง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 3: ด้านนโยบาย (Policy)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** สนับสนุนการเพาะปลูกแบบผสมผสาน โดยส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน และสนับสนุนการเกษตรเชิงอนุรักษ์ โดยสนับสนุนการทำเกษตรที่ลดการบกรวดดิน เช่น ไม้ไผ่พรวน ลดการไถพรวน ปลูกพืชหมุนเวียน
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** สนับสนุนการเพาะปลูกแบบผสมผสาน โดยส่งเสริมการปลูกพืชหลากหลายชนิดในพื้นที่เดียวกัน เพื่อเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน และสนับสนุนการเกษตรเชิงอนุรักษ์ โดยสนับสนุนการทำเกษตรที่ลดการบกรวดดิน เช่น ไม้ไผ่พรวน ลดการไถพรวน ปลูกพืชหมุนเวียน
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** กำหนดนโยบายขยายการวิจัยและพัฒนา ลงทุนในการวิจัย เพื่อระบุและพัฒนาพันธุ์พืชและเทคนิคการเกษตรที่เหมาะสม กำหนดนโยบายเพิ่มการฝึกอบรมและสร้างทักษะ แนวปฏิบัติที่ยั่งยืนและประโยชน์ต่อสุขภาพดินและการกักเก็บคาร์บอน รวมถึงกำหนดนโยบายส่งเสริมนวัตกรรมทางการเงิน ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีทางการเงิน เช่น การใช้เทคโนโลยี Blockchain เพื่อบันทึกข้อมูลการจัดเก็บคาร์บอนในดินอย่างปลอดภัยและโปร่งใส

หมายเหตุ: เป้าหมายของการพัฒนาด้านการวิจัยและเทคโนโลยี EO based platform for MRV of agriculture carbon removal คือพื้นที่การเกษตรทุกแปลง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 4: ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** สร้างกลไกการซื้อขายที่สร้างคุณค่าให้กับผลผลิตเกษตรกร การพัฒนาระบบคาร์บอนเครดิตระดับท้องถิ่น สนับสนุนสินค้าที่ทำให้เกิดการเก็บกักคาร์บอน ช่วยเหลือผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ไบโอดีเซล และสินค้าที่เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน โดยทุกกระบวนการต้องเป็นไปตามมาตรฐานระดับนานาชาติ
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** สร้างกลไกการซื้อขายที่สร้างคุณค่าให้กับผลผลิตเกษตรกร การพัฒนาระบบคาร์บอนเครดิตระดับท้องถิ่น สนับสนุนสินค้าที่ทำให้เกิดการเก็บกักคาร์บอน ช่วยเหลือผู้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ไบโอดีเซล และสินค้าที่เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินและกักเก็บคาร์บอนในดิน กำหนดให้มีมาตรฐานการรายงานอย่างยั่งยืนด้านสภาพภูมิอากาศ มีมาตรฐานในการวัดค่าทางสิ่งแวดล้อม (Green claims) ของสินค้าและบริการ และทำการศึกษาเรื่องการกำหนดราคา การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตรและการให้รางวัลในการกำจัดคาร์บอนในห่วงโซ่คุณค่าอาหารเกษตร

- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** สร้างกลไกการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่มีประสิทธิภาพ ด้วยการมีระบบการซื้อขายคาร์บอนเครดิตที่สามารถให้ผลตอบแทนแก่เกษตรกร และให้การสนับสนุนโครงการร่วมกัน และระบบการจัดการเชิงชุมชน เช่น ระหว่างชุมชนและภาคอุตสาหกรรม กำหนดให้มีมาตรฐานการรายงานอย่างยั่งยืนด้านสภาพภูมิอากาศ มีมาตรฐานในการวัดค่าทางสิ่งแวดล้อม (Green claims) ของสินค้าและบริการ และทำการศึกษาเรื่องการกำหนดราคาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตรและการให้รางวัลในการกำจัดคาร์บอนในห่วงโซ่คุณค่าอาหารเกษตร (รูปที่ 82)



รูปที่ 82 แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศการเกษตร



ข้อเสนอแนะต่อระบบนิเวศในเมือง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 1: ด้านการพัฒนากำลังคน (Capacity building)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** อบรมเจ้าหน้าที่และผู้แทนจากทุกภาคส่วนให้มีความรู้ เห็นความสำคัญ ตลอดจนประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อให้สามารถสื่อสารต่อสังคมได้อย่างชัดเจนและในทิศทางเดียวกัน จัดทำกระบวนการที่ชัดเจนในการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการปลูกและดูแลต้นไม้ แก่ชุมชน/คนในพื้นที่ ตลอดจนพัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติระดับล่าง และความตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของตนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** ดำเนินการอบรมและพัฒนากำลังคนอย่างต่อเนื่อง
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** ดำเนินการอบรมและพัฒนากำลังคนอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 2: ด้านการวิจัยและเทคโนโลยี (Research and technology)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** จัดทำคำนิยาม “พื้นที่สีเขียวในเมือง” ให้ชัดเจน พัฒนาและสร้างองค์ความรู้เพื่อจัดทำกรอบการทำงานในการจัดหา/เพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง และแนวทางการปลูกต้นไม้ เช่น กำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวต่อพื้นที่เมืองในแต่ละท้องที่ จัดทำบัญชีรายชื่อชนิดต้นไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพ C_{seq} และความเหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง จัดทำข้อกำหนดการปลูกต้นไม้ให้เหมาะสมกับพื้นที่สีเขียวฯ แต่ละประเภท และจัดทำมาตรการดูแล-จัดการพื้นที่สีเขียวฯ เพื่อลดอัตราการตายของต้นไม้
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** ดำเนินการวิจัยเชิงกลยุทธ์ เกี่ยวกับการกำหนดสัดส่วนพื้นที่สีเขียวฯ ในอาคารประเภทต่าง ๆ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ และความหลากหลายทางชีวภาพ การแบ่งเขตเมืองใหม่ให้เหมาะสมกับสภาพในปัจจุบัน และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ การใช้เทคโนโลยีเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ อัตราการรอดตายของต้นไม้ที่ปลูกในพื้นที่สีเขียวฯ แต่ละประเภท และการจัดการพื้นที่สีเขียวเชิงบูรณาการ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** ดำเนินการวิจัยเชิงการจัดการองค์ความรู้ เกี่ยวกับการออกแบบพื้นที่สีเขียวฯ มาตรการ และระยะเวลาในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ การใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบพื้นที่สีเขียวฯ ประเภทต่าง ๆ ให้สอดคล้องกัน และการจัดตั้งศูนย์รวมพื้นที่สีเขียวฯ และการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่สีเขียวฯ ในเมืองและระหว่างเมือง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ C_{seq} ของพื้นที่สีเขียวฯ และการให้บริการทางนิเวศด้านอื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 3: ด้านนโยบาย (Policy)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** จัดสรรงบประมาณเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว และขับเคลื่อนนโยบายฯ มีการปรับปรุงนโยบาย/มาตรการ/กฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น บังคับใช้กฎหมายเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว และให้พื้นที่สีเขียว เป็น NbS ปรับปรุงข้อบังคับในการทำ EIA โครงการต่าง ๆ ให้มีพื้นที่สีเขียว ตามที่กำหนด ปรับปรุงพระราชบัญญัติของกรมโยธาธิการและผังเมืองเกี่ยวกับพื้นที่ริมน้ำ/ตลิ่ง เพื่อกำหนดเป็นพื้นที่สีเขียว และการออกนโยบายให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียวเป็นตัวชี้วัดของทุกพื้นที่
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** จัดทำมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในเมือง ด้านต่าง ๆ เช่น แนวทางการเลือกชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง โดยให้ความสำคัญทั้งศักยภาพ C_{seq} และความหลากหลายทางชีวภาพ และมาตรการนำพื้นที่เปล่าประโยชน์มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว รูปแบบต่าง ๆ แนวทางปรับปรุงผังเมืองให้เอื้อต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียว การใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น AI หรือ i-Tree app มาใช้ดูแลต้นไม้ระยะไกล แทนการสำรวจภาคสนาม ตลอดจนจัดทำมาตรการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในเมือง ด้านต่าง ๆ เช่น การยกเว้นภาษีที่ดิน/ภาษีรกร้าง ให้ผู้มอบที่ดินให้รัฐทำเป็นพื้นที่สีเขียว การลดหย่อนภาษีให้กับภาคเอกชนที่เพิ่มพื้นที่สีเขียว ในที่ดินของตน
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** จัดทำมาตรการในการทำงานร่วมกันของทุกภาคส่วน เช่น การเชิญตัวแทนจากทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในพื้นที่ของตน และการดูแลรักษาเพื่อความยั่งยืนการสร้างความรู้ให้กับประชาชน เกี่ยวกับประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ตลอดจนสร้างช่องทางสื่อสารกับทุกภาคส่วน เกี่ยวกับนโยบาย ความสำคัญ ประโยชน์ มูลค่าทางเศรษฐกิจ จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว อย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ ประเด็นที่ 4: ด้านการเงิน เศรษฐกิจ และสังคม (Financial & socioeconomic)

- **ระยะสั้น 3 ปี (2025-2028)** ระดมบุคคลากรที่ยังขาดแคลนมาช่วยกันทำงานตามนโยบายการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในทุกระดับ เพื่อให้งานต่าง ๆ บรรลุเป้าหมาย ตลอดจนสร้างระบบการทำงานแบบบูรณาการจากทุกภาคส่วน และมีเจ้าภาพในการขับเคลื่อนการทำงานไปในทิศทางเดียวกัน
- **ระยะกลาง 5 ปี (2025-2030)** ระดมทุน/จัดตั้งงบประมาณที่ต้องใช้จัดการพื้นที่สีเขียว สร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสาธารณะ การตระหนักรู้ถึงความสำคัญ และประโยชน์จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ
- **ระยะยาว 10 ปี (2025-2035)** ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของสาธารณะ การตระหนักรู้ถึงความสำคัญ และประโยชน์จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในการให้บริการทางนิเวศด้านต่าง ๆ (รูปที่ 83)



รูปที่ 83 แผนที่นำทางฯ ของระบบนิเวศในเมือง

สรุปแผนการดำเนินงานในอนาคต

วิกฤตการเปลี่ยนแปลงทางสภาพภูมิอากาศ การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ และความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมและนิเวศบริการ เป็นปัญหาทางสังคมที่ท้าทายอย่างยิ่งในปัจจุบัน ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม รวมถึงความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์ แนวทางการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solutions; NbS) เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ จึงเป็นโอกาสและต้นทุนที่สำคัญในการที่จะทำให้ประเทศไทยเข้าสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ รวมถึงเป็นผู้นำในเรื่องดังกล่าว จากต้นทุนความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย ซึ่งเป็นความได้เปรียบเชิงพื้นที่ของประเทศต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน เพื่อใช้โอกาสในครั้งนี้ในการขับเคลื่อนประเทศให้เป็นประเทศสีเขียว มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างโอกาสใหม่ ๆ ให้กับทุกภาคส่วนผ่านธุรกิจสีเขียว รวมถึงการน้อมนำแนวคิดเศรษฐกิจพอเพียงมาร่วมด้วย

จากการคำนวณเบื้องต้นถึงศักยภาพในการดูดซับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ประเทศไทยสามารถดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากกว่าที่ได้ประเมินไว้ในเบื้องต้น ทำให้เห็นถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการขับเคลื่อนเรื่องนี้อย่างจริงจัง ความสำเร็จเรื่องนี้จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน เข้ามาทำงานร่วมกัน ทั้งในมิติของการพัฒนาศักยภาพกำลังคน การวิจัย นวัตกรรม และเทคโนโลยี รวมถึงการกำหนดนโยบาย การเงินและเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งเป็นโอกาสที่สำคัญที่จะทำให้ประเทศไทยเป็นผู้นำทางด้านนี้ ซึ่งได้วางแผนการทำงานเป็นระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว เพื่อให้เห็นเป้าหมายการทำงานที่ชัดเจน มีเป้าหมายและการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ความสำเร็จในเรื่องนี้นอกจากการที่สามารถดำเนินการได้ตามแผนที่นำทางฯ ที่ได้วางแผนเป็นระยะที่แตกต่างกันแล้ว ความสำเร็จที่สำคัญยิ่งของการศึกษานี้คือการที่ประเทศไทยสามารถนำแนวทางของ NbS ไปบรรจุอยู่ในแผน NDC ของประเทศ พร้อมกระบวนการ MRV ที่มีประสิทธิภาพและตรวจสอบได้

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. 2560. ยุทธศาสตร์กรมป่าไม้ พ.ศ. 2560-2579. สืบค้นจาก;

<https://new.forest.go.th/chonburi9/wp-content/uploads/sites/45/2017/05/stg60%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B8%98%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1%E0%B8%9B%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%89-20-%E0%B8%9B%E0%B8%B5.pdf>, 26

มกราคม 2567.

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2566. แผนยุทธศาสตร์ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. สืบค้นจาก; <https://www.dnp.go.th>.

กองทุนสัตว์ป่าโลก (WWF Thailand). 2565. สถานการณ์ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย.

สืบค้นจาก <https://www.wwf.or.th>.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2564. มาตรการสำคัญในการดำเนินงานเพื่่มุ่งสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero GHG Emission). สืบค้นจาก; <https://web.facebook.com/mnreTH>, 29 พฤษภาคม 2566.

คณะวนศาสตร์. 2554. คู่มือศักยภาพของพรรณไม้ สำหรับส่งเสริมภายใต้โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ภาคป่าไม้. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพมหานคร.

คณะวนศาสตร์. 2565. สมุดปกน้ำตาล ข้อเสนอเพื่อเสริมสร้างบทบาทภาคป่าไม้ สู่ความเป็นกลางทางคาร์บอน. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ณัฐวุฒิ ชื่นโพธิ์กลาง. 2022. อนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำกับพันธกรณีของประเทศไทย. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยการจัดการและเทคโนโลยีอีสเทิร์น.

ราชกิจจานุเบกษา. 2561. ยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580). สืบค้นจาก

https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF.

ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนที่ 20 ก ลงวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2566. พระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 760) พ.ศ. 2566. สืบค้นจาก; https://www.rd.go.th/fileadmin/user_upload/kormor/newlaw/dc760.pdf, 26 มกราคม 2567.

ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 140 ตอนที่ 20 ก ลงวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2566. พระราชกฤษฎีกาออกตามความในประมวลรัษฎากรว่าด้วยการยกเว้นรัษฎากร (ฉบับที่ 761) พ.ศ. 2566. สืบค้นจาก; https://www.rd.go.th/fileadmin/user_upload/kormor/newlaw/dc761.pdf, 26 มกราคม 2567.

ศูนย์วิจัยความหลากหลายทางชีวภาพแห่งประเทศไทย. 2566. แนวทางการอนุรักษ์ความหลากหลายทาง

ชีวภาพในประเทศไทย. สืบค้นจาก; <https://www.biodiversity.go.th>.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2562. รายงานสถานภาพทรัพยากร

ทางทะเลและชายฝั่ง ปี 2562: แหล่งหญ้าทะเล. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 258 หน้า

ส่วนฐานข้อมูลและสถิติ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช .

2566. ชนิดป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ตามกฎหมาย. สืบค้นจาก;

https://catalog.dnp.go.th/dataset/type_forest, 26 มกราคม 2567.

ส่วนส่งเสริมการจัดการป่าชุมชน กรมป่าไม้. 2566. ข้อมูลป่าชุมชนตามพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. 2562.

สืบค้นจาก; [https://www.forest.go.th/community-](https://www.forest.go.th/community-extension/2023/03/09/%e0%b8%82%e0%b9%89%e0%b8%ad%e0%b8%a1%e0%b8%b9%e0%b8%a5%e0%b8%9b%e0%b9%88%e0%b8%b2%e0%b8%8a%e0%b8%b8%e0%b8%a1%e0%b8%8a%e0%b8%99%e0%b8%95%e0%b8%b2%e0%b8%a1%e0%b8%9e%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b8%a3%e0%b8%b2/)

[extension/2023/03/09/%e0%b8%82%e0%b9%89%e0%b8%ad%e0%b8%a1%e0%b8%b9%e0%b8%a5%e0%b8%9b%e0%b9%88%e0%b8%b2%e0%b8%8a%e0%b8%b8%e0%b8%a1%e0%b8%8a%e0%b8%99%e0%b8%95%e0%b8%b2%e0%b8%a1%e0%b8%9e%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b8%a3%e0%b8%b2/](https://www.forest.go.th/community-extension/2023/03/09/%e0%b8%82%e0%b9%89%e0%b8%ad%e0%b8%a1%e0%b8%b9%e0%b8%a5%e0%b8%9b%e0%b9%88%e0%b8%b2%e0%b8%8a%e0%b8%b8%e0%b8%a1%e0%b8%8a%e0%b8%99%e0%b8%95%e0%b8%b2%e0%b8%a1%e0%b8%9e%e0%b8%a3%e0%b8%b0%e0%b8%a3%e0%b8%b2/), 26 มกราคม 2567.

สภาพิ ดิลกสัมพันธ์. 2566. ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ใน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

กับเศรษฐกิจสีเขียว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. 2562. พระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484. สืบค้นจาก;

<https://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER11/DRAWER030/GENERAL/DATA0000/00000350.PDF>, 26 มกราคม 2567.

สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2566. บทสรุปสำหรับผู้บริหาร โครงการจัดทำข้อมูลสภาพพื้นที่ป่าไม้ปี

พ.ศ. 2566. สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2561. ประกาศยุทธศาสตร์ชาติ ตามราช

กิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก ลงวันที่ 13 ตุลาคม พ.ศ. 2561. สืบค้นจาก;

<https://drive.google.com/file/d/1XSBMp8OCsawJqECOB-XZLB91-cRrNsEV/view>, 26 มกราคม 2567.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ .2565. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม

แห่งชาติ ฉบับที่สิบสาม พ.ศ. 2566-2570. สืบค้นจาก;

https://www.odd.go.th/App_Storage/navigation/files/23_0.pdf, 1 พฤศจิกายน 2566.

สำนักนโยบายและแผนยุทธศาสตร์ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. มปป. แผนยุทธศาสตร์กระทรวง

ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ระยะ 20 ปี (2560-2579) สืบค้นจาก;

http://oops.mnre.go.th/ewt_news.php?nid=644, 26 มกราคม 2567.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2558. แผนแม่บทรองรับการเปลี่ยนแปลง

สภาพภูมิอากาศ พ.ศ. 2558-2593. สืบค้นจาก; <https://climate.onep.go.th/th/climate-change-master-plan-2015-2050/>, 1 พฤศจิกายน 2566.

- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2561. แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (The National Adaptation Plan: NAP). สืบค้นจาก;
https://climate.onep.go.th/wp-content/uploads/2021/06/National_Adaptation_Plan_01062021.pdf, 1 พฤศจิกายน 2566.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2562a. คู่มือการตรวจวัด รายงาน และทวนสอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2562b. รู้ไว้ใช้ว่า...พื้นที่ชุ่มน้ำ WETLANDS. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2563a. สถานภาพความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย พ.ศ. 2563. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2563b. โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย: การจัดทำแนวทางการบริหารจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (แรมซาร์ไซต์) ของประเทศไทย.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2566. สถานการณ์และการดำเนินงานด้านความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย พ.ศ. 2565-2566. ข้อมูลประกอบการจัดทำรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2566a. (เอกสารอิเล็กทรอนิกส์).
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2566b. พื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย. สืบค้นจาก <https://www.onep.go.th/พื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย>.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2567. แผนปฏิบัติการด้านความหลากหลายทางชีวภาพระดับชาติ พ.ศ. 2566-2570. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2563. BCG in Action: สาขาความหลากหลายทางชีวภาพ.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2566. รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพมหานคร. 232 หน้า.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมป่าไม้. 2566. ป่าสงวนแห่งชาติ. แหล่งที่มา;
https://forestinfo.forest.go.th/National_Forest.aspx, 26 มกราคม 2567.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม. 2566. ผลจัดที่ดินเกษตรกรรม แยกตามจังหวัด. แหล่งที่มา;
http://opendata.alro.go.th/dataset/alro66_02_04_02, 26 มกราคม 2567.

- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2567). รายชื่อหน่วยงานทวนสอบที่ขึ้นทะเบียนแล้ว (VVB). สืบค้นจาก <https://ghgreduction.tgo.or.th/th/tver-external-evaluator/vb-list.html?limit=20&cc=p>.
- องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้. 2559. การดำเนินงานและธุรกิจของ อ.อ.ป. แหล่งที่มา; <http://www.fio.co.th/web/index.php/about/136-2016-09-19-03-22-17>ม, 26 มกราคม 2567.
- อัญรัตน์ เสียมไหม และ โสมสกา เพชรานนท์. 2552. มูลค่าแหล่งหญ้าทะเลจากการใช้ประโยชน์ดานประมงในบริเวณเกาะลิบง. วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 16 (2): 1-17.
- อภิสิทธิ์ เสนาวงค์. 2565. คาร์บอนเครดิตภาคป่าไม้ มุ่งเป้าหมาย Net Zero ใน การสัมมนาและกิจกรรมจับคู่ธุรกิจ-ตลาดการซื้อขาย คาร์บอนของประเทศไทย ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ วันศุกร์ที่ 16 กันยายน 2565.
- อรรถัย สังข์ทอง. 2566. เอกสารประกอบการบรรยาย Carbon Neutrality and Net Zero. จัดโดย สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2566.
- อาณัฐ ศิริรัฐนิคม, สุภา ศิริรัฐนิคม, ทิพย์ทิวา สัมพันธ์มิตร และ กมล อาศิริเมธี. 2557. มูลค่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในป่าพรุ จังหวัดนครศรีธรรมราช. RMUTP Research Journal. 8(2), 127-134.
- Adulyanukosol, K., and Poovachiranon, S. 2003. A Pictorial key to genera/species for identification of seagrass cells in stomach contents of dugong from the Andaman Sea, Thailand. Technical Paper No. 1/2003. Phuket Marine Biological Center, Department of Marine and Coastal Resources.
- Adulyanukosol, K., Boukaew, P., and Prasitthipornkul, A. 2004. Analysis of stomach contents of dugongs (*Dugong dugon*) from Gulf of Thailand. In Proceedings of the International Symposium on SEASTAR2000 and Bio-Logging Science (The 5th SEASTAR2000 Workshop), 45-51.
- Agbelade, A.D. and Onyekwelu, J.C. 2020. Tree species diversity, volume yield, biomass and carbon sequestration in urban forests in two Nigerian cities. Urban Ecosystems. 23: 957-70. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-00994-4>.
- Aksornkoae, S. and Kato, S. 2011. Mangroves for the people and environmental conservation in Asia. Bulletin of the Society of Sea Water Science, Japan. 65: 3-9. <https://doi.org/10.11457/swsj.65.3>.
- Amoatey, P., Sulaiman, H., Kwarteng, A. and Al-Reasi, H.A. 2018. Above-ground carbon dynamics in different arid urban green spaces. Environmental Earth Sciences. 77: 431. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7613-1>.

- Arifwidodo, S.D. and Chandrasiri, O. 2020. Urban heat stress and human health in Bangkok, Thailand. *Environmental Research*. 185: 109398.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109398>.
- ASEAN Secretariat. 2013. ASEAN Programme on Sustainable Management of Peatland Ecosystems 2014-2020 (APSMPE). Jakarta, Indonesia.
- ASEAN Secretariat. 2022. Study on Nature-based Solutions (NbS) in ASEAN. Jakarta, Indonesia.
- ASEAN Secretariat. 2023. Strategy and action plan for sustainable management of peatlands in Asean member states 2023-2030. Jakarta, Indonesia.
- Bai, Y. and Cotrufo, M.F. 2022. Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. *Science*. 377: 603-608.
<https://doi.org/10.1126/science.abo2380>
- Banerjee, K., Paneerselvam, A., Ramachandran, P., Ganguly, D., Singh, G. and Ramesh, R. 2019. Seagrass and macrophyte mediated CO₂ and CH₄ dynamics in shallow coastal waters. *PLOS ONE*. 13(10): e0203922. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203922>.
- Bangkok Metropolitan Administration (BMA). 2015. Bangkok Master Plan on Climate Change 2013-2023: Executive Summary Report. Bangkok Metropolitan Administration.
<http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER9/DRAWER021/GENERAL/DATA0000/00000703.PDF>.
- Bossio, D.A., Cook-Patton, S.C., Ellis, P.W., Fargione, J., Sanderman, J., Smith, P., Wood, S., Zomer, R.J., von Unger, M., Emmer, I.M. and Griscom, B.W. 2020. The role of soil carbon in natural climate solutions. *Nature Sustainability*. 3(5): 391-398.
<https://doi.org/10.1038/s41893-020-0491-z>.
- Breithaupt, J. L. and Steinmuller, H. E. 2022. Refining the global estimate of mangrove carbon burial rates using sedimentary and geomorphic settings. *Geophysical Research Letters*. 49: e2022GL100177. <https://doi.org/10.1029/2022GL100177>.
- Bunting, P., Rosenqvist, A., Hilarides, L., Lucas, R.M., Thomas, N., Tadono, T., Worthington, T.A., Spalding, M., Murray, N.J. and Rebelo, L-M. 2022. Global Mangrove Extent Change 1996–2020: Global Mangrove Watch Version 3.0. *Remote Sensing*. 14(15): 3657.
<https://doi.org/10.3390/rs14153657>.
- Catalano, C., Verduchi, V. and Baldacchini, C. 2025. Guidelines for systematic upload/update of NBS case studies from Biodiversa+ to NBS repositories. In Biodiversa+ report. 30 pp.

- Chanate, W., Wasan, D., Pisarut, Y. and Rungtip, S. 2020. The diversity, population, ecology, and conservation status of waterbirds in the wetland of Bangpu Nature Education Center, Thailand. *Biodiversitas*. 21: 3910-3918. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210862>.
- Chin, S.Y., and Parish, F. 2013. Peatland: Status, challenges and actions in Southeast Asia. ASEAN Biodiversity. Special Report: pp. 10-13.
- Choosak, S., Thongjoo, C. and Chaichana, R. 2016. Ecological roles of commercial mangrove plantation for benthic macroinvertebrate communities in Thailand. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(2): 421-432. https://dx.doi.org/10.15666/aeer/1402_421432.
- Chausson, A. Turner, B., Seddon, D., Chabaneix, N., Girardin, C.A.J., Kapos, V., Key, I., Roe, D., Smith, A., Woroniecki, S. and Seddon, N. 2020. Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. *Global Change Biology*. 26(11): 6134-6155. <https://doi.org/10.1111/gcb.15310>.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.). 2016. Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii+97 pp.
- Convention on Biological Diversity. 2020. Aichi Biodiversity Targets. <https://www.cbd.int/sp/targets>.
- Convention on Biological Diversity. 2022. Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF). <https://prod.drupal.www.infra.cbd.int>.
- Convention on Biological Diversity. n.d. 2025. "Aichi Biodiversity Targets." CBD. <https://www.cbd.int/sp/targets>.
- Convention on Wetlands. 2021. Global Wetland Outlook: Special Edition 2021. Secretariat of the Convention on Wetlands.
- Davison, N.C. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*. 65: 934-941. <https://doi.org/10.1071/MF14173>.
- Davidson, N.C., Fluet-Chouinard, E. and Finlayson, C.M. 2018. Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research*. 69: 620-627. <https://doi.org/10.1071/MF17019>.
- De León, L.F., Silva, B., Avilés-Rodríguez, K.J. and Buitrago-Rosas, D. 2023. Harnessing the omics revolution to address the global biodiversity crisis. *Current Opinion in Biotechnology*. Apr; 80:102901. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2023.102901>.

- Department of Climate Change and Environment (DCCE). 2024. Green area: Report system of green area increment in urban and community zones. Department of Climate Change and Environment, Bangkok, Thailand. <https://greenarea.dcce.go.th>.
- Dimobe, K., Kuyah, S., Dabr , Z., Ou draogo, A. and Thiombiano, A. 2019. Diversity-carbon stock relationship across vegetation types in W National park in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management*. 438: 2432254. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.027>.
- Duarte, C.M., Middelburg, J.J. and Caraco, N. 2005. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*. 2(1): 1-8. <https://doi.org/10.5194/bg-2-1-2005>.
- Dunlop, T., Khojasteh, D., Cohen-Shacham, E., Glamore, W., Haghani, M., van den Bosch, M. Rizzi, D., Greve, P. and Felder, S. 2024. The evolution and future of research on Nature-based Solutions to address societal challenges. *Communications Earth & Environment*. 5: 312. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01308-8>.
- Elwin, A., Bukoski, J.J., Jintana, V., Robinson, E.J.Z. and Clark, J.M. 2019. Preservation and recovery of mangrove ecosystem carbon stocks in abandoned shrimp ponds. *Scientific Reports*. 9: 18275. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54893-6>.
- FAO and ITPS. 2021. Recarbonizing global soils: A technical manual of recommended management practices. Volume 3: Cropland, Grassland, Integrated systems and farming approaches –Practices overview. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb6595en>.
- Fluet-Chouinard, E., Stocker, B.D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J.R., Poulter, B., Kaplan, J.O., Goldewijk, K.K. Siebert, S., Minayeva, T., Hugelius, G., Joosten, H., Barthelmes, A., Prigent, C., Aires, F., Hoyt, A.M., Davidson, N., Finlayson, C.M., Lehner, B., Jackson, R.B. and McIntyre, P.B. 2023. Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature*. 614:281-286. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05572-6>.
- Fortes, M. D. 1995. Seagrasses of East Asia: Environmental and Management Perspectives. United Nations Environment Programme (UNEP). 80 pp.
- Ganguly, D., Singh, G., Purvaja, R., Bhatta, R., Selvam, A.P., Banerjee, K. and Ramesh, R. 2018. Valuing the carbon sequestration regulation service by seagrass ecosystems of Palk Bay and Chilika, India. *Ocean and Coastal Management* 159: 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.11.009>.
- GISTDA. (2024, November 25). CARBON ATLAS 2024 “Satellite-Powered Carbon MRV for Thailand Climate Action. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=dBJhow7ofQY>.

- Grech, A., Chartrand-Miller, K., Erftemeijer, P., Fonseca, M., McKenzie, L., Rasheed, M., Taylor, H. and Coles, R. 2012. A comparison of threats, vulnerabilities and management approaches in global seagrass bioregions. *Environmental Research Letters*. 7: 024006. <http://www.doi.10.1088/1748-9326/7/2/024006>.
- Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F. and Kappel, C.V. 2007. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conservation Biology*. 21(5): 1301-1315. <http://www.doi.10.1111/j.1523-1739.2007.00752.x>.
- Haq, R.U., Eiam-Ampai, K., Ngoprasert, D., Sasaki, N. and Shrestha, R.P. 2018. Changing landscapes and declining populations of resident waterbirds: A 12-year study in Bung Boraphet Wetland, Thailand. *Tropical Conservation Science*. 11(1): 1-17. <https://doi.org/10.1177/1940082917750839>.
- Hempattarasuwan, N., Untong, A., Christakos, G. and Wu, J. 2021. Wetland changes and their impacts on livelihoods in Chiang Saen Valley, Chiang Rai Province, Thailand. *Regional Environmental Change*. 21(115). <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01842-7>.
- Hepcan, C.C., and Hapcan, S. 2018. Assessing regulating ecosystem services provided by the Ege University Rectorship Garden. *Urban Forestry & Urban Greening*. 34: 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.05.011>.
- Hobbs, P.R., Sayre, K. and Gupta, R. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 363(1491): 543-555. <http://doi.org/10.1098/rstb.2007.2169>.
- Hori, M., Suzuki, T., Monthum, Y., Srisombat, T., Tanaka, Y., Nakaoka, M. and Mukai, H. 2009. High seagrass diversity and canopy-height increase associated fish diversity and abundance. *Marine Biology*. 156: 1447-1458. <http://www.doi.10.1007/s00227-009-1184-3>.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., Pidgeon, E. (eds.). 2014. *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses*. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA.
- Intasen, M., Hauer, R.J., Warner, L.P. and Larsen, E. 2017. Urban forest assessment in Bangkok, Thailand. *Journal of Sustainable Forestry*. 36(2): 148-163. <https://doi.org/10.1080/10549811.2016.1265455>.

- i-Tree Cooperative. 2006a. i-Tree Eco. i-Tree Software Suite version 6.1.47. The cooperative of the USDA Forest Service, Davey Tree Expert Co., National Arbor Day Foundation, Society of Municipal Arborists, International Society of Arboriculture, and Casey Trees. <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>.
- i-Tree Cooperative. 2006b. i-Tree Species. i-Tree Software Suite version 6.1.47. The cooperative of the USDA Forest Service, Davey Tree Expert Co., National Arbor Day Foundation, Society of Municipal Arborists, International Society of Arboriculture, and Casey Trees. <https://species.itreetools.org>.
- IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, edited by Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- IPCC. 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC. 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IUCN. 2020. Global Standard for Nature-based Solutions. Global Standard for Nature-based Solutions. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- Jo, H-K., Kim., J-Y. and Park, H-M. 2019. Carbon reduction and planning strategies for urban parks in Seoul. *Urban Forestry & Urban Greening*. 41: 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.009>.
- Kaewsrikhaw, R., Upanoi, T. and Prathep, A. 2022. Ecosystem services and vulnerability assessments of seagrass ecosystem: Basic tools for prioritizing conservation management actions using an example from Thailand. *Water*. 14(22): 3650. <https://doi.org/10.3390/w14223650>.
- Kennedy, H., Gacia, E., Kennedy, D.P., Papadimitriou, S. and Duarte, C.M. 2004. Organic carbon sources to SE Asian coastal sediments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 60(1): 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2003.11.019>
- Kirkman, H. and Kirkman, J.A. 2002. The management of seagrasses in Southeast Asia. *Bulletin of Marine Science*. 71(3): 1379-1390.

- Kiss, M., Takacs, A., Pogácsás, R. and Gulyás, Á. 2015. The role of ecosystem services in climate and air quality in urban areas: Evaluating carbon sequestration and air pollution removal by street and park trees in Szeged (Hungary). *Moravian Geological Reports*. 23(3): 36-46. <https://doi.org/10.1515/mgr-2015-0016>.
- Kovacs, E.M., Roelfsema, C., Udy, J., Baltais, S., Lyons, M. and Phinn, S. 2022. Cloud Processing for Simultaneous Mapping of Seagrass Meadows in Optically Complex and Varied Water. *Remote Sensing*. 4(3): 609. <https://doi.org/10.3390/rs14030609>.
- Lal, R. 2004. Soil Carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*. 304(5677): 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>.
- Lal, R. 2009. Soil Carbon Sequestration for Climate Change Mitigation and Food Security. Platinum Jubilee Celebrations of the Indian Society of Soil Science Souvenir. pp 39-46.
- Land Development Department (LDD). 2024. Data List of Land Development Department. Land Development Department, Bangkok, Thailand. <http://sql.ddd.go.th/ddddata/mapsoilB1.html>.
- Landholm, D., Bravo, F., Palmegiani, I., Minoli, S., Streck, C. and Mikolajczyk, S. 2022. Unlocking Nature-based Solutions through carbon markets: Global analysis of available supply potential. Technical report. Climate Focus and Food and Land Use Coalition (FOLU).
- Lavery, P.S., Mateo, M.Á., Serrano, O. and Rozaimi, M. 2013. Variability in the carbon storage of seagrass habitats and its implications for global estimates of blue carbon ecosystem service. *PLOS ONE*. 8(9): e73748. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073748>.
- Lavery, P., Lafratta, A., Caabay, J.M., Ramilo, R. and Garay, H.G. 2023. Blue Carbon Opportunities: seagrass carbon storage and accumulation rates at Roxas, Palawan, The Philippines. Technical Report for the IKI Seagrass Ecosystem Services Project. Edith Cowan University and The MareCet Research Organization. <https://doi.org/10.25958/z907-cc31>.
- Lehmann, J. and Joseph, S. (Eds.). 2015. Biochar for environmental management: Science, technology and implementation (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203762264>.
- Lemus, R. and Lal, R. 2005. Bioenergy crops and carbon sequestration. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 24(1): 1-21. <https://doi.org/10.1080/07352680590910393>.

- Lercerf, M., Herr, D., Thomas, T., Elverum, C., Delrieu, E. and Picourt, L. 2021. Coastal and marine ecosystems as Nature-based Solutions in new or updated Nationally Determined Contributions, Ocean & Climate Platform, Conservation International, IUCN, GIZ, Rare, The Nature Conservancy and WWF.
- Lindén, L., Riikonen, A., Setälä, H., and Yli-Pelkonen, V. 2020. Quantifying carbon stocks in urban parks under cold climate conditions. *Urban Forestry & Urban Greening*. 49(9): 126633. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126633>.
- López-López, Stephanie, F., Martínez-Trinidad, Tomás, Benavides-Meza, Héctor, M., García-Nieto, Moisés, Ángeles-Pérez and Gregorio. 2018. Biomass and carbon storage in trees of the first section of Chapultepec Park, Mexico City. *Madera bosques*. 24(3): e2431620. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2431620>.
- Lougheed, V.L., McIntosh, M.D., Parker, C.A. and Stevenson, R.J. 2008. Wetland degradation leads to homogenization of the biota at local and landscape scales. *Freshwater Biology*. 53: 1402-2413. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2008.02064.x>.
- Lovelock, C.E. and Duarte, C.M. 2019. Dimensions of blue carbon and emerging perspectives. *Biology Letters*. 15(3): 20180781. 20180781. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2018.0781>.
- Macreadie, P.I., Baird, M.E., Trevathan-Tackett, S.M., Larkum, A.W.D. and Ralph, P.J. 2014. Quantifying and modelling the carbon sequestration capacity of seagrass meadows – a critical assessment. *Marine Pollution Bulletin*. 83(2): 430-439. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.038>
- Macreadie, P.I., Costa, M.D.P., Atwood, T.B., Friess, D.A., Kelleway, J.J., Kennedy, H., Lovelock, C.E., Serrano, O. and Duarte, C.M. Blue carbon as a natural climate solution. *Nature Reviews Earth & Environment*. 2: 826-839. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00224-1>.
- Matthiesen, H., Brunning, R., Carmichael, B. and Hollesen, J. 2022. Wetland archaeology and the impact of climate change. *Antiquity*. 96(390): 1412-1426. <http://www.doi.org/10.15184/aqy.2022.112>.
- Malyan, S.K., Kumar, S.S., Fagodiya, R.K., Ghosh, P., Kumar, A., Singh, R. and Singh, L. 2021. Biochar for environmental sustainability in the energy-water-agroecosystem nexus. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 149: 111379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111379>.

- Maracchi, G., Sirotenko, O. and Bindi, M. 2005. Impacts of Present and Future Climate Variability on Agriculture and Forestry in the Temperate Regions: Europe. *Climatic Change*. 70(1-2): 117–135. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-5939-7>.
- Matsui, N., Nogami, J.S.M., Havanond, S. and Salikul, P. 2010. Mangrove rehabilitation dynamics and soil organic carbon changes as a result of full hydraulic restoration and re-grading of a previously intensively managed shrimp pond. *Wetlands Ecology and Management*. 18: 233-242. <https://doi.org/10.1007/s11273-009-9162-6>.
- Mazarrasa, I., Marbà, N., Lovelock, C.E., Serrano, O., Lavery, P.S., Fourqurean, J.W., Kennedy, H., Mateo, M.A., Krause-Jensen, D., Steven, A.D.L. and Duarte, C.M. 2015. Seagrass meadows as a globally significant carbonate reservoir. *Biogeosciences* 12(16): 4993–5003. <https://doi.org/10.5194/bg-12-4993-2015>.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mishra, A.K., Acharya, P., Apte, D. and Farooq, S.H. 2023. Seagrass ecosystem adjacent to mangroves store higher amount of organic carbon of Andaman and Nicobar Islands, Andaman Sea. *Marine Pollution Bulletin*. 193: 115135. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115135>.
- Muangthong, S., Clemente, R.S., Babel, M.S., Gallardo, W. and Weesakul, S. 2012. Assessment of wetland ecosystem health in Lower Songkhram, Thailand. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 19(3): 238-246. <https://doi.org/10.1080/13504509.2011.620643>.
- NASA. (2023, November 29). NASA space mission takes stock of carbon dioxide emissions by countries. NASA. <https://www.nasa.gov/missions/oco-2/nasa-space-mission-takes-stock-of-carbon-dioxide-emissions-by-countries/>.
- Nature-based Solutions Initiative. 2022. Revised Climate Pledges Show Enhanced Ambition for Nature-Based Solutions. Last modified February 22, 2022. <https://www.naturebasedsolutionsinitiative.org/news/nbs-policy-platform-ndc-submissions/>.

- Naylor, D., Sadler, N., Bhattacharjee, A., Grahmann E.B., Anderton, C.R., McClure, R., Lipton, M., Hofmockel, K.S. and Jansson, J.K. 2020. Soil microbiomes under climate change and implications for carbon cycling. *Annual Review of Environment and Resources*. 45: 29-59. <https://doi.org/10.1146/annurev-enviro-012320-082720>.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdes, L., DeYoung, C., Fonseca, L. and Grimsdith, G. (eds.). 2009. *Blue Carbon: A UNEP Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Birkeland Trykkeri AS, Norway.
- Nicese, F.P., Calangelo, G., Comolli, R., Azzini, L., Lucchetti, S. Marziliano, P.A. and Sanesi, G. 2021. Estimating CO₂ balance through the Life Cycle Assessment prism: A case – Study in an urban park. *Urban Forestry & Urban Greening*. 57: 126869. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126869>.
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). 2022a. Thailand's Fourth National Communication under the UNFCCC. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). 2022b. Thailand's Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy (Revised Version). Ministry of Natural Resources and Environment. <https://unfccc.int/documents/622276>.
- Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (ONEP). 2022c. Guidelines to Drive Sustainable Green Space Management Phase 2 (2023-2027). Bangkok, Thailand. <https://www.onep.go.th/ebook/urban/urban-publication-20230322-1.pdf>.
- Onsri, N., Sivaipram, I., Boonsanit, P. Sagulsawasdiapan, K. and Saramul, S. 2023a. Larval dispersal modelling of the blue swimming crab *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) from the crab banks along the coast of Trang Province, Southern Thailand. *Water*. 16(2): 349. <https://doi.org/10.3390/w16020349>.
- Oreska, M.P.J., McGlathery, K.J., Aoki, L.R., Berger, A.C., Berg, P. and Mullins, L. 2020. The greenhouse gas offset potential from seagrass restoration. *Scientific Reports*. 10: 7325. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64094-1>.
- Orth, R.J., Carruthers, T.J.B., Dennison, W.C., Duarte, C.M., Fourqurean, J.M., Heck, K.L., Hughes, A.R., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Olyarnik, S., Short, F.T., Waycott, M. and Williams, S.L. 2006. A Global Crisis for Seagrass Ecosystems. *BioScience*. 56(12): 987-996. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[987:AGCFSE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[987:AGCFSE]2.0.CO;2).

- Othman, R., Suid, S., Noor, N.M., Baharuddin, Z.M., Hashim, K.S. and Mahamod, L.H. 2019. The influence of urban park green spaces, plant material specifications and spatial design organization and pattern towards carbon sequestration rate. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(4): 8079-8088.
http://www.doi.org/10.15666/aeer/1704_80798088.
- Paphavasit, N., Sudtongkong, C. and Macintosh, D.J. 1997. Mangrove macrofauna in different mangrove plantations at Klong Ngao Mangrove Forests, Ranong province, Southern Thailand. *Proceedings of the FORTROP'96 international conference: Tropical forestry in the 21st century*. Volume 10 mangrove ecosystems: 25-28. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.). 2008. *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: main report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- Parsa, V.A., Selehi, E., Yavari, A.R. and van Bodegom, P.M. 2019. Evaluating the potential contribution of urban ecosystem service to climate change mitigation. *Urban Ecosystems*. 22: 989-1006. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00870-w>.
- Pataki, D.E., Bowling, D.R. and Ehleringer, J.R. 2003. Seasonal cycle of carbon dioxide and its isotopic composition in an urban atmosphere: Anthropogenic and biogenic effects. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108 (D23): 4735.
<https://doi.org/10.1029/2003JD003865>.
- Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., Crooks, S., Jenkins, W.A., Sifleet, S., Craft, C., Fourqurean, J.W., Kauffman, J.B., Marbà, N., Megonigal, P., Pidgeon, E., Herr, D., Gordon, D. and Baldera, A. 2012. Estimating global “Blue Carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PLOS ONE* 7(9): e43542. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>.
- Pumijumnong, N. 2014. Mangrove Forest in Thailand: Status, Challenges and Management Strategies. In *Mangrove Ecosystem of Asia*, edited by Farodah-Hanum et al. <http://www.dpi.org/10.1007/978-1-4614-8582-7>.
- Ramilo-Henry, M., Casabella-Herrero, G., Bota, G. and Brotons, L. 2024. Developing and deploying new technologies for biodiversity monitoring. In *Biodiversa+ Biodiversa+ report*. 29+34 p. <https://www.biodiversa.eu>.

- Ramsar Convention on Wetlands. 2018. Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and Their Services to People. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Rattanachot, E., Stankovic, M., Aongsara, S. and Prathep, A. 2018. Ten years of conservation efforts enhance seagrass cover and carbon storage in Thailand. *Botanica Marina*. 61(5): 441-451. <https://doi.org/10.1515/bot-2017-0110>.
- Rosentreter, J.A., Borges, A.V., Deemer, B.R., Holgerson, M.A., Liu, S., Song, C., Melack, J., Raymond, P.J., Duarte, C.M., Allen, G.H., Olefeldt, D., Poulter, B., Battin, T.I. and Eyre, B.D. 2021. Half of global methane emissions come from highly variable aquatic ecosystem sources. *Nature Geoscience*. 14: 225-230. <https://doi.org/10.1038/s41561-021-00715-2>.
- Royal Thai Government. 2021. Thailand's Climate Action Plan: Achieving Carbon Neutrality by 2050 and Net Zero Emissions by 2065. Bangkok: Ministry of Natural Resources and Environment.
- Russo, A., Escobedo, F.J., Timilsina, N. and Zerbe, S. 2015. Transportation carbon dioxide emission offsets by public urban trees: A case study in Bolzano, Italy. *Urban Forestry & Urban Greening*. 14(2): 398-403. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.002>.
- Saderne, V., Dunne, A.F., Rich, W.A., Cadiz, R., Carvalho, S., Cúrdia, J. and Kattan, A. 2023. Seasonality of methane and carbon dioxide emissions in tropical seagrass and unvegetated ecosystems. *Communications Earth & Environment*. 4: 99. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00759-9>.
- Salimi, S. and Scholz, M. 2021. Impact of future climate scenarios on peatland and constructed wetland water quality: A mesocosm experiment within climate chambers. *Journal of Environmental Management*. 289. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112459>.
- Samaniego, J., Lorenzo, S., Toro, E.R., Merico, L.F.K., Jiménez, J.H., Rouse, P. and Harrison, N. 2023. Nature-based solutions and carbon dioxide removal. Project Documents (LC/TS.2022/224), Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).
- Secretariat of the Convention on Wetlands. 2025. Ramsar Sites Information Service. Retrieved January 15, 2025, from <https://rsis Ramsar.org/?pagetab=2>.

- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A. and Turner, B. 2020. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 375(1794): 20190120. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>.
- Seddon, N., Turner, B., Berry, P., Chausson, A. and Girardin, C.A.J. 2019a. Grounding nature-based climate solutions in sound biodiversity science. *Nature Climate Change*. 9: 84-87. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0405-0>.
- Seddon, N., Sengupta, S., García-Espinosa, M., Hauler, I., Herr, D. and Rizvi, A.R. 2019b. Nature-based Solutions in Nationally Determined Contributions: Synthesis and recommendations for enhancing climate ambition and action by 2020. Gland, Switzerland, and Oxford, UK: IUCN and University of Oxford.
- Seufert, V., Ramankutty, N. and Foley, J.A. 2012. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*. 485: 229-232. <https://doi.org/10.1038/nature11069>.
- Sharma, S., Ray, R., Martius, C. and Murdiyarso, D. 2023. Carbon stocks and fluxes in Asia-Pacific mangroves: current knowledge and gaps. *Environmental Research Letters*. 18: 044002. <http://doi.org/10.1088/1748-9326/acbf6c>.
- Short, F.T., Polidoro, B., Livingstone, S.R., Carpenter, K.E., Carpenter, S., Bujang, J.S., Calumpong, H.P., Carruthers, T.J.B., Coles, R.G., Dennison, W.C., Erftemeijer, P.L.A., Fortes, M.D., Freeman, A.S., Jagtap, T.H., Kamal, A.H.M., Kendrick, G.A., Kenworthy, W.J., Nafie, Y.A.L., Nasution, I.M., Orth, R.J. and Zieman, J.C. 2011. Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*. 144(7): 1961-1971. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.04.010>.
- Singran, N. 2022. Carbon sink capacity of public parks and carbon sequestration efficiency improvements in a dense urban landscape. *Environmental Monitoring and Assessment*. 194(10): 750. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10432-x>.
- Singran, N. 2023. Evaluating urban park ecosystem services and modeling improvement scenarios. *Heliyon*. 9(12): e22002. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22002>.
- Smith, P., Adams, J., Beerling, D.J., Beringer, T., Calvin, K.V., Fuss, S., Griscom, B., Hagemann, N., Kammann, C., Kraxner, F., Minx, J.C., Popp, A., Renforth, P., Vicente Vicente, J.L. and Keesstra, S. 2019. Land-management options for greenhouse gas removal and their impacts on ecosystem services and the sustainable development goals. *Annual Review of Environment and Resources*. 44: 255-286. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033129>

- Snehlata, Rajlaxmi, A. and Kumar, M. 2021. Urban tree carbon density and CO₂ equivalent of National Zoological Park, Delhi. *Environmental Monitoring and Assessment*. 193(12): 841. <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09619-5>.
- Sommeechai, M., Wachrinrat, C., Dell, B., Thangtam, N. and Srichaichana, J. 2018. Ecological structure of a tropical urban forest in the Bang Kachao Peninsula, Bangkok. *Forests*. 9(1): 36. <https://doi.org/10.3390/f9010036>.
- SpaceBakery. (n.d.). The basics: Biochar. Retrieved April 15, 2024, from <https://spacebakery.be/en/basics-biochar>.
- Srisunthon, P. and Chawchai, S. 2020. Land-use changes and the effects of oil palm expansion on a peatland in Southern Thailand. *Frontiers in Earth Science*. 8: 559868. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.559868>.
- Stafford, R., Chamberlain, B., Clavey, L., Gillingham, P.K., McKain, S., Morecroft, M.D., Morrison-Bell, C. and Watts, O. (Eds.). 2021. *Nature-based Solutions for Climate Change in the UK: A Report by the British Ecological Society*. London, UK. Available at: [www.britishecologicalsociety.org/nature-based solutions](http://www.britishecologicalsociety.org/nature-based-solutions).
- Stankovic, M., Hayashizaki, K., Tuntiprapas, P., Rattanachot, E. and Pratthep, A. 2021. Two decades of seagrass area change: Organic carbon sources and stock. *Marine Pollution Bulletin*. 163: 111913. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111913>.
- Stankovic, M., Panyawai, J., Khantassimachalerm, N. and Pratthep, A. 2023. National assessment and variability of blue carbon in seagrass ecosystems in Thailand. *Marine Pollution Bulletin*. 197: 115708. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115708>.
- Stankovic, M., Tuntipisanuh, N. and Pratthep, A. 2018. Carbon storage in seagrass ecosystems along the Andaman coast of Thailand. *Botanica Marina*. 61(5): 429-440. <http://doi.org/10.1515/bot-2017-0101>.
- Sudo, K., Quiros, T.E.A.L., Pratthep, A., Luong, C.V., Lin, H., Bujang, J.S., Ooi, J.L.S., Fortes, M.D., Zakaria, M.H., Yaakub, S.M. Tan, Y.M., Huang, X. and Nakaoka, M. 2021. Distribution, Temporal Change, and Conservation Status of Tropical Seagrass Beds in Southeast Asia: 2000-2020. *Frontiers in Marine Science*. 8:637722. <http://www.doi.org.10.3389/fmars.2021.637722>.
- Tor-ngern, P. and Leksungnoen, N. 2020. Investigating carbon dioxide absorption by urban trees in a new park of Bangkok, Thailand. *BMC Ecology*. 20(1): 20. <http://www.doi.org.10.1186/s12898-020-00289-4>.

- Tuntiprapas, P., Rattanachot, E., Pongparadon, S., Promdam, R., Raungprataungsuk, K., Phatthnarhatcharoen, C., Panumpun, K., Greenberg, D.B. and Prathep, A. 2008. The effect of seagrass coverage on swimming crabs (Portunidae) at Koh Tha Rai, Khanom - Mu Koh Talay Tai National Park, Nakorn Si Thammarat Province, southern Thailand. In Proceeding of The 6th Regional IMT-GT UNINET Conference 2008. The Gurney Resort Hotel & Residences, Penang, Malaysia, 28-30 August 2008.
- Tuntiprapas, P., Rattanachot, E. and Prathep, A. 2020. Increasing habitat complexity enhances the crab density: A case study from Thailand. *Ecological Research*. 36(1), 293-302. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12196>.
- Tuntiprapas, P., Shimada, S., Pongparadon, S. and Prathep, A. 2015. Is *Halophila major* (Zoll.) Miguel a big *H. ovalis* (R.Brown) J.D. Hooker? An evaluation based on age, morphology, and ITS sequence. *ScienceAsia*. 41: 79-86. <http://www.doi.org.10.2306/scienceasia1513-1874.2015.41.079>.
- Turner, B., Devisscher, T., Chabaneix, N., Woroniecki, S., Messier, C. and Seddon, N. 2022. The Role of Nature-Based Solutions in Supporting Social-Ecological Resilience for Climate Change Adaptation. *Annual Review of Environment and Resources*. 47: 123-148. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-010017>.
- United Nations Development Programme (UNDP). 2020. Biodiversity Finance Plan for Thailand. Retrieved from <https://www.undp.org/thailand/publications/biodiversity-finance-plan>.
- United Nations. 2023. Sustainable Development: The 17 goals. Department of Economic and Social Affairs, United Nations. <https://sdgs.un.org/goals>
- Unsworth, R.K.F., Nordlund, L.M. and Cullen-Unsworth, L.C. 2018. Seagrass meadows support global fisheries production. *Conservation Letters*. 12(1): e12566. <https://doi.org/10.1111/conl.12566>.
- Velasco, E. and Chen, K.W. 2019. Carbon storage estimation of tropical urban trees by an improved allometric model for aboveground biomass based on terrestrial laser scanning. *Urban Forestry & Urban Greening*. 44(4): 126387. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126387>.
- Verma, A.K., 2020. Biodiversity: Its Different Levels and Values. *International Journal on Environmental Sciences*. 7(2): 1-2. <http://www.doi.org.10.15406/bij.2024.07.00204>.

- Wanthong, U., Ruang-on., S., Pollar, M., Phetkhong, R., Limchoowong, N., Sricharoen, P. and Musik, P. 2023. Analysis of areas at risk of fire in Khuan Kreng peat swamp forest in South Thailand. *International Journal of Science and Innovative Technology*. 6(2): 38-53.
- Wanthongchai, P. and Pongruktham, O. 2019. Mangrove cover, biodiversity, and carbon storage of mangrove forests in Thailand. In Gul, B., et al. (Eds.). *Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science*. 49: 459-467. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04417-6_28.
- Weissert, L. F., Salmond, J.A. and Schwendenmann, L. 2017. Photosynthetic CO₂ uptake and carbon sequestration potential of deciduous and evergreen tree species in an urban environment. *Urban Ecosystems*. 20(3): 663-674. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0627-0>.
- Wood, D. 2023. The six principles of regenerative farming: Why are they important? *AgriCaptureCO₂*. <https://agricaptureco2.eu/the-six-principles-of-regenerative-farming-why-are-they-important/>.
- WWF. (n.d.). Nature-based solutions in forestry, water and agriculture for restoration of Ukraine and climate change adaptation. WWF-Ukraine.
- Yadev, R. and Ramakrishna, W. 2023. Biochar as an environment-friendly alternative for multiple applications. *Sustainability*. 15(18):13421. <https://doi.org/10.3390/su151813421>.
- Yamakita, T., Sodeyama, F., Whanpetch, N., Watanabe, K. and Nakaoka, M. 2019. Application of deep learning techniques for determining the spatial extent and classification of seagrass beds, Trang, Thailand. *Botanica Marina*, 52(4), 291-307. <https://doi.org/10.1515/bot-2018-0017>.
- Yau, Y. Y. Y., Reithmaier, G., Majtényi-Hill, C., Serrano, O., Piñeiro-Juncal, N., Dahl, M., Mateo, M.A., Bonaglia, S. and Santos, I. R. 2023. Methane emissions in seagrass meadows as a small offset to carbon sequestration. *Journal of Geophysical Research. Biogeosciences*. 128(6): . <https://doi.org/10.1029/2022jg007295>.
- Yotapakdee, T., Asanok, L., Kamyo, T., Norsangsri, M., Karnasuta, N., Navakam, S. and Kaewborisut, C. 2019. Benefits and value of big trees in urban area: A study in Bang Kachao Green Space, Thailand. *Environment and Natural Resources Journal*. 17(1): 33-43. <https://doi.org/10.32526/ennrj.17.1.2019.04>.

- Zak, D.R., Pregitzer, K.S., King, J.S. and Holmes, W. 2020. Elevated atmospheric CO₂, fine roots and the response of soil microorganisms: a review and hypothesis. *New Phytologist*. 147(1): 201-222. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00687.x>.
- Zapfack, L., Noiha, N.V. and Tabue, M.R.B. 2016. Economic estimation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of protected areas: A case study of Lobeke National Park. *Journal of Tropical Forest Science*. 28(4), 406-415. <https://jtfs.frim.gov.my/jtfs/article/view/873>.
- Zedler, J.B. and Kercher, S. 2005. Wetland resources: status, trends, ecosystem services, and restorability. *Annual Review of Environment and Resources*. 30: 39-74. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144248>.
- Zeng, Y., Friess, D.A., Sarira, T.V., Siman, K. and Koh, L.P. 2021. Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Current Biology*. 31(8): 1737-1743. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.01.070>.
- Zhai, H., Gu, B. and Wang, Y. 2023. Evaluation of policies and actions for nature-based solutions in nationally determined contributions. *Land Use Policy*. 131. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106710>.
- Zhang, H., Chen, C., Gray, E.M., Boyd, S.E., Yang, H. and Zhang, D. 2016. Roles of biochar in improving phosphorus availability in soils: A phosphate adsorbent and a source of available phosphorus. *Geoderma*. 276: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.04.020>.

ภาคผนวก 1.1

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมระดมความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย ระบบนิเวศป่าบก ในวันอังคาร ที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2567

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	ชนพ แจ่มใจ	บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
2	สุภัชญา เตชะชูเชิด	มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
3	ภัทรายุส พูลฤทธิ์	มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
4	ณัฐรินทร์ ต้นศิริ	บริษัท เอสจีเอส ประเทศไทย จำกัด
5	คมสัน เรืองฤทธิ์สารกุล	กรมป่าไม้
6	ชัชวาลย์ สอนจันทร์	กรมป่าไม้
7	พุทธิธิดา รัตนะ	สำนักงานนโยบายและแผน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
8	สุริพร มิตรธรรมณะ	บริษัท คิวทีซี เอนเนอร์ยี จำกัด (มหาชน)
9	ทิพย์วิมล ถาวรชาติ	บริษัท คิวทีซี เอนเนอร์ยี จำกัด (มหาชน)
10	ฐาปนา ฉาบไธสง	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11	พงศธร คงคา	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
12	อนุชิต เมฆสุขใส	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13	ศาศวัต สุนทรส	สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท.
14	มัทนา ผ่องโสมณ	สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท.
15	สุริย์พร ปิ่นปัก	สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ ปตท.
16	วรรณพร สำราญรมย์	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
17	อนุดตรา ณ ถลาง	ธนาคารทรัพยากรชีวภาพแห่งชาติ สวทช.
18	ผศ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
19	อนิมน จิราสาาศิล	บริษัท อินเตอร์ ฟาร์อีสท์ วินด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
20	ปรียากร สิงแอด	บริษัท อินเตอร์ ฟาร์อีสท์ วินด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
21	ศุภชัย รักษ์วงศ์	ศูนย์นวัตกรรมและการเกษตร ประมง และอาหาร ม.สงขลานครินทร์
22	รศ.ดร.ประสิทธิ์ วังภคพัฒน์วงศ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
23	ศิวะ จารุวรรณ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
24	ไพรัตน์ ครุฑวิสัย	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
25	ณรงค์ชัย ชลภาพ	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
26	อ.จิตรลดา กิตติจารุวัฒนา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ม.สงขลานครินทร์ วิทยาเขต สุราษฎร์ธานี
27	รศ.ดร.เชิดชัย โพธิ์ศรี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
28	ผศ.ดร.อัฉริยะ ไซดิษฐ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
29	อาพันธ์ชินธร พลภักขนิพรรณ์	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
30	นิลุบล กัณหา	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
31	ณัฐพร นาเกลือ	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
32	ผศ.ดร.บุญช่วง บุญสุข	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
33	กิจจา บุญศรี	สถาบันปลูกป่าและระบบนิเวศ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
34	ดร.ธีรนนทา ฤทธิมณี	Baker & McKenzie Ltd.

ภาคผนวก 2.1

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมระดมความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ ในวันอังคาร ที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2567

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	ลดาวัลย์ สุวรรณรังษี	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
2	สุดา อธิติสุนทรรัตน์	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
3	ธวัชชัย ปาละมาน	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)
4	มุกเรขา เชี่ยวชาญชัย	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)
5	ภาคเกษม ธงชัย	IUCN Thailand Programme
6	มหศักดิ์สกุล สมโสภภาพ	บริษัททิม ฟอรัสทรี จำกัด
7	ศิริพร ศรีอร่าม	เครือข่ายอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพประเทศไทย
8	ธรรมศักดิ์ ยี่มิน	ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
9	มาฆมาส สุทธาชีพ	ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
10	นัชชกรณ ลิทธิกัน	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
11	อนวัช พินิจศักดิ์กุล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
12	กนกอร เนตรชู	ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
13	วรรณณา แสนใจกล้า	ศูนย์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
14	ศิริพร วิริยะตั้งสกุล	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
15	เพชร มโนปวิตร	BCST
16	ศรวณีย์ สิงห์ทอง	สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สอวช.)
17	นัทธมน สุวรรณพรหม	สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สอวช.)
18	วัจวร สังขเมธาวี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
19	อุเทน ภูรินทร์	Nature Plearn Club
20	จุฑามาศ สุนทรปฎิภาค	สาขาวิชาชีววิทยาเชิงอนุรักษ์ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
21	พงศ์นาท ทวยเจริญ	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
22	มลินรา ธรรมเสรีกุล	การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
23	มาลินี เลหาบุรณกิจ	Enoughism
24	อาทิตย์ นันทขว้าง	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
25	ณัฐพล ทองปลิว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
26	จรรยา เจตน์เจริญ	ภาควิชาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา ศรีราชา
27	ทิพามาศ อุปน้อย	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
28	ณัฐวดี บันดิวิวัฒน์กุล	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
29	อดิชาต อินทองคำ	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
30	อรณิส ศรีสัจจัง	ส่วนจัดการอุทยานแห่งชาติทางทะเล กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
31	ภูษณิศา สุขแก้ว	ส่วนจัดการอุทยานแห่งชาติทางทะเล กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
32	พสุ คงอภัย	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)

ภาคผนวก 3.1

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมระดมความคิดเห็นของผู้มีส่วนได้เสีย ระบบนิเวศการเกษตร ในวันอังคาร ที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2567

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	ศรณยา ภักดีวุฒิ	บริษัท เอสจีเอส ประเทศไทย จำกัด
2	วินัย สุนทรสุข	สหพันธ์เกษตรกรกรมยั่งยืนแห่งประเทศไทย
3	วาสนา เทพสง่า	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
4	เมธาสิทธิ์ ดีพลา	กรมพัฒนาที่ดิน
5	ยศ อินทะวิชัย	กรมพัฒนาที่ดิน
6	สรวิศ อมรรุฒิโรจน์	บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน)
7	ปัญจมาภรณ์ สุวรรณพันธ์	บริษัท ปตท. น้ำมันและการค้าปลีก จำกัด (มหาชน)
8	ธีรวุฒิ ชูตินันทกุล	กรมวิชาการเกษตร
9	รัศมี สิมมา	กรมวิชาการเกษตร
10	วรวัฒน์ ศรียุกต์	บริษัท กลุ่มน้ำตาลมิตรผล
11	พลิชฐ์ กวักษ์ภานุรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
12	สุดดี สุพรรณไพ	บริษัท ซี.พี.อินเตอร์เทรด จำกัด
13	นิพนธ์ มัยเรืองศรี	บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊ว จำกัด
14	วรสิทธิ์ สิทธิวิชัย	บริษัท เจริญโภคภัณฑ์โปรดิ๊ว จำกัด
15	เอกชัย พวงกลิ่น	ธนาคารกรุงไทย (มหาชน) จำกัด
16	ทำเนียม ถนนมสังข์	ธนาคารกรุงไทย (มหาชน) จำกัด
17	วิฑูรย์ เรืองเลิศปัญญากุล	มูลนิธิสายใยแผ่นดิน และ Green Net
18	คลเดช ตั้งตระการพงษ์	ศูนย์วิชาการเพื่อขับเคลื่อนการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษอากาศ
19	ชฤทธิพร เม้งเกร็ด	สามพรานโมเดล และสมาคมผู้บริโภคอินทรีย์ไทย
20	สมศักดิ์ ประภาสพงศ์	สหพันธ์เกษตรกรกรมยั่งยืนเชียงใหม่
21	นคร ลิ้มคุปตถาวร	ศูนย์เรียนรู้เกษตรในเมือง กรุงเทพมหานคร
22	อรรถพล เกษมสุขนิมิต	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด
23	เพ็ญพร ขวัญโพน	The Siam Cement Public Company Limited
24	อติตย์ เกษรามาญ	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
25	ธนพล พุกเส่ง	คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี
26	สุดธิดา เปลี่ยนการมย์ ธนทรัพย์สิน	วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
27	เพ็ญลดา ธนะโชติ	กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว
28	นิตยา ชำอูน	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
29	กัญณภัทร ชื่นวงศ์	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
30	สุดารัตน์ ชางคำ	"Zoological Society of London (ZSL-Thailand) สมาคมสัตววิทยาแห่งลอนดอน สำนักงานประเทศไทย"
31	บรรเจิด เนตรมณี	สหกรณ์นิคมพนม จำกัด
32	ธวัช ลาสกุล	สหกรณ์นิคมพนม จำกัด
33	ศุมิตรา ศรีพิเศษ	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
34	รตี สินพิเชษกร	ซี.พี. อินเตอร์เทรด จำกัด

และในระบบออนไลน์ จำนวน 15 ท่าน

ภาคผนวก 4.1

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 200 ผลงานฯ จาก 65 ประเทศ (รวมเขตบริหารพิเศษของจีน ได้แก่ ไต้หวันและฮ่องกง)
ใน 5 ทวีปทั่วโลก เรียงตามลำดับตัวอักษรภาษาไทย

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
เอเชีย			
	เกาหลีใต้	Basic	Park et al. (2018)
	เกาหลีใต้	Basic	Jo et al. (2019)
	เมียนมา	Analyzed/synthesized	Helen et al. (2019)
	โอมาน	Basic	Amoatey et al. (2018)
	โอมาน	Basic	Amoatey & Sulaiman (2020)
	ไซปรัส	Analyzed/synthesized	Manolaki et al. (2017)
	ไต้หวัน (เขตบริหารพิเศษของจีน)	Analyzed/synthesized	Chen & Shu (2012)
	ไต้หวัน (เขตบริหารพิเศษของจีน)	Analyzed/synthesized	Wang & Lin (2012)
	ไต้หวัน (เขตบริหารพิเศษของจีน)	Analyzed/synthesized	Pan & Kao (2021)
	ไทย	Basic	BMA (2015)
	ไทย	Basic	Fujimoto et al. (2016)
	ไทย	Basic	Intasen et al. (2017)
	ไทย	Analyzed/synthesized	Yotapakdee et al. (2019)
	ไทย	Analyzed/synthesized	Arifwidoo & Chandrasiri (2020)
	ไทย	Basic	Tor-ngern & Leksungnoen (2020)
	ไทย	Basic	Singkran (2022)
	ไทย	Analyzed/synthesized	Nguyen et al. (2023)
	ไทย	Applied/technical	Singkran (2023)
	กาตาร์	Basic	Habib & Al-Ghamdi (2021)
	จอร์เจีย	Applied/technical	Alpaidze & Pace (2021)
	จอร์เจีย	Analyzed/synthesized	Alpaidze & Salukvadze (2023)
	จีน	Basic	Zhao et al. (2010)
	จีน	Basic	Liu & Li (2012)
	จีน	Analyzed/synthesized	Xu et al. (2018)
	จีน	Basic	Shen et al. (2020)
	จีน	Applied/technical	Liao et al. (2021)
	จีน	Applied/technical	Ma et al. (2021)
	จีน	Analyzed/synthesized	Wang et a. (2021)
	จีน	Basic	Lin et al. (2022)
	จีน	Analyzed/synthesized	Wei et al. (2022)
	จีน	Basic	Xiao et al. (2022)
	จีน	Analyzed/synthesized	Dong et al. (2023)

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
	จีน	Analyzed/synthesized	Gao et al. (2023)
	จีน	Basic	Huo et al. (2023)
	จีน	Analyzed/synthesized	Jia et al. (2023)
	จีน	Analyzed/synthesized	Jin et al. (2023)
	จีน	Applied/technical	Li et al. (2023a)
	จีน	Analyzed/synthesized	Li et al. (2023b)
	จีน	Analyzed/synthesized	Xu et al. (2023)
	จีน	Analyzed/synthesized	Yuan et al. (2023)
	จีน	Analyzed/synthesized	Zeng et al. (2023)
	จีน	Applied/technical	Gao et al. (2024)
	จีน	Applied/technical	Hong et al. (2024)
	จีน	Basic	Ma et al. (2024)
	จีน	Analyzed/synthesized	Wang et a. (2024)
	จีน	Analyzed/synthesized	Yang et al. (2024)
	ญี่ปุ่น	Basic	Awal et al. (2010)
	ตุรกี	Analyzed/synthesized	Hepcan & Hepcan (2018)
	ตุรกี	Analyzed/synthesized	Topal & Demirel (2023)
	บังกลาเทศ	Basic	Jaman et al. (2020)
	บังกลาเทศ	Analyzed/synthesized	Zinia & McShane (2021)
	บังกลาเทศ	Basic	Shadman et al. (2022)
	ปากีสถาน	Basic	Ali et al. (2012)
	ปากีสถาน	Basic	Hussain et al. (2019)
	ปากีสถาน	Analyzed/synthesized	Arshad et al. (2020)
	ปากีสถาน	Analyzed/synthesized	Mannan et al. (2021)
	ปากีสถาน	Basic	Bano et al. (2023)
	ฟิลิปปินส์	Basic	Pansit (2019)
	มาเลเซีย	Basic	Othman et al. (2019a)
	มาเลเซีย	Analyzed/synthesized	Othman et al. (2019b)
	สิงคโปร์	Applied/technical	Velasco & Chen (2019)
	อินเดีย	Basic	Ragula & Chandra (2020)
	อินเดีย	Analyzed/synthesized	Agarwal et al. (2021)
	อินเดีย	Analyzed/synthesized	Dhyani et al. (2021)
	อินเดีย	Basic	Snehlata et al. (2021)
	อินเดีย	Analyzed/synthesized	Ghosh et al. (2022)
	อินเดีย	Basic	Uniyal et al. (2021)
	อินเดีย	Basic	Shrimathi et al. (2023)

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
	อินโดนีเซีย	Basic	Danardono et al. (2021)
	อิสราเอล	Analyzed/synthesized	Amer et al. (2023)
	อิหร่าน	Analyzed/synthesized	Parsa et al. (2019)
	ฮ่องกง (เขตบริหารพิเศษของจีน)	Analyzed/synthesized	Kong et al. (2014)
	ฮ่องกง (เขตบริหารพิเศษของจีน)	Applied/technical	Chan et al (2018)
รวม	21 ประเทศ	3 กลุ่มงานวิจัย	73 ผลงาน
แอฟริกา			
	เซเนกัล	Basic	Niang et al (2023)
	เบนิน	Analyzed/synthesized	Sehoun et al. (2021)
	เบนิน	Basic	Ibrahim et al. (2022)
	เบนิน	Basic	Atchade et al. (2023)
	เบนิน	Analyzed/synthesized	Osseni et al. (2023)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Siraj & Teshome (2017)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Woldegerima et al. (2017)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Abdo & Satyaprakash (2021)
	เอธิโอเปีย	Basic	Biel (2022)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Habtamu & Elias (2022)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Koricho et al. (2022)
	เอธิโอเปีย	Analyzed/synthesized	Muluneh & Worku (2022)
	แคเมอรูน	Analyzed/synthesized	Victor et al. (2019)
	แคเมอรูน	Basic	Tchomcheni et al. (2023)
	แซมเบีย	Basic	Ngenda (2022)
	แซมเบีย	Analyzed/synthesized	Banda (2023)
	แทนซาเนีย	Analyzed/synthesized	Munishi et al. (2008)
	แทนซาเนีย	Basic	Luswaga (2023)
	แอฟริกาใต้	Analyzed/synthesized	Stoffberg et al. (2010)
	แอฟริกาใต้	Analyzed/synthesized	Cilliers et al. (2013)
	แอฟริกาใต้	Analyzed/synthesized	Donoghue & Shackleton (2013)
	แอฟริกาใต้	Basic	Mngadi et al. (2022)
	แอฟริกาใต้	Basic	Matiza et al. (2024)
	แอลจีเรีย	Basic	El-Islam & Tahar (2019)
	โกตดิวัวร์	Basic	Hervé et al. (2021)
	โมร็อกโก	Applied/technical	Lachir et al. (2016)
	ไนเจอร์	Basic	Moussa et al. (2019)
	ไนเจอร์	Analyzed/synthesized	Soulé et al. (2021)
	ไนจีเรีย	Basic	Bada et al. (2018)

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
	ไนจีเรีย	Basic	Murtala et al. (2019)
	ไนจีเรีย	Basic	Agbelade & Onyekwelu (2020)
	ไนจีเรีย	Basic	Dangulla et al. (2021)
	ไนจีเรีย	Basic	Thomas et al. (2022)
	กานา	Basic	Nero et al. (2017)
	กานา	Analyzed/synthesized	Nero et al. (2018)
	กานา	Analyzed/synthesized	Puplampu & Bofo (2021)
	คองโก	Analyzed/synthesized	Kimpouni et al. (2019)
	บูร์กินาฟาโซ	Basic	Dimobe et al. (2019)
	บูร์กินาฟาโซ	Basic	Neya et al. (2020)
	บูร์กินาฟาโซ	Analyzed/synthesized	Balima et al. (2023)
	บูร์กินาฟาโซ	Analyzed/synthesized	Derra et al. (2023)
	มาลาวี	Basic	Chimaimba et al. (2021)
	มาลี	Basic	Sanogo et al. (2016)
	ยูกันดา	Analyzed/synthesized	Lwasa et al. (2014)
	ยูกันดา	Basic	Lwasa et al. (2017)
	สาธารณรัฐประชาธิปไตยคองโก	Basic	Kadiata & Ndamiyehe (2017)
	อียิปต์	Applied/technical	Younan et al. (2023)
รวม	20 ประเทศ	3 กลุ่มงานวิจัย	47 ผลงาน
โอเชียเนีย			
	นิวซีแลนด์	Basic	Schwendenmann & Mitchell (2014)
	นิวซีแลนด์	Analyzed/synthesized	Weissert et al. (2017)
	นิวซีแลนด์	Basic	Wang & Gao (2019)
	นิวซีแลนด์	Basic	Wang & Gao (2020)
	นิวซีแลนด์	Analyzed/synthesized	Wang et al. (2020)
	ออสเตรเลีย	Basic	Brack (2002)
	ออสเตรเลีย	Analyzed/synthesized	Blair et al. (2017)
	ออสเตรเลีย	Basic	Mitchell et al. (2018)
	ออสเตรเลีย	Analyzed/synthesized	Zhang & Brack (2021)
รวม	2 ประเทศ	2 กลุ่มงานวิจัย	9 ผลงาน
ยุโรป			
	เนเธอร์แลนด์	Analyzed/synthesized	Cortinovis et al. (2022)
	เยอรมนี	Basic	Strohbach & Haase (2012)
	เยอรมนี	Basic	Strohbach et al. (2012)
	เยอรมนี	Basic	Schreyer et al. (2014)
	เยอรมนี	Analyzed/synthesized	Tigges & Lakes (2017)

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
	เยอรมนี	Basic	Tiggeset et al. (2017)
	โปแลนด์	Analyzed/synthesized	Bezyk et al. (2021)
	โปแลนด์	Basic	Fini et al. (2023)
	โปรตุเกส	Analyzed/synthesized	Mexia et al. (2018)
	โปรตุเกส	Analyzed/synthesized	Elliot et al. (2020)
	ไอซ์แลนด์	Basic	Crosby et al. (2021)
	กรีซ	Analyzed/synthesized	Tsitsoni et al. (2015)
	กรีซ	Analyzed/synthesized	Karteris et al. (2016)
	บริเตนใหญ่ และไอร์แลนด์เหนือ	Basic	Davies et al. (2011)
	บริเตนใหญ่ และไอร์แลนด์เหนือ	Analyzed/synthesized	Chambers-Ostler et al. (2023)
	บัลแกเรีย	Basic	Peteva & Luybenova (2019)
	ฟินแลนด์	Analyzed/synthesized	Kuittinen et al. (2016)
	ฟินแลนด์	Basic	Lindén et al. (2020)
	ฟินแลนด์	Basic	Ariluoma et al. (2021)
	ฟินแลนด์	Basic	Kinnunen & Lampinen (2022)
	ฟินแลนด์	Analyzed/synthesized	Lampinen et al. (2023)
	ยูเครน	Analyzed/synthesized	Bidolakh et al. (2023)
	ยูเครน	Basic	Maksymenko et al. (2023)
	สเปน	Basic	Sota et al. (2019)
	สวีเดน	Analyzed/synthesized	Cortinovis et al. (2022)
	สวีเดน	Analyzed/synthesized	Lind et al. (2023)
	อิตาลี	Analyzed/synthesized	Vaccari et al. (2013)
	อิตาลี	Basic	Russo et al. (2015)
	อิตาลี	Basic	Gratani et al. (2016)
	อิตาลี	Basic	Gratani (2020)
	อิตาลี	Basic	Marcheggiani et al. (2020)
	อิตาลี	Basic	Speak et al. (2020)
	อิตาลี	Analyzed/synthesized	Nicese et al. (2021)
	อิตาลี	Basic	Brilli et al. (2022)
	อิตาลี	Basic	Fini et al. (2023)
	ฮังการี	Analyzed/synthesized	Kiss et al. (2015)
รวม	14 ประเทศ	2 กลุ่มงานวิจัย	36 ผลงาน
อเมริกา			
	เปรู	Basic	Ochoa et al. (2022)
	เม็กซิโก	Basic	Velasco et al. (2016)
	เม็กซิโก	Basic	Benítez et al. (2023)

ทวีป	ประเทศ	กลุ่มงานวิจัย	แหล่งอ้างอิง
	เอกวาดอร์	Basic	Huera-Lucero et al. (2020)
	แคนาดา	Basic	Pasher et al. (2014)
	แคนาดา	Basic	Steenberg et al. (2023)
	แคนาดา	Basic	Srouf et al. (2024a)
	แคนาดา	Applied/technical	Srouf et al. (2024b)
	โคลอมเบีย	Basic	Reynolds et al. (2017)
	โคลอมเบีย	Basic	Dobbs et al. (2018)
	โคลอมเบีย	Basic	Acuña-Simbaqueva et al. (2021)
	คิวบา	Basic	Schneider et al. (2022)
	บราซิล	Basic	Marçal et al. (2021)
	บราซิล	Analyzed/synthesized	Felix et al. (2022)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Nowak et al. (2002)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Myeong et al. (2006)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Escobedo et al. (2010)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Poudyal et al. (2011)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Aguaron & McPherson (2012)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Martin et al. (2012)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	McPherson et al. (2013)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Nowak et al. (2013)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Schmitt-Harsh et al. (2013)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Zheng et al. (2013)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Timilsina et al. (2014)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Godwin et al. (2015)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Alonzo et al. (2016)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Ning et al. (2016)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Vanessa et al. (2017)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Kim & Coseo (2018)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Trlica et al. (2019)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Belaire et al. (2022)
	สหรัฐอเมริกา	Basic	Pregitzer et al. (2022)
	สหรัฐอเมริกา	Applied/technical	Drolen et al. (2023)
	สหรัฐอเมริกา	Analyzed/synthesized	Elderbrock et al. (2023)
รวม	8 ประเทศ	3 กลุ่มงานวิจัย	35 ผลงาน

ภาคผนวก 4.2

ชนิดต้นไม้ในพื้นที่สีเขียวจากการสำรวจแยกตามรายการภาคของประเทศไทย (DCCE 2024) และอันดับความเหมาะสมในการปลูก ตลอดจนศักยภาพการให้บริการทางนิเวศ (การกักเก็บคาร์บอนและการลดมลพิษทางอากาศ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ
<i>Abrus precatorius</i>	/	x	x	/	x	na
<i>Acacia auriculiformis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Acacia catechu</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Acacia concinna</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Acacia mangium</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Acacia pennata</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Acacia penninervis</i>	/	x	x	/	x	na
<i>Acer oblongum</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Acronychia pedunculata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Adansonia digitata</i>	/	/	/	x	x	Top 20%
<i>Adenanthera pavonnina</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Adonidia merrillii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Aegle marmelos</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Afzelia xylocarpa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Agave spp</i>	x	/	x	x	/	na
<i>Aglaia dookkoo</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Aglaia odorata</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Alangium salviifolium</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Albizia lebbeck</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Albizia lebbekoides</i>	/	x	/	/	x	Top 20%
<i>Albizia lucidior</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Albizia odoratissima</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Albizia procera</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Albizia saman</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Allamanda cathartica</i>	/	x	x	/	/	na
<i>Allium cepa aggregatum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Alpinia galanga</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Alpinia malaccensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Alstonia macrophylla</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Alstonia rostrata</i>	x	x	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Alstonia scholaris</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Amherstia nobilis</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Amoora cucullata</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Anacardium occidentale</i>	x	x	/	x	x	Top 50%
<i>Anaxagorea javanica</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Anisoptera costata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Annona muricata</i>	x	x	/	/	/	Top 50%
<i>Annona reticulata</i>	x	x	x	x	/	Top 30%
<i>Annona squamosa</i>	/	/	/	x	/	Top 40%
<i>Antidesma bunius</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Antidesma montanum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Antidesma punctulatum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Aporosa villosa</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Aquilaria crassna</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Araucaria heterophylla</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Archidendron clypearia</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Archidendron jiringa</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Ardisia colorata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Arfeuillea arborescens</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Artabotrys siamensis</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Artocarpus altilis</i>	/	/	/	x	/	Top 10%
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Artocarpus integer</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Artocarpus lacucha</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Artocarpus lakoocha</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Artocarpus rigidus</i>	x	x	x	/	/	na
<i>Averrhoa bilimbi</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Averrhoa carambola</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Avicennia marina ssp. marina</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Avicennia officinalis</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Azadirachta excelsa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Azadirachta indica</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Baccaurea kunstleri</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Baccaurea motleyana</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Baccaurea parviflora</i>	/	/	/	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Baccaurea ramiflora</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Balakata baccata</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Baliospermum solanifolium</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Bambusa beecheyana</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Bambusa multiplex</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Bambusa spp</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Bambusa ventricosa</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Bambusa vulgaris</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Barleria strigosa</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Barnebydendron riedelii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Barringtonia acutangula</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Barringtonia asiatica</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Barringtonia macrocarpa</i>	x	x	/	/	x	na
<i>Barringtonia racemosa</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Bauhinia × blakeana</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Bauhinia acuminata</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Bauhinia purpurea</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Bauhinia saccocalyx</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Bauhinia tomentosa</i>	x	x	/	x	x	Top 40%
<i>Bauhinia variegata</i>	/	x	/	x	/	Top 50%
<i>Beaumontia murtonii</i>	/	x	x	/	/	na
<i>Betula alnoides</i>	/	/	x	/	x	na
<i>Bhesa paniculata</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Bhesa robusta</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Bismarckia nobilis</i>	x	x	x	/	x	na
<i>Bixa orellana</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Blachia siamensis</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Bombax anceps</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Bombax ceiba</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Borassus flabellifer</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Bouea macrophylla</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Bouea oppositifolia</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Bougainvillea spp</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Breonia chinensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Breynia androgyna</i>	x	/	/	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Bridelia ovata</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Broussonetia papyrifera</i>	/	/	/	x	/	Top 20%
<i>Brownea ariza</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Brownea grandiceps</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Brownlowia tersa</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Bruguiera cylindrica</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	x	x	/	/	x	na
<i>Bruguiera parviflora</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Buchanania cochinchinensis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Buchanania sessilifolia</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Buchanania siamensis</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Buddleja paniculata</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Butea monosperma</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Caesalpinia coriaria</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Caesalpinia sappan</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Calamus caesius</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Callerya atropurpurea</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Calliandra haematocephala</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Callistemon viminalis</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Calophyllum inophyllum</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Calophyllum pulcherrimum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Calotropis gigantea</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Cananga odorata</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Canarium pimela</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Canarium subulatum</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Carallia brachiata</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Careya arborea</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Carica papaya</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Carissa carandas</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Carpentaria acuminata</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Caryota urens</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Casearia grewiaefolia</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cassia bakeriana</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Cassia fistula</i>	/	/	/	/	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Cassia grandis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Cassia javanica</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Castanopsis acuminatissima</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Castanopsis piriformis</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Casuarina equisetifolia</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Casuarina junghuhniana</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Catunaregam tomentosa</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Centranthera cochinchinensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cerbera manghas</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Cerbera odollam</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Ceriops tagal</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Cestrum nocturnum</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Chionanthus ramiflorus</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Chrysalidocarpus decaryi</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Chrysophyllum cainito</i>	/	/	/	x	/	Top 30%
<i>Chukrasia tabularis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Cinnamomum bejolghota</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Cinnamomum camphora</i>	/	x	/	x	/	Top 10%
<i>Cinnamomum parthenoxylon</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Citharexylum spinosum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Citrus aurantifolia</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Citrus grandis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Citrus hystrix</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Clausena lansium</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Clausena wallichii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Clerodendrum paniculatum</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Clerodendrum quadriloculare</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Coccoloba uvifera</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Cochlospermum religiosum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Cocos nucifera</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Codiaeum variegatum</i>	x	/	x	/	/	na
<i>Coffea arabica</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Coleus parvifolius</i>	x	x	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Colubrina asiatica</i>	x	/	x	x	x	Top 40%
<i>Combretum indicum</i>	/	/	x	/	x	na
<i>Combretum quadrangulare</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Conocarpus erectus</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Copernicia macroglossa</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Copernicia prunifera</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cordia cochinchinensis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Cordia globifera</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Cordia sebestina</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cordyline fruticosa</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Corypha umbraculifera</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cotylelobium melanoxyton</i>	x	/	x	x	/	na
<i>Couroupita guianensis</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Crateva adansonii</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Crateva magna</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Cratoxylum cochinchinense</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Cratoxylum formosum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Cratoxylum maingayi</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Crescentia cujete</i>	x	/	/	x	/	Top 20%
<i>Crinum asiaticum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Croton fluviatilis</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Croton oblongifolius</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Crypteronia paniculata</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cyanthillium cinereum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cycas chamoensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cycas siamensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cymbopogon citrates</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Cynometra browneoides</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Cynometra iripa</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Cynometra ramiflora</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Cyrtophyllum fragrans</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Cyrtostachys renda</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dacryodes kingii</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Dalbergia cochinchinensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dalbergia cultrata</i>	/	/	/	x	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Dalbergia nigrescens</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Dalbergia oliveri</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Dalbergia parviflora</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Delonix regia</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Dendrocalamus asper</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dendrocalamus membranaceus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dendrocalamus sericeus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Desmos chinensis</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Desmoscelis villosa</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Dialium cochinchinense</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dillenia indica</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Dillenia suffruticosa</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Dimocarpus longan</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Dioecrescis erythroclada</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Diospyros blancoi</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Diospyros buxifolia</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Diospyros dasyphylla</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Diospyros decandra</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Diospyros ehretioides</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Diospyros glandulosa</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Diospyros gracilis</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Diospyros malabarica</i>	/	x	/	/	/	na
<i>Diospyros mollis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Diospyros montana</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Diospyros pilosanthera</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Diospyros rhodocalyx</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Diospyros undulata</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Diospyros wallichii</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Diplazium esculentum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dipterocarpus alatus</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dipterocarpus dyeri</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Dipterocarpus kerrii</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Dipterocarpus obtusifolius</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Dipterocarpus tuberculatus</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dipterocarpus turbinatus</i>	x	/	/	x	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Dissochaeta divaricata</i>	x	/	x	x	/	na
<i>Dolichandrone serrulata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dombeya elegans</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Dracaena cochinchinensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dracaena fragrans</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Dracaena reflexa</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Dracaena trifasciata</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dracontomelon dao</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Duabanga grandiflora</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Duranta erecta</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Durio zibethinus</i>	/	x	/	/	/	na
<i>Dypsis leptocheilos</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Dypsis lutescens</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Ehretia retusa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Elaeis guineensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Elaeocarpus grandiflorus</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Elaeocarpus hygrophilus</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Elaeocarpus petiolatus</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Elaeocarpus robustus</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Ellipanthus tomentosus</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Engelhardtia serrata</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Ensete glaucum</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Erythrina subumbrans</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Erythrina variegata</i>	/	/	/	/	/	Top 50%
<i>Erythrophleum succirubrum</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Erythroxylum cuneatum</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Eucalyptus spp</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Eucrosia bicolor</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Euphorbia nerifolia</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Eurycoma longifolia</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Fagraea ceilanica</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Fernandoa adenophylla</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Feroniella lucida</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Ficus vasculosa</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Ficus altissima</i>	/	/	/	/	/	Top 20%

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Ficus annulata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Ficus benghalensis</i>	/	/	/	x	/	Top 10%
<i>Ficus benjamina</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Ficus botryocarpa</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Ficus callosa</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Ficus chartacea</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Ficus concinna</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Ficus deltoidea</i>	/	x	x	/	x	na
<i>Ficus elastica</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Ficus hispida</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Ficus lyrata</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Ficus maclellandii</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Ficus microcarpa</i>	/	x	/	x	/	Top 20%
<i>Ficus natalensis</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Ficus obscura</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Ficus racemosa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Ficus religiosa</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Ficus rumphii</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Ficus subpisocarpa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Flacourtia indica</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Fraxinus griffithii</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Garcinia celebica</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Garcinia cowa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Garcinia dulcis</i>	/	x	/	/	/	Top 50%
<i>Garcinia mangostana</i>	/	x	/	/	/	Top 50%
<i>Garcinia schomburgkiana</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Gardenia carinata</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Gardenia jasminoides</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Gardenia sootepensis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Garuga pinnata</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Getonia floribunda</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Gliricidia sepium</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Globba winitii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Glochidion zeylanicum</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Gluta usitata</i>	x	/	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Glycosmis pentaphylla</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Gmelina arborea</i>	/	x	x	x	/	Top 30%
<i>Gnetum gnemon</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Gnetum montanum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Goniiothalamus laoticus</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Grevillea robusta</i>	/	x	/	/	x	Top 20%
<i>Grewia eriocarpa</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Guaiacum officinale</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Gustavia gracillima</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Gymnanthemum amygdalinum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Haldina cordifolia</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Hamelia patens</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	x	x	x	x	x	Top 30%
<i>Heliconia psittacorum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Helicteres isora</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Heliotropium indicum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Heterophragma sulfureum</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Hevea brasiliensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Hiptage benghalensis</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Holarrhena pubescens</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Holmskioldia sanguinea</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Holoptelea integrifolia</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Homalium tomentosum</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Hopea ferrea</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Hopea oblongifolia</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Hopea odorata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Hopea pierrei</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Horsfieldia irya</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Hubera cerasoides</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Hura crepitans</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Hydnocarpus anthelminthicus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Hydnocarpus castanea</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Hylocereus undulatus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Hymenocardia punctata</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Hymenodictyon orixense</i>	/	/	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Hyophorbe lagenicaulis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Hyphaene coriacea</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Indigofera tinctoria</i>	x	x	x	/	x	na
<i>Intsia palembanica</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Irvingia malayana</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Ixora chinensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Ixora cibdela</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Jacaranda obtusifolia</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Jasminum auriculatum</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Jatropha curcas</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Jatropha integerrima</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Juniperus chinensis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Kayea nervosa</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Kentiopsis oliviformis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Khaya senegalensis</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Knema angustifolia</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Knema furfuracea</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Knema globularia</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Kopsia arborea</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Lagerstroemia calyculata</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Lagerstroemia duperreana</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Lagerstroemia floribunda</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Lagerstroemia indica</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Lagerstroemia loudonii</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Lagerstroemia speciosa</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Lagerstroemia speciosa ssp. Speciosa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Lagerstroemia undulata</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Lagerstroemia venusta</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Lannea coromandelica</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Lansium domesticum</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Lawsonia inermis</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Lepisanthes fruticosa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Lepisanthes rubiginosa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Leucaena leucocephala</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Leucophyllum frutescens</i>	x	x	/	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Licuala grandis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Limonia acidissima</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Litchi chinensis</i>	/	/	/	x	x	Top 40%
<i>Litsea elliptica</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Litsea glutinosa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Litsea grandis</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Litsea verticillata</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Livistona chinensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Livistona speciosa</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Loropetalum chinense</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Lumnitzera littorea</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Maerua siamensis</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Magnolia alba</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Magnolia champaca</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Magnolia coco</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Magnolia sirindhorniae</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Mallotus philippensis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Malus domestica</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Malus spectabilis</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Mammea siamensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Mangifera indica</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Mangifera pentandra</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Manilkara hexandra</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Manilkara kauki</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Manilkara zapota</i>	/	/	/	x	/	Top 20%
<i>Mansonia gagei</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Mayodendron igneum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Melaleuca cajuputi</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Melia azedarach</i>	/	x	/	x	/	Top 30%
<i>Melicope elleryana</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Melientha suavis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Melodorum fruticosum</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Memecylon caeruleum</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Memecylon edule</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Memecylon oleifolium</i>	x	/	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Memecylon ovatum</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Mesua ferrea</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Mezzettia leptopoda</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Microcos paniculata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Millettia brandisiana</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Millettia leucantha</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Millingtonia hortensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Mimosa pigra</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Mimusops elengi</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Mitragyna diversifolia</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Mitragyna speciosa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Mitrephora keithii</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Mitrephora sirikitiae</i>	/	x	/	/	x	na
<i>Mitrephora vandaeflora</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Morinda citrifolia</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Morinda tomentosa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Moringa oleifera</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Morus alba</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Muntingia calabura</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Murraya paniculata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Musa x paradisiaca</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Myristica cinnamomea</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Myristica fragrans</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Neesia altissima</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Neobalanocarpus heimii</i>	x	/	x	/	/	na
<i>Neolitsea zeylanica</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Nephelium hypoleucum</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Nephelium lappaceum</i>	/	/	x	/	/	na
<i>Nerium oleander</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Nyctanthes arbor-tristis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Nypa fruticans</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Ochna integririma</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Ochna thomasiiana</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Oroxylum indicum</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Otochilus porrectus</i>	x	x	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Oxyceros horridus</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Pachira aquatica</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Pandanus tectorius</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Parinari anamensis</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Parkia speciosa</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Parkia timoriana</i>	/	x	/	/	/	na
<i>Passiflora foetida</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Peltophorum dasyrhachis</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Peltophorum pterocarpum</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Peronema canescens</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Persea americana</i>	/	x	/	x	x	Top 10%
<i>Philodendron spp</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Phoenix canariensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Phoenix dactylifera</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Phoenix loureiroi</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Phoenix paludosa</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Phoenix rupicola</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Phyllanthus acidus</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Phyllanthus emblica</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Pinus kesiya</i>	/	x	x	/	/	na
<i>Pinus merkusii</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Pinus spp</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Piper betle</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Pisonia grandis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Pithecellobium dulce</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Planchonella obovata</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Platycladus orientalis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Plumeria acutifolia</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Podocarpus neriiifolius</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Polyalthia longifolia</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Polyalthia spp</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Polyalthia suberosa</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Polyalthia viridis</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Polyscias spp</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Pongamia indica</i>	/	/	/	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Pouteria campechiana</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Pritchardia pacifica</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Protium serratum</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Prunus avium</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Prunus mume</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Prunus persica</i>	x	x	x	/	x	na
<i>Pseuderanthemum graciliflorum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Pseudophoenix sargentii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Psidium guajava</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Psydrax dicoccos</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Pterocarpus indicus</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Pterocymbium tinctorium</i>	x	/	x	x	x	na
<i>Pterospermum littorale</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Punica granatum</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Putranjiva roxburghii</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Pyrus pyrifolia</i>	x	/	x	x	/	na
<i>Quercus semiserrata</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Ravenala madagascariensis</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Rhapis excelsa</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Rhinacanthus nasutus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Rhizophora apiculata</i>	x	x	/	/	x	na
<i>Rhizophora mucronata</i>	x	x	/	x	/	Top 50%
<i>Rhodamnia dumetorum</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Ridsdalea wittii</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Sabal minor</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Salix babylonica</i>	x	/	/	/	/	na
<i>Sandoricum koetjape</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Sapindus rarak</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Saraca declinata</i>	x	x	/	/	x	na
<i>Saraca indica</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Saraca thaipingensis</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Saribus rotundifolius</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Schefflera actinophylla</i>	/	/	/	x	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Schima wallichii</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Schinus terebinthifolius</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Schleichera oleosa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Schoutenia glomerata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Scleropyrum pentandrum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Scorodocarpus borneensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Senna alata</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Senna garrettiana</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Senna occidentalis</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Senna siamea</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Senna surattensis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Sesbania grandiflora</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Shirakiopsis indica</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Shorea farinosa</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Shorea henryana</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Shorea obtusa</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Shorea robusta</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Shorea roxburghii</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Shorea siamensis</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Sindora siamensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Siphonodon celastreus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Sisyrolepis muricata</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Solanum lasiocarpum</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Sonneratia caseolaris</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Sonneratia griffithii</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Spathodea campanulata</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Sphaeranthus africanus</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Spondias lakonensis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Spondias pinnata</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Sterculia foetida</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Sterculia guttata</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Sterculia monosperma</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Sterculia pexa</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Stereospermum fimbriatum</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Streblus asper</i>	/	/	/	/	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Strobilanthes tonkinensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Strobocalyx arborea</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Strophanthus gratus</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Strychnos lucida</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Styrax tonkinensis</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Suregada multiflora</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Swietenia macrophylla</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Swintonia floribunda</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Synsepalum dulcificum</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Syzygium antisepticum</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Syzygium australe</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Syzygium borneense</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Syzygium cinereum</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Syzygium claviflorum</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Syzygium cumini</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Syzygium grande</i>	/	x	x	x	/	Top 40%
<i>Syzygium jambos</i>	/	/	/	x	/	Top 40%
<i>Syzygium malaccense</i>	/	/	/	/	/	Top 40%
<i>Syzygium rhomboideum</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Syzygium samarangense</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Syzygium siamense</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Tabebuia aurea</i>	/	/	/	/	/	Top 40%
<i>Tabebuia chrysantha</i>	/	/	/	x	/	Top 30%
<i>Tabebuia rosea</i>	/	/	/	/	/	Top 40%
<i>Tabernaemontana pachysiphon</i>	x	x	/	x	/	na
<i>Tabernaemontana pandacaqui</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Tagetes erecta</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Talipariti tiliaceum</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Tamarindus indica</i>	/	/	/	/	/	Top 10%
<i>Tamilnadia uliginosa</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Tarenna hoensis</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Taxus baccata</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Tecoma capensis</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Tecoma stans</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Tectona grandis</i>	/	/	/	/	/	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Terminalia alata</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Terminalia bellirica</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Terminalia catappa</i>	/	/	/	/	/	Top 30%
<i>Terminalia chebula</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Terminalia corticosa</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Terminalia fatraea</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Terminalia glaucifolia</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Terminalia ivorensis</i>	/	/	/	/	/	Top 20%
<i>Terminalia phillyreifolia</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Terminalia triptera</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Tetrameles nudiflora</i>	/	x	x	x	x	na
<i>Thespesia lampus</i>	x	x	x	x	x	Top 10%
<i>Thespesia populnea</i>	x	x	/	/	/	na
<i>Thevetia peruviana</i>	/	x	/	x	/	Top 50%
<i>Thunbergia affinis</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Tiliacora triandra</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Toona ciliata</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Trema orientalis</i>	x	/	/	x	x	na
<i>Uvaria grandiflora</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Uvaria hirsuta</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Uvaria siamensis</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Vachellia harmandiana</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Vallaris glabra</i>	/	/	x	x	/	na
<i>Vatica diospyroides</i>	x	/	/	x	/	na
<i>Vatica odorata</i>	/	x	/	x	/	na
<i>Veitchia merrillii</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Vidaliasia fusca</i>	x	x	x	x	/	na
<i>Vitex canescens</i>	/	/	x	x	x	na
<i>Vitex glabrata</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Vitex peduncularis</i>	/	/	/	x	x	na
<i>Vitex pinnata</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Vitex trifolia</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Walsura trichostemon</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Washingtonia robusta</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Wodyetia bifurcata</i>	x	x	x	x	x	na

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชนิดต้นไม้จำแนกตามรายการภาคของประเทศไทย					
	เหนือ	ตะวันออก/เหนือ	กลาง	ตะวันออก	ใต้	อันดับ*
<i>Wrightia arborea</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Wrightia dubia</i>	/	/	/	/	x	na
<i>Wrightia religiosa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Xanthophyllum lanceatum</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Xanthostemon chrysanthus</i>	/	x	/	x	x	na
<i>Xantolis burmanica</i>	x	x	/	x	x	na
<i>Xylia xylocarpa</i>	/	/	/	/	/	na
<i>Xylocarpus moluccensis</i>	x	x	x	x	x	na
<i>Zanthoxylum rhetsa</i>	/	x	x	x	/	na
<i>Ziziphus mauritiana</i>	/	/	/	x	/	na
<i>Zollingeria dongnaiensis</i>	/	x	/	x	/	na

*อันดับของชนิดต้นไม้ประเมินด้วยโปรแกรม i-Tree Species (i-Tree Cooperative 2006b), na = ไม่อยู่ใน top 10–50%

ภาคผนวก 4.3

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยโครงการวิจัย ครั้งที่ 1

พื้นที่สีเขียวในเมือง: กลไกแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

วันที่ 9 เมษายน 2567 เวลา 9:30–11:00 น.

โรงแรมทีเค. พาเลซ & คอนเวนชัน เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน
ห้องประชุมโรงแรมมา			
1	รัฐ เรืองโชติวิทย์	ผอ. กลุ่มวิจัยด้านการลดก๊าซเรือนกระจก	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม
2	สุพรรณิ สุวรรณชาติ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม
3	พีรพงษ์ สุนทรเดชะ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม
4	ทิพวรรณ โพธิ์วุฒิ	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม
5	เมธพร ดีสุข	นักวิชาการ	สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
6	อดิศักดิ์ กันทะเมืองลี	รองผู้อำนวยการ	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง
7	สิริวิทย์ ปัทมะสุวรรณ	นักผังเมือง/นักวิจัย	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง
8	สมณพร สุทธิปาก	คณบดี	คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ม. เกษตรศาสตร์ สกลนคร
9	รฐาณิชฐ์ สุขธนาภรณ์	รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์	คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ม. เกษตรศาสตร์ สกลนคร
10	ฐิติรัตน์ อินทร์ประสิทธิ์	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายแผนและพัฒนาคุณภาพ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม. ธรรมศาสตร์
11	ไม่ทราบชื่อ	อาจารย์	คณะวิทยาศาสตร์ ม. มหิดล
12	ไมตรี สกฤตติมงคลดี	เจ้าหน้าที่อาวุโส	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
13	พชร วงศ์ธานี	ไม่ทราบ	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
14	แนนซี่ กีบสัน	ผู้อำนวยการมูลนิธิ	มูลนิธิริคส์ตัวป่า
15	มนต์ชัย พินิจจิตรสมุทร	อาจารย์	คณะเศรษฐศาสตร์ ม. เกษตรศาสตร์
16	วรรณรัก นพเจริญกุล	ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบริหารคุณภาพการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	ตำแหน่ง	หน่วยงาน
17	สุทธิดา เปลี่ยนการมณีนธ์ สินทรัพย์	อาจารย์	คณะวิทยาศาสตร์ ม. เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting			
1	จุฬาลักษณ์ สิทธิชอบ ธรรม	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
2	ธีรติ ประทีป	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ	สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
3	อริยะพัฒน์ โตสวัสดิ์	หัวหน้าฝ่ายบริหารงาน สาธารณสุข	เทศบาลเมืองหนองปรือ อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี
4	อรสา ชูสกุล	ผู้ชำนาญ	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5	จิราภรณ์ มีวาสนา	หัวหน้ากลุ่มงานวิชาการ	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
6	อุษณีย์ เพ็งแจ่ม	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม ปฏิบัติการ	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและ สิ่งแวดล้อม
7	อภิชาติ ชมบุญ	นักผังเมือง	กรมโยธาธิการและผังเมือง
8	สมฤดี สักการเวช	รองคณบดีฝ่ายวิชาการ	คณะวิทยาศาสตร์ ม. เกษตรศาสตร์
9	จิตา ศรีคช	อาจารย์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ ม. เทคโนโลยีนวมินทร์ราช
10	นัชชา ผลพอดน	อาจารย์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพ ม. เทคโนโลยีนวมินทร์ราช
11	มณฑาทิพย์ โสมมีชัย	ผอ. หน่วยเชี่ยวชาญเฉพาะทาง ด้านป่าในเมือง	คณะวนศาสตร์ ม. เกษตรศาสตร์
12	ณัฐชนน ไตรธรรม	ผู้ก่อตั้ง	กลุ่มเยาวชน Myhomepaws

ภาคผนวก 4.4

ข้อคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อยโครงการวิจัย ครั้งที่ 1

พื้นที่สีเขียวในเมือง: กลไกแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน

เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

วันที่ 9 เมษายน 2567 เวลา 9:30–11:00 น. โรงแรมทีเค. พาเลซ & คอนเวนชั่น กรุงเทพมหานคร

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
1. การใช้พื้นที่สีเขียวในเมืองเป็นหนึ่งในมาตรการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	ผู้แทนจากมูลนิธิริกรัสต์วป่า: - พื้นที่สีเขียวในเมืองควรครอบคลุมพื้นที่ชุ่มน้ำ ขณะที่การถมพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อทำบ้านจัดสรร ไม่ตอบโจทย์การเพิ่มพื้นที่สีเขียว - นอกจากเครดิตคาร์บอน (carbon credit) ควรให้เครดิตความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity credit) ร่วมด้วย ไม่ต้องการให้ดูเพียงเรื่องคาร์บอน การเพิ่มพื้นที่สีเขียว โดยปลูกต้นไม้ที่เหมาะสม จะได้ทั้งความหลากหลายทางชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอน ผู้แทนจากศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง: - ควรนิยาม “พื้นที่สีเขียวในเมือง” ให้มีความชัดเจนตรงกันก่อน ทั้งนี้พบว่า คำนิยามโดยสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ONEP) และโดยองค์การบริหารราชการกรุงเทพมหานคร (BMA) ต่างกัน โดยเห็นว่าควรใช้ตาม ONEP คือมี 6 ประเภท แต่ขยายขอบเขตให้ครอบคลุมพื้นที่สีเขียวอื่นๆ ด้วย เช่น สวนแนวตั้ง สวนหลังคา - นอกเหนือจากการกักเก็บคาร์บอน/ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ควรให้ความสำคัญต่อการบริการทางนิเวศ (ecosystem services) ด้านอื่นๆ ของพื้นที่สีเขียว ด้วยเช่นกัน - พื้นที่สีเขียว เช่น สวนสาธารณะ ควรมีความสมดุลระหว่างสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ - ควรจำแนกประเภทพื้นที่สีเขียว ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นๆ ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: - ควรนิยาม “พื้นที่สีเขียวในเมือง” ให้ชัดเจน และทุกภาคส่วนเข้าใจตรงกัน ถึงแม้ว่า ปัจจุบัน BMA จะใช้คำนิยามพื้นที่สีเขียว 6 ประเภท ตาม ONEP แล้วก็ตาม แต่พบว่า หนึ่งใน 6 ประเภท คือพื้นที่เพื่อเศรษฐกิจของชุมชน ที่ ONEP เน้นพื้นที่ส่วนกลางที่ทำเกษตรกรรม - พื้นที่รกร้างในเมือง เป็นต้นทุนที่ต้องทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเปลี่ยนเป็นพื้นที่สีเขียว - ควรให้ความสำคัญต่อการบริการทางนิเวศของพื้นที่สีเขียว ด้านอื่นๆ ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ ขณะที่การกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียว เป็นผลพลอยได้เท่านั้น เพราะกักเก็บได้น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ในเมือง - ควรเน้นคุณภาพของพื้นที่สีเขียว มากกว่าปริมาณ เนื่องจากที่ผ่านมา พบว่า เน้นปริมาณต้นไม้ที่ปลูก แต่ไม่ทราบว่าต้นไม้ที่ปลูกไปแล้วมีอัตราการรอดเป็นอย่างไร - ควรพิจารณามิติด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศร่วมด้วย ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สกลนคร: - ความเป็นไปได้ในการใช้พื้นที่สีเขียว เป็นหนึ่งในมาตรการมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	- ต้องสื่อสารให้ทุกภาคส่วนเข้าใจ เห็นความสำคัญ และประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว นอกเหนือจากการกักเก็บคาร์บอน โดยเฉพาะเรื่องการปรับตัว (adaptations) ต่ออุณหภูมิที่สูงขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่เมือง ผู้แทนจากสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่, ออนไลน์) ควรมีนโยบายว่า “ในเมือง” ให้ชัดเจนก่อน ว่าครอบคลุมขนาดไหน โดยเสนอว่า ควรครอบคลุมอย่างน้อย 3 ระดับ คือ (1) เมืองที่เป็นดาวน์ทาวน์ (2) เมืองที่เริ่มเป็นหมู่บ้านรอบนอกที่ล้อมรอบดาวน์ทาวน์ และ (3) หมู่บ้าน (ชุมชน) รอบนอกสุดรวมพื้นที่สวน
2. บทบาทของภาครัฐ (นโยบาย และมาตรการต่างๆ) ที่จะสนับสนุนภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองให้ได้ 10% ของพื้นที่เมือง	ผู้แทนจากมูลนิธิริสส์ต้า: - สร้างมาตรการจูงใจต่างๆ เช่น การลดหย่อนภาษีให้กับภาคเอกชนนำพื้นที่ดินที่ไม่ค่อยมีประโยชน์ มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว แทนการถมที่ที่บ้านจัดสรร - เพิ่มภาคส่วนที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับพื้นที่สีเขียว โดยตรง มาร่วมหารือ เช่น กรมที่ดิน กรมการท่องเที่ยว สมาคมโรงแรมไทย และสมาคมธุรกิจบ้านจัดสรร เป็นต้น โดยเฉพาะธุรกิจบ้านจัดสรรที่ขอยกพื้นที่ชุ่มน้ำ และมีต้นไม้อยู่ มาทำบ้านจัดสรร แล้วปลูกต้นไม้ขึ้นมาใหม่แต่ไม่ตอบโจทย์อะไร คิดว่าพื้นที่สีเขียว เหล่านี้ น่าจะทำให้ดี (มีประโยชน์) กว่านี้ ผู้แทนจากศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง: - ลงทุนเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อให้ได้สัดส่วนต่อหัวประชากรที่เหมาะสม จำเป็นต้องจัดระบบประมาณเพื่อใช้ขับเคลื่อนนโยบายที่เกี่ยวข้องให้เกิดผลจริง และสร้างพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (biotope) - จัดทำมาตรการที่สร้างแรงจูงใจภาคส่วนต่างๆ ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว นอกเหนือจากความรับผิดชอบต่อสังคม (corporate social responsibility: CSR) เช่น การสร้างความร่วมมือกับภาคเอกชนในการทำพื้นที่สีเขียว และผลประโยชน์ที่ภาคเอกชนจะได้รับในการดำเนินการดังกล่าว ตัวอย่าง BMA ยกเว้นภาษีที่ดิน ภาษีรกร้าง ให้กับภาคเอกชนที่ยกที่ดินบางส่วนให้ใช้ประโยชน์สาธารณะ หรือเป็นพื้นที่สาธารณะ ภายใต้กรอบเวลาที่ตกลง - สร้างมาตรการให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) ในพื้นที่เข้ามาทำงานร่วมกันแบบบูรณาการ ร่วมกับภาครัฐ และนักวิชาการ ต้องทำให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเห็นมูลค่า หรือคุณูปการที่จะเกิดขึ้นในทางเศรษฐกิจ จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว - จัดทำแนวทาง (guideline) เกี่ยวกับชนิดของต้นไม้ที่ควรปลูกในเมือง โดยพิจารณาทั้งศักยภาพการกักเก็บคาร์บอน และความหลากหลายชนิด (species diversity) - ปรับปรุงมาตรการของกรมโยธาธิการและผังเมือง เกี่ยวกับพื้นที่ริมน้ำ/ตลิ่ง มาใช้เป็นพื้นที่สีเขียว และเป็นหนึ่งใน NbS ในการลดก๊าซเรือนกระจก ในระยะยาว - เพิ่มตัวชี้วัดเชิงคุณภาพให้มากขึ้นในแผน/นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: - ต้องทราบต้นทุนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวเพราะเป็นสิ่งสำคัญ และสภาพของพื้นที่ในปัจจุบัน - ใช้เทคโนโลยีมาช่วย เช่น AI เพื่อเน้นประสิทธิภาพ และคุณภาพของพื้นที่สีเขียว ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ไม่ควรเน้นเฉพาะปริมาณต้นไม้ - ปรับปรุงนโยบายและมาตรการที่เกี่ยวข้องให้ชัดเจน ทันเหตุการณ์ ไม่ควรให้ความสำคัญกับเครดิตคาร์บอนอย่างเดียว

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	- เชิญหน่วยงานอื่นๆ มาร่วมหารือ โดยเฉพาะกรมสรรพากร และกรมที่ดิน เพราะเกี่ยวข้องกับมาตรการทางภาษี และที่ดิน ตามลำดับ - แบ่งเขต (zoning) หรือแบ่งเขตใหม่ (re-zoning) ให้เหมาะสม เพื่อพื้นที่ที่รกร้างว่างเปล่ามาใช้เพิ่มพื้นที่สีเขียว - จัดทำนโยบายที่ชัดเจนของทั้งเมือง และแปลงสู่การปฏิบัติให้ได้ เช่น ทำโครงการนำร่องเปลี่ยนพื้นที่เมืองที่เหมาะสมให้เป็นพื้นที่สีเขียว - จัดทำมาตรการสร้างแรงจูงใจในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น โรงงานอุตสาหกรรมที่ปลูกต้นไม้เป็น buffer zones สามารถนำมาใช้พิจารณาลดหย่อนภาษีได้ ถ้า buffer zones นั้นมีสภาพเป็นพื้นที่สีเขียวที่ปลูกต้นไม้ยืนต้นที่เหมาะสม - จัดทำระบบการสื่อสารกับภาคประชาชน เกี่ยวกับนโยบาย ความสำคัญ และประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว และการทำงานร่วมกันของทุกภาคส่วน การจะขับเคลื่อนให้โครงการให้สำเร็จ ต้องทำงานสอดประสานกัน ตั้งแต่ต้นนโยบาย การออกแบบพื้นที่สีเขียว จนถึงระดับปฏิบัติ - จัดทำกรอบการทำงาน (platform) เรื่องการปลูกป่าให้มีความโปร่งใส ให้ความสำคัญเชิงคุณภาพต้นไม้ที่ปลูกไป - ใช้การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็นตัวชี้วัดกึ่งเชิงนโยบายของทุกเมือง เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนการเพิ่มพื้นที่สีเขียว อย่างก้าวกระโดด - การทำแผนที่นำทาง ในส่วนของพื้นที่สีเขียว จะต้องอยู่บนพื้นฐานของคุณภาพจริงที่เกิดขึ้น ไม่ใช่ปริมาณ ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สกลนคร: - พิจารณาประโยชน์ที่จะได้จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ด้านการปรับตัวร่วมด้วย - มีนโยบายที่ชัดเจนในการดูแลต้นไม้ที่ปลูกไปให้มีอัตราการอยู่รอดเพิ่มขึ้นกว่าในปัจจุบัน เช่น การแปลงสภาพของเสียในเมืองเป็นสารปรับปรุงดินในพื้นที่สีเขียว เพื่อให้ต้นไม้เติบโตดีขึ้น - จัดทำมาตรการสร้างแรงจูงใจภาคเอกชน นอกเหนือจาก CSR ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น การยกเว้น/ลดหย่อนภาษี - ปรับปรุงนโยบาย/กฎหมายที่เกี่ยวข้องให้สอดคล้อง/ส่งเสริมการใช้พื้นที่สีเขียว และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเมือง เช่น สภาวะเกาะความร้อนในเมือง - ออกแบบพื้นที่สีเขียวในเมือง (urban green design) ให้มีน้ำเป็นองค์ประกอบร่วมอยู่ด้วย เพื่อเพิ่มศักยภาพการบริการทางนิเวศของพื้นที่สีเขียว ให้มากขึ้น เช่น การบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในเมือง เป็นแหล่งเก็บน้ำ/กรองของเสียที่ไหลบ่า (จัดการคุณภาพน้ำ) เป็นต้น - จัดทำมาตรการนำพื้นที่เปล่าประโยชน์ในเมือง มาทำเป็นพื้นที่สีเขียว รูปแบบต่างๆ ตามความเหมาะสม เช่น สวนหย่อม สวนแนวตั้ง อาคารเขียว ฯลฯ และคนเมืองใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ - ออกนโยบายและออกกฎหมาย ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) กำหนดให้โครงการบ้านจัดสรรต้องมีพื้นที่สีเขียว อย่างน้อยกี่ % เป็นต้น ผู้แทนจากกรมโยธาธิการและผังเมือง (ออนไลน์): - ปัจจุบัน กรมโยธาฯ มีพระราชบัญญัติ (พ.ร.บ.) การผังเมือง และ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร ที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร กำหนดว่า ระยะถอยร่นควรเป็นเท่าไร ส่วน

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	พ.ร.บ. การผังเมือง กำหนดว่า ควรมีพื้นที่โล่งเท่าใด อย่างไรก็ตามสิ่งที่กำหนดไว้ ไม่ได้ถูกบังคับใช้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเจ้าหน้าที่ส่วนท้องถิ่น - บังคับใช้กฎหมายเพื่อเพิ่มพื้นที่สีเขียว เช่น 10% ของพื้นที่แต่ละครัวเรือน เป็นพื้นที่สีเขียว ทั้งนี้ กฎหมายจะมีผลบังคับใช้อย่างเต็มประสิทธิภาพหรือไม่ ขึ้นอยู่กับจิตสำนึก และความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ ของผู้คนจากทุกภาคส่วน - ปรับปรุงกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการใช้พื้นที่สีเขียวฯ เป็นหนึ่งใน NbS ในการลดก๊าซเรือนกระจก - ให้ความรู้แก่ประชาชนในการเลือกชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง ผู้แทนจากสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่, ออนไลน์) - ปรับปรุงการจัดเก็บภาษีที่ดินในเมือง เช่น ลดหย่อนภาษีที่ดินที่เป็นพื้นที่สีเขียวและมีการปลูกต้นไม้ที่มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอน - เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณของต้นไม้ที่ปลูก - สร้างความตระหนักรู้ให้ประชาชนเข้าใจประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว/ปลูกต้นไม้ - เลือกชนิดต้นไม้เพื่อปลูกในเมืองให้เหมาะสมกับบริบทของความเป็นเมือง - ลดกิจกรรมของภาครัฐที่สร้างมลภาวะเพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อม และทำงานเชิงรุก - จัดทำผังเมืองทั้ง 3 ระดับ (ดาวน์ทาวน์ เมืองที่เริ่มเป็นหมู่บ้านล้อมรอบดาวน์ทาวน์ และหมู่บ้านชั้นนอกสุด) ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว - ให้ความสำคัญต่อความหลากหลายทางชีวภาพควบคู่ไปกับการกักเก็บคาร์บอนโดยต้นไม้ ผู้แทนจากบริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน): - ออกมาตรการต่างๆ (เช่นการยกเว้นภาษี) เพื่อสร้างแรงจูงใจให้ทุกภาคส่วนช่วยกันเพิ่มพื้นที่สีเขียว/ปลูกต้นไม้ ในพื้นที่ของตน - ปรับปรุงนโยบายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องให้ภาคเอกชนสามารถเรียกร้องสิทธิ์เครดิตคาร์บอน (carbon credit claim) จากพื้นที่แนวกันชน (buffer zone) รอบบริษัท/โรงงานของตัวเอง (ปัจจุบันไม่สามารถเรียกร้องสิทธิ์นี้ได้) - ส่งเสริมการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในแนวตั้ง ร่วมด้วย โดยให้นำมาคิดเครดิตคาร์บอน ได้ เช่นเดียวกับการปลูกต้นไม้ในแนวราบ ผู้แทนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: - นโยบาย/มาตรการเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของภาครัฐยังไม่มีความชัดเจน - เมืองไม่ใช่มีเพียงแค่นก กทม. ต้องให้ความสำคัญกับเมืองในต่างจังหวัดด้วย โดยเฉพาะเมืองที่กำลังขยายตัว จำเป็นต้องปรับปรุงผังเมืองให้เมืองเหล่านั้นเติบโตอย่างถูกต้อง ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: - สร้างแรงจูงใจให้ทุกภาคส่วนเพิ่มพื้นที่สีเขียว - ใช้วิธีการที่เหมาะสม (optimal solutions) ในการทำงานร่วมกันของทุกภาคส่วน ผู้แทนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล: - ขยายการเพิ่มพื้นที่สีเขียวฯ จากพื้นที่สาธารณะ ไปสู่พื้นที่เอกชน/ประชาชน ส่วนที่เป็นอาคารบ้านเรือน โดยภาครัฐต้องให้การสนับสนุนส่งเสริม ต้องสร้างแรงจูงใจต่างๆ

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
3. บทบาทของหน่วยงานนอกภาครัฐ (ภาคประชาชน เอกชน NGOs องค์กรต่างๆ) ต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง เพื่อเป็นหนึ่งใน NbS ที่มีประสิทธิภาพ	ผู้แทนจากศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง: คนเมือง (ภาคประชาชน) ต้องเข้าใจประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: ผู้คนจากทุกภาคส่วนต้องตระหนักรู้ และทำงานร่วมกัน แต่จำเป็นต้องมีผู้รับผิดชอบหลัก ผู้แทนจากกรมโยธาธิการและผังเมือง: สร้างจิตสำนึกของผู้คนในเมือง ให้ตระหนักรู้ถึงความสำคัญของพื้นที่สีเขียว
4. การวิจัย เทคโนโลยี นวัตกรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ฯลฯ ที่จำเป็นต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมือง ปรับปรุงศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของพื้นที่สีเขียว ให้เป็น NbS ที่มีประสิทธิภาพ	ผู้แทนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล: การวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในส่วนของโครงสร้างอาคาร บ้านเรือน โดยเฉพาะเรื่องความหลากหลายและชนิดต้นไม้ที่เหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ดังกล่าว ผู้แทนจากศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง: - การวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ควรรวมมิติด้านความหลากหลายทางชีวภาพด้วย เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของคนเมืองและสิ่งแวดล้อมในเมือง - การวิจัย/จัดทำศูนย์รวมพื้นที่สีเขียวในเมือง (urban green area hub) และการเชื่อมต่อ (links) ระหว่างพื้นที่สีเขียวต่างๆ ในเมือง เช่นพื้นที่สีเขียวริมคลองกับพื้นที่สีเขียวที่เป็นเกาะกลางถนน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริการทางนิเวศของพื้นที่สีเขียว เหล่านั้น - การวิจัยเกี่ยวกับหน้าที่การทำงาน (functions) ของพื้นที่สีเขียวประเภทต่างๆ ในภาพรวมของระบบนิเวศเมือง - การออกแบบพื้นที่สีเขียวในระบบเมือง มาตรการและระยะเวลาที่ใช้ในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: - จัดทำแผนการจัดการที่รวมมาตรการการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการลดก๊าซเรือนกระจก เข้าไว้ในแผนฯ เดียวกัน - การใช้เทคโนโลยีต่างๆ เช่น AI ติดตาม และออกแบบพื้นที่สีเขียว ต่างๆ ให้สอดคล้องกัน - การแบ่งเขตใหม่ (re-zoning) พื้นที่รกร้างว่างเปล่าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ให้เป็นพื้นที่สีเขียว เช่น สวนสาธารณะเพื่อชุมชน ผู้แทนจากกรมโยธาธิการและผังเมือง: - การใช้เทคโนโลยี/วิธีการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเมืองที่มีพื้นที่จำกัด เช่น การปลูกต้นไม้ในแนวตั้ง การทำสวนหย่อม ฯลฯ - มาตรการแบ่งสัดส่วนพื้นที่สีเขียวในแหล่งประกอบการ - การจัดลำดับความสำคัญพื้นที่ที่ควรจัดการก่อน-หลัง ผู้แทนจากสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่, ออนไลน์) - การวิจัยและจัดทำข้อกำหนดการปลูกต้นไม้ (tree planting specification) ให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ - การวิจัยภาคสนาม ยังคงมีความจำเป็น ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเทคนิคช่วยประเมินการกักเก็บคาร์บอนโดยต้นไม้ (เช่นการแปลภาพถ่ายดาวเทียม) โดยไม่ต้องลงพื้นที่ แต่ไม่สามารถได้ข้อมูลอื่นๆ เช่น ชนิดต้นไม้ และกล้าไม้ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์สภาพพื้นที่อันเป็นประโยชน์ต่อการแบ่งเขตเมืองใหม่ (re-zoning) ให้เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพพื้นที่นั้นในปัจจุบัน

ประเด็น	ข้อคิดเห็น
	ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: - การวิจัยเกี่ยวกับจำนวนและอัตราการรอดตายของต้นไม้ที่ปลูกในเมือง - การปรับปรุงเมืองของบางเมืองที่กำลังขยายตัวให้เอื้อต่อการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สกลนคร: การวิจัยเกี่ยวกับชนิดของต้นไม้ที่ศึกษาสภาพการกักเก็บคาร์บอนและเหมาะสมสำหรับปลูกในเมือง และทำเป็นข้อมูลพื้นฐาน (baseline) ออกมา อาจต้องสำรวจความหลากหลายของชนิดต้นไม้ในเมือง และศึกษาสภาพการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละชนิดเมื่อเวลาผ่านไป เพื่อให้เห็นภาพการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ
5. การเสริมสร้างขีดความสามารถ และการฝึกอบรมกำลังคน (capacity building and workforce training)	ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: อบรมเจ้าหน้าที่และผู้แทนจากทุกภาคส่วนให้มีความรู้-ความเข้าใจความสำคัญ ตลอดจนประโยชน์ของการเพิ่มพื้นที่สีเขียว เพื่อให้สามารถสื่อสารต่อสังคมได้อย่างชัดเจนและในทิศทางเดียวกัน ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: จัดทำกระบวนการ/รูปแบบการที่ชัดเจนในการความรู้เกี่ยวกับการปลูกต้นไม้และประโยชน์ของต้นไม้กับชุมชน/คนในพื้นที่ ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สกลนคร: ให้ความสำคัญกับผู้ปฏิบัติระดับล่าง (คนสวน คนงาน คนดูแลต้นไม้) โดยพัฒนาศักยภาพของคนเหล่านี้ และให้เขาตระหนักถึงคุณค่าในงานที่ทำอยู่ ว่าเป็นคนสำคัญที่สุดในการทำให้ต้นไม้อยู่รอดและเพิ่มพื้นที่สีเขียว
6. การระดมทรัพยากร (resources mobilization) เช่น กลยุทธ์/เครื่องมือทางการเงิน การมีส่วนร่วมของภาคเอกชน และสาธารณะ	ผู้แทนจากกรมการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อม: - ระดมบุคลากรที่ยังขาดแคลนมาช่วยกันทำงานตามนโยบายที่มีอยู่ในปัจจุบัน ของ ONEP ที่กำหนดให้การเพิ่มพื้นที่สีเขียว เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ทั่วประเทศ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ - ต้องมีเจ้าภาพ (หน่วยงานหลัก) ในการทำงานร่วมกันเชิงบูรณาการระหว่างหน่วยงาน เพื่อดูด้านนโยบาย และหน่วยงานปฏิบัติ ผู้แทนจากศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง: - ประเมินต้นทุนในการสร้างพื้นที่สีเขียว ทั้งเชิงปริมาณ และคุณภาพ ตลอดจนงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดการพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยมหิดล: สร้างความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ผู้แทนจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สกลนคร: - สร้างระบบการทำงานแบบบูรณาการจากทุกภาคส่วน และมีเจ้าภาพในการขับเคลื่อนการทำงานไปในทิศทางเดียวกัน - สร้างความตระหนักรู้ของทุกภาคส่วนถึงความสำคัญและประโยชน์จากการเพิ่มพื้นที่สีเขียว ในการกักเก็บคาร์บอน และการบริการทางนิเวศด้านอื่นๆ ให้คนเมือง เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการปลูกต้นไม้/เพิ่มพื้นที่สีเขียว

ภาคผนวก 5

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมรับฟังความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ในวันพุธ ที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
ห้องประชุมโรงแรมฯ		
1	ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบุญ	สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
2	วรรณพร สำราญรัมย์	สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
3	ศ.ดร.อัญชนา ประเทพ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
4	ดร.นรินทร์ จำวงษ์	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	ปัทมา แสงวิศิษฐ์รัมย์	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6	ศ.ดร.พวงรัตน์ แก้วล้อม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7	รศ.ดร.นวลจันทร์ สิงห์คราญ	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
8	ผศ.ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
9	ผศ.ดร.ณัฐพล ทองปลิว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
10	วิญญารัตน์ คงสรรพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
11	รัชณีย์ แก้วศรีขาว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
12	ธิดาวรรณ แซ่เล่า	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
13	ฉันทนันท์ ธรรมฤทธิ์ชัย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
14	อภิสราน นาคแป้น	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
15	ศิริพร วิริยะตั้งสกุล	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
16	ภัคเกษม ธงชัย ยี่มิน	สภาพาสกกว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN)
17	รัศมี สิมมา	กรมวิชาการเกษตร
18	ศ.ดร.พูนพิภพ เกษมทรัพย์	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
19	ณัฐพร จิระสถาวร	สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ อุตสาหกรรมพัฒนามูลนิธิ
20	สุปรียา พันธุ์สังวร	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
21	โสภิตา ธัญลักษณ์เมธา	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
22	ชคพล สิงห์โต	กรมชลประทาน
23	ชลาทิพ จันทรขมภู	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
24	รศ.ดร.ธรรมรัตน์ พุทธิโย	มหาวิทยาลัยมหิดล
25	ชูศักดิ์ คุณุไทย	สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร
26	พงศธร คงคา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
27	ฐาปนา ฉาบไธสง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
28	กิริติ ปกนินกะ	สำนักออกแบบวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม กรมชลประทาน
29	ฉัตรปวีณ์ เดชจิรัตน์สิริ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
30	สินีนาง อ้นบุรี	กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
31	พิชชากร ฤกษ์สกุลเรือง	กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
32	กนกนพ กลิ่นละออ	กรมการข้าว

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
ออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting		
1	วิทยา คำภูแสน	สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
2	อดิศักดิ์ กันทะเมืองลี	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (UddC)
3	ชาคริต ธนาพรสิน	สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สรอ.)
4	ชลดา ชื้อสัตย์	สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ (สรอ.)
5	นิรันดร์รัตน์ ป้อมอ้อม	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
6	ดร.จันทราธิษั โตรวานนท์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
7	ผศ.ดร.กาญจนา บุญเรือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8	ณรงค์ชัย ชลภาพ	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
9	ณัฐรินทร์ ต้นศิริ	บริษัท เอสจีเอส (ประเทศไทย) จำกัด
10	วรุณ รักสกุลกานต์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
11	ปรียา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
12	นภาพัทร	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
13	ดร.ประสิทธิ์ วัจนพัฒน์วงศ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
14	ผศ.ดร.เดีย พินิตนาถ แชนนอน	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
15	รศ.ดร.วงศด วงศ์อภัย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
16	ผศ.ดร.ทัศนีย์ เจริญพสุอนันต์	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
17	ศิริพร วิริยะตั้งสกุล	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
18	ทิพามาศ อุปน้อย	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
19	ทิพวรรณ โพธิ์จุม	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
20	รัฐ เรืองโชติวิทย์	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
21	รศ.ดร.วิจิตรบุษบา มารมย์	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
22	นิลุบล กันหา	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
23	พุดิพงศ์ นันทะธรรม	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
24	กุลวรา โชติพันธุ์โสภณ	สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
25	ธมลวรรณ	สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)
26	พรฤทัย โชติวิจิตร	สหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN)
27	พชร แสนหล้า	สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม
28	ผศ.ดร.นงเยาว์ เมืองดี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
29	วิภาดา	SCGC
30	Shermarl	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
31	กนกวรรณ	ไม่ทราบหน่วยงาน
32	นพมาศ	ไม่ทราบหน่วยงาน
33	วีรวัฒน์	ไม่ทราบหน่วยงาน
34	สุกัญญา	ไม่ทราบหน่วยงาน

ภาคผนวก 6

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมประชาพิจารณ์เพื่อรับฟังความคิดเห็น ในวันพุธ ที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2567

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
ห้องประชุมโรงแรมฯ		
1	ดร.พงษ์วิภา หล่อสมบุญ	สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
2	วรรณพร สำราญรัมย์	สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)
3	ศ.ดร.อัญชนา ประเทพ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
4	ดร.นรินทร์ จำวงษ์	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	ผศ.ดร.สาพิศ ดิลกสัมพันธ์	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6	ศ.ดร.พวงรัตน์ แก้วล้อม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
7	รศ.ดร.นวลจันทร์ สิงห์คราญ	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
8	ผศ.ดร.เบญจมาภรณ์ พิมพา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
9	ผศ.ดร.ณัฐพล ทองปลิว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
10	วิญญูรัตน์ คงสรรพ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
11	รัชณีย์ แก้วศรีขาว	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
12	ธิดาวรรณ แซ่เล่า	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
13	ฉันทนันท์ ธรรมฤทธิ์ชัย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
14	อภิสราน นาคแป้น	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
15	ศิริพร วิริยะตั้งสกุล	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
16	รศ.ดร.ธรรมศักดิ์ ยี่มิน	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
17	รศ.ดร.มาฆมาส สุทธาชีพ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
18	รศ.ดร.สุดธิดา เปลี่ยนคารมย์ ธนสินทรัพย์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
19	ผศ.ดร.อนวัช พินิจศักดิ์กุล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
20	กิริติ ปกินนกะ	กรมชลประทาน
21	ภัทรายุส พูลฤทธิ์	มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
22	วสันต์ ดลหล้า	มูลนิธิแม่ฟ้าหลวง ในพระบรมราชูปถัมภ์
23	ธวัชชัย ปาละคะมาน	องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)
24	มุกเรชา เชี่ยวชาญชัย	องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)
25	ศ.ดร.พูนพิภพ เกษมทรัพย์	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
26	อภิสิทธิ์ เสนาวงค์	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
27	กรชวัล จันทิมา	AFMA SASIA
28	เสกศิริ เสือแก้ว	การยางแห่งประเทศไทย
39	อนูวัตร ปุ่สันจร	การยางแห่งประเทศไทย
30	อัจฉรา ทวีวัฒน์	สำนักงานสภาเกษตรกรแห่งชาติ
31	ชนาธิป มุขวิสัย	สำนักงานสภาเกษตรกรแห่งชาติ

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
32	อภิชาติ ชมบุญ	กรมโยธาธิการและผังเมือง
33	ผศ.ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
34	ดร.ภควัฒน์ ทวีปวรเดช	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
35	ศิริพร ศรีอร่าม	เครือข่ายอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพประเทศไทย
36	จุฑามาศ จิตชื่น	บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
37	ศักดิ์ประยูร สนิวัฒน์	บริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
38	ไพรัตน์ ครุฑวิสัย	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
39	ดร.ณรงค์ชัย ชลภาพ	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
40	นงคริักษ์ ขำนาญ	องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
41	อดิศักดิ์ กันทะเมืองลี	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (DCCE)
42	สิริวิมล ปัทมสุวรรณ	ศูนย์ออกแบบและพัฒนาเมือง (DCCE)
43	คมสัน เรืองฤทธิ์สารกุล	กรมป่าไม้
44	จิรวิทย์ เสงหิรัญญวงษ์	กรมส่งเสริมการเกษตร
45	วิจิตรา เขาวะเจริญ	กรมส่งเสริมการเกษตร
46	สุธิดา ปานันท์	กรมส่งเสริมการเกษตร
47	สุดารัตน์ ชางคำ	สมาคมสัตววิทยาแห่งลอนดอน (ZSL) สำนักงานประเทศไทย
48	จิรฐา เขียวผาติ	สมาคมสัตววิทยาแห่งลอนดอน (ZSL) สำนักงานประเทศไทย
49	รัศมี สิมมา	กรมวิชาการเกษตร
50	ธนิมณ จิระเสวกศิลป์	บริษัท อินเตอร์ ฟาร์อีสท์ วินด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
51	ปรียากร สิงแอด	บริษัท อินเตอร์ ฟาร์อีสท์ วินด์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
52	ดร.นิชา จำริญศักดิ์ศรี	ธนาคารทรัพยากรธรรมชาติแห่งชาติ สวทช.
53	ดร.นิตยา ชำอุ่น	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
54	แนนซี่ ลิน กีบสัน	มูลนิธิรักสัตว์ป่า
55	ภาคเกษม ธงชัย	สหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN)
56	พรฤทัย โชติวิจิตร	สหภาพสากลว่าด้วยการอนุรักษ์ (IUCN)
57	พทุธธิดา รัตนะ	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
58	กัญติยา สดใส	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
59	นิพัทธ์พงษ์ ขวณชื่น	Asian Ecotourism Network (AEN)
60	พงศธร คงคา	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
61	ภูวเดช สืบสุโกศล	คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
62	มนต์เทพ อัตตสินทอง	กรมส่งเสริมการเกษตร
63	อรสา ชูสกุล	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
64	สินีนาง อ้นบุรี	กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น
65	พิชชากร ฤกษ์สกุลเรือง	กรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น

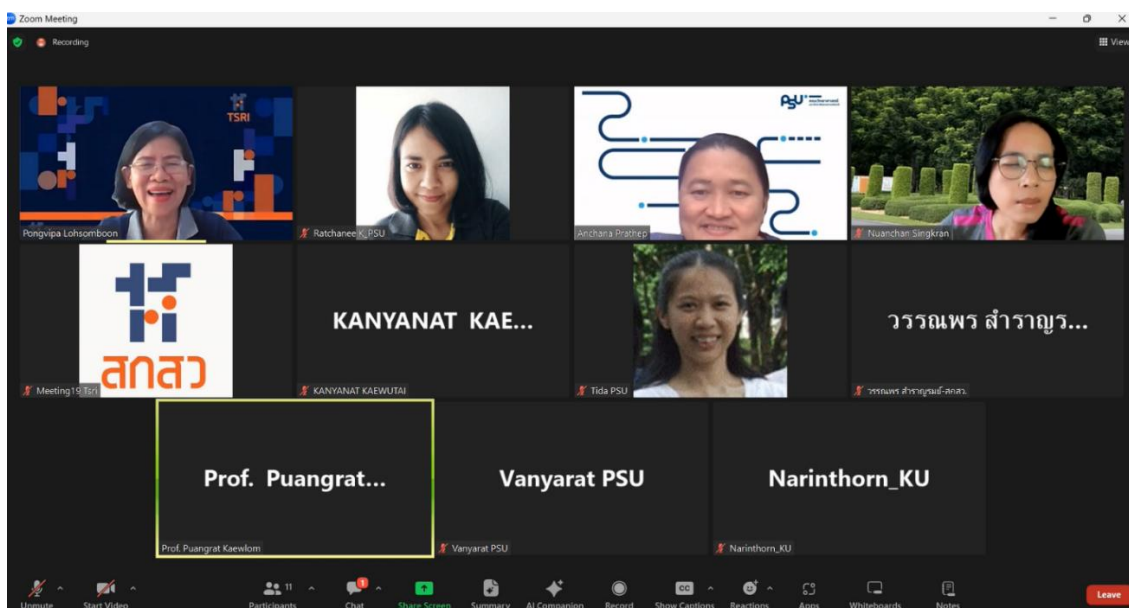
ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
66	ปิ่นประภา ราชพิบูลย์	กลุ่มเยาวชน Myhomepaws
67	ณัฐพงศ์ โพธิ์วัฒนชัย	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.)
68	โกศล ดีศีลธรรม	Enserv
69	กนกนพ กลิ่นละออ	กรมการข้าว
70	คงศักดิ์ บุญอาษาทอง	ธุรกิจส่วนตัว
ออนไลน์ผ่านระบบ Zoom meeting		
1	ผศ.ดร.รุ่งเรือง พูลศิริ	บริษัท วี กรีน เคยู จำกัด
2	ผศ.ดร.นงเยาว์ เมืองดี	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
3	อ.จิตรลดา กิตติจารุวัฒนา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
4	ผศ.ดร.อัจฉริยะ โชติจันทร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
5	กอบบุญ แก้วพิลา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6	สุเมธรัตน์ ชีวะรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7	จุฬาลักษณ์ สิทธิชอบธรรม	สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
8	ธีรติ ประทีป	สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
9	นางสาวนริศา ตรีเนตร	สถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ อุตุสภกรรมการพัฒนามูลนิธิ
10	ยศ อินทะวิชัย	กรมพัฒนาที่ดิน
11	เมธาสิทธิ์ ดีพลา	กรมพัฒนาที่ดิน
12	อาพันธ์ชนิตร์ พกษนิพรธน์	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
13	ลดาวัลย์ สุวรรณรังสี	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
14	นิลุบล กันหา	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
15	นิรันดร์รัตน์ ป้อมอัม	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
16	จิรพรรณ โสภี	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
17	นพมาศ	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
18	จิราภรณ์ มีवासนา	สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
19	ศศิธร ตั้งเียรกุล	บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
20	จิตติมา ไพบูลย์	บริษัท ปตท. สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน)
21	นงลักษณ์ สินธุ	สหกรณ์นิคมหลังสวน
22	วิไลรัตน์ กลับกุล	สหกรณ์นิคมหลังสวน
23	ทิพมาศ อุปน้อย	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
24	ณัฐวดี บันติวิวัฒน์กุล	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
25	ราตรี สุขสุวรรณ	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
26	ชลาทิพ จันทร์ขมภู	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
27	สุดา อธิสุภรณ์รัตน์	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม
28	รัฐ เรืองโชติวิทย์	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
29	พวงผกา ขาวกระโทก	สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (TEI)
30	รศ.ดร.เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
31	ดร. นัทธมน สุวรรณพรหม	สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
32	อมรรัตน์ รังสิวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
33	คณวัฒน์ เปาอินทร	องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศของเยอรมัน (GIZ)
34	กนกพร กลิ่นเกลา	Climate Finance Network Thailand
35	สาธิตา	ศวทอ.
36	สุภาพร	PTTEP
37	อัฐิตยา	PTTEP
38	ดร.ธีรนนทา ฤทธิธัมณี	Baker & McKenzie Ltd.
39	ชัชวาลย์ สอนจันทร์	กรมป่าไม้
40	ดร.ฉัตรปวีณ์ เดชจิรัตน์ศิริ	คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
41	Wandee	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
42	Supasit	ศวทบ.
43	ธนรัตน์ ธนวัฒน์	มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
44	เจริญชัย ศิริคุณ	ทำงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จังหวัดสกลนคร
45	อุเทน ภูมิรินทร์	กรมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม (DCCE)
46	ดร.จิรัตน์ เขียวชอุ่ม	วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
47	SKMS MTh	ไม่ทราบหน่วยงาน
48	UP	ไม่ทราบหน่วยงาน
49	เฉลิมชัย	ไม่ทราบหน่วยงาน
50	Amonnat	ไม่ทราบหน่วยงาน
51	Beer ManU	ไม่ทราบหน่วยงาน
52	kphonchai	ไม่ทราบหน่วยงาน
53	Mnre_skn_charoenchai	ไม่ทราบหน่วยงาน

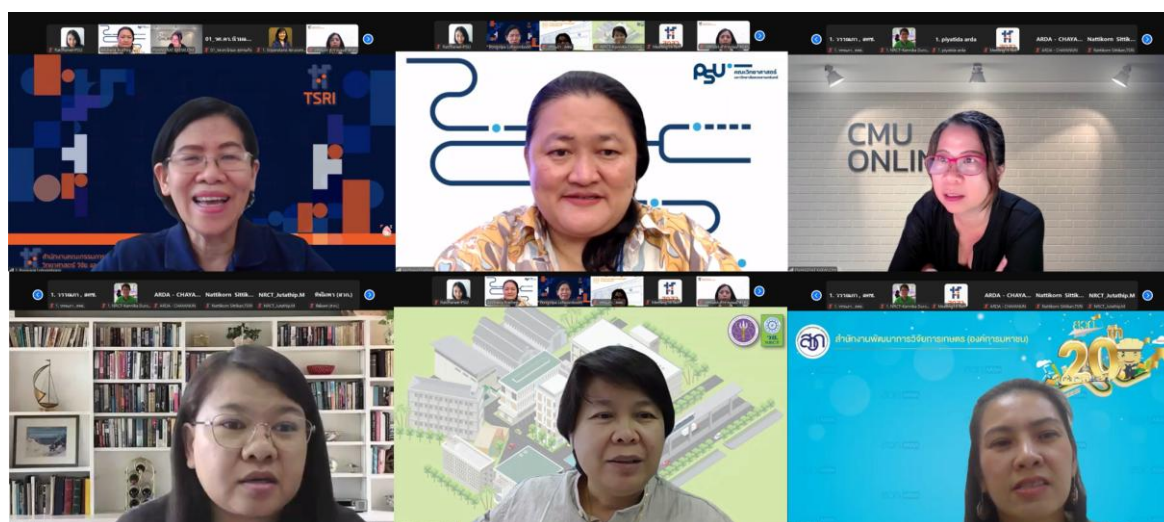
ภาคผนวก 7

ภาพบรรยากาศการจัดกิจกรรมภายใต้โครงการ NbS Roadmap

1. ภาพบรรยากาศการประชุม “รายงานความก้าวหน้ารอบ 3 เดือน ปีงบประมาณ 2567” ภายใต้โครงการ การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution: NbS) เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม วันจันทร์ที่ 4 มีนาคม 2567 ในรูปแบบ Online meeting (Zoom)



2. ภาพบรรยากาศการประชุม “รายงานความก้าวหน้ารอบ 6 เดือน ปีงบประมาณ 2567” ภายใต้โครงการ การแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution: NbS) เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม วันจันทร์ที่ 19 สิงหาคม 2567 ในรูปแบบ Online meeting (Zoom)



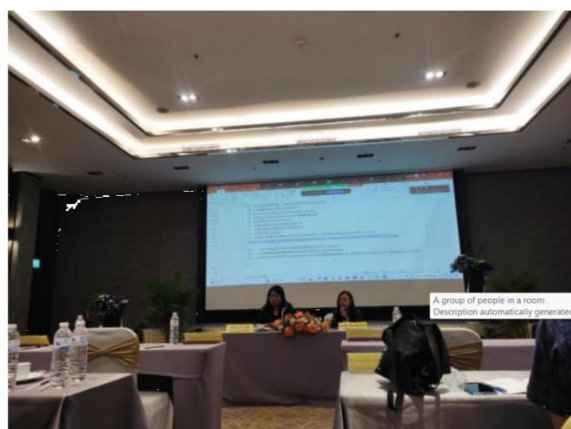
3. ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม “การประชุมภาคีเครือข่ายการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐานเพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ” วันอังคารที่ 9 เมษายน 2567 เวลา 09.00-15.00 น. ณ ห้องแมกโนเลีย 2-3 โรงแรมทีเค. พาเลซ & คอนเวนชัน ถนนแจ้งวัฒนะ เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร และระบบ Online meeting (Zoom)







3.1 ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม ในห้องย่อย “ระบบนิเวศป่าไม้”



3.2 ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม ในห้องย่อย “ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ”

ประชุมระดมความคิดเห็น

ระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ

Wetland Ecosystem

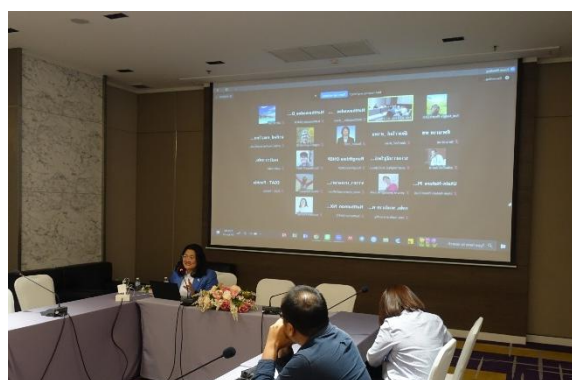




ศ.ดร.ัญชนา ประเทพ
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

9 เมษายน พ.ศ. 2567
โรงแรมทีเค พาเลซ & คอนเวนชัน
กรุงเทพฯ

1



3.3 ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม ในห้องย่อย “ระบบนิเวศการเกษตร”



3.4 ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม ในห้องย่อย “ระบบนิเวศเมือง”



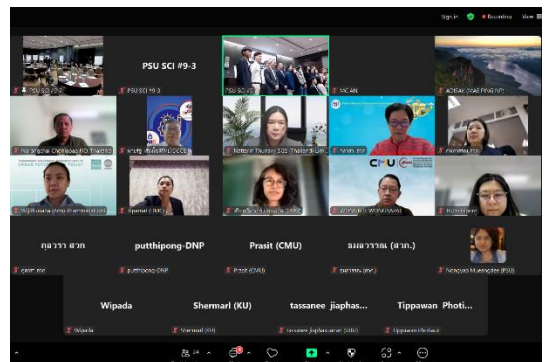
พื้นที่สีเขียวในเมือง: กลไกแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ และเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศเมือง

รศ. ดร.นวลจันทร์ สิงห์คราญ
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

9 เมษายน 2567 • 9:30-11:00
โรงแรมทีเค. พาเลซ & คอนเวนชัน กทม

4. ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม “การประชุมหารือผู้เชี่ยวชาญ โครงการการแก้ปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน (Nature-based Solution: NbS) เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพโดยใช้วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม” วันพุธที่ 20 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 เวลา 9.00 -12.00 น. ณ โรงแรมเซนจูรี่พาร์ค (Century Park Hotel) ห้องคริสตัล 1-2 กรุงเทพมหานคร และระบบ Online meeting (Zoom)





5. ภาพบรรยากาศการร่วมกิจกรรม “การประชุมประชาพิจารณ์เพื่อรับฟังความคิดเห็น (ร่าง) แผนที่น่าสนใจ โดยใช้การปัญหาที่อาศัยธรรมชาติเป็นพื้นฐาน เพื่อมุ่งสู่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ และลดการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ” วันพุธที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2567 เวลา 9.00-12.00 น. ณ โรงแรมเซ็นจูรี พาร์ค (Century Park Hotel) ห้อง การ์เด็น 3-4 กรุงเทพมหานคร และระบบ Online meeting (Zoom)







