บทที่ 3 การปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการทำลายป่าไม้ (Afforestation, Reforestation, Deforestation : ARD)

IPCC ได้จัดพิมพ์รายงานพิเศษ เรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ (Land Use, Land Use Change and Forestry "LULUCF") ตามคำขอของ UNFCCC-SBSTA ในปี พ.ศ. 2543 เพื่อพิจารณาสถานภาพทางด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งความเข้าใจด้านเทคนิคที่เกี่ยวกับแผนการกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sequestration) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ (LULUCF Activities) และประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับมาตราต่างๆ ในพิธีสารเกียวโต

การเสนอผลการศึกษาในบทนี้ประกอบด้วย การทบทวนคำนิยามในรายงานพิเศษของ IPCC ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม LULUCF ที่สำคัญเพื่อนำไปสู่ประเด็น ความเหมาะสมกับสถานการณ์ของประเทศ ประเภทของข้อมูลที่มีอยู่การจัดทำบัญชี รวมทั้งขอบเขตความรับผิดชอบของหน่วยงานของรัฐ

พิธีสารเกียวโตมุ่งไปที่ประเด็นเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก เนื่องจากก๊าซเรือนกระจก (GHG) เพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ โดยตั้งเป้าหมายลดปริมาณการปล่อย GHG จากประเทศที่พัฒนาแล้ว พิธีสารเกียวโตเป็นตัวแทนในการพิจารณาถึงความก้าวหน้าในการสำรวจการเพิ่มขึ้นของ GHG ในบรรยากาศ แต่ยังมีความไม่ชัดเจนอีกมาก และต้องมีการแก้ไขก่อนที่จะนำไปปฏิบัติจริง

พิธีสารเกียวโตตั้งเป้าหมายไว้หลายประการเพื่อให้ประเทศต่างๆ ลดการปล่อย GHG เข้าสู่บรรยากาศ แนวทางหนึ่งที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น โดยการเคลื่อนย้าย GHG จากบรรยากาศไปไว้ในที่ปลอดภัย จะมีผลในการลดอัตราการสะสมคาร์บอนในบรรยากาศ ได้แก่ รูปแบบการจัดการที่ดิน (Land Management) ซึ่งอ้างไว้ในกิจกรรม LULUCF

ผลของกิจกรรมเหล่านี้ ครอบคลุมถึงการสูญเสียคาร์บอนไปอย่างช้าๆ จากพืชและดิน เช่น การลดลงของพื้นที่ป่าไม้และการกักเก็บคาร์บอนจากบรรยากาศโดยพืชและดิน เช่น การปลูกป่า การปรับปรุง-จัดการป่าไม้และดินในภาคเกษตรกรรม

1. สาระสำคัญในมาตรา 3.3 เกี่ยวกับการปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการทำลายป่าไม้

มาตรา 3.3 *กล่าวถึง "การเปลี่ยนแปลงสุทธิของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งปล่อยและการดูดซับโดยแหล่งกักเก็บ อันเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมการป่าไม้ซึ่งจำกัดเฉพาะการปลูกป่าในที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อนช่วง 50 ปี (Afforestation) การปลูกป่าในที่ที่เคยเป็นป่า (Reforestation) และการทำลายป่า (Deforestation) โดยนับเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533"*

จากผลการประชุม COP 4 มติ 9/CP.4 ระบุว่า ข้อความของมาตรานี้ จำกัดเฉพาะกิจกรรมการป่าไม้ที่กำหนดไว้ "การปรับปริมาณการปล่อยคาร์บอนของแต่ละประเทศที่ได้รับการจัดสรร (Assigned Amount) จะต้องเท่ากับปริมาณการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอน (Carbon Stock) ที่ตรวจสอบได้ในช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2555 ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรงในด้านการปลูกป่าในที่ที่ไม่เคยเป็นป่า การปลูกป่าในที่ที่เคยเป็นป่า และการตัดไม้ทำลายป่า นับแต่ 1 มกราคม พ.ศ. 2533" ไม่มีข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับนิยามกิจกรรมของ ARD

2. ความคืบหน้าในมาตรา 3.3 สรุปได้ดังนี้

จากผลการประชุม COP 6 ส่วนที่ 2 ที่ประชุมสามารถบรรลุถึงข้อตกลงร่วมกันได้ระดับหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้คือ

- อนุญาตให้โครงการปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่าและในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า (Afforestation และ Reforestation) เป็นโครงการอยู่ภายใต้กลไก CDM ในช่วงแรกของพันธกรณีและไม่เกินร้อยละ 1 ของปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศนั้นๆ ในปี พ.ศ. 2533

จากผลการประชุม COP 7 ที่ประชุมสามารถบรรลุถึงข้อตกลงร่วมกันได้ระดับหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ คือ

• การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้ที่ประชุมได้เห็นชอบกับการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศที่พัฒนาแล้วแต่ละประเทศจะนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเพื่อให้บรรลุตามพันธกรณีที่กำหนดไว้ในพิธีสารเกียวโต โดยที่ประเทศเหล่านั้นจะต้องรายงานปริมาณการปล่อยและการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละปีให้สำนักงานเลขาธิการอนุสัญญาฯ ทราบ

• สำหรับคำจำกัดความ และระเบียบวิธีการปฏิบัติต่างๆ สำหรับโครงการปลูกป่า (afforestation และ reforestation) ภายใต้กลไก CDM จะได้มีการพิจารณากันในการประชุมสมัชชาภาคีอนุสัญญาฯ สมัยที่ 8 ต่อไป

3. คำนิยามที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1. Land Use Change
2. Forest Activities
3. Afforestation
4. Reforestation
5. Deforestation
6. Greenhouse Gas (GHG)
7. Green House Gas other than CO2
8. Emission
9. Emission by Source
10. Source
11. Removal by Sink
12. Sink
13. Emission versus Removal
14. Carbon Pool
15. Carbon Stock
16. Carbon Sequestration
17. Duration Sequestration
18. Carbon Accounting
19. Area Based Approach
20. Activities Based Approach
21. Baseline
22. Asymmetric accounting
23. Accounting and Reporting Issue
24. Objective of an accounting system
25. Transparency
26. Consistency
27. Comparability
28. Completeness
29. Accuracy
30. Verifiability
31. Efficiency
32. Protocol-Specific Accounting Framework
33. Activities to which the accounting applies
34. Illustrative accounting rules for the protocol
35. Accounting under the Kyoto Protocol compared to full carbon accounting
36. Accounting for the uncertainty
37. Activities and Projects
38. Timing of commitment period
39. Permanence
40. System boundary
41. Leakage
42. Direct Human-Induced
43. Direct-Indirect
44. Human-Induced
45. Effect of Human Induced LULUCF Activities versus other Influences on Carbon Stocks
46. Annex I Parties
47. Annex II Parties
48. Non Annex I Parties
49. Saturation
50. Lateral Fluxes of Carbon
51. Since 1990
52. Time Preference and Discounting
53. Business-as-Usual

3.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Change)

จากรายงานการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และภาคการป่าไม้ (IPCC, 2000) คำนิยามมีหลายประเด็นด้วยกัน แต่โดยสรุปจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการปล่อยและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งได้แก่

- การเปลี่ยนแปลงป่าไม้และปริมาณมวลชีวภาพเนื้อไม้ กิจกรรมของมนุษย์ในป่าไม้ ครอบคลุมการจัดการเชิงพาณิชย์ การทำไม้ซุงและไม้ฟืนเป็นอุตสาหกรรม การผลิตและใช้ผลิตภัณฑ์ไม้ การปลูกและดำเนินกิจการสวนป่า รวมทั้งการปลูกต้นไม้ในเมือง หมู่บ้าน และบริเวณที่ไม่ใช่ป่าไม้

- การเปลี่ยนแปลงป่าไม้และทุ่งหญ้าไปเป็นทุ่งหญ้าเพื่อการเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เพาะปลูก และการจัดการการใช้ประโยชน์อื่นๆ ซึ่งมีผลสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพืชและในดิน

- การฟื้นฟูพื้นที่ปล่อยทิ้งร้าง พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่เลี้ยงสัตว์ สวนป่า หรือที่ดินที่เคยผ่านการจัดการ ให้คืนสภาพเป็นป่าหรือทุ่งหญ้าธรรมชาติดังเดิม

- การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดิน

อย่างไรก็ตาม มีความสับสนจากการใช้คำว่า "การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน" ในแนวทางของ IPCC เพราะการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนหลายกรณี (โดยเฉพาะแหล่งสะสมในป่าไม้) ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การจัดการเชิงพาณิชย์หรือการทำอุตสาหกรรมไม้และไม้ฟืน เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดิน แต่ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเช่นเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการปลูกพืช เช่น ลดการไถพรวนให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งลดการทำลายดิน และลดการสูญเสียคาร์บอนด้วย แต่ถูกกล่าวถึงในแนวทางของ IPCC ทั้งที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นอกจากนี้ยังมีคำที่มีความหมายเกี่ยวข้องหรือคล้ายคลึงกันคือ

• สิ่งปกคลุมที่ดิน (Land Cover) คือ การปกคลุมพื้นผิวโลกทั้งทางกายภาพและชีวภาพ เช่น พืชพรรณ และโครงสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้น

• การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use) คือ การกระทำกิจกรรมทั้งหมดที่มนุษย์กระทำ และปัจจัยที่มนุษย์ใช้ในสิ่งปกคลุมที่ดินแต่ละแบบ (FAO, 1997a , FAO/UNEP, 1999) การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละประเทศแตกต่างกัน แต่หลายประเทศจำแนกตามระบบสำมะโนการเกษตรของโลกของ FAO (ตารางที่ 3-1)

ตารางที่ 3-1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตามระบบสำมะโนการเกษตรของโลกของ FAO (FAO 1986, 1995a; FAO/UNEP, 1999)

เรียงลำดับตามระดับการใช้จากน้อยไปมาก	เทียบเท่ากับกิจกรรมเพิ่มเติมของมนุษย์ (Additional Human-Induced Activities) มาตราที่ 3.4
(ก) ทะเลทราย (ที่ดินโล่ง ว่างเปล่า)	-
(ข) ป่าละเมาะ ไม้ที่ไม่ใช่ป่าไม้ (พุ่มไม้ อาจรวมอุทยานแห่งชาติและพื้นที่นันทนาการธรรมชาติ)	-
(ค) พื้นที่ชุ่มน้ำ ไม่ใช่ป่าไม้ (ที่ลุ่มชื้นแฉะ)	พื้นที่ชุ่มน้ำ
(ง) ที่ดินภายใต้ป่าไม้ (ป่าไม้ธรรมชาติและป่าไม้ที่ไม่มีการจัดการ)	พื้นที่ป่าไม้
(จ) ที่ดินภายใต้การป่าไม้และวนวัฒนวิทยา	พื้นที่ป่าไม้
(ฉ) ที่ดินภายใต้การทำไร่เลื่อนลอย (ถูกทิ้งร้างชั่วคราว ไม่ใช่ที่ถือครอง)	พื้นที่วนเกษตร
(ช) ที่ดินภายใต้วนเกษตรกรรม (ใช้ที่ดินถาวรมีการถือครอง ปลูกพืชผสม เลี้ยงสัตว์และใช้ไม้)	พื้นที่วนเกษตร
(ซ) ที่ดินทิ้งว่างเป็นครั้งคราว (หยุดพักช่วงหนึ่ง น้อยกว่า 5 ปี ก่อนปลูกรายปีอีกครั้ง)	พื้นที่เพาะปลูก
(ฌ) ที่ดินภายใต้ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ถาวร (ใช้ปลูกพืชอาหารสัตว์ อาจจัดการหรือปล่อยธรรมชาติ อาจมีต้นไม้/ไม้พุ่มขึ้นอยู่ด้วย แต่มีหญ้าเป็นอาหารหลักของสัตว์เลี้ยง)	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
(ญ) ที่ดินภายใต้ทุ่งหญ้าชั่วคราว (ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์ชั่วคราวเป็นเวลาน้อยกว่า 5 ปี มีการตัดหญ้า ทำหญ้าแห้ง สลับกับการปลูกพืชผลอื่นๆ)	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
(ฎ) ที่ดินภายใต้พืชผลถาวร (พืชยืนต้น ปลูกระยะยาว ไม่ต้องปลูกใหม่หลายปีหลัง เก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ใช่เนื้อไม้ แต่เป็นผลไม้ ยางไม้ และอื่นๆ ที่ไม่มีผลเสียต่อการเติบโต สวนผลไม้ ไร่องุ่น สวนยาง ปาล์มน้ำมัน กาแฟ	พื้นที่วนเกษตร
(ฏ) ที่ดินภายใต้พืชผลชั่วคราว (พืชล้มลุก ปลูกในรอบ 1 ปี ต้องปลูกใหม่หลังเก็บเกี่ยวทั้งพืชเมล็ดเล็ก เช่น ข้าวสาลี ถั่วเหลือง และพืชที่ถูกทำลายหลังเก็บเกี่ยว 2 ปี เช่น มันสำปะหลัง อ้อย มันเทศ กล้วย)	พื้นที่เพาะปลูก
(ฐ) ที่ดินภายใต้พืชผลชั่วคราวที่ต้องการสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำ (พืชขึ้นในน้ำ เช่น ข้าว ปอ)	พื้นที่ชุ่มน้ำ
(ฑ) ที่ดินภายใต้การปกคลุม (เรือนกระจก การใช้ประโยชน์ที่ดินเขตเมือง ชานเมือง มีการปลูกพืชสวนในบ้าน สวนสาธารณะ สนามกอล์ฟ)	ที่ดินเขตเมือง
(ฒ) ที่ดินภายใต้โครงสร้างบ้านเรือน/อุตสาหกรรม/คมนาคม ที่ดินเขตเมือง	ที่ดินเขตเมือง

• การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในประเทศไทย มีความชัดเจนตั้งแต่เริ่มแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากตารางที่ 3-2 พบว่าการลดลงของป่าไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงของการดำเนินแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 พ.ศ. 2504-2509 ถึงฉบับที่ 4 พ.ศ. 2515-2524 เนื่องจากเป้าหมายที่สำคัญของแผนพัฒนาฯ ขณะนั้นเน้นเรื่องโครงสร้างพื้นฐาน และการส่งเสริมพืชเศรษฐกิจ พื้นที่ป่าของประเทศไทยได้ถูกบุกรุกและเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ในรูปอื่นๆ มากมาย ตารางที่ 3-2 แสดงอัตราการบุกรุกทำลายป่าของประเทศไทยเฉลี่ยรายปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2504-2541 ปีละ 2,430,848.22 ไร่

ตารางที่ 3-2 แสดงอัตราการบุกรุกทำลายป่าของประเทศไทยเฉลี่ยรายปี (ตัวเลขในวงเล็บ) ตั้งแต่ พ.ศ. 2504-2541

ช่วงระยะเวลา พ.ศ.	เนื้อที่ (ไร่)
2504-2516 (12 ปี)	2,703,307.25
2516-2519 (3 ปี)	4,855,833.33
2519-2521 (2 ปี)	7,247,812.50
2521-2525 (4 ปี)	2,910,000.00
2525-2528 (3ปี)	1,194,550.33
2528-2531 (3 ปี)	1,471,389.00
2531-2532 (1 ปี)	241,557.00
2532-2534 (2 ปี)	2,099,670.50
2534-2536 (2 ปี)	982,658.50
2536-2538 (2 ปี)	646,403.00
2538-2541 (3 ปี)	367,244.3
2504-2541 (37 ปี)	2,430,848.22

ที่มา: ธงชัย จารุพพัฒน์ (2541)

อย่างไรก็ตามอาจจะสรุปสาเหตุที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้คือ

1. ปัญหาด้านเศรษฐกิจ-สังคม ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การอพยพถิ่นที่อยู่ของราษฎร การส่งเสริมให้มีการปลูกพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออก การใช้เทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ ปัญหาเรื่องนายทุน ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน การทำไร่เลื่อนลอย ปัญหาไฟป่า โรค และแมลง

2. ปัญหาด้านระเบียบ กฎหมายและนโยบาย

กรมพัฒนาที่ดิน ได้จัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งประเทศไทย โดยการแปลภาพดาวเทียมและใช้ภาพถ่ายทางอากาศประกอบ พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ. 2541 มีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3-3

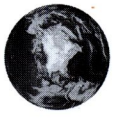
ตารางที่ 3-3 เปรียบเทียบเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งประเทศ ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ 2541

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ. 2533 (ไร่)	พ.ศ. 2541 (ไร่)	การเปลี่ยนแปลง (%)
• พื้นที่อยู่อาศัย	1,605,015	4,663,923	.95
• พื้นที่เกษตรกรรม	184,105,840	174,858,853	-2.89
1. นาข้าว	88,709,965	79,940,845	-2.73
2. พืชไร่	59,386,515	50,634,155	-2.73
3. ไม้ยืนต้น	20,644,560	25,937,599	1.65
4. ไม้ผล	7,145,814	7,960,132	0.25
5. พืชสวน	129,201	72,531	-0.02
6. ไร่หมุนเวียน	6,929,543	8,845,852	0.6
7. ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	376,394	54,139	-0.1
8. สถานที่เพราะเลี้ยงสัตว์น้ำ	783,848	1,413,600	0.2
• พื้นที่ป่าไม้	110,219,590	105,507,602	-1.47
1. ป่า	98,862,632		
1.1 ป่าไม่ผลัดใบ		53,371,227	
1.2 ป่าผลัดใบ		50,353,280	
2. ป่าเสื่อมโทรม	8,075,309	-	
3. ป่าพรุ	527,032	242,052	-0.08
4. ป่าเลนน้ำเค็ม	1,728,289	1,033,165	-0.22
5. สวนป่า	1,026,328	507,878	-0.16
• แหล่งน้ำ	4,135,689	3,508,125	-0.2

ตารางที่ 3-3 เปรียบเทียบเนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งประเทศ ปี พ.ศ. 2533 และปี พ.ศ. 2541 (ต่อ)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พ.ศ. 2533 (ไร่)	พ.ศ. 2541 (ไร่)	การเปลี่ยนแปลง (%)
• พื้นที่อื่นๆ	20,630,752	32,158,383	3.6
- ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์		29,896,970	
- พื้นที่ลุ่ม		1,739,521	
- เหมืองแร่ บ่อขุด		374,800	
- นาเกลือ หาดทราย		147,092	
รวม	320,696,886	320,696,886	

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์



จากตารางที่ 3-3 พื้นที่อยู่อาศัยมีการเปลี่ยนแปลงที่สูงขึ้น พื้นที่เกษตรกรรมมีการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงเกือบทุกรายการยกเว้นไม้ยืนต้น ไม้ผล และไร่หมุนเวียน มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น พื้นที่ป่าไม้มีอัตราที่ลดลง ส่วนพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ ทุ่งหญ้า ปศุสัตว์ พื้นที่ลุ่มน้ำ เหมืองแร่ บ่อขุด และนาเกลือ หาดทราย มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น อาจจะยังไม่มีความชัดเจนในการสรุปแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย เนื่องจากมีข้อมูลเพียง 2 ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

3.2 กิจกรรมการป่าไม้ (Forest Activities)

ป่าไม้อาจจำแนกได้หลายลักษณะ เช่น จำแนกจากร้อยละของพื้นที่ที่เรือนยอดปกคลุม จำแนกตามประเภทของพืชพันธุ์ในป่าไม้ จำแนกตามสถานภาพของพื้นที่ป่าไม้ จำแนกตามเขตการใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าไม้ และจำแนกตามลักษณะของกิจกรรมป่าไม้ เป็นต้น คำจำกัดความของ "พื้นที่ป่าไม้" มีผลอย่างยิ่งต่อการคิดคำนวณปริมาณการปลดปล่อย ปริมาณการดูดซับหรือกักเก็บปริมาณคาร์บอนสะสม ปริมาณสุทธิของการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบที่จะตามมา เช่น หากให้คำจำกัดความว่า "พื้นที่ป่าไม้" เป็นพื้นที่ที่มีเรือนยอดปกคลุมอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 จะทำให้พื้นที่ที่มีเรือนยอดปกคลุมน้อยกว่านี้ ถูกมองข้ามไป ทั้งๆ ที่สามารถดูดซับกักเก็บคาร์บอนได้ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับระบบการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

• พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land) มีนิยามมากมายสำหรับในแต่ละประเทศ แต่ส่วนมากคล้ายคลึงกันคือ "ที่ดินที่มีพืชพรรณรวมกันอยู่ โดยเฉพาะต้นไม้ ไม่ว่าขนาดใด มีการใช้ประโยชน์หรือไม่ก็ตาม ให้ผลผลิตเนื้อไม้หรือผลิตภัณฑ์จากป่า มีอิทธิพลต่อภูมิอากาศหรือสมดุลของน้ำ หรือเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า รวมถึงที่ดินที่ถูกตัดสางหรือเผา แต่จะฟื้นคืนสภาพได้ในอนาคตอันใกล้ ไม่รวมถึงสวนผลไม้ ไม้ตามแนวชายคา แนวกันลมพายุ ต้นไม้ริมทางหรือในสวนสาธารณะ" (Encyclopaedia Britannica, 1970) ป่าละเมาะและพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีต้นไม้ยืนต้นที่เข้าข่ายนิยามของป่าไม้ นับเป็นพื้นที่ป่าไม้ด้วย

• ป่าไม้ (Forests) ป่าไม้มักประกอบด้วยต้นไม้จำนวนมากอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาและอายุแตกต่างกัน และมีลักษณะแตกต่างกัน จึงประกอบด้วยระบบนิเวศป่าที่แตกต่างกัน มีชนิดพรรณไม้แตกต่างกัน ช่วงอายุแตกต่างกัน และมีปริมาณความหนาแน่นของคาร์บอน (ตันคาร์บอน/เฮคแตร์) แตกต่างกันด้วย ในรายงานพิเศษ (IPCC, 2000) คำว่า "ป่าไม้" หมายถึง ผืนป่าทั้งหมด (เป็นภูมิทัศน์) รวมถึงต้นไม้ในป่า (ซึ่งเป็นหน่วยองค์ประกอบ) นอกจากนี้มีนิยามมากมาย ที่ใช้อธิบาย "ป่าไม้" ทั่วโลก สะท้อนถึงความแตกต่างทางสภาพชีวธรณีกายภาพและโครงสร้างสังคมเศรษฐกิจ Lund (อ้างใน IPCC, 2000) ได้รวบรวมไว้ประมาณ 240 นิยาม ประเทศต่างๆ ส่วนมากพัฒนานิยามเฉพาะที่เหมาะกับวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการ และสะท้อนถึงลักษณะทางนิเวศของป่าไม้ด้วย ในการแสวงหานิยามสำหรับพิธีสารจะต้องตระหนักด้วยว่า หน่วยงานหลายประเทศได้ลงทุนไปแล้วไม่น้อยในการพัฒนาฐานข้อมูลบนพื้นฐานนิยามของตนเอง ซึ่งอาจจะไม่ยินยอมหรือไม่สามารถแก้ไขข้อมูล หากนิยามที่ใช้ในพิธีสารแตกต่างจากที่ใช้อยู่มาก

นอกจากนี้แล้ว ชนิดของนิยามคำว่าป่าจัดอยู่ 3 กลุ่มใหญ่ๆ จำแนกตามการบริหารการปกครอง การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมที่ดิน

• การบริหารการปกครอง (Administrative) ป่าไม้มีนิยามตามศัพท์ทางกฎหมายหรือการบริหารการปกครอง ตัวอย่างเช่น "ที่ดินใดที่อยู่ภายใต้อำนาจหน้าที่ของกรม...." หรือ "ที่ดินใดที่ผ่านการรังวัดสำรวจของ...." นิยามเหล่านี้ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ กับลักษณะพืชพรรณและปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในที่ดินนั้น ด้วยเหตุนี้นิยามของการตัดไม้ทำลายป่า และการปลูกป่าในที่ที่เคยเป็นป่า หากยึดถือตามนิยามทางกฎหมายหรือการบริหารการปกครอง อาจไม่ให้ภาพรวมที่ชัดเจนของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน อย่างไรก็ตามพบว่าหลายประเทศยังใช้นิยามนี้อยู่ ซึ่งอาจนำไปสู่ความสับสนระหว่างข้อมูลป่าไม้กับพืชพรรณประเภทอื่นได้

• การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use) มีนิยามอีกจำนวนหนึ่งอธิบายคำว่าป่าไม้ ในเรื่องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตัวอย่างเช่น "พื้นที่ที่มีการจัดการเพื่อการผลิตเนื้อไม้ หรือผลิตภัณฑ์ป่าไม้อื่นๆ หรือเก็บรักษาพืชพรรณในป่าไม้ไว้เพื่อประโยชน์ทางอ้อม เช่น คุ้มครองพื้นที่ลุ่มน้ำหรือเพื่อนันทนาการ" บางนิยามรวมองค์ประกอบของศักยภาพหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินที่พึงประสงค์ เช่น กฎหมายป่าไม้ของสวีเดน (อ้างใน IPCC, 2000) กล่าวว่า "ตามเจตนารมย์ของกฎหมายนี้ พื้นที่ป่าไม้ หมายถึง (1) ที่ดินที่เหมาะสมต่อการผลิตไม้ และไม่ได้ถูกใช้เพื่อประโยชน์อื่นๆ และ (2) ที่ดินที่มีต้นไม้ปกคลุมเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและทราย หรือเพื่อป้องกันการทรุดตัวของแนวไม้ ที่ดินซึ่งไม่ได้ใช้

ทั้งหมดหรือบางส่วนจะไม่ถือว่าเป็นพื้นที่ป่าไม้ต่อเมื่อมีสภาพพิเศษไม่เหมาะสมให้ใช้ที่ดินนั้นเพื่อการผลิตไม้" หลายนิยามรวมพื้นที่ที่ไม่ได้ปกคลุมด้วยต้นไม้ใหญ่ในบางช่วง เช่น ช่วงที่เป็นต้นกล้ากำลังเติบโตขึ้นใหม่ หลังจากถูกแผ้วถางตัดฟัน หรือพื้นที่เล็กๆ ที่ไม่มีต้นไม้ เช่น ถนน และโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ นิยามเหล่านี้อาจไม่ได้สะท้อนถึงสิ่งปกคลุมที่ดิน พื้นที่ที่มีต้นไม้ซึ่งใช้เพื่อการอื่นที่ไม่ใช่ป่าไม้ตามนิยามการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น ป่าละเมาะ เลี้ยงสัตว์อาจถูกตัดออกไป ทั้งๆ ที่เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญด้วย

• สิ่งปกคลุมที่ดิน (Land cover) กลุ่มที่สามอธิบายป่าไม้ในรูปของพืชพรรณที่ปกคลุมดิน ตัวอย่างเช่น "ระบบนิเวศที่มีลักษณะมีต้นไม้ปกคลุมหนาแน่นเป็นบริเวณกว้าง" ส่วนใหญ่การปกคลุมประเมินด้วยร้อยละของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดมีความแตกต่างระหว่างป่าไม้ที่มีเรือนยอดเปิดและเรือนยอดปิด (FAO อ้างใน IPCC, 2000) ตัวแปรอื่นที่ใช้เป็นเกณฑ์ ได้แก่ พื้นที่ผืนป่า ปริมาตรไม้ อัตราส่วนที่ดินซึ่งมีต้นไม้สูงกว่าความสูงขั้นต่ำ หรืออัตราส่วนที่ดินซึ่งมีมวลชีวภาพของต้นไม้เกินปริมาณขั้นต่ำที่กำหนด โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างไม้เดี่ยวหรือหมู่ไม้

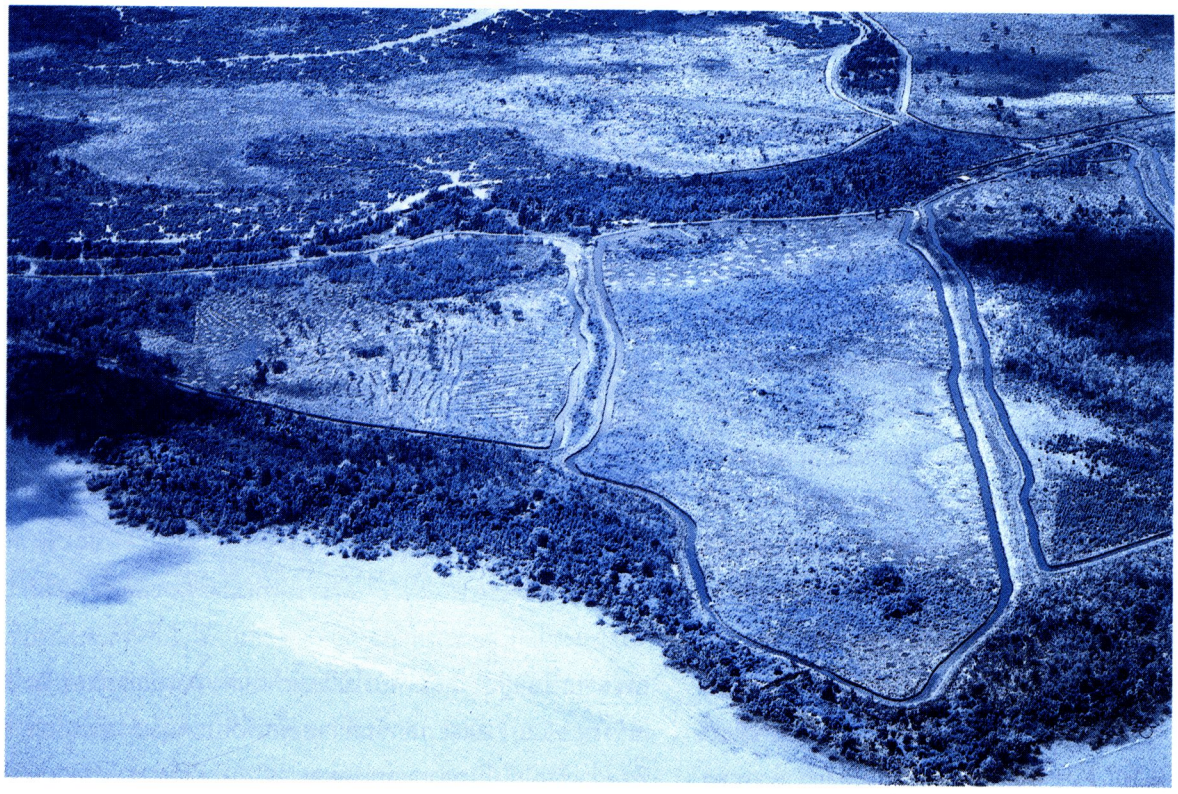
แต่ละกลุ่มของนิยามคำว่าป่าไม้ มีหลายประเด็นที่เกี่ยวข้องกับพิธีสาร เพราะกิจกรรม ARD เกี่ยวข้องกับช่วงรอยต่อระหว่างความเป็นป่าไม้และไม่เป็นป่าไม้ นิยามป่าไม้ซึ่งได้จากลักษณะสิ่งปกคลุมที่ดินอย่างเดียว เช่น การปกคลุมของเรือนยอดอาจไม่รวมกล้าไม้หรือไม้หนุ่มที่กำลังเติบโตขึ้นใหม่หลังจากถูกรบกวน เช่น ตัดสาง ไฟป่า แมลงระบาด พายุพัดโค่น นิยามป่าไม้ที่อาจกล่าวถึงระยะฟื้นคืนสภาพซึ่งเป็นระยะชั่วคราว นิยามของ FAO กล่าวว่า "ไม้หนุ่มในป่าธรรมชาติและสวนป่าทั้งหมดที่ปลูกขึ้นเพื่อการทำไม้ แต่ยังมีความหนาแน่นของเรือนยอดไม่ถึงร้อยละ 10 หรือความสูงไม่ถึง 5 เมตร รวมอยู่ในพื้นที่ป่าไม้ เช่นเดียวกับพื้นที่ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ป่าไม้แต่ถูกทำลายชั่วคราวด้วยการกระทำของมนุษย์หรือสาเหตุทางธรรมชาติ แต่คาดว่าจะฟื้นคืนสภาพเป็นป่าไม้ได้อีก (FAO/UNEP, 1999)

เกณฑ์ขั้นต่ำของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอด เป็นตัวเลขสิ่งปกคลุมที่ดินที่ใช้กำหนดนิยาม "ป่าไม้" ตัวชี้วัดนี้บอกความแตกต่างระหว่างป่าทึบ (เรือนยอดปิด) ซึ่งพื้นที่ผิวดินทั้งหมดถูกปกคลุมด้วยเรือนยอดต้นไม้ (ใกล้เคียงร้อยละ 100) กับป่าโปร่ง (เรือนยอดเปิด) ซึ่งพื้นที่ผิวดินปกคลุมด้วยเรือนยอดต้นไม้ที่

กระจายหรืออยู่เป็นกลุ่มเพียงไม่กี่เปอร์เซนต์ ตามนิยามของ Lund (อ้างใน IPCC, 2000) ค่าขั้นต่ำของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดที่จัดว่าเป็นป่าไม้ อยู่ระหว่างร้อยละ 10-70 ทั่วโลกราวร้อยละ 50 ของพื้นที่ป่า ตัวเลขนี้แตกต่างกันในแต่ละประเทศ แต่อยู่ระหว่างร้อยละ 10-70 ขึ้นอยู่กับภูมิภาคและประเทศ

เกณฑ์ขั้นต่ำของพื้นที่ป่าไม้ในป่า มักถูกรวมอยู่ในนิยามป่าไม้ด้วย เพื่อความเป็นไปได้ในการติดตามตรวจสอบพื้นที่ป่าไม้สำหรับเป้าหมายของการทำไม้ พื้นที่ขั้นต่ำมักอยู่ที่ 0.5 เฮคแตร์ (หรือบางครั้ง 0.01 เฮคแตร์) และความกว้างขั้นต่ำเพียง 10 เมตร การใช้รายละเอียดนี้ในการทำไม้ ในทางปฏิบัติก่อให้เกิดความยุ่งยากในการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ใหญ่ๆ เช่น ส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม ARD ค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบเพิ่มสูงขึ้นตามรายละเอียดที่ต้องการ ดังนั้น ในทางปฏิบัติหน่วยงานติดตามตรวจสอบและจัดทำรายงาน จะมีปัญหาเรื่องงบประมาณและทรัพยากรที่มีจำกัด ถ้ารายละเอียดถูกตั้งไว้สูงเกินไป พื้นที่สำคัญซึ่งเป็นที่ดินมีต้นไม้อาจไม่เข้าข่ายการติดตามหรือรายงานว่าเป็นป่าไม้ ในทำนองเดียวกัน ที่ดินที่ไม่มีต้นไม้อาจถูกรายงานว่าเป็นป่าไม้ หน่วยภูมิทัศน์ซึ่งประกอบด้วยผืนป่าและผืนดินที่ไม่เป็นป่าอาจถูกระบุว่าเป็นพื้นที่ที่มีค่าปกคลุมเรือนยอดเฉลี่ยค่าหนึ่ง หากหน่วยพื้นที่ใหญ่มาก กิจกรรมขนาดใหญ่เท่านั้นจะทำให้ค่าเฉลี่ยลดลงหรือสูงขึ้นจากค่าที่กำหนดในนิยามป่าไม้ได้ กิจกรรมขนาดเล็กอาจถูกมองข้ามหรือไม่ถูกรายงาน รายละเอียดควรจะสอดคล้องกับขนาดของกิจกรรมของมนุษย์ (เช่น การทำไม้ การปลูกป่า โครงสร้างพื้นฐาน) ตัวอย่างเช่น

หากประเมินพื้นที่ป่าทึบ 1 ตร.กม. โดยใช้นิยามป่าไม้ซึ่งใช้เกณฑ์พื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดขั้นต่ำร้อยละ 30 อาจมีคนถาง



เปิดพื้นที่ได้หลายจุด ในขนาดไม่กี่เฮคแตร์ โดยไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดลดลงต่ำกว่าร้อยละ 30 ดังนั้น การถางเปิดพื้นที่จึงไม่ถูกรายงานว่าเป็นการทำลายป่า เช่นเดียวกัน กิจกรรมการทำไม้ในบริเวณที่มีต้นไม้กระจายอยู่ห่างๆ กัน อาจไม่ถูกค้นพบ หรือถูกรายงานว่าเป็นป่าปลูกในที่ที่เคยเป็นป่าหรือป่าปลูกในที่ที่ไม่เคยเป็นป่าก็ได้

• ผลิตผล (Productivity) หรือศักยภาพการผลิตปริมาตรเนื้อไม้ (Potential Timber-Volume Production) ในนิยามของป่าไม้เป็นเรื่องใหม่สำหรับหลายประเทศ วิธีนี้หลีกเลี่ยงการตั้งเกณฑ์เรื่องความสูงและพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอด ซึ่งเป็นตัวแทนของปริมาตรเนื้อไม้และปริมาณคาร์บอน ถ้ามองในส่วนของบรรยากาศ ผลผลิตมวลชีวภาพสุทธิ (Net Biomes Productivity : NBP) (ไม่ใช่แค่ผลผลิตไม้) เป็นตัวชี้วัดที่แท้จริง ตามพิธีสารเกียวโต (ซึ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากมนุษย์โดยตรงโดยกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้) การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด มวลชีวภาพที่มีชีวิต (Living Biomes) อินทรีย์สารที่ตายแล้ว (Dead Organic Matter) และสารอินทรีย์ที่ถูกเคลื่อนย้ายออกนอกแหล่ง (Organic Matter Transported Off-Site) จะต้องถูกรวมอยู่ในการประมาณผลผลิต หากต้องการค่าที่แม่นยำของการกักเก็บและการสูญเสียคาร์บอน

• การป่าไม้ (Forestry) นิยามของการป่าไม้ในพจนานุกรมทั่วไป คือ "ศาสตร์ศิลป์ และวิธีการจัดการและการใช้ประโยชน์ของมนุษย์จากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่และเกิดขึ้นในพื้นที่ป่าไม้" คำว่า การป่าไม้ จึงเป็นคำที่กว้างกว่าวนวัฒน์วิทยา ซึ่งหมายถึงการปลูกและการบำรุงรักษาต้นไม้ที่กำลังเติบโต ในรายงานพิเศษนี้ การป่าไม้ครอบคลุมกิจกรรมอีกมากมาย นอกเหนือจากวนวัฒน์-วิทยา ตัวอย่างเช่น การผลิตผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่เนื้อไม้ การจัดการลุ่มน้ำ การคุ้มครองสัตว์ป่า การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ การควบคุมศัตรูพืช และการจัดการไฟป่า เป็นต้น

การเปรียบเทียบคำนิยามของกิจกรรมการป่าไม้

ตารางที่ 3-4 เป็นการเสนอการเปรียบเทียบคำนิยามของป่าไม้ การทำลายป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า แบบต่างๆ 7 แบบ โดย 2 แบบแรกเป็นขององค์กร FAO และ IPCC ซึ่งเป็นเสมือนส่วนย่อยของ 5 แบบหลัง ซึ่ง FAO และ IPCC เห็นว่ามีความเหมาะสมที่จะดึงมาใช้หรือระบุให้ชัดเจน (Calve and Miguez, 2000)

ตารางที่ 3-4 การเปรียบเทียบคำนิยามของป่าไม้ การทำลายป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า

นิยาม	FAO	IPCC	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	สิ่งปกคลุมที่ดิน	ความยืดหยุ่น	การเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพ	ชีวมณฑล
ส่วนนำ	• คำจำกัดความของคำว่า ป่าไม้ และกิจกรรมภาคการป่าไม้มาจากโปรแกรมการประเมินทรัพยากรป่าไม้ (Forest Resource Assessment Programmed) • คำจำกัดความไม่ได้แสดงความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงที่มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรงนอกจากการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และไม่เคยเป็นป่าเป็นการสร้างสรรป่าของมนุษย์ (Artificial Establishment of Forest) ซึ่งเป็นการกระทำที่อาจถูกตีความว่าเป็นกิจกรรมที่มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง	• อยู่บนพื้นฐานของรายงานของ IPCC (IPCC, 1997) • คำจำกัดความสำหรับกิจกรรมภาคการป่าไม้ อยู่บนพื้นฐานของการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยกิจกรรมเฉพาะ (เช่น ระหว่างการปลูกพืชกับการงอกใหม่ที่ผ่านกิจกรรมทางวนวัฒน์วิทยา • คำจำกัดความของ ARD มีความชัดเจนว่ามีความสัมพันธ์กับกิจกรรมที่มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง • มีความสมดุลย์ระหว่างการตัดไม้ทำลายป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า	• การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นฐานสำหรับการให้คำจำกัดความป่าไม้ • การจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินแห่งหนึ่งๆ ขึ้นอยู่กับกระบวนการบริหาร • อยู่บนฐานของโครงสร้างและแนวทางที่ง่ายการตัดสินใจโดยประเทศ • ไม่ต้องการความชัดเจนในความสมดุลย์ระหว่างการตัดฟันและการปลูกใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าไม้	• การตัดฟันอย่างหนักจะถูกพิจารณาเป็นการทำลายป่า และการก่อให้เกิดใหม่ของป่าส่วนมากจะถูกพิจารณาเป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า (ทำให้พื้นที่จำนวนมากจัดเป็นพื้นที่ ARD) • กิจกรรมการจัดการป่าไม้ส่วนใหญ่จะจัดเป็นกิจกรรม ARD • การให้คำจำกัดความของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่าใช้ในวลี “กิจกรรมที่นำไปสู่....” ดังนั้นจะให้เครดิตสำหรับการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนสะสมการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่าก่อนจะถึงขีดจำกัดการปกคลุมร้อยละ Y ซึ่งพื้นที่จะถูกจัดเป็นป่า	• ยอมให้ประเทศตัดสินใจให้คำจำกัดความของป่าที่ต้องการใช้ ยอมให้ใช้ค่าสูงที่สุดของข้อมูล ในการทำรายการของป่าที่ยังคงอยู่ • การเลือกคำจำกัดความที่ใช้คาร์บอนเป็นฐาน มีความมุ่งหมายที่จะให้แต่ละประเทศมีความยืดหยุ่นสูงที่สุดในการตั้งเกณฑ์ของตนเอง เพราะว่าข้อมูลของการทำรายการหรือการปกคลุมสามารถที่จะถูกเปลี่ยนกลับเป็นคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่ประเทศอาจจะเลือกขีดจำกัดสำหรับการปกคลุมเรือนยอด ความสูงของต้นไม้ เช่นเดียวกันประเทศอาจจะเลือกว่านานเท่าไหร่ที่พื้นดินจะต้องไม่ใช่ป่า เพื่อที่จะทำให้มีคุณสมบัติเป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า	• การเสื่อมโทรมและการฟื้นคืนสภาพของป่าเป็นผลให้เกิดที่ดินกิจกรรม ARD • การใช้คำจำกัดความของ FAO ร่วมกับคำจำกัดความช่วงการเปลี่ยนชั้นการปกคลุมสำหรับการตัดไม้ทำลายป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า จะมีผลทำให้พื้นที่จำนวนมากที่จะถูกจัดเป็นที่ดินกิจกรรม ARD • การเลือกชั้นการปกคลุมอยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ที่ใช้อย่างกว้างขวางที่สุด • การรวมป่าที่กำลังเจริญเติบโต ภายใต้คำจำกัดความของป่า จะไม่ทำให้การจัดการป่าไม้ก่อให้เกิดที่ดินกิจกรรม ARD นอกจากมีการเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพเป็นเวลานาน	• การปรับปรุงคำจำกัดความของป่ามีพื้นฐานบนชีวมณฑลที่เกี่ยวข้อง (เช่น ป่าเขตหนาวที่มีการปกคลุมเรือนยอดที่ปิด) จะถูกปฏิบัติแตกต่างจากป่าทุ่งซาวันนา (Woodland Savanna) • ยอมให้การตัดไม้ทำลายป่ายึดกับระบบนิเวศที่หลากหลายต่างๆ ที่เป็นจริง ทำให้เกิดความมั่นใจในความสอดคล้องระหว่างประเทศต่าง ๆ • อาจจะยอมให้การปรับข้อมูลที่มีที่แตกต่างกันตามชีวมณฑลเช่นเดียวกับความยากง่ายในการเก็บข้อมูลทั้งจากระยะไกลและโดยทางการทำรายงาน • ขีดจำกัดที่มีพื้นฐานบนชีวมณฑลที่จำเพาะที่กำหนดขึ้นจะทำให้มั่นใจว่ากิจกรรมการตัดไม้ทำลายป่า และกิจกรรมการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่าสามารถถูกบุกรุกอย่างมีประสิทธิภาพและ

	• การปลูกต้นไม้จะถูกถือว่าเป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่าเสมอ ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ถูกตัดฟันทำลายป่า ก่อนจะมีการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า • การปลูกทางวนวัฒน์วิธีที่เป็นผลมาจากการตัดฟัน ก็จะถูกถือว่าเป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า แต่การตัดฟันไม่ถือว่าเป็นการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้ไม่มีความสมดุลระหว่างการทำลายป่าและการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า						ก่อให้เกิดที่ดินกิจกรรม ARD ที่มีพื้นฐานอยู่บนชนิดของการเปลี่ยนแปลงการปกคลุมมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ป่าไม้	• ที่ดินที่มีการปกคลุมเรือนยอดของไม้ยืนต้นหรือระดับปริมาณที่เทียบเท่ามากกว่าร้อยละ 10 และพื้นที่มากกว่า 0.05 เฮคแตร์	• ไม่มีคำจำกัดความเฉพาะ คำจำกัดความถูกทิ้งให้เป็นการตัดสินใจของประเทศ ดังนั้นในกรณี IPCC นี้	• พื้นที่จะถูกจัดการสำหรับคุณค่าของป่าและ/หรือผลผลิตของป่าถูกกำหนดให้เป็นป่าโดยหน่วยงานภาครัฐที่เหมาะสม (Appropriate	• พื้นที่ของที่ดินที่มีการปกคลุมมากกว่า ร้อยละ Y (Y ระหว่างร้อยละ 10 และร้อยละ 70) ของพืชพันธุ์ไม้เนื้อแข็ง ที่ความสูงที่กำหนด (เช่น ระหว่าง 0	• พื้นที่มีค่ามวลชีวภาพเนื้อไม้ที่ยังมีชีวิตเหนือดิน Z (เช่น Z ระหว่าง 10 และ 50) ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ เป็นอย่างต่ำ (ขีดจำกัดคาร์บอนจะถูกเลือกโดย	(เหมือนกับในกรณี FAO	• พื้นที่ของที่ดินที่มีการปกคลุมของพืชพันธุ์ไม้เนื้อแข็ง (Woody) ร้อยละ A ที่ >B เมตร ในความสูง หรืออาจจะเป็นเมื่อโตเต็มวัยของพืชพันธุ์

	ไม้ยืนต้นควรมีความสูงอย่างน้อย 5 เมตรเมื่อเจริญเติบโตช่วงโตเต็มวัยในที่นั้นๆ อาจจะประ- กอบด้วยป่าปิดที่ต้นไม้มีหลายชั้นและไม้พื้นล่างที่ปกคลุมพื้นที่ดินในอัตราส่วนสูง หรือป่าเปิดที่มีการปกคลุมของพืชพรรณที่ต่อเนื่องซึ่งมีเรือนยอดปกคลุมมากกว่าร้อยละ 10 (a)	ยึดคำจัดความของแบบ FAO สำหรับจุดประสงค์ในการวิเคราะห์	(Governmental Entity) • กิจกรรมภาคการป่าไม้ทั้งหมดถูกสมมุติให้มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง นอกจากจะถูกแสดงให้เห็นเป็นอย่างอื่น	ถึง 5 เมตร)	แต่ละประเทศ) เป็นไม้เนื้อแข็ง หรือจะมีค่าดังกล่าวเมื่อโตเต็มวัย การใช้ประโยชน์ที่ดินในเช่นปัจจุบัน		ที่มีอยู่ภายใต้การดำเนินต่อไปของการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน สำหรับแต่ละชีวมณฑลเกณฑ์การปกคลุมเรือนยอดที่ต่ำที่สุด และความสูงของต้นไม้จะต้องถูกกำหนดขึ้นเพื่อกำหนดว่าอะไรควรจัดเป็นป่าการกำหนดชนิดของชีวมณฑลและเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไป
การทำลายป่า	• เป็นการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมที่ดินซึ่งมีการหมดไปของการปกคลุมเรือนยอดของไม้ยืนต้นน้อยกว่าร้อยละ10 มีการเปลี่ยนแปลงชั้นของป่า (ตัวอย่าง เช่น จากป่าปิดเป็นป่าเปิด) ซึ่งมีผลในทางลบต่อป่าหรือที่ตั้งโดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการผลิตลดลงถูกเรียกว่า การเสื่อมโทรมของป่าไม้	• คือ การเปลี่ยนจากป่าเป็นไม่ใช่ป่า • ข้อสังเกต คือ ไม่มีการให้คำจำกัดความของคำนี้ในบทอธิบายศัพท์ (Glossary) อย่างไรก็ตามในคู่มืออ้างอิง (Reference Manual) กล่าวถึง วลีที่ว่า “การเปลี่ยนแปลงของป่าไม้และทุ่ง	• การเปลี่ยนจากป่าเป็นไม่ใช่ป่า	• การเปลี่ยนจากป่าเป็นไม่ใช่ป่า	• การเปลี่ยนจากป่าเป็นไม่ใช่ป่า	• ศักยภาพที่ลดลงการปกคลุมเรือนยอด จากชั้นการปกคลุมหนึ่งเป็นชั้นการปกคลุมอื่น ๆ (เช่น การปกคลุมเรือนยอดร้อยละ 0 ถึง <10, 10 ถึง <40, 40 ถึง <70 และ >70) • ศักยภาพการปกคลุมเรือนยอด อ้างถึงสภาพของพืชพันธุ์ที่มีอยู่เมื่อโตเต็มวัยภายใต้การดำเนินต่อไปของการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน	• การเปลี่ยนจากป่าเป็นไม่ใช่ป่า

		หญ้า" คือ การเปลี่ยนแปลงจากป่าและทุ่งหญ้าเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เกษตร หรือการใช้อื่นๆ ที่มีการจัดการสิ่งเหล่านี้ถือว่าเป็นการทำลายป่า					
การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า	• เป็นการทำให้เกิดป่าไม่ใช่วิธีโดยธรรมชาติบนที่ดินซึ่งก่อนหน้านี้ไม่เป็นป่า ภายในระยะเวลาเท่าที่จำเป็น (Living memory) ข้อน่าสังเกตคือ "การขยายตัวทางธรรมชาติ" เช่น การละทิ้งที่ดินเกษตร โดยปราศจากการปลูกพืชโดยตรงจะไม่ถูกรวมว่าเป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า แต่จะทำให้เกิดพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น (FAO, 1992) ได้สมมุติให้ขบวนการดังกล่าว	• ในบทอธิบายศัพท์ คือ การปลูกป่าใหม่บนที่ดินที่ในอดีตไม่มีป่าไม้ ป่าที่ถูกปลูกขึ้นมาใหม่นี้จะรวมอยู่ในส่วน "การเปลี่ยนแปลงของป่าไม้และปริมาณมวลชีวภาพเนื้อไม้อื่นๆ" ในหน่วยของ "การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้" ของการคำนวณรายการปลดปล่อย	• กิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนจากไม่เป็นป่าเป็นป่าในที่ดินตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี) ที่ไม่เป็นป่า	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าในที่ดินที่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี) ที่ไม่เป็นป่า	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าบนที่ดินซึ่งในปี พ.ศ. 2533 (หรือตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 10 30 50 ปี) ที่ไม่เป็นป่า	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าบนที่ดินที่ไม่เป็นป่าในปี พ.ศ. 2533 (หรือตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี)	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าในที่ดินในปี พ.ศ. 2533 (หรือตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 10 30 50 ปี) ที่ไม่เป็นป่า

	เป็นส่วนของ “การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า” ภายใต้มาตรา 3.3 เนื่อง จากข้อความที่ระบุว่ามีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง						
การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า	• เป็นการทำให้เกิดป่าไม่ใช่วิธีทางธรรมชาติบนที่ดินซึ่งเป็นป่าไม้มาก่อนเป็นการสร้างสรรของมนุษย์ (Artificial Establishment) อาจจะไม่ต้องการการเจริญ-เติบโตตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามอาจสมมุติว่าให้ถูกรวมเข้ามาก่อน เพราะว่าสามารถแยกออกไปได้ภายหลังจากการใช้ข้อความ “มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง”	• ในบทอธิบายศัพท์ คือ การปลูกป่าใหม่บนที่ดินที่เคยเป็นป่ามาก่อนแต่ได้ถูกเปลี่ยนไปใช้ประ-โยชน์อย่างอื่น การปลูกป่าทดแทนจะถูกรวมใน “การเปลี่ยนของป่าไม้และปริมาณมวล-ชีวภาพเนื้อไม้อื่นๆ” ในหน่วยของ “การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้” ของการคำนวณรายการปลดปล่อย	• กิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนจากการไม่ใช่ป่าไปสู่เป็นป่าในที่ดินที่เคยเป็นป่าบางช่วงในระยะ เวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี)	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าในที่ดินที่เคยเป็นป่าบางช่วงในระยะเวลา ที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี)	• การเปลี่ยนของการไม่ใช่ป่าเป็นป่าบนพื้นที่ที่ซึ่งในปี พ.ศ. 2533 (หรือตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 10 30 50 ปี) ที่เป็นป่า	• ศักยภาพการเพิ่มขึ้นของการปกคลุมเรือนยอดจากชั้นการปกคลุมหนึ่งเป็นชั้นการปกคลุมที่สูงกว่า (เช่น การปกคลุมเรือนยอดร้อยละ 0 ถึง <10, 10 ถึง <40, 40 ถึง <70 และ >70) ในที่ดินที่ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา x ปี (เช่น 30 50 ปี) เป็นป่า ศักยภาพการปกคลุมเรือนยอดอ้างถึง สภาพของพืชพันธุ์ที่มีอยู่เมื่อโตเต็มวัยภายใต้การดำเนินต่อไปของการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน	

• **การวิเคราะห์ คำนิยามการป่าไม้ 7 แบบ ที่เกี่ยวข้องในมาตรา 3.3**

การวิเคราะห์ด้านความหมาย คำนิยามที่เกี่ยวข้องในพิธีสารเกียวโตในเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ มีความไม่ชัดเจนอย่างมาก โดยเฉพาะหากใช้ในนิยามที่แตกต่างกันออกไปจะมีผลต่อการคิดคำนวณและจัดทำบัญชีคาร์บอน จากรายงานพิเศษ (IPCC, 2000) การวิเคราะห์เรื่องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ สรุปประเด็นได้ดังนี้

ตารางที่ 3-5 คำบรรยายและการแปลความหมายของคำนิยาม ป่าไม้ (Forest) การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า (Reforestation) การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า (Afforestation) และการทำลายป่า (Deforestation) โดยอธิบายคำเหล่านี้ภายใต้รูปแบบของ FAO และ IPCC การใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมที่ดิน ความยืดหยุ่น การเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพ และชีวมณฑล (Calvo and Miguez, 2000)

ตารางที่ 3-5 คำบรรยายและการแปลความของรูปแบบคำนิยาม

รูปแบบคำนิยาม	คำบรรยาย	การแปลความโดยทั่วไป
FAO	ป่าไม้ : ที่ดินที่มีหรือจะมีเนื่องจากการเจริญเติบโตที่ยังคงดำเนินอยู่ที่มากกว่าร้อยละ 10 ของการปกคลุมเรือนยอด การทำลายป่า คือ การลดลงของการปกคลุมเรือนยอดต่ำกว่าร้อยละ 10 แต่ไม่รวมการเปลี่ยนแปลงภายในการจัดแบ่งชั้นของป่าไม้; การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า คือ การสร้างขึ้นมาที่ไม่ใช่โดยธรรมชาติของป่าไม้บนที่ดินที่มีมาแต่ก่อน (รวมทั้งการงอกใหม่หลังการตัดฟัน) ; การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า คือ การสร้างขึ้นมาของป่าบนที่ดินที่ไม่มีประวัติเป็นป่า	1. การตัดไม้ทำลายป่าระหว่างปี พ.ศ. 2533 ถึงปี พ.ศ. 2551 เมื่อมีการปลูกป่าตามมาสามารถก่อให้เกิดเครดิต 2. การเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพจะไม่ก่อให้เกิดเดบิต/เครดิตถ้าไม่อยู่ในเกณฑ์ขีดจำกัดขั้นต่ำของการปกคลุมเรือนยอด 3. การตัดฟัน (Harvest)/วัฏจักรการสืบพันธุ์ใหม่ (Regeneration Cycle) อาจเกิดเป็นพื้นที่ผืนใหญ่ของกิจกรรมภาคการป่าไม้แต่ละประเทศจะทำรายงานเดบิตได้ยกเว้นรอบตัดฟันมีระยะเวลาสั้นหรือเป็นการจัดทำบัญชีตามเกณฑ์กิจกรรม 4. หากบัญชีคาร์บอนเริ่มใช้ในปี พ.ศ. 2551 ก็จะครอบคลุมในช่วงพันธกรณีแรกเกี่ยวกับการแปลงค่ากลับของความหนาแน่นของคาร์บอนในป่า การเสื่อมโทรม การฟื้นสภาพ 5. ต้องมีความสม่ำเสมอระหว่างมาตรา 3.3 และ 3.7

(a) ป่าธรรมชาติที่มีอายุน้อย และการปลูกป่าทั้งหมดที่จัดทำขึ้นเพื่อจุดประสงค์ทางป่าไม้ที่ยังไม่ถึงความหนาแน่นเรือนยอดร้อยละ 10 หรือความสูงของต้น 5 เมตร จะถูกจัดเป็นป่า เนื่องจากปกติแล้วเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ป่า ซึ่งปริมาณชั่วคราวเป็นผลมาจากการเข้ามาเกี่ยวข้องของคน หรือธรรมชาติแต่ก็ถูกคาดหวังว่าจะถูกเปลี่ยนเป็นป่า ความหมายของป่านี้ยังรวมสิ่งต่อไปนี้

- *Forest nurseries และรวมเมล็ดพันธุ์ (Seed Orchards) ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของป่า*
- *ถนนในป่า ทางที่ถูกถาง ทางกันไฟ และพื้นที่เปิดขนาดเล็กอื่นๆ*
- *ป่าในอุทยานแห่งชาติ เขตอนุรักษ์ทางธรรมชาติ และพื้นที่อนุรักษ์อื่นๆ เพื่อทางวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วัฒนธรรมและความสนใจทางจิตวิญญาณ*
- *ทางกันลม และแนวป้องกัน (Shelter Belts) ของต้นไม้ที่มีพื้นที่มากกว่า 0.5 เฮคแตร์ และความกว้างมากกว่า 20 เมตร*
- *การปลูกป่าที่ถูกใช้เบื้องต้นสำหรับจุดประสงค์ทางป่าไม้รวมทั้ง สวนยาง และสวนไม้โอ๊ค (Cock Oak)*

ตารางที่ 3-5 คำบรรยายและการแปลความของรูปแบบคำนิยาม (ต่อ)

รูปแบบคำนิยาม	คำบรรยาย	การแปลความโดยทั่วไป
IPCC	ป่าไม้ : เช่นเดียวกับคำจำกัดความของ FAO การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า เป็นการเปลี่ยน-แปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากไม่ใช่ป่า เป็นป่าผ่านทางการปลูกป่าและแตกต่างกันเพียงว่าที่ดินที่ปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่าไม่เคยมีป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ใหม่หลังการตัดฟันเคยเป็นป่าไม่รวมการงอกใหม่หลังตัดฟัน การทำลายป่า คือ การเปลี่ยนแปลงจากเป็นป่าเป็นไม่ใช่ป่า	1. และ 2 ถูกนำมาใช้ 6. การตัดฟัน/การงอกใหม่ ไม่ก่อให้เกิดที่ดินกิจกรรมภาคการป่าไม้ 7. เป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงระหว่างป่า และไม่ใช่ป่า ซึ่งก่อให้เกิดที่ดินกิจกรรม ภาคการป่าไม้ (ARD Land)
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ป่าไม้ : ถูกให้คำจำกัดความที่เกี่ยวกับการจัดการหรืออยู่บนกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เฉพาะเจาะจง การทำลายป่า เป็นการเปลี่ยนแปลงของป่าเป็นไม่ใช่ป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า เป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงจากไม่ใช่ป่าเป็นป่า	1, 6 และ 7 ถูกนำมาใช้ 8. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน จะไม่ถูกพิจารณาว่าเป็นกิจกรรมภาคการป่าไม้ ถ้าการจำแนกประเภทที่ดินไม่เปลี่ยนแปลง
สิ่งปกคลุมที่ดิน	ป่าไม้ : เช่นเดียวกับคำจำกัดความของ FAO ยกเว้นป่าที่เจริญเติบโตใหม่ที่ต่ำกว่าขีดจำกัดการปกคลุมเรือนยอด จะไม่ถูกนับว่าเป็นป่าไม้ การทำลายป่า เป็นการเปลี่ยนแปลง ของป่าเป็นไม่ใช่ป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า คือ การทำให้เกิดใหม่ของการปกคลุมเรือนยอดที่ต่ำที่สุด	1, 2 และ 5 ถูกนำมาใช้ 9. ความหนาแน่นของเรือนพุ่มตามนัยของมาตรา 3.3 ที่จะจัดว่าเป็นป่าจะต้องมากกว่าหรือน้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น เวลาเมื่อกิจกรรมภาคการป่าไม้ถูกก่อให้เกิดความแตกต่างจากกรณี FAO 10. การตัดฟัน/การงอกใหม่ อาจก่อให้เกิดพื้นที่ขนาดใหญ่ของที่ดิน กิจกรรมภาคการป่าไม้หลายประเทศจะรายงานเดบิตสำหรับการตัดฟัน/การงอกใหม่ นอกจากช่วงระยะเวลา รอบตัดฟันที่สั้นมาก (<20 ปี) 11. การเปลี่ยนแปลงป่าที่มีความหนาแน่นของคาร์บอนสูง, การเสื่อมโทรม และการฟื้นคืนสภาพในช่วงพันธกรณีจะนำมาคิดคำนวณด้วย

ตารางที่ 3-5 คำบรรยายและการแปลความของรูปแบบคำนิยาม (ต่อ)

รูปแบบคำนิยาม	คำบรรยาย	การแปลความโดยทั่วไป
ความยืดหยุ่น (Flexible)	ป่าไม้ : เช่นเดียวกับคำจำกัดความของ FAO แต่ละประเทศสามารถมีความยืดหยุ่นในการเลือกเกณฑ์ของตนเอง (เช่น ขึ้นอยู่กับความจุคาร์บอนของมวลชีวภาพเนื้อไม้ที่มีชีวิตเหนือดิน (ตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์) ความสูงของต้นไม้ และ/หรือการปกคลุมเรือนยอด การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า และการทำลายป่า มีนิยามเช่นเดียวกับกรอบของ IPCC แต่วัฏจักรการสืบพันธุ์ใหม่ถูกรวมอยู่ในกิจกรรมภาคการปลูกป่าไม้ (AR activities)	1, 2, 6 และ 7 ถูกนำมาใช้ 12. ให้ความยืดหยุ่นแต่ละประเทศ ในการเลือกคำจำกัดความของป่า อนุญาตให้การใช้ข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งทำให้เกิดการลดลงของค่าใช้จ่าย ประเทศจะเลือกขีดจำกัดที่ทำให้เครดิตมากที่สุดหรือเดบิตน้อยที่สุด
การเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพ	ป่าไม้ : ให้คำจำกัดความในความหนาแน่นของคาร์บอนหรือการแบ่งชั้นเรือนยอด (10 ถึง < ร้อยละ 40, ร้อยละ 40 ถึง < ร้อยละ 70 ของเรือนยอด) การทำลายป่า คือ การลดลงของการปกคลุมเรือนยอด หรือความหนาแน่นของคาร์บอนของป่าที่โตเต็มวัยจากชั้นหนึ่งไปอีกชั้นหนึ่ง การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า คือ ความหมายในทางกลับกัน และ การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า คือ การก่อให้เกิดของป่าบนพื้นที่เป็นไม่ใช่ป่า สำหรับระยะเวลาก่อนการให้คำจำกัดความ	1, 6 และ 11 ถูกนำมาใช้ 13. สามารถจะกำหนดเกณฑ์ของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรม ARD ตามความแตกต่างของระบบนิเวศในกรณีที่ไม่สามารถจะใช้หลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 14. เกิดความซับซ้อนในทางปฏิบัติ เช่น สภาพภูมิประเทศมีความซับซ้อนของสิ่งที่ปกคลุมยากต่อการกำหนดรูปแบบหรือมีความแตกต่างของความหนาแน่นของคาร์บอนในป่าที่มีต้นไม้โตเต็มวัยในเวลาที่แตกต่างกัน
ชีวมณฑล	ป่าไม้ : เช่นเดียวกับคำจำกัดความของ FAO แต่เกณฑ์ของคำจำกัดความของป่าไม้ถูกกำหนดรายละเอียดโดยชีวมณฑล การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า และการทำลายป่า ถูกให้คำจำกัดความเหมือนในกรณี IPCC แต่การงอกใหม่ตามธรรมชาติถูกรวมในกิจกรรมภาคการปลูกป่าไม้	1, 2, 6, 7 และ 11 ถูกนำมาใช้

ความแตกต่างของคำนิยามเหล่านี้ถูกสรุปในตารางที่ 3-4 ข้อสังเกตคือรูปแบบทั้ง 7 นิยามไม่มีความตั้งใจให้เป็นการแบ่งแยก แต่เป็นแสดงให้เห็นว่าเป็นไปได้ที่อาจรวมคำนิยามของรูปแบบหนึ่งกับรูปแบบอื่น และมีความเป็นไปได้ในเรื่องความไม่โปร่งใสในการคิดคำนวณปริมาณคาร์บอน

ตารางที่ 3-6 คุณสมบัติหลักของคำนิยาม 7 แบบ ที่ใช้เพื่อแสดงให้เห็นทางเลือกที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติตามมาตรา 3.3 เกณฑ์ 6 เกณฑ์ตรวจสอบว่าแต่ละรูปแบบกล่าวถึงอะไรหรือไม่ได้กล่าวถึงหัวข้ออะไร

รูปแบบ	การปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่าเป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน?	การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่าพื้นที่ไม่ใช่ป่า/เป็นการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม?	การทำลายป่า พื้นที่ป่าไม้ไม่ได้ทำให้พื้นที่ป่าเปลี่ยนแปลง ?	การตัดไม้แบบตัดหมดเป็นการเริ่มต้น ARD?	การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติหลังจากการตัดฟันหมดเป็นการสร้าง ARD?	มาตรา 3.3 และ 3.7 สามารถที่จะไปด้วยกันได้ดี?
FAO	เกือบทุกกรณี	ไม่หากการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติเกิดขึ้นหลังจากการทำไม้	ใช่	ไม่	ใช่	ไม่[b]
IPCC	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	ไม่	ใช่
การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	ไม่
สิ่งปกคลุมดิน	เกือบทุกกรณี	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่[c]
ความยืดหยุ่น	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	ไม่	ใช่
การเสื่อมสภาพ/การฟื้นคืนสภาพ)	เกือบทุกกรณี	ไม่เสมอไปถ้าการเปลี่ยนแปลงชั้นของป่าไม้ไปเป็นอย่างอื่น	ไม่เสมอไปถ้าการเปลี่ยนแปลงจากชั้นของป่าไม้หนึ่งไปเป็นอย่างอื่น	ไม่	ไม่	ไม่[d]
ชีวมณฑล	ใช่	ใช่	ใช่	ใช่	ไม่	ใช่

***ที่มา** : ปรับปรุงมาจาก (IPCC, 2000)*

(a) ดูเพิ่มเติมในส่วน 3.3.2.8 (รายงานพิเศษ IPCC, 2000 หน้า 152)
(b) การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่าไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเสมอไป และการเปรียบเทียบระหว่างมาตรา 3.3 และ 3.7 เป็นการยากที่จะทำได้ ตัวอย่างเช่น การตัดฟัน/การงอกใหม่ในช่วงระยะเวลาตามพันธกรณีอาจจะทำให้เกิดเดบิตภายใต้แนวทางที่ใช้ที่ดินเป็นฐาน แต่อาจจะไม่ถูกนับในข้อมูลฐาน พ.ศ. 2533 เพราะว่ามันไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ถึงแม้ว่าการปลดปล่อยที่มากขึ้นอาจจะถูกรวมในช่วงระยะเวลาตามพันธกรณีมากกว่าในข้อมูลฐาน
(c) ตัวอย่างเช่น การทำลายป่าที่รวมกิจกรรมการตัดฟันที่เกินขีดจำกัดการปกคลุมเรือนยอดร้อยละ 40 การปลดปล่อยจากการตัดฟันดังกล่าวถูกนับในช่วงระยะเวลาตามพันธกรณีแต่ไม่ใช่ในข้อมูลฐานเส้นฐานปี พ.ศ. 2533 เพราะว่าการตัดฟันไม่เป็นส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน
(d) ตัวอย่างเช่น การเสื่อมโทรมที่ถูกนับอย่างเต็มที่ในช่วงระยะเวลาตามพันธกรณี อย่างไรก็ตามจะไม่เข้าอยู่ในข้อมูลฐานปี พ.ศ. 2533 ถ้าการเสื่อมโทรมไม่เป็นส่วนของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กรณีทางคำจำกัดความที่มีความเป็นนัยถึงกิจกรรม และเงื่อนไขที่กระตุ้นการเกิดที่ดินกิจกรรมภาคการป่าไม้ภายใต้มาตรา 3.3 เช่นเดียวกับกิจกรรมที่ถูกตัดออกไปจากมาตรา 3.4 ถ้าการนับเป็น 2 เท่า ไม่สามารถถูกหลีกเลี่ยงได้ ตัวอย่างเช่น ถ้ากิจกรรมภาคการป่าไม้และป่าไม้ถูกให้ความหมายอย่างกว้างๆ เพื่อที่จะรวมการตัดฟัน/วัฏจักรการงอกใหม่ (เช่น กรณี FAO หรือสิ่งปกคลุมที่ดิน) เป็นส่วนน้อยถ้ากิจกรรมการป่าไม้จะถูกตัดออกเพื่อการรวมภายใต้มาตรา 3.4 กรณีการเสื่อมโทรม/การฟื้นคืนสภาพ ในบางทีอาจจะลดทางเลือกของกิจกรรมภายใต้มาตรา 3.4 ด้วยเช่นกัน ถึงแม้ว่าอาจจะไม่มาก ด้วยรูปแบบ IPCC ความยืดหยุ่น ชีวมณฑล และการใช้ประโยชน์ที่ดิน กิจกรรมการป่าไม้ส่วนมากจะไม่ออกไปนอกเหนือมาตรา 3.3 และดังนั้นอาจจะเป็นตัวเลือกสำหรับมาตรา 3.4

• การเสื่อมโทรมของป่าไม้ (Forest Degradation) แม้คำว่าการเสื่อมโทรมของป่าไม้ บางครั้งใช้ในการป่าไม้ นิยามที่มีอยู่โดยทั่วไปไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมสภาพทั้งหมดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน เพราะขาดรายละเอียดที่ชัดเจน นิยามเหล่านี้มักหมายถึง การลดลงของศักยภาพการผลิตของป่าไม้ เช่น นิยามของ FAO กล่าวว่า "ความเปลี่ยนแปลงภายในชั้นของป่าไม้ ซึ่งมีผลเสียต่อไม้ในป่า พื้นที่ป่า และทำให้มีศักยภาพการผลิตลดต่ำลง ดังนั้น การเสื่อมโทรมของป่าไม้ไม่ได้ถูกจัดอยู่ในการตัดไม้ทำลายป่า" (FAO, 1995b)

• การฟื้นคืนสภาพของป่าไม้ (Forest Aggravation)

การเพิ่มความหนาแน่นหรือขนาดเฉลี่ยของต้นไม้อาจทำให้เกิดปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น ในกรณีที่นำการจัดการป่าไม้มาใช้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนทั้งหมดจะเกี่ยวข้องกับการกระทำของมนุษย์ ประเทศอาจตัดสินใจรวมการเปลี่ยนแปลงนั้นไว้ในมาตราที่ 3.4 แต่การแจกแจงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากมนุษย์โดยตรง (เช่น ผลของการปรับปรุงทางวนวัฒน์-วิทยา) หรือโดยอ้อม (เช่น ไนโตรเจน หรือปุ๋ยคาร์บอนไดออกไซด์) หรือจากสาเหตุธรรมชาติ (รวมทั้งกระบวนการเกิดขึ้นทดแทนโดยธรรมชาติ) ทำได้ยาก

3.3 การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า (Afforestation)

การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า หมายถึง ที่ดินนั้นไม่มีต้นไม้มาเป็นเวลายาวนานมาก มีนิยามที่จำแนกความแตกต่างระยะเวลาข้างต้น นิยามบางแบบของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า เขียนว่า "ไม่เคยมีป่าไม้ในอดีต" หลายนิยามระบุช่วงเวลาเป็นปี บางนิยามกล่าวถึงปัจจัยอื่น เช่น "ภายใต้สภาวะอากาศปัจจุบัน" ตามแนวทาง IPCC การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า มีนิยามว่า "การปลูกป่าใหม่บนที่ดินซึ่งในอดีตไม่ได้เป็นป่า" บางนิยามเน้นการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมที่ดิน หรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การปลูกป่าหรือปลูกต้นไม้ในพื้นที่ที่พืชพรรณดั้งเดิมหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินเดิมไม่ใช่ป่าไม้ (Helms อ้างใน IPCC, 2000)

3.4 การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า (Reforestation)

การปลูกต้นไม้บนที่ดินที่ป่าถูกตัดโค่นไปในเวลาไม่กี่ปีที่ผ่านมา นิยามที่ใช้ในการป่าไม้ สำหรับคำว่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า มักรวมถึงการปลูกต้นไม้บนที่ดินซึ่งเพิ่งผ่านการตัดฟัน ตามนิยามนี้ พื้นที่ที่ผ่านการทำไม้และอยู่ในช่วงการปลูกใหม่จะเข้าข่ายตามมาตรา 3.3 ของพิธีสาร นับจากเวลาการทำไม้ในปี พ.ศ. 2533 และมีการปลูกเสริมใหม่ นิยามนี้ใช้ได้กับขนาดของที่ดินที่เข้าข่ายตามมาตรา 3.3

บางนิยาม การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า หมายถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกลับคืนสู่ความเป็นป่าไม้หลังจากช่วงเวลาหนึ่งถูกใช้เพื่อกิจกรรมอื่น แนวทาง IPCC ซึ่ง

พัฒนาขึ้นเพื่อการสำรวจจัดทำบัญชีคาร์บอน ใช้นิยามนี้ "การปลูกป่าบนที่ดิน ซึ่งในอดีตเคยเป็นป่าไม้ แต่ได้ถูกเปลี่ยนไปใช้ประโยชน์อื่น"

นิยามส่วนมากของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่าที่ Lund (อ้างใน IPCC, 2000) รวบรวมไว้ เกิดจากมุมมองทางการป่าไม้ และมักจะรวมการฟื้นคืนสภาพใหม่หลังการตัดฟัน บางนิยามชัดเจนมาก "การปลูกป่าพื้นที่ที่เคยเป็นป่า คือ พื้นที่ซึ่งไม่มีป่าไม้เป็นการชั่วคราว เนื่องจากผ่านการทำไม้ ถูกพายุพัดโค่น ภัยธรรมชาติ เป็นต้น พื้นที่เหล่านี้จะต้องมีการปลูกป่าใหม่ (ตามปกติภายใน 3 ปี ในบางกรณีภายในไม่เกิน 8 ปี) หรือปล่อยให้ฟื้นคืนสภาพตามธรรมชาติ (ตามปกติภายใน 8 ปี ในบางกรณีภายในไม่เกิน 11 ปี)" ในประเทศออสเตรเลีย การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า จัดว่าเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการป่าไม้ และไม่เคยถูกนำไปเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

นิยามเช่นนั้นของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า ไม่เกี่ยวข้องกับช่วงต่อระหว่างสภาพที่ไม่เป็นป่ากับสภาพที่เป็นป่า (ยกเว้นจะใช้ร้อยละของพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยเรือนยอดกำหนดนิยามป่าไม้) แต่นิยามเหล่านี้อยู่บนพื้นฐานของกิจกรรม ไม่ได้สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปัจจัยนี้ทำให้เกิดทางเลือกหลายทางในการเชื่อมโยงนิยามซึ่งอยู่บนพื้นฐานการใช้ประโยชน์ที่ดิน สิ่งปกคลุมที่ดิน และกิจกรรมอื่นเข้าด้วยกัน

นอกจากนี้ต้องพิจารณาวิธีการปลูกป่าแบบต่างๆ ด้วย เช่น "กิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์โดยตรงในการปลูกป่าในที่ที่ไม่เคยเป็นป่า การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และการทำลายป่า" บางนิยามของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า จำกัดเฉพาะกิจกรรมการปลูกต้นไม้ (เช่น นิยาม IPCC) หรือ "การปลูกสร้างสวนป่า" ซึ่งเท่ากับตัดวิธีการที่ปล่อยให้มีการฟื้นคืนสภาพตามธรรมชาติออกไป การฟื้นคืนสภาพของป่าไม้ส่วนมากเป็นไปตาม "ธรรมชาติ" เป็นการงอกขึ้นใหม่จากเมล็ดที่ตกหล่นอยู่ในที่นั้น หรือจากกล้าไม้ที่คงอยู่ บางครั้งมีการปรับพื้นที่ด้วยเครื่องจักรกล หรือสารเคมี มีพื้นที่ป่าไม้น้อยมากที่เกิดขึ้นใหม่จากการปลูกโดยตรง ถ้านิยามกว้างรวมวิธีการฟื้นคืนสภาพนี้ไว้ด้วย จะมีคำถามอื่นตามมาอีก เช่น ควรนับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำให้เกิดต้นไม้ปกคลุมดิน (เช่น การระบาดของวัชพืชไม้พุ่ม) เป็นการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า ด้วยหรือไม่

อย่างไรก็ตาม ในนิยามการป่าไม้ทั่วไป การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า ไม่ใช่กระจกสะท้อนของนิยามทั่วไปของการทำลายป่า ในภาคการป่าไม้การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามักหมายถึงการกระทำใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกต้นไม้โดยไม่คำนึงถึงว่าจะมีการตัดฟันหรือการทำลายป่าในระยะยาวตามมาหรือไม่ แต่การตัดฟันไม่ใช่การทำลายป่า เช่น "การตัดไม้ออกทั้งหมด (แม้แต่ตอก็ขุดออกไปด้วย) หากเกิดขึ้นไม่นานนักหลังการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า ไม่ใช่การตัดไม้ทำลายป่า" (FAO อ้างถึงใน Lund, 1999)

ประเด็นที่หยิบยกขึ้นมาเกี่ยวกับนิยามที่แน่นอนของการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า เป็นประเด็นเช่นเดียวกันกับนิยามการทำลายป่า ช่วงเวลาที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนไป จนมีการปลูกป่าใหม่ ซึ่งเรียกว่าการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า จะต้องสอดคล้องกับช่วงเวลาที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนไป ที่ใช้อธิบาย การทำลายป่า การรวมช่วงเวลาที่รอคอยในนิยามการทำลายป่า (เช่น "การแผ้วถางป่าออกไป โดยไม่เริ่มปลูกป่าใหม่ภายใน....ปี") ทำให้การจัดทำบัญชีต้องขยายออกไปจากช่วงเวลาที่ตกลงกัน ตัวอย่างเช่น พื้นที่ป่าถูกแผ้วถางในช่วงปีแรกที่ตกลงกัน จะไม่ถูกกำหนดว่าเป็นป่าถูกทำลาย จนกระทั่งหลังจากถูกแผ้วถางอีกหลายปี ซึ่งอาจเลยปี พ.ศ. 2555 ไปแล้วก็ได้

3.5 การทำลายป่า (Deforestation)

นิยามส่วนมากที่ Lund (อ้างใน IPCC, 2000) รวบรวมไว้อธิบายว่าการทำลายป่าว่าเป็นการแผ้วถางป่าไม้ที่ปกคลุมพื้นที่ออกไปเป็นระยะเวลานานหรือถาวร และเปลี่ยนไปใช้ที่ดินในสภาพที่ไม่ใช่ป่า เช่น การทำลายป่า คือ "การถางป่าที่ปกคลุมอยู่ออกอย่างถาวร และเปลี่ยนสภาพที่ดินจากการใช้ประโยชน์ป่าไม้ไม่ว่าในกรณีใดก็ตาม" เช่นเดียวกันแนวทาง IPCC เน้นการเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้ (ไปเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เพาะปลูก พื้นที่ที่มีการจัดการอื่นๆ) "การเปลี่ยนสภาพป่าไม้ หมายถึง การทำลายป่า จะรวมถึงการเผาป่าด้วย"

นิยามของการทำลายป่าหลายแบบ รวมภัยธรรมชาติ (ไม่ได้เกิดจากมนุษย์) เช่น แผ่นดินถล่ม ภูเขาไฟระเบิด และอื่นๆ เหตุการณ์เหล่านี้ชัดเจนไม่กำกวม ว่าไม่ได้เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง พิธีสาร 4 ระบุชัดว่า ถ้าไม่ใช่กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ "ที่มีสาเหตุจากมนุษย์โดยตรง" แล้ว จะไม่รวมเป็นการตัดไม้ทำลายป่า ตามมาตรา 3.3

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ไม่ง่ายที่จะแยกส่วนออกไปทั้งหมด โดยเฉพาะความยุ่งยากอาจเกิดขึ้นเมื่อเกิดการสูญเสียป่าไม้เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไฟป่า (และบางกรณี แผ่นดินถล่ม) ไฟป่าอาจเกิดโดยธรรมชาติ (จากฟ้าผ่า) หรือเกิดจากกิจกรรมมนุษย์โดยตรง (หรือโดยอ้อม) รวมถึงการจงใจเผา (เพื่อจัดการ

ไฟ) ไฟจากอุบัติเหตุ และการลอบวางเพลิง สาเหตุการเกิดไฟป่าจำแนกได้ไม่ยาก ทั้งการจงใจเผา ลอบวางเพลิง หรือควบคุมไฟจากไฟที่ถูกจุดขึ้น (รวมถึงการก่อกองไฟและก้นบุหรี่) การกระทำอาจใช่หรือไม่ใช่การตัดไม้ทำลายป่าตามนิยาม แต่หลายกรณีหลังการสูญเสียป่าไม้ปกคลุม จะเกิดป่าไม้ใหม่ขึ้นมาตามธรรมชาติ (หรือมนุษย์ช่วย) ในกรณีที่การเกิดป่าใหม่ดำเนินไปโดยสมบูรณ์ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศสุทธิอาจถูกกู้กลับคืนได้ในช่วงเวลาการเกิดป่าใหม่ แต่ก็มีความไม่สมดุลยในอัตรา (Kurz et al., อ้างใน IPCC, 2000) การปล่อยคาร์บอนสุทธิสู่บรรยากาศเกิดขึ้นในอัตราที่รวดเร็วในขณะที่การกักเก็บใช้เวลานับสิบๆ ปีหรือมากกว่า ในทางวิทยาศาสตร์ เกิดความไม่สมดุลยของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนต่อช่วงเวลา หากเปรียบเทียบกิจกรรมทีละคู่ (การสูญเสียป่าไม้และการเติบโตขึ้นใหม่) ในรูปการทำลายป่าและการปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า

เนื่องจากความยากในการแยกสาเหตุระหว่างปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ ว่ามีผลต่อความเสี่ยงที่ที่ดินจะถูกรบกวน คำถามหลักสำหรับผู้กำหนดนโยบายคือ การทำบัญชีควรรวมแต่กิจกรรมของมนุษย์โดยตรง (การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่า) หรือรวมทั้งกิจกรรมของมนุษย์และเหตุการณ์ธรรมชาติ (ไฟป่า) ซึ่งทำให้เกิดป่าในที่ที่เคยเป็นป่า

สำหรับที่ดินที่ไม่เข้าข่ายตามมาตรา 3.3 และ 3.4 เมื่อเกิดไฟหรือศัตรูพืชระบาดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินผลสืบเนื่องคล้ายกับการทำลายป่า หากพืชคล้าย/ใกล้เคียงกันงอกใหม่ได้ การรบกวนนี้อาจไม่ได้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในระยะยาว

การดำเนินการคุ้มครองป่าไม้ (เช่น ระบบการจัดการไฟเพื่อป้องกันไฟป่าหรือความเสียหายที่เกิดขึ้น ในขณะพยายามดับไฟป่า) จะเป็นผลดีหรือไม่ (ตามพิธีสาร) ประเทศจะถูกลงโทษหรือไม่ (ตามพิธีสาร) หากไม่สามารถจัดการไฟป่าได้ ประเด็นเหล่านี้ต้องอาศัยการเจรจาตกลงในการประชุมระหว่างประเทศเพื่อให้ได้ความชัดเจน

ความยุ่งยากต่อไปคือ การที่ไฟในระบบนิเวศหลายระบบไม่ได้ทำให้ต้นไม้ตายทั้งหมด แต่ก็มีการเปลี่ยนแปลงในสมดุลยของคาร์บอนของพื้นที่นั้นแล้ว ต้นไม้ใหญ่ๆ และต้นไม้หย่อมเล็กๆ และไม้พื้นล่างรอดอยู่ได้ ในป่าบางชนิด (เช่น ป่ายูคาลิปตัสและป่าสนบางประเภท) แม้แต่ไฟที่รุนแรงที่สุดยังไม่อาจทำให้ต้นไม้ใหญ่โตเต็มที่ตายได้ คาร์บอนจำนวนไม่น้อยอาจถูกปลดปล่อยออกไป แต่ต้นไม้ใหญ่ๆ และกิ่งไม้ใหญ่ๆ อยู่รอด งอกงามและสร้างเรือนยอดสมบูรณ์เต็มที่ใหม่ได้ภายในไม่กี่ปี แม้ว่าการวัดความเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ จะกระทำได้ด้วยวิธีตามที่เสนอในมาตรา 3.3 แต่ในทางปฏิบัติจะมีข้อถกเถียงเกี่ยวกับพื้นที่ป่าที่เข้าข่ายการทำลายป่าตามมาตรา 3.3 และยากที่จะประเมินปริมาณการเปลี่ยนแปลง

• การวิเคราะห์ความหมายคำที่เกี่ยวกับการป่าไม้ ในประเทศไทย มีการรวบรวมไว้ดังนี้คือ

ป่าไม้ (Forest)

• ป่าไม้ตามนัยของนักวิชาการ

ป่าไม้ หมายถึง สังคมของหมู่ไม้ (Plant Community) หรือพื้นที่ซึ่งปกคลุมไปด้วยต้นไม้ หรือพืชอื่นๆ (Plant Cover Area) รวมถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าไม้นั้นด้วย (คณะวนศาสตร์, 2527)

ป่าไม้ หมายถึง พันธุ์ไม้ทุกชนิดในอาณาบริเวณเดียวกัน มีปริมาณไม้หนาแน่นเพียงพอ มีพื้นที่กว้างขวางพอที่จะมีอิทธิพลต่อดินฟ้าอากาศในท้องถิ่นนั้นๆ และมีความแตกต่างจากพื้นที่ภายนอกโดยทั่วๆ ไป (คณะอนุกรรมการเพื่อจัดทำคู่มือการจัดทำแนวทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระดับจังหวัดและอำเภอ, ไม่ระบุปี พ.ศ.)

• ป่าไม้ ตามนัยของนักพฤกษาศาสตร์

Stern (1994) ให้ความหมายของคำว่าป่าไม้ ดังนี้ "Forest is applied to populations (group of individuals of the same species) of trees or other plants that form a plant community (unit composed of all the population of plants occurring in a given area)"

ป่าไม้ หมายถึง ประชากรของไม้ยืนต้นและพืชอื่นที่เป็นชนิดเดียวกัน อาศัยอยู่ร่วมกันเป็นสังคมในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

• ป่าไม้ตามนัยของนักสิ่งแวดล้อม

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2538) กล่าวว่า ความหมายที่แตกต่างกันของคำว่า "ป่าไม้" นั้นแปรผันไปตามความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงระหว่างคนกับป่าไม้เป็นสำคัญ โดยสามารถจำแนกป่าไม้ตามระดับความสัมพันธ์ระหว่างคนกับป่าไม้ออกเป็น 4 ระดับ คือ

1) ป่าไม้แบบชาวบ้าน เป็นป่าไม้ที่ชาวบ้านสามารถใช้ประโยชน์สิ่งต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางนับตั้งแต่เชื้อเพลิง ฟืน และถ่าน ของป่า อาหาร สมุนไพร ยารักษาโรค วัสดุก่อสร้าง จนกระทั่งถึงดินที่ใช้ทำมาหากิน โดยชาวบ้านจะให้ความถนัดและให้ความสำคัญกับการใช้ประโยชน์สิ่งต่างๆ ที่ได้จากป่าไม้ เพราะถือว่าเป็นทรัพย์ในดินที่ทุกคนมีสิทธิอันชอบธรรมในการนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างอิสระ

2) ป่าไม้แบบนักวิชาการ เป็นรูปแบบของป่าไม้ที่จำแนกตามลักษณะของแนวความคิดและกระแสหลัก จำแนกออกเป็น 2 แนวทาง คือ

- **ป่าไม้เศรษฐกิจ** ให้ความสำคัญกับคุณสมบัติในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนผลผลิตของไม้ป่า ทำให้สามารถนำส่วนที่เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนมาใช้ประโยชน์ได้

- **ป่าไม้อนุรักษ์** เชื่อว่าป่าไม้ทุกต้นในป่ามีความสำคัญในการดำรงสภาพความเป็นป่าเพื่อตอบสนองผลประโยชน์อื่นๆ ต่อมนุษย์นอกเหนือจากเนื้อไม้ ดังนั้น จึงพยายามปกปักรักษาความเป็นป่าไม้ส่วนนี้เอาไว้ให้คงอยู่

3) ป่าไม้แบบสาธารณชน เป็นป่าไม้ที่สาธารณชนทั่วไปคาดหวังไว้เพื่อใช้ประโยชน์ทางการท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจในรูปแบบต่างๆ เช่น การเดินป่า การพักแรม การชมความงามตามธรรมชาติ เป็นต้น สาธารณชนส่วนใหญ่ไม่ได้มุ่งหวังการใช้ประโยชน์ป่าไม้ทางเศรษฐกิจหรือการดำรงชีวิต แต่ให้ความสำคัญกับความงามตามธรรมชาติ ความสะดวกสบาย และรูปแบบการพักผ่อนหย่อนใจในพื้นที่นั้นๆ

4) ป่าไม้แบบนักการเมือง โดยทั่วไปแล้วเป็นการกำหนดลักษณะและรูปแบบของป่าไม้โดยผันแปรไปตามสภาพการณ์และผลประโยชน์ทางการเมืองเป็นสำคัญ ซึ่งอาจแสดงออกมาในรูปของนโยบายป่าไม้แห่งชาติ มติคณะรัฐมนตรี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น

- **ป่าตามนัยของนักกฎหมาย**

พระราชบัญญัติป่าไม้ พุทธศักราช 2484 มาตรา 4 (1) บัญญัติคำว่าป่าไว้ว่า "ป่า หมายความว่า ที่ดิน ที่ยังมิได้มีบุคคลใดได้มาตามกฎหมายที่ดิน"

พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 มาตรา 4 บัญญัติคำว่าป่าไว้ว่า "ป่า หมายความว่า **ที่ดิน** รวมตลอดถึงภูเขา ห้วย หนอง คลอง บึง บาง ลำน้ำ ทะเลสาบ เกาะ และที่ชายทะเลที่ยังมิได้มีบุคคลได้มาตามกฎหมาย" ซึ่ง "ที่ดิน" ในประมวลกฎหมายที่ดินมาตรา 1 และพระราชบัญญัติอุทยานแห่งชาติ พ.ศ. 2504 มาตรา 4 ได้บัญญัติไว้ว่า "ที่ดินหมายความว่า พื้นที่ดินทั่วไปและให้หมายความรวมถึงภูเขา ห้วย หนอง คลอง บึง ลำน้ำ ทะเลสาบ เกาะ และที่ชายทะเลด้วย" ดังนั้น ป่าตามกฎหมายว่าด้วยป่าไม้ และกฎหมายว่าด้วยป่าสงวนแห่งชาติ จึงหมายถึง ที่ดินที่บุคคลยังมิได้มีกรรมสิทธิ์หรือสิทธิครอบครองตามกฎหมายที่ดินนั่นเอง"

เมื่อ "ป่า" คือที่ดินที่ไม่มีบุคคลได้มาตามประมวลกฎหมายที่ดิน แม้ว่าที่ดินจะไม่มีต้นไม้เหลืออยู่เลย สภาพความเป็นป่าก็ยังคงมีอยู่โดยสมบูรณ์ เพราะต้นไม้ซึ่งเป็นส่วนควบนั้นสามารถที่จะปลูกขึ้นมาได้ หรือขยายพันธุ์พืชได้เองโดยธรรมชาติ ดังนั้น "ทรัพยากรป่าไม้" หมายถึง สังคมของสิ่งมีชีวิต (Biotic Community) ตลอดจนองค์ประกอบทางกายภาพหรือสิ่งที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Component) ที่อาศัยอยู่ร่วมกันพบพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง (A Given Area) ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การป่าไม้ หรือ Forestry นั้นตามศัพท์บัญญัติของวิชาการป่าไม้ (Committee of Forest Terminology, 1944) ได้ให้คำว่าจำกัดความไว้ว่า หมายถึง "การจัดการป่าไม้ที่อาศัยหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ผลผลิต (Production) ในรูปของสินค้า (Goods) และบริการ (Services) อย่างต่อเนื่อง ซึ่งคำว่าสินค้าและบริการในที่นี้หมายความไปถึงบรรดาผลผลิต และบริการทั้งหลายทั้งมวลจากป่าไม้ที่มีประโยชน์สามารถสนองความจำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์

อย่างไรก็ตามหนึ่งในบรรดาวิทยาศาสตร์ที่สำคัญของวิชาการป่าไม้นั้นคือ "วนวัฒน์วิทยา" ซึ่งนำมาจากศัพท์ในภาษาอังกฤษว่า "Silvics" และ "Silviculture" เพื่อพิจารณาคำจำกัดความของทั้งสองนี้ จากที่ Baker (อ้างใน พงศ์ศักดิ์ สหุนาพุ, 2538) ซึ่งเป็นผู้เขียนตำราเรื่องนี้เป็นบุคคลแรกในทางวิชาการป่าไม้ "วนวัฒน์วิทยา" หมายถึงความรู้ที่เกี่ยวกับธรรมชาติของป่า (Forest) และของต้นไม้ป่า (Forest Trees) ว่าป่าและต้นไม้มีการขึ้นอยู่ได้ และเจริญเติบโตอย่างไร สืบพันธุ์อย่างไร และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมอย่างไร ซึ่งความรู้ดังกล่าวนี้ ประกอบกันเข้าเป็นวิชาการป่าไม้ที่เรียกว่า "วนวัฒน์วิทยา" หรือ "Silvics" คำว่า "Silvics" มาจากภาษากรีกว่า "Silver" แปลว่า "ป่า"

<u>สวนป่า</u> หมายถึง พื้นที่ที่ได้ทำการปลูกพันธุ์ไม้ขึ้น ทั้งนี้เพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ กันคือ กลุ่มหรือหมู่พันธุ์ไม้ที่ปลูกขึ้นจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะตามพื้นที่ที่ปลูก คือ

1. การปลูกป่าใหม่ (Reforestation) คือ การปลูกป่าขึ้นมาใหม่ในพื้นที่ที่ซึ่งเคยเป็นป่าไม้มาก่อน หรือการปลูกป่าในพื้นที่ที่มีต้นเดิมอยู่บ้าง หรือเป็นการปลูกป่าในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม (Deforestation) โดยความหมายของคำว่าป่าเสื่อมโทรมตาม พ.ร.บ.ป่าสงวนแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2518 ได้ให้คำนิยามว่า "ป่าเสื่อมโทรม" เป็นป่าที่มีไม้มีค่าที่มีลักษณะสมบูรณ์เหลืออยู่และป่านั้นยากที่จะฟื้นคืนดีได้ตามธรรมชาติ โดยมีลูกไม้ (กล้าไม้ที่ขึ้นได้เองตามธรรมชาติ) ขนาดความสูงเกิน 2 เมตรขึ้นไป ขึ้นกระจัดกระจายทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 20 ต้น หรือมีลำต้นสูงตรง (วัดช่วงลำต้น) 130 ซม. ขนาดความโตรอบลำต้นตั้งแต่ 50-100 ซม. ขึ้นกระจัดกระจายทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 8 ต้น หรือมีไม้ขนาด

ความโตวัดรอบลำต้นเกิน 100 ซม. ขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ไม่เกินไร่ละ 20 ต้น หรือมีพื้นที่เข้าหลักเกณฑ์ทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าว รวมกันแล้วต้องมีจำนวนไม่เกินไร่ละ 16 ต้น

2. การสร้างป่า (Afforestation) คือการปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อน เช่น พื้นที่ที่เกิดขึ้นจากการทับถมดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนพื้นที่ที่ว่างเปล่าให้เป็นพื้นที่ป่าไม้โดยการปลูกขึ้น

ป่าตามแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในประเทศไทยมีหน่วยงานหลายหน่วยงานที่จัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น กรมป่าไม้ ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีอำนาจดูแลเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ของประเทศไทย ดังนั้น แผนที่ที่ทางกรมป่าไม้จัดทำก็จะเป็นแผนที่ป่าไม้ ซึ่งมีทั้งแผนที่ที่ลงรายละเอียดแบ่งชนิดป่าออกเป็นชนิดต่างๆ ตามพืชที่ปกคลุมหรือแบ่งพื้นที่เพียงเป็นป่ากับไม่เป็นป่าเนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจัดทำแผนที่แต่ละครั้งค่อนข้างสูง หน่วยงานที่สำคัญอีกหน่วยงานหนึ่งคือกรมพัฒนาที่ดิน เนื่องจากทางกรมพัฒนาที่ดินมีอำนาจหน้าที่ดูแลเกี่ยวกับการเกษตรของประเทศ ดังนั้น แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเป็นแผนที่หลักที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปต่างๆกัน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากรูปแบบหนึ่งไปสู่รูปแบบอื่น ดังนั้น หากทางกรมพัฒนาที่ดินจัดทำแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งจะมีขอบเขตของพื้นที่ของป่าไม้อยู่ด้วย ทางกรมพัฒนาที่ดินจะไม่จัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดป่า อาจสรุปได้โดยรวมคือวัตถุประสงค์ที่แต่ละหน่วยงานจัดทำแผนที่ก็เพื่อที่จะสนองตอบต่อความต้องการใช้งานในหน่วยงานของตนเองเป็นหลัก จึงทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการใช้งานของบุคคลทั่วไปด้วยเนื่องจากการแบ่งประเภทของรายละเอียดที่ถูกบรรจุอยู่ในแผนที่ไม่เหมือนกันแล้ว ในบางครั้งมาตราส่วนก็มีหลากหลายและนำไปใช้งานลำบาก หากมีความเป็นไปได้ที่จะให้มีการจัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือแผนที่แสดงทรัพยากรของทั้งประเทศโดยรวม ซึ่งมีรายละเอียดพอสมควรและมาตราส่วนที่นำไปใช้งานได้ อาจจะช่วยลดงบประมาณ และเกิดการใช้แผนที่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตารางที่ 3-7 แสดงถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้จัดทำแผนที่ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ชนิดป่าไม้ในประเทศไทย

เนื่องจากความหลากหลายของสภาพแวดล้อม ทำให้ประเทศไทยมีชนิดสังคมพืชคลุมดินอยู่มากชนิด สังคมป่าของประเทศไทย

ตารางที่ 3-7 แสดงถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้จัดทำแผนที่ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน

หน่วยงานที่ทำ	ปีที่ทำ	แผนที่พื้นฐาน	มาตราส่วน	วัตถุประสงค์	แยกประเภทหลักๆ
กรมป่าไม้	2504	ภาพถ่ายทางอากาศ	1:50,000	เพื่อสำรวจหาเนื้อที่ป่าที่เหลืออยู่	1. Forest 2. Non forest
	2516	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000	2516-2541 เพื่อสำรวจหาเนื้อที่ป่าที่	2504-2541 แยกแค่ป่ากับไม่ป่า
	2519	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2521	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2525	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2528	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2531	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2532	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:1,000,000		
	2534	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2536	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2538	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:250,000		
	2541	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:1,000,000		
	2543	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	1:50,000	จัดทำแผนที่ป่าไม้ระบบมาตรฐาน	ปี 43 แยก type ป่าดังตาราง ftype 43
กรมพัฒนาที่ดิน	2533	ภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ	1:1,000,000	เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งประเทศ	
	2543	ภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ	1:1,000,000	เนื้อที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งประเทศ	

หมายเหตุ ข้อมูลป่าไม้ปี 2543 อยู่ระหว่างการตรวจเช็คความถูกต้อง http://www.forest.go.th/assessment/

อาจแบ่งตามลักษณะทางสรีระที่เห็นได้ภายนอกเป็นสองกลุ่มใหญ่ๆ คือ ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest) และป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)

1. ป่าไม่ผลัดใบ (Evergreen Forest)
   - ป่าโกงกาง (Mangrove Forest)
   - ป่าพรุน้ำจืด (Swamp Forest)
   - ป่าชายหาด (Beach Forest)
   - ป่าดงดิบชื้น (Tropical Rain Forest)
   - ป่าดงดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)
   - ป่าสนเขา (Coniferous Evergreen Forest)
   - ป่าดงดิบเขา (Hill Evergreen Forest)
2. ป่าผลัดใบ (Deciduous Forest)
   - ป่าผลัดใบหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest)
   - ป่าเต็งรัง (Deciduous Dipterocarp Forest)
   - ป่าทุ่ง (Savanna)
   - ป่าทุ่งหญ้าเขตร้อน (Tropical Grassland)

ในภาพรวมนิยามเกี่ยวกับการป่าไม้ ส่วนมากนิยมใช้ของ FAO สำหรับประเทศไทยโดยกรมป่าไม้ซึ่งมีหน้าที่ดูแลเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้และการจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ป่าไม้ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกป่ากับไม่เป็นป่า ได้ใช้หลักเกณฑ์ทางการแปลภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศในการตรวจเช็ค คือเรื่อง Tone สี (Color) โครงสร้าง (Texture) ในการแยกพื้นที่ป่า และไม่เป็นป่า และใช้โครงสร้างของสังคมพืชในการแยกชนิดของป่า

เช่นเดียวกับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มิได้นำเรื่องร้อยละของพื้นที่ปกคลุมดิน หรือความสูงของต้นไม้ มาจำแนกพื้นที่ป่าไม้ แต่ใช้หลักการในการแปลภาพดาวเทียมและภาพถ่ายทางอากาศ เช่นเดียวกับของกรมป่าไม้

ดังนั้นจึงพบว่าประเทศไทยไม่ได้ใช้หลักเกณฑ์ในเรื่องพื้นที่การปกคลุมเรือนยอดและความสูงของต้นไม้ อย่างเช่นที่ FAO หรือ IPCC ปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญจัดทำแผนที่ ได้กล่าวว่า สภาพป่าไม้ของประเทศไทยมีเนื้อที่ปกคลุมเรือนยอดมากกว่า ร้อยละ 10

หากประเทศไทยต้องการคิดปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ ต้องมีความชัดเจนเกี่ยวกับคำนิยามของป่าไม้ที่จะนำมาใช้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นก็มีหลายแนวทางที่เสนอแนะไว้ ซึ่งจะต้องพิจารณา *ให้รอบคอบถึงผลดีผลเสียที่จะเกิดขึ้น

การศึกษามวลชีวภาพป่าประเภทต่าง ๆ

ตารางที่ 3-8 มวลชีวภาพของชนิดป่าต่างๆ ในประเทศไทย

ชนิดป่า/สถานที่	ชั้นของป่าหรือขนาดจำกัด	มวลชีวภาพทั้งหมด (ตัน/เฮคแตร์)
ป่าเต็งรังโปร่งทุ่งหญ้า (เชียงใหม่)	ไม้ชั้นบน	70.00
	ไม้พุ่ม	0.79
	รวม	70.79
อีโคโทนระหว่างป่ามรสุมกับ ป่าโปร่ง ทุ่งหญ้า (เชียงใหม่)	ไม้ชั้นบน	157.00
ป่ามรสุม (เชียงใหม่)	ไม้ชั้นบน	291.00
ป่าดงดิบ (ตรัง)	ไม้ชั้นบน	362.00
	ไม้พื้นล่าง	3.00
	รวม	365.00
ป่าเต็งรังโปร่งทุ่งหญ้า (ดอยอินทนนท์)	D > 4.5 ซม	82.00
	D < 4.5 ซม	0.60
	รวม	82.60
ป่าโปร่งผสม (สุโขทัย)	D > 4.5 ซม	102.00
	D < 4.5 ซม	0.80
	รวม	102.80
ป่าไม้ผลัดใบ (ดอยอินทนนท์)	D > 4.5 ซม	728.00
	D < 4.5 ซม	22.00
	รวม	750.00

D = Diameter (เส้นรอบวง)

ที่มา : Ogana และคณะ ในพงศักดิ์ สหุนาฬุ 2538

จากการศึกษามวลชีวภาพของชนิดป่าต่างๆ ในประเทศไทย ซึ่งมีข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above ground biomass) พอสมควร พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของป่าแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนั้น ในการคิดคำนวณปริมาณคาร์บอนที่จะสะสมอยู่ในต้นไม้ ควรที่จะใช้แผนที่ที่แบ่งชนิดป่าและอาจจะแบ่งแยกตามความหนาแน่นด้วย เนื่องจากชนิดพืชและความหนาแน่นที่ปกคลุมจะมีผลต่อการสะสมคาร์บอนด้วย ส่วนข้อมูลมวลชีวภาพใต้ดินมีน้อยมาก จึงควรสนับสนุนให้มีการวิจัยมากยิ่งขึ้น

การเพิ่มพื้นที่ป่า

1. การเพิ่มพื้นที่ป่าโดยภาครัฐ

การฟื้นฟูสภาพป่าไม้และการส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้ได้ฟื้นฟูสภาพป่าไม้ในเขตพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่เสื่อมโทรมและส่งเสริมการปลูกป่าในพื้นที่ที่มีสิทธิครอบครองตามกฎหมายของเอกชน โดยได้ดำเนินงานตามโครงการสำคัญของรัฐบาล คือโครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เนื่องในวโรกาสทรงครองราชย์ปีที่ 50

การดำเนินงานมี 2 ลักษณะคือ ภาคเอกชนปลูกป่าและบำรุงป่าโดยดำเนินการเสียค่าใช้จ่ายเอง รวมทั้งการปลูกป่าและบำรุงป่าโดยใช้เงินกองทุนปลูกป่า รวมเนื้อที่จำนวน 2 ล้านไร่ สำหรับภาครัฐบาลปลูกเสริมป่าและฟื้นฟูสภาพป่าธรรมชาติในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่มีสภาพป่าเสื่อมโทรมอีก 3 ล้านไร่ โดยจ้างราษฎรในท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เป็นผู้ดำเนินการปลูกเสริมป่า บำรุงป่า ป้องกันและดับไฟป่า ป้องกันการบุกรุกยึดถือหรือครอบครองหรือตัดไม้ทำลายป่า (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542) มีผลการดำเนินงานดังนี้

- พื้นที่ปลูกป่าในเขตอนุรักษ์ พื้นที่ปลูกป่าซึ่งเป็นการปลูกของผู้ร่วมโครงการและจากการปลูกโดยใช้เงินกองทุนฯ ปลูกได้ประมาณ 1,448,660 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.4 ของพื้นที่จอง (ตารางที่ 3-9)
- พื้นที่ปลูกป่านอกเขตอนุรักษ์ เป็นการปลูกในพื้นที่สาธารณะประโยชน์ หรือพื้นที่ของหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น สถานศึกษา ศาสนสถาน เขตเมือง บริเวณอ่างเก็บน้ำต่างๆ มีพื้นที่เป้าหมาย 279,500 ไร่ สามารถปลูกได้ถึง 677,771 ไร่ เกินกว่าเป้าหมายจำนวนมาก

นอกจากนี้ยังปลูกบริเวณสองข้างทางหลวงแผ่นดิน ทางรถไฟ สองฝั่งแม่น้ำลำคลองรวมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 49,644 กิโลเมตร ของผู้ร่วมโครงการและจากการปลูกโดยใช้เงินกองทุนฯ ปลูกได้ประมาณ 1,448,660 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.4 ของพื้นที่จอง (ตารางที่ 3-9)

ตารางที่ 3-9 *พื้นที่ปลูกป่าในเขตอนุรักษ์ ปี พ.ศ. 2537-2541*

ภาค	พื้นที่จอง (ไร่)	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ร้อยละ
เหนือ	1,454,512	745,231	51.24
ตะวันออกเฉียงเหนือ	708,180	303,720	42,89
กลาง	500,010	329,625	65.92
ใต้	155,148	70,084	45.17
รวม	2,817,850	1,448,660	51.41

ที่มา *: กรมป่าไม้ (ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2542)*

ตารางที่ 3-10 *พื้นที่ปลูกป่านอกเขตอนุรักษ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2537-2541*

ภาค	ทางหลวง (กม)	สถานที่ราชการ (ไร่)	ศาสนสถาน (ไร่)	สองฝั่งแม่น้ำลำคลอง		เขตเมือง	รวม	
				กม	ไร่		กม	ไร่
เหนือ	8,755	115,419	13,978	2,196	24,339	18,138	10,951	171,874
ตะวันออกเฉียงเหนือ	12,579	186,054	69,456	2,697	30,957	16,392	15,276	302,859
กลาง	12,803	91,142	20,292	1,846	15,097	19,269	14,649	145,800
ใต้	8,536	32,453	8,689	292	5,531	10,565	8,828	57,238
รวม	42,613	425,068	112,415	7,031	75,924	64,364	49,644	677,771

ที่มา *: กรมป่าไม้ (ข้อมูล ณ วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2542)*

• พื้นที่ปลูกป่านอกเขตอนุรักษ์ เป็นการปลูกในพื้นที่สาธารณะประโยชน์ หรือพื้นที่ของหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น สถานศึกษา ศาสนสถาน เขตเมือง บริเวณอ่างเก็บน้ำต่างๆ มีพื้นที่เป้าหมาย 279,500 ไร่ สามารถปลูกได้ถึง 677,771 ไร่ เกินกว่าเป้าหมายจำนวนมาก นอกจากนี้ยังปลูกบริเวณสองข้างทางหลวงแผ่นดิน ทางรถไฟ สองฝั่งแม่น้ำลำคลองรวมเป็นระยะทางทั้งสิ้น 49,644 กิโลเมตร ซึ่งใกล้เคียงเป้าหมายที่กำหนดไว้ 50,000 กิโลเมตร (ตารางที่ 3-10)

2. การเพิ่มพื้นที่ป่าจากภาคเอกชน ตามโครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติ

• พื้นที่โครงการปลูกป่าเฉลิมพระเกียรติ ภายใต้ความรับผิดชอบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.)

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่ให้การสนับสนุนโครงการปลูกป่าเฉลิมพระเกียรติ โดยมีพื้นที่จองมากเป็นลำดับที่ 3 (306,712 ไร่) พื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2537 - 2539 จำนวน 207,550 คิดเป็นร้อยละ 67 พื้นที่ปลูกในปี พ.ศ. 2540 - 2541 จำนวน 41,910 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 14 รวมพื้นที่ปลูกทั้งหมด 249,460 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 81 (กรมป่าไม้, 30 มีนาคม 2542 อ้างใน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542.) (ตารางที่ 3-11)

• พื้นที่โครงการการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติ ภายใต้ความรับผิดชอบของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.)

การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย มีพื้นที่จองโครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติ มากเป็นอันดับหนึ่ง คือ 952,966 ไร่ โดยทำการปลูกระหว่างปี พ.ศ. 2537-2539 จำนวน 582,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61 และพื้นที่ปลูกระหว่างปี พ.ศ. 2540-2541 จำนวน 69,994 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7 รวมจำนวนพื้นที่ปลูกทั้งหมด 651,994 ไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 68

ตารางที่ 3-11 จำนวนพื้นที่โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติที่ปลูกและบำรุงรักษา หลังปลูก 4 ปี

จังหวัด	ปลูกปี พ.ศ. 2537 ส่งมอบ พ.ศ. 2541	ปลูกปี พ.ศ. 2538 ส่งมอบ พ.ศ. 2542	ปลูกปี พ.ศ. 2539 ส่งมอบ พ.ศ. 2543	ปลูกปี พ.ศ. 2540 ส่งมอบ พ.ศ. 2544	จำนวนพื้นที่ทั้งหมด (ไร่)
เชียงใหม่	400	2,400	-	-	2,800
ตาก	8,696	20,953	18,000	1,000	48,649
สุโขทัย	-	5,000	3,000	1,000	9,000
กำแพงเพชร	-	1,000	7,000	-	8,000
น่าน	1,448	20,177	20,500	10,775	52,900
อุตรดิตถ์	6,278	48,371	10,000	15,625	80,274
แพร่	-	-	3,000	-	3,000
พิษณุโลก	-	-	109	-	109
เลย	2,214	2,000	4,786	3,000	12,000
ชัยภูมิ	-	5,000	2,000	-	7,000
นครราชสีมา	-	1,000	5,000	2,000	8,000
กาฬสินธุ์	-	-	3,000	3,000	6,000
บุรีรัมย์	-	-	2,500	2,000	4,500
อุบลราชธานี	600	500	1,100	-	2,200
กาญจนบุรี	4,724	13,700	12,330	3,000	33,754
ราชบุรี	-	-	9,000	-	9,000
สุพรรณบุรี	-	-	-	560	560
เพชรบุรี	500	1,414	3,600	-	5,514
สมุทรสาคร	-	-	140	-	140
ชุมพร	-	-	2,000	1,450	3,450
ระนอง	-	-	1,000	-	1,000
ยะลา	-	2,150	-	-	2,150
รวม	24,860	123,665	108,065	43,410	300,000

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (อ้างในสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542)

3.6 ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases : GHG)

กลุ่มก๊าซในชั้นบรรยากาศของโลกที่ดูดซึมและปล่อยให้กลับออกมาของแสง infrared กลุ่มก๊าซเหล่านี้เกิดขึ้นทั้งโดยธรรมชาติและจากขบวนการที่มีอิทธิพลจากมนุษย์ GHG ที่สำคัญคือ ไอน้ำ GHG อื่นๆ ได้แก่ CO2, N2O, CH4, Ozone, และ CFCs ในพิธีสารเกียวโตกล่าวถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มิได้ถูกควบคุมโดยพิธีสารมอนทรีออล ซึ่งได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และสารระเหยอินทรีย์ไม่รวมมีเทน

3.7 ก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากคาร์บอน-ไดออกไซด์ (Greenhouse Gases Other than CO2)

กฎการทำบัญชีที่กล่าวถึง เน้นเฉพาะการปล่อยและการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งวัดได้เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน การปล่อยมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากกิจกรรมการใช้ที่ดินหลายอย่างถูกรวมไว้ในภาคผนวก A ของพิธีสารเกียวโต และถูกนับรวมในการสำรวจจัดทำบัญชีของชาติสำหรับประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 (Annex I) การปล่อยก๊าซเหล่านี้เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการป่าไม้ซึ่งอาจไม่ถูกนับรวมด้วย กิจกรรมการป่าไม้มีผลต่อการปล่อยและการกักเก็บมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ถ้าผลเหล่านี้ไม่ถูกนับรวม ผลกระทบเต็มรูปแบบของกิจกรรมการป่าไม้ก็อาจไม่ปรากฏในระบบบัญชีเกียวโตเช่นเดียวกัน ถ้าจะประเมินผลดีต่อภูมิอากาศของโครงการให้ถูกต้องในกลุ่มประเทศนอกภาคผนวก 1 (Non Annex I) การเปลี่ยนแปลงการปล่อยและกักเก็บมีเทนและไนตรัส-ออกไซด์ จะต้องถูกนำมาพิจารณาอย่างชัดเจนด้วย

3.8 การปล่อย (Emission)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHGs) สู่บรรยากาศในพื้นที่ใดและช่วงเวลาที่เฉพาะเจาะจง

3.9 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแหล่งต่าง ๆ (Emission by source)

แหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีหลายแหล่ง เช่น อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเกษตร เป็นต้น

3.10 แหล่งปล่อย (Source)

กระบวนการปล่อย กลไกการปล่อยแหล่งหรือกิจกรรมซึ่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก ไอน้ำ หรือสิ่งที่จะนำไปสู่ก๊าซเรือนกระจกเข้าไปในชั้นบรรยากาศ

3.11 ปริมาณคาร์บอนที่ดูดซับในแหล่งกักเก็บ (Removals by sink)

แหล่งที่สามารถกักเก็บปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น ป่าไม้ และดิน เพื่อก๊าซเหล่านี้จะขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศน้อยที่สุด

3.12 แหล่งดูดซับ, กระบวนการดูดซับ, กลไกการดูดซับ (Sinks)

ก. ขบวนการหรือกลไกที่ดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากบรรยากาศ

ข. แอ่งคาร์บอนที่จัดว่าเป็นแหล่ง sink เมื่อที่มีปริมาณการปล่อยคาร์บอนน้อยกว่าปริมาณการกักเก็บภายใต้ช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง

จากความหมายดังกล่าว แหล่งกักเก็บอาจจะเป็นได้ทั้ง sink หรือ source อย่างหนึ่งอย่างใด หรืออาจเป็นทั้งสองอย่างในช่วงเวลาที่ต่างกัน เช่น ป่าไม้ที่สมบูรณ์อาจจัดว่าเป็น sink อินทรียคาร์บอนในดินสามารถเป็นไปได้ทั้งสองอย่างขึ้นอยู่กับเวลาและสภาพแวดล้อมและการจัดการ

3.13 การปล่อย กับการกักเก็บ (Emission versus Removals)

ความแตกต่างของเวลา ในการปล่อยและการกักเก็บคาร์บอนในสิ่งมีชีวิต ก่อให้เกิดความยุ่งยากในการเริ่มระบบบัญชีคาร์บอน หากพิจารณาผืนป่าที่ผ่านการจัดการให้มีปริมาณคาร์บอนคงตัวโดยใช้รอบตัดฟัน 100 ปี ในปีใดก็ตาม หลังจากร้อยปีแรกของการจัดการ 1% ของป่าไม้ ผ่านการทำไม้ ขณะที่การเจริญเติบโตเกิดขึ้นในพื้นที่ป่าอีก 99 % ในพื้นที่ที่ทำไม้คาร์บอนมวลชีวภาพเหนือดินส่วนใหญ่ถูกนำออกไปจากที่นั้นทันที ณ ที่นั้น การฟื้นคืนปริมาณคาร์บอนมวลชีวภาพจะใช้เวลา 99 ปี ปริมาณคาร์บอนของมวลชีวภาพป่าไม้ทั้งหมดยังคงเท่าเดิม แต่เนื่องจากมีการเจริญเติบโตตลอดทั่วผืนป่าที่เหลือ ระบบบัญชีที่ใช้อยู่ ย่อมจะแสดงค่าศูนย์สำหรับการปล่อยหรือการกักเก็บสุทธิ ไม่ว่าทั้งผืนป่าหรือหน่วยพื้นที่เล็กๆ หรือบัญชีแยกระหว่างการทำไม้และการเจริญเติบโตใหม่ แต่ถ้าระบบบัญชีรวมกิจกรรมที่เกิดขึ้นหลังเวลาที่กำหนด เช่น ปี พ.ศ. 2533 การแยกบัญชีการทำไม้และการปล่อยให้เติบโต จะทำให้มีรายงานค่าการ

ปล่อยสุทธิ เพราะการปล่อยจะถูกนับรวมเกือบทั้งหมด ในขณะที่เพียงบางส่วนของการปล่อยให้เติบโตเท่านั้นที่ถูกนับรวม ในทางกลับกัน ถ้ามีการทำไม้เป็นช่วงๆ ไม่ใช่ทำไม้ต่อเนื่อง การกักเก็บคาร์บอนสุทธิจะถูกรายงานในระบบบัญชี ถ้าไม่มีการทำไม้ในช่วงนั้น แนวโน้มการทำบัญชีกิจกรรมจากช่วงเวลาแตกต่างกัน เป็นเรื่องสำคัญต้องพูดถึง โดยดูนิยามที่ใช้ดำเนินงานตามมาตรา 3.3 และแนวทางกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 4

3.14 แหล่งสะสมคาร์บอน (Carbon Pools)

แหล่งสะสมคาร์บอนมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำบัญชีคาร์บอนที่สมบูรณ์ ณ ที่แห่งหนึ่ง ผู้ทำบัญชีต้องสำรวจป่าไม้ พืชที่ปลูก และดิน ซึ่งเป็นระบบนิเวศที่มีองค์ประกอบหลากหลายมากมายและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งหนือและใต้ผิวดิน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพและอินทรียสารในดิน อันเป็นกลไกการติดตามตรวจสอบหลัก

แหล่งสะสมที่ตรวจวัดง่ายที่สุด คือ มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ของต้นไม้และพืชพรรณทั้งหมด มวลชีวภาพเหนือพื้นดินประกอบด้วยต้นไม้ทั้งหมด กิ่งไม้ ใบไม้ของต้นไม้ที่มีชีวิต ไม้เลื้อย ไม้เถาว์ และไม้ยืดเกาะ รวมถึงไม้ล้มลุกพื้นล่าง ในการสำรวจบางครั้ง ต้นไม้ล้มตาย ซากไม้ขอนไม้ใหญ่ รวมถึงชั้นของซากพืชที่ทับถมอยู่ ถูกรวมไว้ในการคำนวณมวลชีวภาพด้วย ในการสำรวจบางครั้ง สิ่งเหล่านี้ถูกพิจารณาแยกต่างหาก เป็นแหล่งสะสมซากอินทรียสาร ในทางปฏิบัติปริมาตรเนื้อไม้ต่อเฮกตาร์ถูกใช้เป็นค่าตัวแทนเพื่อทดสอบปัจจัยเปลี่ยนในแต่ละท้องถิ่น

มวลชีวภาพใต้ดินประกอบด้วยรากไม้ที่ยังมีชีวิตและที่ตายแล้ว สัตว์ในดินขนาดกลาง และกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก มีแหล่งสะสมอินทรีย์คาร์บอนขนาดใหญ่ในฮิวมัส (อินทรีย์คาร์บอนในดิน SOC) หลายรูปแบบ รูปแบบอื่นๆของคาร์บอนในดินคือ ถ่านจากการถูกไฟเผาและคาร์บอนที่แข็งตัวในรูปของก้อนฮิวมัส - เหล็ก ดินหลายชนิดมีแหล่งย่อยสะสมอนินทรีย์คาร์บอนในดิน (SIC) ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตทั้งอ่อนและแข็ง

แหล่งสะสมคาร์บอนแหล่งใหญ่อีกแหล่ง คือ ผลิตภัณฑ์ป่าไม้ (เนื้อไม้ ผลิตภัณฑ์เปลือกไม้ ผลิตภัณฑ์จากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ เช่น ผลไม้ ยางไม้) และผลผลิตทางการเกษตร (อาหาร เส้นใย พืชอาหารสัตว์ เชื้อเพลิงชีวภาพ) ที่ถูกเก็บเกี่ยวออกไปจากพื้นที่ จากการที่ประเทศไทยประกาศปิดสัมปทานป่าไม้ในปี พ.ศ. 2532 มีผลทำให้การใช้ไม้ในประเทศไทยมีข้อจำกัดมากขึ้น ดังนั้น หากนำเอาผลิตภัณฑ์ไม้มาคิดคำนวณปริมาณคาร์บอนประเทศไทยอาจเสียเปรียบ ส่วนเรื่องผลผลิตทางการเกษตรจะเป็นการกักเก็บคาร์บอนที่ไม่ถาวร เนื่องจากมีการถูกใช้ไปเป็นประโยชน์ในรูปต่างๆอย่างรวดเร็ว

3.15 ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บ (Carbon Stock)

ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งและในสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่ง เช่น การกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้ในรูปมวลชีวภาพ

3.16 การกักเก็บคาร์บอน (Carbon Sequestration)

คาร์บอนที่ถูกกักเก็บเป็นเวลานานหรือ CO2 ที่อยู่ในป่าไม้ ดิน มหาสมุทร หรือใต้ดินในรูปของน้ำมันและก๊าซที่สะสมไว้ชั้นถ่านหิน และแหล่งน้ำเค็มในพื้นดิน (saline aquifers) ตัวอย่าง เช่นการแยกและการกำจัด CO2 จากหญ้าที่เป็นปุ๋ยหรือขบวนการของน้ำมันหรือถ่านหินเพื่อผลิต ส่วนประกอบที่สมบูรณ์ของ (Rich-fraction) ไฮโดรเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ (H2-CO2) และการเอา CO2 จากบรรยากาศโดยตรงโดยผ่านขบวนการการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อน (afforestation) การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า (reforestation) การทำให้มหาสมุทรมีความอุดมสมบูรณ์ (ocean fertilization) และวิธีปฏิบัติทางเกษตรกรรมที่เพิ่มจำนวนคาร์บอนในดิน

3.17 ช่วงเวลาการกักเก็บ (Duration of Sequestration)

การกักเก็บคาร์บอนในป่าและการปกคลุมที่ดินแบบอื่นๆ มีแนวโน้มปล่อยกลับออกไปได้ เพราะคาร์บอนที่อยู่ในระบบนิเวศบกถูกรบกวนและทำลายได้ง่าย เช่น ไฟป่า ศัตรูพืชแพร่ระบาด และการเปลี่ยนแปลงการจัดการ จึงทำให้คาร์บอนที่กักเก็บไว้บางส่วนหรือทั้งหมดกลับเข้าสู่บรรยากาศ นอกเหนือจากที่ปล่อยออกไปแล้ว หากไม่เคยมีการกักเก็บสถานการณ์นี้ตรงข้ามกับกรณีการปล่อยเชื้อเพลิงฟอสซิล เพราะเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สะสมในดินในแต่ละปี จะไม่ถูกปล่อยกลับคืนไปในปีต่อมา

จำเป็นที่จะต้องเข้าใจว่า เหตุผลที่จัดให้เชื้อเพลิงฟอสซิลและป่าไม้ “คาร์บอนถาวร” ไม่ได้อยู่บนข้อตกลงว่า อะตอมคาร์บอนจะคงอยู่ในดินหรือในป่าตลอดไป แต่ผลของการทิ้งช่วงเวลาไป 1 ปี เชื้อเพลิงฟอสซิลที่เผาไหม้ไปจำนวนหนึ่งหรือการตัดไม้ทำลายป่าจำนวนหนึ่ง จะชะลอการปล่อยคาร์บอนจากถังน้ำมันที่จะถูกเผาผลาญหรือจำนวนเฮกตาร์ของป่าไม้ที่จะถูกทำลายในปีต่อๆ มา เมื่อการชดเชยการปล่อยเกิดขึ้นจนสิ้นสุดช่วงเวลา ผลคือการเก็บไว้อย่าง “ถาวร” สมมติให้คาร์บอนแต่ละตันมีเครื่องหมาย ton1 จนถึง tonn และโครงการหลีกเลี่ยงการ

ปล่อย 1 ตัน ในปีที่ 1 ตาราง 3-12 ton1 ถูกปล่อยในปีที่ 1 ในสถานการณ์ฐาน แต่ถูกปล่อยในปีที่ 2 ในสถานการณ์มีโครงการ เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา (ปีที่ n) n ตัน ถูกเผาไปในสถานการณ์ฐาน แต่ n-1 ตันเท่านั้น ถูกเผาไปในสถานการณ์ที่มีโครงการลดปริมาณคาร์บอน ค่าที่เก็บไว้จะไม่ถาวร หรืออีกนัยหนึ่ง การหลีกเลี่ยงการปลดปล่อย 1 ตัน ในปีที่ 1 ทำให้เกิดการปล่อยเพิ่มขึ้นในปีต่อมา ก่อนสิ้นสุดช่วงเวลา เพราะทรัพยากรถูกใช้ไปหรือเพราะผลสะท้อนของราคา

ตารางที่ 3-12 ตัวอย่างค่าการปล่อยที่โยกย้าย

ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	.....ปีที่ n	การปล่อย
				ทั้งหมด (t C)
สถานการณ์ฐาน	ton1	ton 2	ton 3 ..... tonn	n
สถานการณ์ที่มีโครงการลดปริมาณ	ton1	ton 2	ton n-1	n-1

การปล่อยกลับคืนไปได้ของการกักเก็บคาร์บอนชีวภาพแปลว่า ค่าเครดิตของกิจกรรม LULUCF ในการลดการปล่อยเชื้อเพลิงฟอสซิลมีความเสี่ยงที่จะเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศในระยะยาว อาจมีข้อโต้แย้งคือเหตุผลนี้ใช้ได้กับการปลูกป่าที่มีการจัดการเท่านั้น และภายในภาคการปลูกป่า ยังใช้ได้เฉพาะบทบาทในการกักเก็บคาร์บอน (แตกต่างจากการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล) ข้อโต้แย้งนี้ คือ โดยอนุญาตให้ประเทศต่างๆ ปล่อยคาร์บอนจากปริมาณฟอสซิลเข้าสู่แอ่งคาร์บอนที่ว่องไว (ชีวมณฑล + บรรยากาศ) มากขึ้น การเพิ่มปริมาณคาร์บอนชีวภาพ ซึ่งพิธีสารเกียวโตสนับสนุน ในฐานะที่เป็นคาร์บอนชดเชย จะมีความเสี่ยงที่จะกลับคืนสู่บรรยากาศภายหลังโดยการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ (ซึ่งไม่มีปริมาณฟอสซิลคาร์บอน) และลดทางเลือกที่มี ที่จะเลือกใช้ในอนาคตในภาคป่าไม้ เพราะศักยภาพของทางเลือกเหล่านี้ในการดูดซับคาร์บอนจะอิ่มตัว

ในกรณีหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า ผลลัพธ์จะค่อนไปทางการลดการปล่อยคาร์บอนเชื้อเพลิงฟอสซิลมากกว่าการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่า ปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ที่มีอายุมากมีมวลชีวภาพสูง เช่น ป่าไม้เขตร้อนชื้น มักจะไม่ได้มีโอกาสเติบโตใหม่จนโตถึงระดับปัจจุบัน ถ้าป่าไม้เหล่านี้ถูกตัดโค่น ดังนั้น คาร์บอนบางส่วนที่ถูกปล่อยออกไปเพราะการตัดไม้ในพื้นที่เหล่านี้ไปอย่างถาวรไม่แพ้การปล่อยคาร์บอนบรรพชีวินเข้าสู่สิ่งที่เรียกว่า "แอ่งคาร์บอนที่ว่องไวที่สุด" (ได้แก่ คาร์บอนในบรรยากาศ + คาร์บอนในมวลชีวภาพสวนป่า) กิจกรรมของประเทศในภาคผนวก 1 ตามพิธีสารเกียวโต ที่จะชดเชยการปล่อยคาร์บอนเชื้อเพลิงฟอสซิล โดยช่วยประเทศป่าเขตร้อนหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า จึงแยกคาร์บอนให้ห่างจาก "แอ่งที่ว่องไวที่สุด" ในลักษณะเดียวกับหลีกเลี่ยงการปล่อยฟอสซิลคาร์บอน ดังนั้นจึงหลีกเลี่ยงการปล่อยคาร์บอน ซึ่งจะไม่กลับคืนออกไปเช่นเดียวกับการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล

มีความเป็นห่วงเรื่องช่วงเวลาการกักเก็บ เนื่องจากป่าไม้อาจถูกทำลายด้วยสาเหตุ เช่น การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภาวะอากาศผกผันรุนแรง แมลงระบาด โรค และผู้ที่เข้าไปตัดไม้ทำลายป่า เหตุการณ์เหล่านี้อาจปล่อยคาร์บอนทั้งหมดหรือบางส่วนที่มีอยู่ในป่าออกไป ตาราง 3-12 แสดงผลในกรณีหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่าตามสมมติฐาน ในที่นี้ พื้นที่ป่าไม้ที่ถูกถางแต่ละปี สูญเสียมวลชีวภาพจากการตัดไม้ทำลายป่า แม้พื้นที่จะได้รับผลตกทอดกันมา (เหมือนกรณีเชื้อเพลิงฟอสซิลในตาราง 3-12) ทั้งพื้นที่ถูกทำลาย ลดประโยชน์ลงตามลำดับ ตัวอย่างตาราง 3-13 การปล่อยทั้งหมดในสถานการณ์ฐาน

ตารางที่ 3-13 ตัวอย่างผลของการตัดไม้ทำลายป่า ต่อการบรรเทาปัญหาโดยการหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า

	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	การปล่อยทั้งหมด (t C)
จำนวนตันของการปล่อยต่อเฮกตาร์ของป่าที่ถูกตัดโค่น	1.0	0.8	0.5	0.4	
สถานการณ์ฐาน - พื้นที่ป่าที่ถูกตัดโค่น				2.8	
สถานการณ์ที่มีการบรรเทาปัญหา - พื้นที่ป่าที่ถูกตัดโค่น					1.8
พื้นที่ทดแทน					0.6

คือ 2.8 t C ในสถานการณ์ที่มีโครงการ การปล่อยทั้งหมด คือ 2.4 t C หากไม่มีการตัดไม้ทำลายป่าเกิดขึ้น ปริมาณทั้งหมดคงจะเป็น 4 และ 3 t C ตามลำดับ

แนวทางหนึ่งในการคำนวณผลกระทบสุทธิต่อบรรยากาศ คือ แยกการกักเก็บและการปล่อยออกจากกัน ในกรณีนี้จะได้เครดิต 1 ตันเต็มๆ จากทุกๆ ตันของการปล่อยคาร์บอนซึ่งหลีกเลี่ยงได้หรือกักเก็บได้ในปีนั้นๆ แต่ก็มีปริมาณคาร์บอนที่ปล่อยไปจำนวนหนึ่งที่ต้องรับผิดชอบ แนวทางการแยกการปล่อยและกักเก็บ จะต้องได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษในส่วนของพิธีสารเกียวโต เครดิตใดๆ ที่ดึงคาร์บอนออกจากบรรยากาศได้ เช่น การปลูกป่าในที่ที่เคยเป็นป่า มาตรา 3.3 จะต้องทำให้สมดุลโดยทำบัญชีการปล่อยคาร์บอนที่จะเกิดขึ้นไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุใด อีกนัยหนึ่ง เมื่อที่ดินเข้าสู่ระบบบัญชีจะต้องทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบ รวมถึงบัญชีกิจกรรม (เช่น การตัดไม้ทำลายป่า) ซึ่งมิฉะนั้นอาจจะไม่ถูกนับรวมในระบบบัญชีภาระรับผิดชอบคล้ายกันสำหรับกิจกรรมแต่ละโครงการ ถ้าจะหลีกเลี่ยงการปล่อยสู่บรรยากาศที่ไม่ถูกนับ ถ้าได้เครดิตเต็มที่เมื่อกักเก็บคาร์บอน เครดิตจะต้องหมดอายุ ถ้าภายหลังมีการปล่อยคาร์บอนนี้ไป แม้ว่าจะปล่อยหลังจากโครงการสิ้นสุด ถ้าไม่ได้คำนวณขีดจำกัดการปล่อยไว้

3.18 การทำบัญชี (Carbon-Accounting)

การออกแบบระบบการทำบัญชีที่ดีควรที่จะคำนึงถึง ความโปร่งใส (transparency) ความเท่าเทียม (consistent) เปรียบเทียบได้ (comparable) มีความสมบูรณ์ (complete) ความน่าเชื่อถือ (accurate) ตรวจสอบได้ (verified) และมีประสิทธิภาพในการบันทึกและการรายงาน/หรือการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกโดยแหล่งกำเนิดและการดูดซับจากการใช้ที่ดินที่เหมาะสม การเปลี่ยนแปลงที่ดิน กิจกรรมป่าไม้ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับพิธีสาร ข้อมูลเหล่านี้มีความต้องการที่จะให้ทราบในช่วงของพันธกรณีเกียวโต มีแนวทางเสนอ 2 แนวทาง

3.19 ระบบบัญชีแบบคำนวณโดยใช้พื้นที่เป็นฐาน (Area-Based Approach)

จะเริ่มต้นที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในแหล่งสะสมคาร์บอนที่เข้าข่ายพิจารณา ในหน่วยที่ดินตามข้อกำหนดการทำบัญชีเกียวโต แล้วกำหนดหน่วยที่ดินซึ่งมีกิจกรรมที่เข้าข่ายพิจารณาเกิดขึ้น จากนั้นคำนวณการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของปริมาณคาร์บอนบนหน่วยที่ดินเหล่านี้ในช่วงเวลาที่ตกลงกัน แล้วทำการปรับแก้ให้สอดคล้องกับรายละเอียดที่ประเทศต่างๆ ตกลงใช้ เกี่ยวกับตัวเลขฐาน การรั่วไหล ความไม่แน่นอน และช่วงเวลาที่ใช้ ผลลัพธ์ของปริมาณการปล่อยหรือกักเก็บ เป็นผลรวมของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน (หลังปรับแก้แล้ว) บนหน่วยที่ดินทั้งหมด

การเลือกเกณฑ์ตามพื้นที่ คำจำกัดความของกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 3.3 จะมีผลต่อการจัดทำระบบบัญชี ถ้าคำจำกัดความกว้างการตรวจสอบพื้นที่อาจเป็นภูมิภาคใหญ่ที่มีการใช้พื้นที่เหมือนกัน โดยการสุ่มเพื่อยืนยันเป็นครั้งคราวเพื่อเป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมด หากคำจำกัดความแคบและมีกิจกรรมเพิ่มเติมมาก การดูแลฐานข้อมูลของพื้นที่แต่ละแห่งที่กิจกรรมเกิดขึ้นจะเป็นไปไม่ได้สำหรับประเทศส่วนใหญ่ ไม่ควรเลือกการรายงานและเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ห่างไกลกัน การเลือกจึงต้องคำนึงถึงต้นทุนและความเป็นไปได้ แม้ว่าทุกทางเลือกจะเป็นไปได้ทางเทคนิค ความยากง่ายในการปฏิบัติแตกต่างกัน กิจกรรมในประเทศที่เอกชนเป็นเจ้าของโดยจัดการอย่างรับผิดชอบ ระบบที่ให้เจ้าของดำเนินการตรวจวัดและตรวจสอบทุกปีโดยมีการยืนยันจากบุคคลที่สามหรือรัฐบาลน่าจะมีความเป็นไปได้

ผลของการเลือกกิจกรรรมต่อความยากง่ายของการตรวจสอบและรายงานอาจไม่แตกต่างว่าจะมีกิจกรรมมากหรือน้อย ถ้าใช้คำจำกัดความกว้าง เมื่อระบบได้เริ่มมีการตรวจสอบเป็นครั้งคราวทั้งพื้นที่ การเพิ่มเติมกิจกรรมเข้าไปอีกไม่ก่อความยุ่งยาก แต่ถ้าใช้คำนิยามแคบ ความพยายามจะเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ที่ถูกกระทบและจำนวนกิจกรรม ความพยายามที่ต้องการในการตรวจสอบและรายงานจะยังคงเพิ่มขึ้นแม้ทุกส่วนของพื้นที่จะถูกครอบคลุมไปแล้ว

การให้ความยืดหยุ่นกับคำจำกัดความจะกระตุ้นการวิจัยและพัฒนาวิธีใหม่ในการตรวจสอบและยืนยัน ประเทศอาจเลือกใช้คำจำกัดความกว้างในช่วงทดลอง โดยอาจทบทวนได้ในอนาคตตามที่จะระบุ เป็นการกระตุ้นความคิดใหม่ป้องกันการยึดติดกับวิธีการที่อาจไม่เหมาะสม

3.20 ระบบบัญชีแบบคำนวณโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน (Activities-Based Approach)

ระบบบัญชีแบบ "คำนวณโดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน" เริ่มต้นที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนอันเนื่องมาจากกิจกรรม LULUCF ที่กำหนด ขั้นแรก คำนวณผลกระทบต่อปริมาณคาร์บอนของแต่ละกิจกรรมที่พิจารณาต่อหน่วยพื้นที่ ผลกระทบนี้คูณด้วยพื้นที่ซึ่งมีแต่ละกิจกรรมนั้นเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจะตรวจสอบได้น้อยกว่าระบบที่ใช้ที่ดินเป็นฐาน การปรับแก้

อาจทำได้ตามการตัดสินใจเชิงนโยบายของประเทศต่างๆ คำนวณการปล่อยหรือการกักเก็บโดยรวมได้ โดยการบวกค่าที่ได้จากกิจกรรมทั้งหมดที่เข้าข่าย ที่ดินผืนหนึ่งอาจถูกนับซ้ำถ้าเกี่ยวข้องกับกิจกรรมหลายอย่าง การนับซ้ำทำให้ระบบบัญชีคลาดเคลื่อนถ้าผลของกิจกรรมนำมาบวกรวมกันไม่ได้

ระบบบัญชีตามเกณฑ์พื้นที่หรือเกณฑ์กิจกรรม ระบบบัญชีนี้จะส่งผลต่อความยากง่ายในการนำกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 3.4 มาใช้ปฏิบัติ บางประเทศตัดสินใจใช้เกณฑ์ตามพื้นที่ในการจัดกิจกรรมตามมาตรา 3.4 โดยสามารถแจกแจงและติดตามพื้นที่แต่ละแห่งที่เป็นอยู่ ควรเพิ่มการติดตาม การตรวจวัดและรายงานพื้นที่ใหม่จากกิจกรรมเพิ่มเติมเป็นการเพิ่มต้นทุนและความยุ่งยาก ถ้าประเทศนั้นๆ ใช้เกณฑ์ตามกิจกรรมล้วนๆ จะไม่มีความยุ่งยากแต่หากต้องการรายงานผลของกิจกรรมในระดับชาติ จะเกิดความยุ่งยากทั้งด้านเทคนิคและการปฏิบัติ ความจำเป็นในการตรวจสอบพื้นที่เพิ่มเติมจะเพิ่มขึ้นในสัดส่วนเดียวกับจำนวนพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง สิ่งที่ต้องทำเพิ่มอย่างไรก็ตามไม่นับว่ามากเมื่อเทียบกับสิ่งที่ต้องทำเมื่อเริ่มระบบตามมาตรา 3.3 นอกเสียจากจำนวนพื้นที่มากเสียจนเกินความสามารถ

ความแตกต่างระหว่างแนวทางการใช้พื้นที่เป็นฐานควรเริ่มต้นพร้อมกับกิจกรรมหรือตลอดช่วงพันธกรณี ขณะที่แนวทางที่ใช้กิจกรรมเป็นฐานจะเริ่มต้นเมื่อมีกิจกรรมเริ่มต้นหรือเริ่มต้นในช่วงพันธกรณี ถึงแม้ว่าต่อมา แนวทางหนึ่งแนวทางใดสามารถสิ้นสุดเนื่องมาจากการตัดสินใจของกลุ่มอาจจะมีการปรับปรุงแนวทางที่เกี่ยวกับใช้กิจกรรมเป็นฐาน ปริมาณคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมไม่มีการนับ ถึงแม้ว่าจะอยู่ในช่วงพันธกรณี

นอกจากนี้ ประเด็นที่สำคัญคือขอบเขตที่ชัดเจนระหว่างธรรมชาติ (natural phenomena) และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ (Human-induced activities) บางกรณี มีประเด็นนิยามและการทำบัญชีคาร์บอนซึ่งเกี่ยวข้องกับขอบเขตที่ชัดเจนระหว่างปรากฏการณ์ธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ เช่น เมื่อเกิดการสูญเสียป่าไม้เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไฟป่าหรือเหตุการณ์ เช่น ศัตรูพืชระบาด ในกรณีซึ่งเกี่ยวข้องกับที่ดินตามมาตรา 3.3 หรือ 3.4 เมื่อไฟป่าหรือการระบาดของศัตรูพืชเกิดขึ้นในป่า คำถามคือการทำบัญชีควร (ก) ไม่นับทั้งการสูญเสียและการกักเก็บคาร์บอน (ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงสุทธิที่แท้จริงของปริมาณคาร์บอนบนที่ดินนั้น และการแลกเปลี่ยนคาร์บอนกับบรรยากาศในระยะยาว แต่เกิดปัญหาในการทำบัญชีต่อไปสำหรับที่ดินที่ถูกเผา สูญเสียพืชพรรณในที่ดินตามมาตรา 3.3 หรือ 3.4) (ข) นับทั้งการสูญเสียและการกักเก็บคาร์บอน (ซึ่งสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงสุทธิที่แท้จริงของปริมาณคาร์บอนบนที่ดินนั้น และการแลกเปลี่ยนคาร์บอนกับบรรยากาศ แต่เกิดรายการหักลบคาร์บอนเริ่มแรกสำหรับประเทศนั้น) (ค) นับเฉพาะการสูญเสียคาร์บอน (ซึ่งจะทำให้ประเมินค่าการสูญเสียปริมาณคาร์บอนที่แท้จริงสูงเกินจริง ไม่ใช่การแลกเปลี่ยนคาร์บอนกับบรรยากาศ และจะเกิดปัญหาการจัดทำบัญชีในอนาคต) หรือ (ง) นับเฉพาะการกักเก็บคาร์บอน (ซึ่งจะไม่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่แท้จริง และจะไม่ใช่การแลกเปลี่ยนคาร์บอนกับบรรยากาศ และจะเกิดรายการเพิ่มคาร์บอนเข้ามาในบัญชีสำหรับประเทศนั้น)

3.21 ข้อมูลฐานหรือข้อมูลตั้งต้น (Baseline)

ตัวเลขฐานคือสถานการณ์อ้างอิงซึ่งใช้วัดการเปลี่ยนแปลงการปล่อยหรือการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก มีหลายทางเลือกสำหรับตัวเลขฐาน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงปริมาณซึ่งเป็นผลจากกิจกรรม "ที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ" การเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องของระดับกิจกรรมปัจจุบันหรือปี พ.ศ. 2533 การเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เกิดจากการขาดการจัดการที่ดี มาตรฐานการดำเนินงานหรือกรรมวิธีการจัดการมาตรฐานหรืออัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณในปี พ.ศ. 2533

ตัวเลขฐานอาจถูกกำหนดขึ้นในระดับชาติ ภาค หรือโครงการ ตัวเลขฐานของชาติควรพัฒนาจากการวิเคราะห์แนวโน้มและการปฏิบัติงานระดับภาค และมีพื้นฐานจากผลรวมของการวัดจากแปลงควบคุมและแบบจำลอง ตัวเลขฐานของภาคอาจใช้เป็นข้อจำกัดของตัวเลขฐานสำหรับโครงการภายในภาค หากตัวเลขฐานของชาติถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้กระบวนการที่ได้มาตรฐานและยอมรับในระดับนานาชาติ (เช่น โดย COP) การวางแผนสร้างแรงจูงใจแก่เจ้าของที่ดินแต่ละรายเพื่อเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอน อาจเป็นเรื่องนโยบายภายในแต่ละประเทศได้

ตัวเลขฐานไม่จำเป็นต้องได้จากแนวโน้มและการปฏิบัติที่สำรวจพบในประเทศหรือภาคเท่านั้น มาตรฐานการดำเนินงานตามข้อตกลงระหว่างประเทศจะได้รับการเสนอให้เป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างตัวเลขฐานวัตถุประสงค์ที่ Lazarus et al., (1999) ได้อ้างไว้ใน Special Report (IPCC, 200) เช่น การดำเนินกิจการหนึ่งอาจได้รับพิจารณาเป็น "การกระทำการจัดการมาตรฐาน" และตัวเลขฐานอาจถูกกำหนดขึ้นเพื่อสะท้อนถึงระดับการกักเก็บคาร์บอนที่จะเกิดขึ้น หากการกระทำนี้ใช้ปฏิบัติกันทั่วโลก ตัวเลขบวกในบัญชีจะมีขึ้นต่อเมื่อมีการปรับปรุงเมื่อเปรียบเทียบกับผลการใช้การกระทำมาตรฐานเหล่านี้ การนำแนวทางนี้ไปใช้กับภาค LULUCF ยังไม่ชัดเจน เพราะยังไม่มีชุด "การกระทำการจัดการ

มาตรฐาน" ที่ยอมรับเป็นสากล และการกระทำเหล่านั้นอาจจำแนกได้ยาก สำหรับสถานการณ์ที่หลากหลายที่พบในพื้นที่จริง

ตัวเลขฐานอาจปรากฏอยู่ในค่าการปรับแก้ของสมการบัญชี ถ้าประเทศต้องการเช่นนั้น ในสมการแบบใช้ที่ดินเป็นฐาน ตัวเลขฐานการเปลี่ยนแปลงปริมาณ อาจหักลบจากการเปลี่ยนแปลงโดยรวมในปริมาณคาร์บอนในช่วงเวลาที่กำหนดบนที่ดินที่ถูกนับรวมในระบบ ทำนองเดียวกัน ในสมการแบบใช้กิจกรรมเป็นฐาน ตัวเลขพื้นที่ฐานขึ้นกับกิจกรรมที่กระทำอยู่ตามปกติ อาจถูกหักลบจากพื้นที่ทั้งหมดซึ่งมีกิจกรรมเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด นอกจากนั้น ผลกระทบของกิจกรรมต่อหน่วยพื้นที่อาจคำนวณได้โดยเชื่อมโยงกับตัวเลขฐานที่เป็นตัวแทนหากไม่มีกิจกรรมนั้น

คำถามหลักเชิงนโยบาย ในการใช้ตัวเลขฐานที่เหมาะสม คือ

* ระบบบัญชีจะรวมการปรับแก้ผลของปัจจัยที่ไม่ได้มีสาเหตุจากมนุษย์หรือไม่

* ระบบบัญชีจะรวมการปรับแก้ผลของกิจกรรมที่กระทำอยู่ตามปกติหรือไม่

* ระบบบัญชีจะถูกปรับแก้ เพื่อผลของกิจกรรมที่กระทำก่อนปี พ.ศ. 2533 หรือไม่

คำถามเหล่านี้อาจถูกถามต่างกันสำหรับกิจกรรม ARD กิจกรรมตามมาตรา 3.4 และโครงการต่างๆ ระบุให้ทำบัญชีกิจกรรม ARD ในรูปการเปลี่ยนแปลงปริมาณในช่วงเวลาที่กำหนด โดยไม่ต้องอ้างอิงตัวเลขฐานการเปลี่ยนแปลงปริมาณ (แนะนำว่าตัวเลขฐานการปรับแก้อาจเป็นศูนย์สำหรับบัญชีมาตรา 3.3) แต่มาตรา 6 และ 12 บอกว่า ตัวเลขบวกในบัญชีต้องเกิดจากผลประโยชน์ที่ "เพิ่มขึ้น" จากที่เป็นอยู่ นั่นคือใช้ตัวเลขฐาน "การกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ" รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการเหล่านี้อยู่ในบทที่ 5 มาตรา 3.4 บอกให้ COP "ตัดสินใจเกี่ยวกับต้นแบบ สมการ และแนวทางวิธีการ" ในการที่จะรวมกิจกรรมอื่นๆเพิ่มเติม ดังนั้น ประเทศต่างๆต้องตัดสินใจว่า ต้องใช้ตัวเลขฐานหรือไม่ ถ้าต้องใช้ ควรจะคำนวณอย่างไร ถ้าประเทศ ตัดสินใจว่าตัวเลขฐานไม่จำเป็น/ไม่เกี่ยวข้องกับมาตรา 3.4 ก็กำหนดค่าปรับแก้ตัวเลขฐานให้เป็นศูนย์ได้ในสมการบัญชี

ในการคิดคำนวณปริมาณคาร์บอนที่เปลี่ยนแปลงไปนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 จนถึงช่วงพันธกรณี (พ.ศ. 2551 - พ.ศ. 2555) ต้องการหาความแตกต่างระหว่างกิจกรรม LULUCF และปัจจัยอื่นๆ เช่น ความแปรปรวนของธรรมชาติ และผลกระทบโดยตรงจากกิจกรรมของมนุษย์ และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการดำเนินการตามปกติ (Business-as-usual) และกิจกรรมภายในช่วงเวลา พ.ศ. 2533 ของการจัดทำบัญชีคาร์บอนหรือการปล่อย GHG สุทธิ ถ้าข้อมูลฐานมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการรายงานแห่งชาติสำหรับกิจกรรมภายใต้มาตรา 3.4 มีหลายทางเลือกซึ่งเกี่ยวข้องกับ (1) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสะสม/การไหลเวียนซึ่งได้ผลลัพธ์จากการดำเนินการปกติ (2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณ/การไหลเวียนซึ่งได้ผลลัพธ์มาจากระดับของกิจกรรมในปี พ.ศ. 2523 ต่อเนื่อง (3) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสะสม/การไหลเวียนเป็นผลมาจากการขาดการจัดการ (4) การเตรียมค่ามาตรฐาน (benchmark) หรือการจัดการที่ได้มาตรฐาน (5) อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสม/การไหลในเวียนในปี พ.ศ. 2533 ตัวอย่างแรกในสามตัวอย่างเกี่ยวข้องกับการคาดการณ์ สิ่งที่ยากประการหนึ่งของกิจกรรมข้อมูลฐานคือเรื่องการตรวจสอบ

3.22 บัญชีไม่สมดุล (Asymmetric accounting)

การจัดทำบัญชีคาร์บอน ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนสุทธิบนผิวดินในช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2555 การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้วัดได้ด้วยความแม่นยำสูง (โดยไม่ต้องจำแนกต้นเหตุหรือรายละเอียด) จำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้อาจทำให้การวัดใช้ต้นทุนสูง แต่มีวิธีการที่ทำได้อยู่ ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดอยู่ที่การแจกแจงรายละเอียดการวัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในระบบนิเวศบกที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมมนุษย์โดยตรง สามารถใช้การทดลองและการวางแปลงทดสอบคู่ขนานเพื่อจำแนกผลการกระทำของมนุษย์โดยตรง ที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนเปลี่ยนแปลงไปได้ แม้ว่าวิธีการเหล่านี้จะใช้ต้นทุนสูงเมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ แบบจำลองระบบนิเวศก็อาจใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุงเพื่อลดความไม่แน่นอนลง

3.23 การจัดทำบัญชีและรายงาน (Accounting and Reporting Issue)

ระบบบัญชีคาร์บอน เป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีเพื่อเป็นแนวทางที่แน่นอนชัดเจนและโปร่งใสในการบันทึกและรายงานการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อใช้ดำเนินงานตามข้อตกลงภายใต้มาตรา 3 ของพิธีสารเกียวโต ส่วนนี้นำเสนอกรอบการทำบัญชีทั่วไปและอธิบายประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อนำข้อกำหนด LULUCF ของพิธีสารเกียวโตมาใช้ดำเนินการ เรื่องสำคัญๆที่พิจารณา ได้แก่ วิธีหาปริมาณการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ การใช้ขอบเขตการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันและช่วงเวลาการเปลี่ยนแปลงปริมาณ และวิธีจัดการกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์และคลาดเคลื่อน บทต่อไปในรายงานพิเศษนี้ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ผลสืบเนื่องจากประเด็นเหล่านี้

3.24 วัตถุประสงค์ของระบบบัญชี (Objective of and Accounting System)

ตามวัตถุประสงค์ของระบบบัญชีคาร์บอนบันทึกเพื่อสรุปข้อมูล และรายงานปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากแหล่งปลดปล่อยต่างๆ และปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บโดยแหล่งกักเก็บต่างๆ ผ่านทางกิจกรรม LULUCF ในช่วงเวลาที่กำหนดจากระบบบัญชีนี้ ประเทศต่างๆ จะนำเสนอเป็นรูปธรรมได้ว่า กิจกรรม LULUCF ที่นับรวมอยู่ในพิธีสารเกียวโต มีผลต่อการดำเนินงานตามข้อตกลงในการลดการปล่อยมากน้อยแค่ไหน บนพื้นฐานหลักการที่กำหนดในแนวทางรายงานของ UNFCCC สำหรับการสำรวจจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในแต่ละปี ระบบบัญชีที่สมบูรณ์แบบมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อ ดังนี้ : โปร่งใส ต่อเนื่อง เปรียบเทียบได้ครบถ้วนสมบูรณ์ และถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน นอกจากนั้น มาตรา 3 ของพิธีสาร ยังระบุว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนต้องตรวจสอบได้ ยิ่งไปกว่านั้น ข้อจำกัดในทางปฏิบัติยังชี้ว่า จำเป็นต้องพิจารณาประสิทธิภาพของระบบบัญชีดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.25 ความโปร่งใส (Transparency)

ตามแนวทางการจัดทำรายงานการสำรวจจัดทำบัญชีของ UNFCCC ความโปร่งใส หมายถึง ข้อตกลงเบื้องต้นและวิธีการที่ใช้ต้องมีคำอธิบายที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้ข้อมูลสามารถทำซ้ำและประเมินข้อมูลได้ สำหรับระบบการทำบัญชี ความโปร่งใสหมายถึง ข้อมูลที่รายงานไว้ต้องติดตามตรวจสอบย้อนกลับกับข้อมูลพื้นฐาน ตามขั้นตอนที่สมเหตุสมผลที่สรุปข้อมูลได้ เช่น ปริมาณการรั่วไหลของคาร์บอนที่รายงานไว้ คาดประมาณได้โดยวิธีการวัดซึ่งนับรวมแหล่งกักเก็บทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงใช้วิธีการวัดข้อมูลซึ่งเป็นตัวแทนการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนจากแหล่งต่างๆ

3.26 ความต่อเนื่อง (Consistency)

ระบบบัญชีที่สมบูรณ์แบบต้องยึดถือหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการคาร์บอนและลักษณะขององค์กรซึ่งใช้ระบบนี้ มิติของความต่อเนื่องทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วงจรคาร์บอนในพื้นที่แหล่งสะสมคาร์บอน และช่วงเวลา ประเด็นเหล่านี้มีรายละอียดในการทำบัญชีคาร์บอนที่จะกล่าวถึงต่อไป ความต่อเนื่องทางองค์กร หมายถึง ระบบต้องตอบสนองวัตถุประสงค์ที่ทำให้เกิดมีระบบนี้ขึ้นมาตั้งแต่แรก สำหรับเป้าหมายของรายงานพิเศษนี้ วัตถุประสงค์ของการมีระบบบัญชี คือ เพื่อแสดงถึงผลการดำเนินงานตามพิธีสารเกียวโต

3.27 ความสามารถเปรียบเทียบได้ (Comparability)

ระบบบัญชีควรให้ข้อมูลที่เปรียบเทียบได้กับประเทศอื่นๆ และเปรียบเทียบได้ตามช่วงเวลา เนื่องจากวิธีการและระบบข้อมูลอาจแตกต่างกันในแต่ละประเทศและแต่ละช่วงเวลา การเปรียบเทียบเต็มรูปแบบอาจทำได้ยาก อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างในวิธีการและข้อมูล ก็ควรจะเปิดเผยให้รับรู้ทั่วกัน เพื่อให้ตัวเลขต่อเนื่องและเปรียบเทียบกันได้ให้มากที่สุด การเปรียบเทียบอาจต้องใช้มาตรฐานแบบใดแบบหนึ่ง แม้ว่ามาตรฐานนั้นจะไม่มีในระบบบัญชีที่พิธีสารกำหนด แต่แนวทาง IPCC (IPCC, 1997) อาจให้กรอบแนวทางเบื้องต้น

3.28 ความครบถ้วนสมบูรณ์ (Completeness)

ความครบถ้วนสมบูรณ์ หมายถึง การทำบัญชีแหล่งปลดปล่อยและแหล่งกักเก็บที่มีอยู่ทั้งหมด ในระบบบัญชีตามพิธีสารเกียวโต แหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บ "ที่ถูกนับรวม" ถูกระบุไว้ในพิธีสาร

3.29 ความถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน (Accuracy)

ความถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความถูกต้องของตัวเลขที่รายงานในระบบบัญชี การคาดประมาณที่ถูกต้องไม่เอนเอียง ไม่มากเกินไปหรือน้อยเกินไปจากตัวเลขจริง ประเด็นอยู่ที่ความแม่นยำ การคาดประมาณที่แม่นยำมีความผิดพลาดน้อยมากในมาตรฐานที่ยอมรับได้ ความถูกต้องและแม่นยำอาจไม่เกี่ยวกันก็ได้ ระบบอาจถูกต้อง (ไม่เอนเอียง) แต่คาดประมาณตัวเลขไม่แม่นยำ หรือการคาดประมาณที่แม่นยำสูงมากอาจเอนเอียง หากระบบถูกออกแบบมาไม่ดี

3.30 การตรวจสอบได้ (Verifiability)

ระบบบัญชีต้องสามารถให้บุคคลที่สามตรวจสอบตัวเลขที่รายงานได้ การจะให้ตรวจสอบได้นั้น ระบบบัญชีต้องเกิดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูล การวัด และขั้นตอนการทำรายงานที่สมบูรณ์แบบ เช่น การอ้างว่า กิจกรรม LULUCF ที่เกี่ยวข้องกักเก็บคาร์บอนได้จำนวนหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง ควรมีพื้นฐานมาจากข้อมูลที่แท้จริง แบบจำลอง และวิธีคิดคำนวณที่เชื่อถือได้ ที่ตั้งและขนาดที่ดินที่อ้างว่าเกิดการกักเก็บคาร์บอนจะต้องระบุให้ชัดเจน ควรใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการนับซ้ำซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ และใช้ซ้อนทับข้อมูลเพื่อการตรวจสอบ (เช่น ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล) สรุปว่าการอ้างตัวเลขใดๆ ต้องพร้อมและยอมให้ตรวจสอบข้อสงสัยได้

3.31 ประสิทธิภาพ (Efficiency)

ระบบบัญชีมีต้นทุน ยิ่งระบบที่มีความถูกต้อง แม่นยำสูง และตรวจสอบได้ ยิ่งมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาและใช้งานสูงตามไปด้วย ระบบบัญชีที่มีประสิทธิภาพ ทำงานได้ เมื่อค่าใช้จ่ายที่ใช้เพิ่มขึ้นในการเพิ่มความถูกต้อง แม่นยำและการตรวจสอบสูงพอๆ กับประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มขึ้น เมื่อไม่มีทุนพอที่จะพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ก็ควรจะเป็นการพัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในวงเงินที่มีอยู่

3.32 กรอบบัญชีที่พิธีสารกำหนด (Protocol-Specific Accounting Framework)

ส่วนนี้อธิบายแนวทางโครงสร้างการทำบัญชีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปลดปล่อยต่างๆ และการกักเก็บโดยแหล่งกักเก็บต่างๆ จากกิจกรรม LULUCF คำถามเชิงนโยบายที่ประเทศต่างๆ คงอยากถามในการจัดทำระบบบัญชี และอธิบายเปรียบเทียบกฎการทำบัญชีสำหรับกิจกรรม LULUCF ภายใต้พิธีสาร บทต่อๆ ไปเป็นคำตอบสำหรับคำถามสำคัญๆ ในการทำบัญชี

ระบบบัญชีสำหรับกิจกรรม LULUCF ภายใต้พิธีสารเกียวโตจะต้องตอบคำถามหลัก 3 คำถาม คือ

- ระบบบัญชีเกียวโตใช้กับกิจกรรมอะไรบ้าง
- การทำบัญชีจะใช้ที่ดินหรือกิจกรรมเป็นฐาน
- จะนับรวมคาร์บอนอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมเหล่านี้

3.33 กิจกรรมที่ถูกนับรวมในระบบบัญชี (Activities to which the Accounting System Applies)

พิธีสารเกียวโตระบุประเภทของกิจกรรมที่เข้าข่ายไว้ ดังนี้

- การปลูกป่าในที่ที่ไม่เคยเป็นป่า การปลูกป่าในที่ที่เคยเป็นป่า (AR) ที่เกิดขึ้นตั้งแต่ 1 มกราคม 2533 (มาตรา 3.3)
- กิจกรรมเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับดินเกษตรกรรม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ (LULUCF) (มาตรา 3.4)

ตารางที่ 3-14 แสดงสมการการทำบัญชี

ใช้ที่ดินเป็นฐาน		ใช้กิจกรรมเป็นฐาน	
$Q = \sum_{l=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}([S_{ij}(TE) - S_{ij}(TB)] - \sum_{k=1}^{R} A_k$		$Q = \sum_{l=1}^{M} \alpha_{l} L_{l} - \sum_{k=1}^{R} A_k$	
สัญลักษณ์	**นิยาม**	**สัญลักษณ์**	**นิยาม**
Q	ปริมาณการปล่อยคาร์บอนออกไป (ค่าลบ) หรือปริมาณการกักเก็บไว้ (ค่าบวก)	Q	ปริมาณการปล่อยคาร์บอนปล่อยคาร์บอนออกไป (ค่าลบ) หรือปริมาณการกักเก็บไว้ (ค่าบวก)
i	ตัวเลขหน่วยภูมิทัศน์ที่มีกิจกรรม LUCF ในระบบบัญชีเกียวโต	l	ตัวเลขกิจกรรม
j	ตัวเลขแอ่งคาร์บอน (เช่น มวลชีวภาพเหนือดิน มวลชีวภาพใต้ดิน	k	ตัวเลขการปรับแก้
k	ตัวเลขการปรับแก้	M	ตัวเลขจำนวนทั้งหมดของกิจกรรมในระบบบัญชีเกียวโต

M	ตัวเลขจำนวนทั้งหมดของหน่วยภูมิทัศน์ในระบบบัญชีเกียวโต
N	ตัวเลขจำนวนทั้งหมดของแอ่งคาร์บอนในระบบบัญชีเกียวโต
R	ตัวเลขจำนวนทั้งหมดของการปรับแก้ที่ใช้ในระบบบัญชีเกียวโต
TE	ปีสิ้นสุดของช่วงเวลาที่ตกลงกัน
TB	ปีเริ่มต้นของช่วงเวลาที่ตกลงกัน
Sij(t)	ปริมาณคาร์บอน บนหน่วยภูมิทัศน์ i, ในแอ่ง j, ในปี t
AK	การปรับแก้ k หากมี เช่น ค่าพื้นฐาน การรั่วไหลความคลาดเคลื่อน

Li	พื้นที่ที่ใช้ทำกิจกรรม i
Ai	การปล่อยคาร์บอน หรือการกักเก็บคาร์บอนต่อหน่วยพื้นที่ จากกิจกรรม I
R	ตัวเลขจำนวนทั้งหมดของการปรับแก้ที่ใช้ในระบบบัญชีเกียวโต
Ak	การปรับแก้ k หากมี เช่น ค่าพื้นฐาน การรั่วไหลความคลาดเคลื่อน

- โครงการที่มุ่งจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งปลดปล่อยต่างๆ และเพิ่มการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกโดยแหล่งกักเก็บต่างๆ (มาตรา 6 และมาตรา 12)

3.34 กฎการทำบัญชีสำหรับพิธีสาร (Illustrative Accounting Rules for the Protocol)

กฎทั่วไปที่อธิบายใช้กับกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ซึ่งนับรวมในบัญชีเกียวโต หรืออาจนับรวมเพราะประเทศต่างๆ ตัดสินใจก็ได้ โดยเขียนเป็นสมการได้ ในตารางที่ 3-14

กฎการทำบัญชีที่ใช้ตามมาตรา 3.3 และ 3.4 ไม่จำเป็นต้องเหมือนกัน เช่น ประเทศต่างๆ อาจตกลงใจใช้ระบบบัญชีแบบใช้ที่ดินเป็นฐาน สำหรับกิจกรรม ARD และใช้ระบบบัญชีแบบใช้กิจกรรมเป็นฐานกับกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 3.4 และประเทศต่างๆ อาจตัดสินใจใช้แนวทางต่างกันในการกำหนดตัวเลขฐานสำหรับกิจกรรม ARD และโครงการเพิ่มเติม

ถ้าตัดสินใจใช้กฎการทำบัญชีต่างกัน สำหรับกิจกรรม AR และกิจกรรมในมาตรา 3.4 อาจต้องมีกฎการตัดสินใจ ซึ่งกำหนดว่า กฎการทำบัญชีแบบไหนใช้กับที่ดินที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทั้งสองกลุ่มตลอดเวลา เช่น กฎการทำบัญชีชุดหนึ่งอาจเหมาะสมกว่า ทั้งๆ ที่ใช้ได้ทั้งสองชุด ถ้าการจัดการวัสดุที่เก็บเกี่ยว ถูกนับว่าเป็นกิจกรรมเพิ่มเติมในมาตรา 3.4 อาจจำเป็นต้องตัดการเปลี่ยนแปลงในแอ่งนี้ออกจากบัญชีกิจกรรมอื่นๆ ตามมาตรา 3.3 หรือ 3.4 เพื่อหลีกเลี่ยงการนับซ้ำที่อาจเกิดขึ้นได้

3.35 การทำบัญชีภายใต้พิธีสารเกียวโต เปรียบเทียบกับการทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบ (Accounting Under the Kyoto Protocol Compared to Full Carbon Accounting)

คำว่า "การทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบ" อาจใช้กับการทำบัญชีที่สมบูรณ์สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในแอ่งคาร์บอนทั้งหมด ในหน่วยภูมิทัศน์ และในช่วงเวลาที่กำหนดใน Special Report (IPCC, 2000) กล่าวว่า "การทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบ" หมายถึง การทำบัญชีที่สมบูรณ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณในแอ่งคาร์บอนทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ในหน่วยภูมิทัศน์ลักษณะหนึ่ง ในช่วงเวลาที่กำหนด เมื่อตั้งใจจะครอบคลุมภูมิทัศน์และ/หรือช่วงเวลาใด ก็ให้อธิบายให้ชัดเจน แอ่งคาร์บอน (เช่น ผลิตภัณฑ์ป่าไม้) อาจสัมพันธ์กับหน่วยภูมิทัศน์โดยไม่ได้อยู่ในที่นั้นเลย การตัดสินใจจะนับรวมแอ่งผลิตภัณฑ์ไม้เหล่านี้หรือไม่

กฎการทำบัญชีแบบใช้ที่ดินเป็นฐาน สามารถนับรวมคาร์บอนทั้งหมดในแอ่ง ในหน่วยภูมิทัศน์ และในช่วงเวลา ในกรณีพิเศษซึ่งผลรวมทั้งหมดครอบคลุมแอ่งคาร์บอนทั้งหมด หน่วยภูมิทัศน์ทั้งหมด และช่วงเวลาที่ตกลงกันขยายไปถึงในอนาคตด้วย แต่พิธีสารเกียวโตกำหนดว่า การทำบัญชีจำกัดอยู่กับกิจกรรมที่ "มีสาเหตุจากมนุษย์" การทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบในแอ่งและในเวลาที่กำหนดใช้กับหน่วยภูมิทัศน์ที่เข้าข่ายที่ดินเกียวโต ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์

3.36 ความไม่แน่นอนในการทำบัญชี (Accounting for Uncertainty)

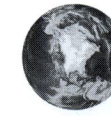
ความไม่แน่นอนในการทำบัญชีกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้ รวมถึงการวัดความไม่แน่นอนในการระบุและคำนวณตัวเลขฐานด้วย (เมื่อถูกนำมาใช้) และความไม่แน่นอนสัมพันธ์กับการตีความตามข้อกำหนดของพิธีสาร รวมทั้งนิยามคำสำคัญๆ ส่วนนี้อธิบายโดยย่อถึงทางเลือกในการรวมความไม่แน่นอนเข้าไว้ในกรอบการทำบัญชีการปล่อยและการกักเก็บ GHG ทั้งหมด ภายใต้พิธีสารเกียวโต จะขึ้นกับความไม่แน่นอนในหลายระดับ แหล่งปล่อยแพร่กระจาย เป็นต้น ประสบปัญหาในการวัด เช่นเดียวกับกิจกรรม LULUCF ความไม่แน่นอนเข้าสู่ระบบบัญชีได้หลายทางภายใต้กรอบการทำบัญชีที่ยอมรับสำหรับ LULUCF และเป็นส่วนหนึ่งของตัวเลขฐานสำหรับพิธีสารเกียวโต ความคลาดเคลื่อนในระบบและโดยทั่วไปจะปรากฏในตัวเลขฐานการปลดปล่อยปี พ.ศ. 2533 และบัญชีการปล่อยในช่วงเวลาที่กำหนด ตราบใดที่วิธีการที่ใช้ในการคำนวณการปล่อยสม่ำเสมอ ทั้งสองช่วงเวลา แนวโน้มที่จะเพิ่มความเอนเอียงเข้าสู่ระบบบัญชีจะลดน้อยลง กิจกรรม LULUCF ที่ประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 ได้เครดิต จะเข้าสู่ระบบเป็นเครดิตในช่วงเวลาที่กำหนดสำหรับประเทศในภาคผนวก 1 ส่วนมาก ผลคือความคลาดเคลื่อนในระบบไม่ถูกชดเชยโดยการหักลบความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาฐาน ทำนองเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงวิธีการวัดจะมีผลต่อการปล่อยสุทธิในช่วงเวลาที่กำหนด โดยไม่มีการชดเชยการเปลี่ยนแปลงตัวเลขฐานการปลดปล่อย (และปริมาณที่ระบุภายใต้พิธีสารเกียวโต)

อาจใช้สูตรการคิดคำนวณ ปรับแก้ขีดจำกัดของข้อมูลและความไม่แน่นอนได้ เช่น อาจใช้การคาดประมาณคาร์บอนโดยคิดรวมแอ่งทุกแอ่งที่คาดว่าจะลดปริมาณคาร์บอนได้ และเลือกเฉพาะแอ่งที่คาดว่าจะเพิ่มปริมาณคาร์บอนได้ แอ่งที่ผ่านการวัดและติดตามตรวจสอบเท่านั้นที่จะใช้อ้างผลประโยชน์ได้ ทำนองเดียวกัน การวัด ความไม่แน่นอน อาจถูกนับรวม โดยการปรับแก้ค่าการปล่อย บนพื้นฐานความไม่แน่นอนในการคำนวณนี้ ในทิศทางซึ่งจะคำนวณค่าการกักเก็บน้อยเกินไป และค่าการปล่อยมากเกินไป แนวทางนี้ให้แรงจูงใจที่จะลดความไม่แน่นอนลง หากคุ้มทุนและผลตอบแทน แต่การตรวจสอบแอ่งคาร์บอนที่ไม่มีผลต่อสมดุลคาร์บอน จะไม่ใช้ต้นทุนสูงนัก

3.37 กิจกรรมและโครงการ (Activities and Projects)

โครงการหรือแผนงานซึ่งรวมกิจกรรมหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิด ที่มุ่งจะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือเพิ่มการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกใน LULUCF และภาคกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง โครงการถูกกำหนดตามที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ช่วงเวลา และกรอบองค์กร เพื่อให้ติดตามตรวจสอบผลจากก๊าซเรือนกระจกได้ ประเทศต่างๆ มีอิสระที่จะเลือกโครงการที่อยากจะรายงานตามมาตรา 6 และ 12 ซึ่งระบุว่า ผลของกิจกรรม AR จะต้องถูกรายงาน ทุกแห่งที่มีกิจกรรมเกิดขึ้นภายในประเทศ แนวทางการรายงานกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 3.4 จะต้องผ่านการพิจารณาของ COP

มีความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างโครงการในมาตรา 6 และกิจกรรมในมาตรา 3 มาตรา 3.11 ระบุให้ประเทศต่างๆที่มีโครงการในมาตรา 6 ใช้หน่วยลดการปล่อยทั้งหมด (ERUs) ที่ถ่ายโอนให้ประเทศอื่นๆ หักลบจากปริมาณที่รับผิดชอบได้ ถ้าโครงการในมาตรา 6 ในภาค LULUCF ไม่ได้มีเพียงกิจกรรมในมาตรา 3.3 หรือ 3.4 เท่านั้น ประเทศซึ่งโครงการนั้นไปตั้งอยู่จะไม่สามารถทำการปรับแก้ตัวเลขที่รับผิดชอบตามหน่วยลดการปล่อยทั้งหมด (ERUs) ที่ถ่ายโอนโดยโครงการ นอกจาก



นั้นเนื่องจากโครงการในมาตรา 6 จะต้องทำการลดหรือทำการกักเก็บ "เพิ่มเติม" จากที่ทำอยู่ กิจกรรมตามมาตรา 3.3 หรือ 3.4 ที่ใช้ในโครงการเหล่านั้นต้องมีความพิเศษกว่าปกติด้วย

ความไม่ชัดเจนว่ากิจกรรมใดบ้างเข้าข่ายมาตรา 3.3 หรือ 3.4 จะก่อให้เกิดคำถามสำคัญๆ ระบบตรวจสอบสากลจะต้องเปิดโอกาสให้มีการตรวจสอบปริมาณการลดลงในส่วนที่ไม่ได้รายงาน แต่อาจจะมีความยุ่งยากในการบ่งชี้ว่าการลดลงนี้เกิดจากกิจกรรมที่เข้าข่ายหรือไม่ รัฐและเอกชนมีแรงจูงใจที่จะรายงานกิจกรรมที่เพิ่มการกักเก็บมากกว่าจะรายงานกิจกรรมที่เพิ่มการปล่อย การกักเก็บเป็นผลงานที่พึงประสงค์ ขณะที่การปล่อยเป็นผลงานที่ไม่น่าพึงพอใจ ปัจจัยนี้อาจทำให้ประเทศต่างๆ แก้ไขความไม่ชัดเจนในเรื่องที่ว่ากิจกรรมใดบ้างเข้าข่ายโดยรายงานกิจกรรมที่มีผลกักเก็บให้มากๆ และรายงานกิจกรรมที่มีผลปลดปล่อยน้อยกว่าที่มี เพื่อปฏิบัติตามข้อตกลง ประเทศต่างๆ อาจใช้กฎที่ว่า การลดปริมาณลงเกิดจากกิจกรรมที่เข้าข่ายและการเพิ่มปริมาณไม่ได้เกิดจากกิจกรรมเหล่านั้น หากไม่นำเสนอให้เห็นชัดเจนอีกทางหนึ่ง สำหรับแต่ละกิจกรรมประเทศต่างๆ อาจต้องอธิบายให้ชัดแจ้ง ติดตามตรวจสอบและรายงานฐานที่ดินซึ่งกิจกรรมจะเกิดขึ้นได้ และต้องรายงานทั้งการเพิ่มขึ้นและการลดลงที่เกิดขึ้นบนฐานที่ดินเหล่านี้

3.38 ระยะเวลาของช่วงเวลาตามพันธกรณี (Timing of Commitment Period)

ระยะเวลาของช่วงเวลาตามข้อตกลง มีเวลา 17 ปี ระหว่างสิ้นปีฐาน (พ.ศ. 2533) ถึงต้นปีแรกของช่วงเวลาแรกตามข้อตกลง (คือปี พ.ศ. 2551) แม้ว่ากิจกรรม LULUCF ใดๆ ที่เกี่ยวข้อง เกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลานี้ จะถูกนำเข้ามาสู่ระบบบัญชีเกียวโต ผลของกิจกรรมเหล่านั้นถูกตีกรอบให้เป็นผลกระทบต่อปริมาณคาร์บอนในช่วงปี พ.ศ. 2551 - 2555 ตามข้อตกลง สถานการณ์นี้ทำให้เกิดความเป็นไปได้ที่ประเทศหนึ่งจะนำปริมาณคาร์บอนก่อนช่วงเวลาที่ตกลงกัน (เช่น จากการถางป่า) และต่อมาเป็นค่าบวกสำหรับการสะสมคาร์บอนระหว่างช่วงเวลาแรกและช่วงเวลาในอนาคตที่ตกลงกัน บนป่าไม้ที่เกิดขึ้นหลังปี ในทางกลับกัน สำหรับที่ดินที่ปลูกป่าหลังปี พ.ศ. 2533 และทำไม้ในช่วงเวลาที่กำหนดค่าลบจากปริมาณที่ลดลงอาจสูงกว่าค่าบวกที่ได้ เพราะปริมาณที่เพิ่มขึ้นก่อนปี พ.ศ. 2551 จะไม่ถูกนับรวมในบัญชี

3.39 ความถาวรในการลดการปล่อย GHG (Permanence)

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน (เช่น การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี) ประสิทธิภาพในการลด และการตรวจวัด มีความชัดเจนและเป็นการลดที่แน่นอน (ถาวร) ในขณะที่กิจกรรม LULUCF มีความเป็นไปได้ว่าการดูดซับคาร์บอนอาจจะไม่ถาวร (เช่นในการตัดไม้ออก)

3.40 ขอบเขตของระบบ (System Boundary)

ขอบเขตที่กำหนดขึ้นเพื่อจำกัดวงของกิจกรรมและโครงการ LULUCF อาจมีอิทธิพลต่อเครดิตที่ได้จากกิจกรรมและมูลค่าที่แท้จริงในการหลีกเลี่ยงระดับอันตรายของก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศ ขอบเขตและประเด็นอื่นๆ ของการทำบัญชีคาร์บอนอาจมีผลต่อการตัดสินใจจัดสรรเงินทุนเพื่อการบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน ระหว่างภาคพลังงานและ LULUCF และระหว่างกิจกรรมประเภทต่างๆ ภายในภาค LULUCF

3.41 การรั่วไหล (Leakage)

การรั่วไหล หมายถึง ผลกระทบทางอ้อมที่กิจกรรม LULUCF ที่ตั้งเป้าไว้ ในที่ใดที่หนึ่ง ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง มีต่อการกักเก็บคาร์บอนในอีกที่หนึ่งหรืออีกช่วงเวลาหนึ่ง ถึงแม้คำว่า "การรั่วไหล" จะฟังดูแล้วเป็นการเล็ดลอดออกไปของคาร์บอนจำนวนน้อยๆ และในภาวะผิดปกติ (เช่น น้ำไหลหยดออกจากท่อรั่ว) การรั่วไหลอาจรวมถึง การไหลออกของคาร์บอนในปริมาณมากและสม่ำเสมอ คำว่า "การรั่วไหล" ที่ถูกใช้ในการทำบัญชีแบบใช้โครงการเป็นฐาน หมายถึง ผลกระทบภายนอกขอบเขตโครงการ แต่การรั่วไหลอาจเกิดข้ามขอบเขตระบบต่างๆ ด้วย เช่น การกระทำเพื่อลดการตัดไม้ในประเทศกลุ่มที่ 1 เพื่อลดการปลดปล่อยที่รายงานไว้ตามมาตรา 3.3 และ 3.4 อาจมีผลต่อการรั่วไหลหากการทำไม้ลดลงในประเทศกลุ่มที่ 1 นำไปสู่การตัดไม้ทำลายป่าเพิ่มขึ้นในประเทศนอกกลุ่มภาคผนวก 1 ภาวะเช่นนี้อาจเพิ่มมากขึ้นถ้าประเทศเขตร้อนซึ่งมีอัตราการตัดไม้ทำลายป่าสูงเข้าร่วมกับประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 ทำนองเดียวกัน ประโยชน์ของการลดปริมาณการทำไม้อาจรั่วไหลภายในกลุ่มประเทศภาคผนวก 1 เนื่องจากการเร่งเพิ่มกิจกรรมที่ไม่ถูกนับรวมในระบบบัญชีเกียวโต เช่น การทำไม้ในพื้นที่ที่ยังคงเป็นป่าไม้แต่ไม่เข้าข่ายมาตรา 3.3 และ 3.4 แนวโน้มการรั่วไหลอาจไม่ใช่อุปสรรคสำหรับกิจกรรม LULUCF เสมอไป ถ้าไม่มีการป้องกันผลเสียหรือมีการคำนวณผลเสียและหักลบจากตัวเลขคาร์บอนของกิจกรรม อย่างไรก็ตาม

อาจมีการให้เครดิตถ้าเกิดประโยชน์สูงมาก และการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิอาจสูงกว่าระดับที่ตั้งเป้าหมายไว้ แม้ว่า "การรั่วไหล" จะมีผลเสีย แต่บางกรณีอาจเกิดผลดีนอกพื้นที่โครงการ เช่น เมื่อผลสาธิตจากโครงการบรรเทาปัญหา นำไปสู่การเพิ่มกิจกรรมภายนอกขอบเขตโครงการ การรั่วไหลไม่ได้เกิดเฉพาะกับ LULUCF รายงานพิเศษนี้บอกว่า อาจเกิดกับการบรรเทาปัญหาในภาคพลังงานได้

การรั่วไหลอาจเกิดขึ้นจากกลไกต่างๆ มากมาย เช่น การโยกย้ายกิจกรรม การเปลี่ยนอุปสงค์ และการแข่งขันการลงทุน การโยกย้ายกิจกรรมอาจเกิดขึ้น เช่น ถ้าปลูกสร้างสวนป่าในที่แห่งหนึ่ง และผู้คนที่เคยอาศัยอยู่ก่อนในที่นั้นถูกโยกย้ายออกไป และยังคงไปถางป่าในที่อื่นๆ การรั่วไหลเช่นนี้อาจเกิดขึ้นข้ามพรมแดนประเทศก็ได้ ตัวอย่างหนึ่งคือ การปิดป่าในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2532 กิจกรรมการทำไม้ที่เคยเกิดขึ้นมากในประเทศไทยย้ายไปทำในประเทศเมียนมาร์และกัมพูชาแทน ผลคล้ายกันนี้เกิดจากการห้ามทำไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ใน 18 จังหวัดของสาธารณรัฐประชาชนจีน อุปสงค์ถูกชดเชยด้วยการเพิ่มการทำไม้ในประเทศอื่นทั่วเอเชียและไกลกว่านั้น

นอกจากการรั่วไหลในพื้นที่ที่เห็นได้ชัดเจน ยังมีการรั่วซึมเกิดขึ้นผ่านตลาดโลก การเปลี่ยนอุปสงค์เกิดขึ้นเมื่อโครงการคุ้มครองป่าไม้หรือการจัดการป่าไม้ลดอุปทานผลิตภัณฑ์ไม้ในตลาด ทำให้เกิดการเพิ่มการทำไม้ในที่อื่นๆ เพื่อตอบสนองอุปสงค์สำหรับผลิตภัณฑ์เหล่านั้น การรั่วไหลอาจเกิดจากการโยกย้ายอุปทาน เช่น สวนป่าซึ่งได้รับเงินสนับสนุน เพราะเป็นกิจกรรมทางเลือกแก้ปัญหาโลกร้อน อาจมีผลดีลดลง เมื่อผลิตภัณฑ์ไม้ที่ได้จากสวนป่าชดเชยผลิตภัณฑ์ที่อาจได้จากที่อื่นๆ หรือเมื่อผลผลิตจากสวนป่าที่ได้รับเงินสนับสนุนทำให้ราคาไม้ที่ผลิตจากสวนป่าตกลง และไม้ในสวนป่าที่ไม่ได้รับเงินสนับสนุนถูกตัดโค่นเปลี่ยนไปเป็นทุ่งหญ้าหรือการใช้ที่ดินอื่นที่มีมวลชีวภาพต่ำ

การเปลี่ยนแปลงนโยบายระดับชาติและนานาชาติ อาจทำให้เกิดการรั่วไหลได้ เช่น เมื่อรัฐบาลเปลี่ยนนโยบายลดการปลดปล่อยรวมทั้งหมดของประเทศ แต่การปลดปล่อยย้ายไปเกิดขึ้นที่ประเทศอื่น การรั่วไหลชนิดนี้เป็นปัญหาต่อเมื่อกิจกรรม LULUCF ถูกโยกย้ายไปประเทศที่ไม่มีการสำรวจจัดทำบัญชีการปลดปล่อยและกักเก็บ (ในกลุ่มภาคผนวก 1) เช่น นักวิเคราะห์สหรัฐประเมินว่า สถานการณ์การลดการทำไม้ของประเทศลง 21 % ในช่วงปี พ.ศ. 2543 - 2583 จะนำไปสู่การเพิ่มการนำไม้เข้าจากประเทศอื่นๆ ผลกระทบสุทธิขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการทำไม้ที่นำเข้า เทียบกับการทำไม้ในสหรัฐซึ่งไม้เหล่านั้นถูกนำเข้ามาทดแทน ถ้าการทำไม้ย้ายไปที่แคนาดา ตัวเลขการปลดปล่อยอาจปรากฏในบัญชีแห่งชาติของแคนาดา ทำให้ต้องหามาตรการบรรเทาปัญหา แต่ถ้าการทำไม้ย้ายไปที่ประเทศซึ่งไม่มีบัญชีคาร์บอนอาจถูกปลดปล่อยออกไปโดยไม่มีการคำนวณนับ

การรั่วไหลเป็นผลอย่างหนึ่งของกิจกรรม ARD ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ด้วยการกำหนดนิยาม การปลูกป่าโครงการใหญ่ๆ จะทำให้เกิดผลนอกพื้นที่ โดยเฉพาะถ้าป่าปลูกใหม่สร้างอุปทานไม้ในตลาดอุปทานไม้ที่เพิ่มขึ้นในตลาดโลกจะทำให้ราคาไม้ลดลง เมื่อเทียบกับเมื่อยังไม่มีการปลูกป่า การที่ราคาไม้ลดลงนี้จะลดผลกำไรจากการทำไม้ในที่อื่นๆ (Adams et al., 1993; IEA GHG R&D, 1999) ดังนั้นการลดโครงการปลูกป่าอาจเกิดผลเสีย แม้จะเกิดขึ้นในกลุ่มประเทศภาคผนวก ข แต่ก็ถูกนับรวมในการปรับแก้ตัวเลขเป้าหมายของประเทศเหล่านี้ ผลใดๆ ที่เกิดขึ้นในประเทศนอกกลุ่มภาคผนวก ข จะไม่ถูกนับและไม่ได้รับการป้องกัน ถ้าราคาไม้ที่ลดลง ทำให้การทำไม้จากป่าที่มีอยู่ลดลงด้วย ก็จะเป็นผลดีต่อราคาไม้และเป็นผลดีต่อบรรยากาศด้วย ถ้ามาตรา 3.4 ต้องเพิ่มปริมาณคาร์บอนในป่าไม้ที่มีอยู่ อาจมีผลทำให้มีการลดระดับการทำไม้และหักลบผลการรั่วไหลจากการปลูกป่า

เมื่อการทำบัญชีมีขนาดใหญ่ขึ้น ข้อผิดพลาดจากการรั่วไหลจะลดความสำคัญลง เช่น ถ้าทำบัญชีบนพื้นฐานการเปลี่ยนระดับปริมาณคาร์บอนที่ตรวจวัดได้ในระดับชาติ ข้อมูลจะครอบคลุมการรั่วไหลระหว่างแหล่งต่างๆ ภายในประเทศ แต่ถ้าบัญชีของชาติมองข้ามกิจกรรม LULUCF บางอย่างในประเทศและผลโดยอ้อมข้ามประเทศ การรั่วไหลยังคงเป็นปัจจัยสำคัญ

กิจกรรมระดับแผนงานมักมีการรั่วไหลน้อยกว่าโครงการ ซึ่งมีกรอบพื้นที่ เวลา และกิจกรรม ที่ตายตัว เช่น การกำหนดนโยบายกว้างๆ มีอิทธิพลต่ออัตราการตัดไม้ทำลายป่ามากกว่าการลงไปปฏิบัติจริงในพื้นที่เล็กๆ ในประเทศเขตร้อนซึ่งมีพื้นที่เป็นป่าไม้อยู่มาก การลดการตัดไม้ทำลายป่ามีผลดีต่อภูมิอากาศมากกว่าการกระทำอื่นๆ ด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการป่าไม้ การลดการตัดไม้ทำลายป่ายังมีผลดีตามมาด้วยอีกมากมาย เช่น การรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่ลุ่มน้ำ และวัฏจักรน้ำ นอกจากนั้น การคำนวณผลโดยตรงของแผนงานยังยากกว่าการคำนวณผลโดยตรงของกิจกรรมแต่ละอย่างมาก จะต้องใช้แนวทางการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นคำนวณค่าที่คาดหวังของโครงการต่างๆ ภายใต้แนวทางนี้ จะต้องคูณค่าที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์แต่ละตัว ด้วยความน่าจะเป็นที่ผลลัพธ์นั้นจะเกิดขึ้น เช่น เนื่องจากผลกำไรที่มีแนวโน้มจะได้รับแตกต่างกันมาก การลงทุนในการหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า แทนที่

จะปลูกป่าโดยไม่มีผลกระทบ อาจเป็นผลดี แม้จะมีความเป็นไปได้ต่ำที่จะประสบความสำเร็จในการหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า แนวทางที่เหมาะสมคงต้องรวมการปฏิรูปนโยบายและกิจกรรมเฉพาะที่เข้าด้วยกัน

ถ้าต้องปรับแก้บัญชีเพราะมีการรั่วไหล จะต้องคาดประมาณปริมาณคาร์บอนที่ได้ และสูญสียไปโดยกลไกแต่ละอย่างที่อาจเกิดขึ้น และตัวเลขคาร์บอนบวกในบัญชีต้องถูกหักลบลงด้วย เนื่องจากจะมีความคลาดเคลื่อนในการคำนวณปริมาณการรั่วไหลอย่างแน่นอน จึงต้องมีการปรับแก้ตัวเลขคาร์บอนบวกในบัญชี เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้อง

3.42 กิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์โดยตรง (Direct human-induced)

รายงานเรื่องการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ (IPCC, 2000) "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" หมายถึงกิจกรรมภาคการป่าไม้ หรือการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนซึ่งเป็นผลจากกิจกรรมภาคการป่าไม้ (ARD)

ยังมีความไม่ชัดเจนของคำนิยามดังกล่าว มีข้อเสนอแนะคำนิยาม "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" ว่าอาจเกิดจาก

1. การเปลี่ยนแปลงใดใดก็ตามในพืชพันธุ์ ที่เป็นผลจากการตัดสินใจโดยผู้จัดการที่ดินที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2. กิจกรรมภาคการป่าไม้ที่เกิดบนที่ดินบางประเภท เช่น ที่ดินที่มีการจัดการจะ "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" เสมอ และกิจกรรมที่เกิดบนพื้นที่ที่เหลืออื่นๆ เช่น ที่ดินที่ไม่ได้ถูกจัดการ (ไม่มีอิทธิพลของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้อง) สำหรับ "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" โดยจะมีข้อยกเว้น 2 ประการคือ

2.1 พื้นที่ใดก็ตามที่มีการปรับสภาพกลายเป็นป่า (AR) โดยไม่มีการจัดการ ประเทศนั้นสามารถที่จะเสนอรับเครดิตได้โดยต้องรับภาระในการพิสูจน์ว่า "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" พื้นที่ดังกล่าวจัดว่าเป็นพื้นที่ที่มีการจัดการ

2.2 ถ้าการเติบโตของป่าไม้ (Forest generation) ไม่ได้มีการเกิดขึ้นตามธรรมชาติหลังการถูกทำลาย เช่น ที่ดินที่ถูกจัดการหลังการเกิดพายุเฮอร์ริเคน หรือแผ่นดินถล่ม จึงต้องมีการตัดสินใจว่าการตัดไม้ทำลายป่านี้ "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง" หรือไม่

ในกรณีของการใช้ประโยชน์เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตร การตัดไม้ทำลายป่าควรจะถูกนับว่า "มีสาเหตุเนื่องจากมนุษย์โดยตรง"

3.43 โดยตรง กับโดยอ้อม (Direct - Indirect)

พิธีสารเกียวโตให้ความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้ที่มีสาเหตุจากมนุษย์โดยตรงและโดยอ้อม คำว่า "โดยตรง" ตามหลังคำว่า "มีสาเหตุจากมนุษย์" ในมาตรา 3.3 แต่ในมาตรา 3.4 จะไม่มีคำว่า "โดยตรง" เวลาและระยะทางจะเป็นเครื่องชี้ในการที่จะพิจารณาถึงโดยตรงหรือโดยอ้อม ผลกระทบของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นและไม่ห่างจากพื้นที่ที่กิจกรรมนั้นเกิดจัดว่ามีสาเหตุโดยตรง ถ้าระยะเวลายาวและห่างไกลจากพื้นที่ที่กิจกรรมนั้นเกิดจัดว่ามีสาเหตุโดยอ้อม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับเจตนาและความสามารถที่จะคาดการได้ตัวอย่างเช่นผลกระทบจากการทับถมของปุ๋ยคาร์บอน-ไดออกไซด์หรือไนโตรเจนจากแหล่งที่ห่างไกล (ทางลมหรือทางน้ำ) จัดว่ามีสาเหตุโดยอ้อม

3.44 สาเหตุจากมนุษย์ (Human - Induced)

ปัจจัยหลายอย่างมีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในส่วนของพื้นที่ตามมาตรา 3.4 ในการทำบัญชี อาจเน้นเฉพาะการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน ซึ่งเกิดจากกิจกรรมที่มีสาเหตุจากมนุษย์โดยไม่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ หรือการเปลี่ยนแปลงปริมาณทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำหนด

คาร์บอนหรือไนโตรเจนอาจมีบทบาทสำคัญ หรือการเพิ่มปริมาณอาจเกิดจากการฟื้นคืนสภาพภายหลังการทำไม้เป็นสาเหตุสำคัญก็ได้

3.45 ผลกระทบของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน และการป่าไม้ที่มีสาเหตุจากมนุษย์กับสาเหตุอื่น ๆ ที่มีต่อปริมาณคาร์บอน (Effect of Human-Induced LULUCF Activities versus Other Influences on Carbon Stocks)

ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนในระบบนิเวศบก โดยเน้นที่ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม LULUCF ที่มีสาเหตุจากมนุษย์ และปัจจัยอื่นๆ และทางเลือกต่างๆเกี่ยวกับปัจจัยเหล่านี้ในระบบบัญชี

3.46 กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่มีรายชื่อในภาคผนวก I ในพิธีสารเกียวโต (Annex I Parties)

กลุ่มประเทศอุตสาหกรรมที่อยู่ในภาคผนวกที่ I ของอนุสัญญาฯ เป็นกลุ่มที่มีพันธกรณีในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกให้อยู่ในระดับเดียวกับปี พ.ศ. 2533 ภายในปี พ.ศ. 2543 ตามมาตรา 4.2 (ก) และ (ข) เป็นกลุ่มที่ยอมรับเป้าหมายการปล่อยก๊าซในปี พ.ศ. 2551-2555 ตามมาตรา 3 และภาคผนวก ข ของพิธีสารเกียวโต ประเทศนี้ประกอบไปด้วย 24 ประเทศในกลุ่ม OECD สหภาพยุโรปและอีก 14 ประเทศที่อยู่ระหว่างการปรับโครงสร้างเป็นระบบตลาดเสรี (โครเอเทีย ลิกเตนสไตน์ โมนาโค และสโลวีเนีย ได้เข้าร่วมในการประชุมสมัชชาประเทศภาคีสมัยที่ 3 และประเทศสาธารณรัฐเช็ค และสโลวาเกีย แทนที่ประเทศเช็คโกสโลวาเกีย)

3.47 ประเทศที่ร่ำรวย ซึ่งมีรายชื่ออยู่ในภาคผนวก II ของพิธีสารเกียวโต (Annex II Parties)

เป็นประเทศที่ร่ำรวยที่อยู่ในภาคผนวกที่ II ในอนุสัญญาฯ ที่มีพันธกรณีในการช่วยประเทศกำลังพัฒนาทั้งทางด้านการเงินและเทคโนโลยี ประเทศเหล่านี้ประกอบไปด้วย 24 ประเทศ ใน OECD และสหภาพยุโรป

3.48 ประเทศนอกภาคผนวก I ของพิธีสารเกียวโต (non Annex I Parties)

ประเทศต่างๆ ซึ่งได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการหรือมีส่วนร่วมในความตกลงของ UNFCCC ซึ่งไม่รวมอยู่ใน Annex I ของสนธิสัญญา เป็นประเทศกำลังพัฒนา และไม่มีพันธกรณีในการลดจำนวนการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.49 การอิ่มตัว (Saturation)

ศักยภาพของชีวมณฑลที่จะดูดซับคาร์บอนเพิ่มเติมถูกจำกัดด้วยขนาดของพื้นที่และขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนที่สามารถสะสมอยู่ในต้นพืชและในดินต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้นบางช่วงเวลาการดูดซับปริมาณคาร์บอนสุทธิอาจจะมีขนาดเล็กลง จุดอิ่มตัวขึ้นอยู่กับสถานที่และขึ้นอยู่กับประวัติของการจัดการที่ดิน อาจเป็นความจริงที่ว่าการสูญเสียพื้นที่ป่าและการสูญเสียคาร์บอนในอดีต ทำให้มีโอกาสที่จะดูดซับคาร์บอนได้มากในอนาคต เช่น หากนำที่ดินนั้นมาปลูกสร้างป่าใหม่ (Afforestation) เนื่องจากต้นไม้ขนาดเล็กมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงต้องการก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ในขบวนการสังเคราะห์แสง จึงมีการดูดซับคาร์บอนอย่างรวดเร็ว

3.50 การเคลื่อนย้ายของคาร์บอน (Lateral Fluxes of Carbon)

นอกจากการปลดปล่อยแนวดิ่ง (ขึ้นสู่บรรยากาศ) ยังมีการเคลื่อนย้ายของคาร์บอนและธาตุอาหารพืชอีกหลายทางที่ผิวดินหรือภายในดิน กิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมโทรมในจุดหนึ่ง อาจทำให้เกิดการฟื้นคืนสภาพในจุดอื่นๆ (เช่น การถ่ายเทธาตุอาหาร) ตัวอย่างในระดับชีวมณฑล ระบบนิเวศเกษตร และเขตนิเวศเกษตร :

- การนำหรือกระจายผลผลิตหรืออินทรียสารออกจากแหล่งหรือระบบนิเวศ
- การเผามวลชีวภาพในปริมาณสูง (พืชพรรณธรรมชาติหรือเศษซากพืช) และการพังทลายด้วยลมพายุ ทำให้เกิดฝุ่นผงปลิวไปตามลม สิ่งที่ถูกพัดพาไปมีทั้งอนุภาคดิน อินทรียสาร อนุภาคคาร์บอน และสารประกอบไนโตรเจนในเขตกึ่งชื้น หรืออนุภาคแคลเซียมและฟอสฟอรัสจากทะเลทราย (เช่น Nadelhoffer et al., 1999)
- การชะล้างโดยน้ำที่มีสาเหตุจากมนุษย์ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน ทำให้เกิดการตกตะกอนและแผ่นดินงอกในแม่น้ำช่วงล่าง ซึ่งอุดมด้วยธาตุอาหารและอินทรียสาร
- ภายในชั้นดินเอง มีการเคลื่อนย้ายอย่างช้าๆ แต่ต่อเนื่องลงสู่เบื้องล่าง และการถ่ายเทออกสู่ด้านข้าง ผ่านทางการไหลของน้ำใต้ดินของอินทรียสารที่ละลายน้ำได้ (DOM) ตัวอย่าง ลุ่มน้ำริโอเนโกรในเขตอะเมซอน น้ำเป็นกรด สีน้ำตาลเข้ม มีกรดฟูลวิคสูงมาก DOM เหล่านี้อาจตกตะกอนสะสม เมื่อพบกับตะกอนดินร่วนในน้ำในแม่น้ำ หรือตะกอนแม่น้ำเมื่อไหลลงทะเลและมหาสมุทร

ตัวอย่างการรั่วไหลของคาร์บอนทางด้านข้างในระดับภูมิทัศน์ :

* การชะล้างด้วยน้ำอาจทำให้เกิดตะกอนสะสมในพื้นที่ตอนล่างหรือที่ปากแม่น้ำหรือในระบบแม่น้ำ อนุภาคอินทรียสารอาจถูกฝังลึกในชั้นตะกอนที่สะสมอยู่จนเคลื่อนย้ายถ่ายเทไปไหนไม่ได้ หากที่ดินใหม่ไม่ถูกใช้หรือผ่านการไถพรวนทางการเกษตร
* ก่อนการใช้ปุ๋ยเคมีในยุโรปและเอเชีย มักมีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทอินทรียสารและหน้าดินที่อุดมด้วยธาตุอาหารจากป่าไม้และท้องทุ่ง ไปสู่พื้นที่เพาะปลูกรอบหมู่บ้าน โดยตรงหรือผ่านทางวัวควายหรือปุ๋ยมูลสัตว์ กรณีนี้ยังมีอยู่ในชุมชนชนบทหลายแห่งในอาฟริกา และที่อื่นๆ ในทางตรงข้าม ของเสียที่เป็นอินทรียสารจากประเทศอุตสาหกรรมก็ถูกถ่ายเทจากชีวมณฑลบนบกลงสู่ระบบนิเวศน้ำ

3.51 นับแต่ปี พ.ศ. 2533 (Since 1990)

มาตรา 3.4 ยอมให้ประเทศใช้มติของ COP เรื่องกิจกรรมเพิ่มเติมในช่วงเวลาแรกที่ตกลงกัน สำหรับกิจกรรมที่เกิดขึ้นนับแต่ปี พ.ศ. 2533 ข้อกำหนดนี้ไม่ชัดเจน เพราะบางกิจกรรมอาจเริ่มมาแล้วก่อนและดำเนินการนับแต่ปี พ.ศ. 2533 ไม่ใช่ทุกกิจกรรมที่มีเส้นเวลาหรือจุดเริ่มต้นที่ชัดเจนที่จะบอกว่ากิจกรรมเริ่มต้นเมื่อไหร่

โดยทั่วไป ARD เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถระบุช่วงเวลาได้ กิจกรรมมาตรา 3.4 ไม่ว่าจะนิยามแคบหรือกว้าง อาจอยู่ในรูปของกระบวนการมากกว่า ซึ่งทำให้ระบุได้ยากว่าเกิดขึ้นก่อนหรือหลังปี พ.ศ. 2533 เช่น "การจัดการ" เป็นกระบวนการต่อเนื่อง สมมติว่า ป่าไม้ผ่านการจัดการโดยมีการทำไม้แบบมีผลกระทบต่ำ นับแต่ปี พ.ศ. 2523 การจัดการนี้ยังกระทำอยู่ จึงโต้แย้งได้ว่า กิจกรรมนี้เกิดขึ้น "นับแต่ปี พ.ศ. 2533" หรือไม่ แต่มีการเพิ่มปริมาณแน่นอนซึ่งสัมพันธ์กับการทำไม้แบบมีผลกระทบต่ำก่อนปี พ.ศ. 2533 ถ้าการจัดการหรือกรรมวิธีการจัดการถูกนับรวมเป็นกิจกรรมภายใต้มาตรา 3.4 ทางเลือกหนึ่งในการใช้ทดสอบ "นับแต่ปี พ.ศ. 2533" (ซึ่งระบุสำหรับช่วงเวลาแรกที่ตกลงกัน) จะพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงในการจัดการนับแต่ปี พ.ศ. 2533 แนวทางนี้อาจใช้ใน

การกำหนดที่ดินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการจัดการนับแต่ปี พ.ศ. 2533 เป็นที่ดินภายใต้มาตรา 3.4 ตัวเลขฐานสำหรับที่ดินนี้อาจสร้างขึ้นโดยการคาดประมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เกิดขึ้นภายใต้การจัดการอย่างต่อเนื่องในที่นั้น ณ ปี พ.ศ. 2533

เช่นเดียวกัน ข้อกำหนดที่ว่า กิจกรรมเพิ่มเติมที่มีสาเหตุจากมนุษย์จะ "สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง" การปลดปล่อยและการกักเก็บในดินเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้ประเภทต่างๆ อาจทำให้จำเป็นต้องใช้ตัวเลขฐานในการวัดการเปลี่ยนแปลง ตัวเลขฐานนั้นอาจเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนบนที่ดินในปี พ.ศ. 2533

3.52 ช่วงเวลาที่เลือกและการคิดลด (Time Preference and Discounting)

มีหลายเหตุผลที่เสนอให้ใช้การคิดส่วนลดหรือทางเลือกในรูปของการเลือกช่วงเวลา ในการคำนวณต้นทุนหรือมูลค่าปัจจุบันที่สังคมต้องแบกรับการกักเก็บหรือการปลดปล่อยคาร์บอนในอนาคต ภาวะโลกร้อนเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงโอกาสเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ เช่น ฝนแล้ง น้ำท่วม และเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อื่นๆ มากกว่าจะเป็นสาเหตุของผลกระทบใหญ่ครั้งเดียว ถ้าผลกระทบของภาวะโลกร้อนมีจุดเริ่มต้นเร็วและช้า จำนวนชีวิตที่จะสูญเสียระหว่าง "จุดเริ่มต้นเร็ว" และ "จุดเริ่มต้นช้า" จะเป็นตัวแทนผลประโยชน์สุทธิที่สามารถชะลอการเกิดภาวะโลกร้อนไว้ได้ หลายฝ่ายพูดถึงการคิดส่วนลด รวมทั้งความคาดหวังถึงการเปลี่ยนแปลงฐานะความเป็นอยู่ของประชากรที่ได้รับผลกระทบจากภาวะโลกร้อน (คนร่ำรวยได้รับผลกระทบน้อยกว่าจากมูลค่าความเสียหายที่เท่ากัน) นอกจากนี้มีการเสนอความสัมพันธ์ตรงข้ามระหว่างความมั่งคั่งและมูลค่าความสูญเสียชีวิต

การคิดส่วนลดเป็นกลไกซึ่งมูลค่าของเวลาถูกแปลเป็นการตัดสินใจทางเศรษฐกิจ อย่างไรก็ดีการชะลอการตัดไม้ทำลายป่าเป็นมาตรการบรรเทาปัญหาที่ได้ผล แม้ว่าภายหลังป่าไม้ก็ถูกทำลายอยู่ดี รวมทั้งตัดโค่นป่าไม้ทั้งหมดในประเทศ เครดิตสำหรับการชะลอ ขึ้นกับ 2 ปัจจัยหลัก คือ ช่วงเวลาและอัตราลด (หรืออีกรูปแบบของการเลือกช่วงเวลา) สำหรับคาร์บอน ภายใต้เงื่อนไขการชะลอการตัดไม้ในพื้นที่หนึ่งใน 1 ปี หมายถึงการหลีกเลี่ยงการปลดปล่อยโดยลดการเผาเชื้อเพลิงฟอสซิล

การคิดส่วนลดอาจเปลี่ยนทางเลือกแหล่งพลังงานและโครงการบรรเทาปัญหา จำเป็นต้องคิดส่วนลดเพื่อเปรียบเทียบโครงการพลังงานและป่าไม้ และภายในภาคป่าไม้ เพื่อหาสมดุลระหว่างการปลูกป่าและการหลีกเลี่ยงการตัดไม้ทำลายป่า

ความยาวของช่วงเวลามีผลอย่างยิ่งต่อความสำคัญของการคิดส่วนลด ยิ่งช่วงเวลายาวนานขึ้น ความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ถ้าไม่ใช้การคิดส่วนลด ในกรณีของภาคป่าไม้ โครงการที่สามารถส่งผ่านคาร์บอนไปสู่แอ่งต่างๆ เป็นเวลานานๆ แอ่งเหล่านี้จะเป็นส่วนสำคัญของผลลัพธ์ ถ้าใช้ช่วงเวลายาวนานมากโดยไม่คิดส่วนลด ในกรณีช่วงเวลาไม่สิ้นสุด จะใช้เงื่อนไขสมดุล การเกิดคาร์บอนอย่างช้าๆ ในการสร้างผลิตภัณฑ์ไม้ จะเป็นส่วนสำคัญของผลลัพธ์ที่สมดุล แต่เกิดขึ้นในเวลายาวนาน ไม่มีส่วนได้เสียกับการตัดสินใจใช้การคิดส่วนลด ปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นกับการคำนวณภายใต้สันนิษฐานว่า ราคาเงาของคาร์บอน เพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกับอัตราลดค่าเงิน จึงวิเคราะห์ได้โดยไม่ต้องคิดส่วนลดคาร์บอน

การตกลงใจเกี่ยวกับอัตราคิดลด หรือช่วงเวลาที่เลือกเพื่อทำบัญชีคาร์บอน ช่วยในการเปรียบเทียบโครงการภาคการป่าไม้กับการทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิล การตีความจะง่ายขึ้นมาก หากอัตราคิดลดที่เลือกใช้ เหมาะกับการเลือกศักยภาพโลกร้อน GWPs ที่พิธีสารเกียวโต ยอมรับใช้ อยู่บนพื้นฐานช่วงเวลา 100 ปี โดยไม่มีการคิดส่วนลด ซึ่งเป็นกรณีพิเศษของการเลือกช่วงเวลา การคิดส่วนลดของคาร์บอนไม่จำเป็นต้องเหมือนกับของค่าเงิน แม้ว่าผู้สังเกตการณ์บางรายยืนยันว่าควรใช้อัตราเดียวกัน ผลของการใช้อัตราคิดลดที่สูงพอๆ กับค่าเงิน สำคัญต่อผลกระทบ

ของโครงการต่างๆ อัตราคิดลดเพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การตัดสินใจลงทุน ค่าใช้จ่ายสาธารณะ และกฎสาธารณะในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ล้วนแล้วแต่มีเหตุผลของตน เนื่องจากการตัดสินใจขึ้นกับการเลือกอัตราคิดลด (เช่น ความแตกต่างระหว่างอัตราคิดลด 3 และ 6 % ต่อปี เป็นแฟคเตอร์ของ 20 ในช่วงเวลา 100 ปี) ผลสืบเนื่องของการเปิดโอกาสให้เลือกตัดสินใจใช้อัตราคิดลด อาจมีสูงมาก

3.53 การดำเนินการตามปกติ (Business-as-Usual)

การตัดสินใจให้นิยามกว้างๆ สำหรับกิจกรรมเพิ่มเติมตามมาตรา 3.4 มีแนวโน้มจะมีอิทธิพลสำคัญต่อสัมฤทธิผลทางสิ่งแวดล้อมของพิธีสาร การเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากการที่ปล่อยให้ประเทศต่างๆ อ้างตัวเลขบวกในบัญชี ซึ่งเป็นตัวเลขการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอน ซึ่งประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 คาดหวังภายใต้ "การกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ" และจากการเพิ่มทางเลือกที่เป็นไปได้สำหรับประเทศต่างๆ ในการเลือกใช้มาตรการใหม่ๆ เพื่อลดการปลดปล่อยหรือเพิ่มการกักเก็บ ประเทศกลุ่มภาคผนวก 1 ได้รายงานตัวเลขการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกสุทธิทั้งหมดเท่ากับ 0.5 Gt C ในปี พ.ศ. 2533 จากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการป่าไม้ บนพื้นฐานแนวทางการรายงานที่ยอมรับโดย UNFCCC แม้ว่าการคาดประมาณของประเทศต่างๆ จะบ่งชี้ว่า อัตราการกักเก็บจะลดลงตามช่วงเวลา แต่คาดว่ายังมีการกักเก็บสุทธิจำนวนหนึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด ภายใต้สถานการณ์การกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ การหักลบตัวเลขฐานในช่วงเวลาแรกที่กำหนดจะลดศักยภาพที่ประเทศต่างๆ จะมีตัวเลขบวกสำหรับการเพิ่มปริมาณคาร์บอนในบัญชีที่คาดหวังภายใต้การกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ

ตัวเลขฐานของการกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ อาจป้องกันไม่ให้ประเทศต่างๆ มีตัวเลขลบที่ไม่คาดหวังเกิดขึ้นในบัญชีได้ เช่น การจัดการป่าไม้ถูกนับรวมเป็นกิจกรรมเพิ่มเติมในมาตรา 3.4 และการทำไม้แบบมีผลกระทบต่ำเป็นการกระทำอย่างเดียวในที่ดินผืนหนึ่ง ด้วยตัวเลขฐานการกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ ตัวเลขบวกในบัญชีจะเกิดขึ้นต่อเมื่อเกิดการเพิ่มปริมาณคาร์บอนเนื่องจากการทำไม้แบบมีผลกระทบต่ำ สมมติว่าในช่วงเวลาที่กำหนดต่อมา ป่าไม้ถูกไฟป่าเผาผลาญ โดยไม่มีตัวเลขฐานการกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ ตัวเลขลบในบัญชีอาจเท่ากับปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่ถูกไฟป่าทำลาย ด้วยตัวเลขฐานการกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ (หรือที่ระดับกิจกรรมในปี พ.ศ. 2533) ประเทศติดลบเพียงค่าปริมาณคาร์บอนที่เกี่ยวข้องในการทำไม้แบบมีผลกระทบต่ำ เพราะป่าไม้ที่เหลือถูกทำลายภายใต้การกระทำที่ดำเนินการอยู่ตามปกติ

4. การตรวจวัด เทคนิค วิธีการคิดคำนวณ

4.1 วิธีการ

ปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในพืชพรรณและในดินของระบบนิเวศบก ผันแปรไปตามพื้นที่และเวลา เนื่องจากกระบวนการทางธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ แหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์) ก็ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินเช่นกัน ในส่วนนี้อธิบายว่า มีวิธีการวัดปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ ที่ปล่อยออกไป และที่สะสมอยู่หรือไม่ มีวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนย้ายก๊าซเรือนกระจก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สอดคล้องกับความต้องการของพิธีสารเกียวโตหรือไม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแม่นยำและค่าใช้จ่ายของวิธีการเหล่านั้น จะทำให้คิดคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่และการเปลี่ยนแปลงการเพิ่มลดก๊าซเรือนกระจก ได้อย่างน่าพอใจในช่วงเวลาตามข้อตกลงคือปี พ.ศ. 2551 - 2555 หรือไม่

การวัดการดูดซับหรือการปล่อยคาร์บอนในช่วงเวลาที่กำหนด อันเป็นผลเนื่องจากมนุษย์ ขึ้นกับ 2 ปัจจัย คือ 1) ประเภทของกิจกรรมที่นำมาคิดรวม ได้แก่ กิจกรรมในมาตรา 3.3 (ARD) มาตรา 3.4 ((LULUCF) และมาตรา 3.7 ของพิธีสาร หรือที่เรียกว่าการทำบัญชีคาร์บอนเต็มรูปแบบ และ 2) ระดับความสนใจ (ระดับโครงการหรือระดับชาติ)

4.2 ความไม่แน่นอน ความแม่นยำ ความถูกต้อง และค่าใช้จ่าย

เป็นที่รู้กันทั่วว่า การทำบัญชีคาร์บอนในชีวมณฑล ยุ่งยากกว่าการทำบัญชีคาร์บอนที่ปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากฟอสซิลมาก เรื่องนี้เป็นจริงเพียงบางส่วน การคิดคำนวณปริมาณคาร์บอนที่อยู่ในพืชพรรณและดินไม่จำเป็นต้องทำการวัดคาร์บอนทั้งหมดในพื้นที่ทั้งหมด เทคนิคการสุ่มทางสถิติที่วางแผนมาอย่างดี เช่น การสุ่มตัวอย่างแบบจำแนกชั้นและแบบสุ่ม สามารถใช้คิดคำนวณปริมาณคาร์บอนในชีวมณฑลได้แม่นยำและถูกต้องไม่แพ้การวัดอย่างสมบูรณ์ ทั้งความถูกต้องและความแม่นยำ เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้เมื่อใช้วิธีการทางสถิติที่เหมาะสม แต่ในการสุ่มตัวอย่างทางสถิติ จะต้องชั่งน้ำหนักระหว่างความแม่นยำและค่าใช้จ่าย จำนวนตัวอย่างมากขึ้นลด

ความผิดพลาด ในการคาดประมาณ แต่ต้องใช้แรงงานและค่าใช้จ่ายมากขึ้น การเพิ่มความแม่นยำหมายถึงการเพิ่มแรงงานและทุนตามไปด้วย การตัดสินใจว่า จะวัดการกักเก็บคาร์บอนให้แม่นยำขนาดไหน ขึ้นอยู่กับค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้และขนาดของการกักเก็บ การเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ ของคาร์บอนหรือการเปลี่ยนแปลงที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการวัด อาจไม่คุ้มค่าที่จะวัด

มีปัญหาใหญ่อย่างน้อย 2 ปัญหา ในการคาดประมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในชีวมณฑลบนบก ปัญหาแรกเป็นเรื่องรายละเอียด (การเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดที่จะตรวจพบ) เนื่องจากอัตราการเปลี่ยนแปลงในแอ่งชีวมณฑลส่วนใหญ่เป็นไปอย่างช้าๆ โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาขนาดของแอ่ง การคาดประมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณในแอ่งขนาดใหญ่ทำได้ไม่ง่ายนัก

ปัญหาที่สองเป็นเรื่องการปฏิบัติ ประเทศส่วนใหญ่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับการตรวจวัดคาร์บอนในชีวมณฑลสม่ำเสมอเป็นประจำ (แม้ประเทศพัฒนาแล้ว จะมีการสำรวจทำบัญชีป่าไม้เป็นประจำก็ตาม) เมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับ การวัดคาร์บอนให้ได้ระดับความแม่นยำและความถูกต้องที่ต้องการต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและมีการปฏิบัติงานที่ซับซ้อนยุ่งยาก ประเทศพัฒนาแล้วส่วนมาก และบางประเทศที่พัฒนาน้อยกว่า มีโครงสร้างพื้นฐานรองรับอยู่บ้าง มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้พร้อมอุปกรณ์วัดปริมาณคาร์บอนในดินและในมวลชีวภาพ มีระบบสำรวจทำบัญชีดินและป่าไม้ของชาติ มีแผนที่ดินและป่าไม้-พืชพรรณที่จะเป็นฐานของการสุ่มตัวอย่างได้ มีเจ้าหน้าที่ที่ผ่านการฝึกฝนในภาคสนาม ในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและในการวิเคราะห์ทางสถิติ และมีโครงสร้างพื้นฐานทางกายภาพที่จะเข้าถึงพื้นที่ห่างไกลได้ ถึงแม้จะมีทุกอย่างที่กล่าวมานี้แล้ว ยังต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นมหาศาลในการสำรวจทำบัญชีคาร์บอนในระดับประเทศ เช่น ออสเตรเลียใช้งบประมาณเพิ่ม 5 ล้านดอลลาร์ต่อปี ในการปรับปรุงระบบบัญชีคาร์บอนสำหรับพิธีสารเกียวโต ค่าใช้จ่ายย่อมสูงกว่านี้ในประเทศที่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานสำหรับการสำรวจหรือมีโครงสร้างพื้นฐานที่ที่พัฒนาน้อย การใช้แบบจำลองและแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมอาจช่วยลดค่าใช้จ่ายได้

ค่าใช้จ่ายในการสำรวจทำบัญชีคาร์บอนในชีวมณฑลไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ที่สำรวจ แต่ขึ้นกับสภาพความหลากหลายทางนิเวศน์ภายในพื้นที่นั้นมากกว่า เพราะในระดับพื้นที่เล็กๆ เพียงไม่กี่สิบหรือไม่กี่ร้อยเมตร ดินและคาร์บอนมวลชีวภาพก็แตกต่างกันแล้ว จำนวนตัวอย่างเพื่อให้ได้ความแม่นยำระดับที่ต้องการ อาจใกล้เคียงกันในประเทศเล็กๆ หรือในแต่ละภูมิภาคของประเทศใหญ่ แต่ไม่ว่าประเทศใหญ่หรือเล็ก ต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์และทางสถิติเหมือนกัน ค่าใช้จ่ายจึงขึ้นอยู่กับความหลากหลายของลักษณะชีวธรณีกายภาพของพื้นที่ภายในประเทศมากกว่าจะขึ้นกับขนาดของประเทศ

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสำรวจโครงการหนึ่ง จะต่ำกว่าค่าใช้จ่ายในการสำรวจทั้งประเทศมาก แต่ค่าใช้จ่ายสะสมหลายๆ โครงการเมื่อรวมกันแล้วก็ใกล้เคียงกับการสำรวจระดับประเทศ ทั้งนี้เพราะค่าใช้จ่ายในการสำรวจทำบัญชีป่าไม้ ขึ้นอยู่กับระดับความถูกต้องที่ต้องการ ความยากง่ายที่จะเข้าไปในป่า ข้อมูลเดิมที่มีอยู่ ระดับความยากง่ายมากน้อยในการคิดคำนวณ ความพร้อมในการใช้คอมพิวเตอร์ และอื่นๆ ในระดับโครงการในพื้นที่ระดับหมื่นเฮคแตร์ ค่าใช้จ่ายอยู่ในช่วง 11-18 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮคแตร์ (Nabuurs et al., 1999 อ้างในรายงานพิเศษ IPCC, 2000) ส่วนค่าใช้จ่ายการสำรวจทำบัญชีป่าไม้ของชาติอยู่ที่ 0.05-0.6 ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮคแตร์ ค่าใช้จ่ายลดลงเมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีคิดคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน อธิบายพอสังเขปในส่วนถัดไป โดยแบ่งเป็นวิธีวัดปริมาณที่มีอยู่ วิธีวัดการเปลี่ยนแปลง และวิธีวัดพื้นที่รวมทั้งแบบจำลองตาราง

ตารางที่ 3 - 15 *คุณลักษณะของวิธีการที่ใช้คิดคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน*

วิธีการ	ระดับการนำไปใช้	ช่วงเวลา	ปัจจัยที่ใช้ประเมิน	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบกิจกรรม ARD	การใช้งานเมื่อเลือกใช้นิยามทางเลือกสำหรับ ARD	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบดินและกิจกรรมเพิ่มเติม (1)	ราคา (2)	ความเหมาะสมสำหรับการทำบัญชีเต็มรูปแบบ
การสำรวจพืชพรรณ	0.01 - 109 เฮคแตร์	1 - 100 ปี	ปริมาตรเนื้อไม้เหนือดินและการเพิ่มพูนการเก็บเกี่ยวและการตาย, มวลชีวภาพต้นไม้ทั้งต้น	เหมาะสม, แต่การวางแผนการสุ่มตัวอย่างต้องปรับให้ครอบคลุมที่ดินตามพิธีสารเกียวโต	ใช้ได้, ถ้ายอมรับใช้นิยามป่าไม้ในการสำรวจจัดทำบัญชี	ส่วนใหญ่สำหรับมาตรการเสริมเฉพาะอย่างที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนในป่า เช่น การตัดสาง การใช้ปุ๋ย ฯลฯ	US$ 0.05 - 0.6 เฮคแตร์ ในการสำรวจระดับชาติ US$ 11318 ในโครงการขนาด 10,000 เฮคแตร์	ไม่เหมาะสม (ยกเว้นเรื่องดิน)
การสำรวจดิน	0.1 - 103 เฮคแตร์	10-1,000 ปี	ปริมาณอินทรียสารในดิน (SOC) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา	เหมาะสม	ใช้ได้	เหมาะสม	US$ 3 - 20 ต่อตัวอย่าง	การประเมินเพียง 1 ส่วนเท่านั้น
Eddy Flux	-20 เฮคแตร์	วัน - 10 ปี	ผลผลิตระบบนิเวศสุทธิ	สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น	สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น	สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องเท่านั้น	US$ 100,000 ราคาลงทุนเริ่มต้น US$ 20,000 ต่อปี ราคาดำเนินการ	ไม่เหมาะสม (ยกเว้นการตัดฟันและการผุพังของเนื้อไม้)
การวัดด้วย Flask	-109 เฮคแตร์	หลายสิบปี	ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ในบรรยากาศ	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ไม่ทราบ	ไม่เหมาะสม (ยกเว้นเรื่องผลผลิตไม้)

ตารางที่ 3-15 คุณลักษณะของวิธีการที่ใช้คิดคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน (ต่อ)

วิธีการ	ระดับการนำไปใช้	ช่วงเวลา	ปัจจัยที่ใช้ประเมิน	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบกิจกรรม ARD	การใช้งานเมื่อเลือกใช้นิยามทางเลือกสำหรับ ARD	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบดินและกิจกรรมเพิ่มเติม (1)	ราคา (2)	ความเหมาะสมสำหรับการทำบัญชีเต็มรูปแบบ
	ระดับการนำไปใช้	ช่วงเวลา	ปัจจัยที่ใช้ประเมิน	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบกิจกรรม ARD	การใช้งานเมื่อเลือกใช้นิยามทางเลือกสำหรับ ARD	ความเหมาะสมในการติดตามตรวจสอบดินและกิจกรรมเพิ่มเติม (1)	ราคา (2)	ความเหมาะสมสำหรับการทำบัญชีเต็มรูปแบบ
ข้อมูลดาวเทียม	0.05-09 เฮคแตร์	วัน-หลายสิบปี	พื้นที่ (บางครั้งใช้ค่าคาดประมาณมวลชีวภาพและ NPP	เหมาะสม	เหมาะสม, ถ้ารายละเอียดเชิงพื้นที่มากพอ	เหมาะสมสำหรับการติดตามตรวจสอบ เช่น การจัดการไฟ, ทุกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ของกิจกรรมที่ไม่ใช่ ARD	US$ 0.0002 ต่อเฮคแตร์ สำหรับภาพและจำนวนเงินเท่ากันสำหรับแรงงานที่จะดำเนินการ เครื่องบินที่ทำการจัดทำภาพค่าใช้จ่ายสูง	ไม่เหมาะสม, ส่วนใหญ่เป็นการเข้าถึงพื้นที่
แบบจำลองระบบนิเวศน์	0.1-1 เฮคแตร์	วัน-หลายร้อยปี	NPP, NEP per compartment	เมื่อมีข้อมูลในพื้นที่ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง	ใช้ได้, ถ้าแบบจำลองสามารถปรับปัจจัยใช้กับข้อมูลใหม่ของป่าไม้ได้	เหมาะสม เมื่อกิจกรรมการจัดการถูกนำเข้าในแบบจำลอง	ราคาถูกเมื่อแบบจำลองหนึ่งได้พัฒนาขึ้นแล้ว	เหมาะสม ถ้าองค์ประกอบของวัฏจักรคาร์บอนรวมอยู่ในแบบจำลอง
แบบจำลองชีวมณฑล	Grid - 109 เฮคแตร์	วัน - หลายร้อยปี	NPP, NEP per grid	ไม่เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ดินมักถูกรวมอยู่ด้วย	ราคาถูกเมื่อแบบจำลองหนึ่งได้พัฒนาขึ้นแล้ว	เหมาะสม ถ้าองค์ประกอบของวัฏจักรคาร์บอนรวมอยู่ในแบบจำลอง

ที่มา *: ปรับปรุงมาจากรายงานพิเศษ IPCC (2000)*

(1) กิจกรรมเพิ่มเติมอาจเป็น การไถพรวนลดลง การระบายน้ำออกจากที่พรุ การทำไม้ที่มีผลกระทบต่ำ การตัดสางไม้

(2) ต้นทุน ไม่สามารถปรับขึ้นตามภูมิภาคที่ใหญ่ขึ้น โดยใช้ตัวเลขต่อเฮคแตร์

มีแบบจำลองใช้วัดปริมาณคาร์บอนในทุกองค์ประกอบของระบบนิเวศน์บก และใช้วัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณนี้ วิธีการแตกต่างกันที่ความซับซ้อน ความแม่นยำ ความถูกต้อง และต้นทุน วิธีการที่ต่างกันเหมาะสมกับแอ่งและองค์ประกอบของคาร์บอนบกที่ต่างกันและช่วงเวลาและระดับของพื้นที่ที่ต่างกันด้วย (ตารางที่ 3-14) วิธีการที่ใช้วัดคาร์บอนหรือการเปลี่ยนแปลงคาร์บอน แตกต่างจากวิธีการที่ใช้อธิบายสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนที่พบ (เช่น กิจกรรมของมนุษย์โดยตรงกับสาเหตุทางธรรมชาติ) ความแตกต่างนี้สำคัญเพราะพิธีสารให้ความสำคัญกับสาเหตุที่เกิดจากมนุษย์ มากกว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของคาร์บอน แม้แต่การวัดโดยตรงที่สุดบนแปลงขนาดเล็ก ยังไม่บอกความแตกต่างของกลไกหรือให้เหตุผล การให้เหตุผลต้องมาจากการทดลองภายใต้การควบคุมหรือได้จากแบบจำลองกระบวนการระบบนิเวศน์ ซึ่งตั้งอยู่บนกลไกที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง (เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินกับการใช้ปุ๋ยคาร์บอนไดออกไซด์)

4.3 การวัดปริมาณที่มีอยู่

มีวิธีการ 2 แบบ ที่ใช้วัดการปลดปล่อยหรือการสะสมคาร์บอนบนที่ดิน คือ วิธีวัดปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ และวิธีวัดปริมาณการเข้าออก การวัดปริมาณที่จุดเริ่มต้นปี พ.ศ. 2551 และที่จุดสิ้นสุดปี พ.ศ. 2555 (หรือ ณ วันที่เริ่มกิจกรรมระหว่างปี พ.ศ. 2551 และ พ.ศ. 2555) จะรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานี้ ส่วนการวัดปริมาณการเข้าออกของคาร์บอนจากระบบนิเวศน์ในช่วง 5 ปี ก็จะได้รู้ถึงการเปลี่ยนแปลงสุทธิเช่นเดียวกัน

4.3.1 การสำรวจทำบัญชีพืชพรรณ

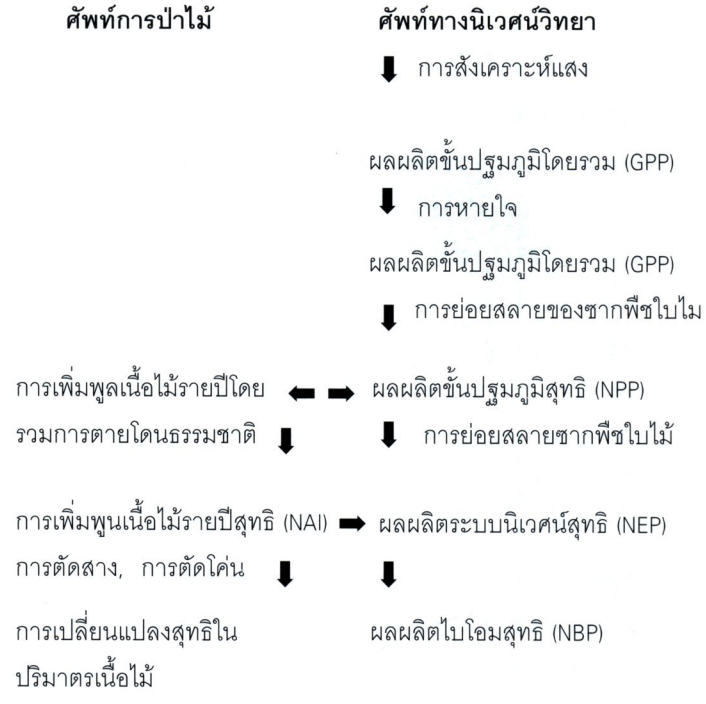
ส่วนนี้เน้นที่ป่าไม้ ถึงแม้ว่าจะมีเทคนิคที่เหมาะสมและถูกต้องในการวัดปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่ในพืชทุ่งหญ้าและระบบนิเวศน์ที่ไม่ได้ให้เนื้อไม้ด้วย

- เทคนิคการสำรวจทำบัญชีปริมาตรเนื้อไม้

มีเทคนิคและวิธีการวัดแอ่งคาร์บอนบนบก บนพื้นฐานหลักการที่ยอมรับได้สำหรับการสำรวจทำบัญชีป่าไม้ การสุ่มตัวอย่างดิน และการสำรวจทางนิเวศน์ วิธีการเหล่านี้เหมาะสมกับการสำรวจระดับโครงการและระดับชาติ วิธีการวัดการเข้าออกของก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่คาร์บอน ปฏิบัติกันไม่กว้างขวางนัก มีการวัดการเผาผลาญมวลชีวภาพ แต่ปริมาณมักขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงในแอ่งคาร์บอนและสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อย

การสำรวจทำบัญชีป่าไม้ แต่เดิมทำเพื่อรายงานให้ผู้จัดการป่าไม้ทราบถึงสถานะของป่าไม้ ได้แก่ พื้นที่ ชนิดพืชพรรณ กลุ่มอายุ ปริมาณการเติบโต (ปริมาณเนื้อไม้) และอัตราการเพิ่มพูนเนื้อไม้สุทธิในแต่ละปี (รูปที่ 3-1) การสำรวจเหล่านี้แต่เดิมทำโดยการวัดในภาคสนามเท่านั้น ปัจจุบันมักรวมการใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลประกอบกับข้อมูลภาคพื้นดิน

รูปที่ 3-1 *คำเทียบเคียงที่ใช้ในการป่าไม้และนิเวศน์วิทยา ศัพท์ทางการป่าไม้มักใช้กับปริมาตรเนื้อไม้ในระบบนิเวศน์ป่าไม้อย่างเดียว ส่วนศัพท์ทางนิเวศน์วิทยาใช้กับระบบนิเวศน์โดยรวม*



ที่มา *: ปรับปรุงมาจากรายงานพิเศษ IPCC(2000)*

การสำรวจป่าไม้อย่างต่อเนื่อง หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีต การแปลภาพถ่ายทางอากาศ การออกแบบเครือข่ายจุดเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลภาคสนาม และการประมวลข้อมูล เครือข่ายจุดเก็บข้อมูลประกอบด้วยการตีกรอบตารางจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ที่จะสำรวจ (ซึ่งอาจกำหนดได้เฉพาะจุดสำหรับโครงการ ARD) จากกรอบตารางเหล่านี้ คัดเลือกแปลงที่อย่างน้อยจะทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ทั้งหมดและความสูงของต้นไม้บางต้นในแปลง ข้อมูลเหล่านี้นำมาประมวลรวมกันในระดับที่พอใจ จากค่าความสัมพันธ์และแบบจำลองการเจริญเติบโต คิดคำนวณปริมาตรทั้งหมดและการเพิ่มพูนเนื้อไม้รายปีได้ หากต้องการจะคิดคำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้

ทั้งหมดได้โดยใช้ความสัมพันธ์ (หรือปัจจัยขยาย) เพิ่มเติมการสำรวจยังสามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในมวลชีวภาพป่าไม้ซึ่งเกิดจากการยอมรับกิจกรรมที่เข้าข่ายมาตรา 3.4 ของพิธีสาร เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับการเก็บเกี่ยวช่องโหว่ของการสำรวจคือไม่ครอบคลุมไม้หนุ่ม เพราะการวัดมักเริ่มเมื่อต้นไม้เติบโตได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ความสูงระดับอกตามที่กำหนด ต่ำกว่าขีดจำกัดนี้ไม่นับและไม่วัด นี่อาจเป็นปัญหาในการสำรวจที่ดินมาตรา 3.3

ข้อดีของการสำรวจคือ ทำได้ในทางปฏิบัติในทุกขนาดของโครงการ ตั้งแต่ผืนป่าเล็กจนถึงโครงการระดับล้านเฮคแตร์ ความมากน้อยของจุดสำรวจในระดับชาติส่วนมาก อยู่ที่แต่ละแปลงสำรวจเป็นตัวแทนพื้นที่ขนาดใหญ่ได้มากน้อยแค่ไหน

มีขนาดแปลงที่เหมาะสมสำหรับพืชพรรณแต่ละชนิด ขนาดที่เหมาะสมนี้เป็นตัวเกลี่ยระหว่างประสิทธิภาพการวิเคราะห์ทางสถิติกับความเหมาะสมที่จะสุ่มตัวอย่าง จุดมุ่งหมายเหมือนกันคือเพื่อให้ได้ความแม่นยำของการสุ่มในระดับที่ต้องการ จึงต้องหาจำนวนแปลงที่ต้องใช้สำหรับขนาดแปลงที่เลือก ความไม่แน่นอนสมบูรณ์ (เช่น ร้อยละ 95 ความเชื่อมั่น) สำหรับแอ่งมวลชีวภาพ ควรจะมีขนาดใกล้เคียงกับความไม่แน่นอนสมบูรณ์ขององค์ประกอบอื่นๆ ในการสำรวจ แต่การหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแปลงหรือค่าใช้จ่าย และความแม่นยำ ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะผันแปรตามป่าไม้ของแต่ละประเทศ ฯลฯ

กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ได้สำรวจทำบัญชีป่าไม้อย่างต่อเนื่องแล้ว แต่มีความแม่นยำและนิยามแตกต่างกัน ดังนั้น ตัวแปรที่ประเทศหนึ่งรายงาน อาจนำไปเปรียบเทียบกับตัวแปรเดียวกันของประเทศอื่นๆ ไม่ได้ (European Commission, 1997) โครงการ TBFRA 2000 (UN-ECE/FAO, 2000) สนับสนุนให้ทำการเก็บข้อมูลบนนิยามที่สอดคล้องกัน

ประเทศกำลังพัฒนาส่วนมากมีตัวเลขพื้นที่ป่าไม้ซึ่งประเมินในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2513 และ 2533 แม้จะมีความก้าวหน้ามากในการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล บางครั้งมีข้อมูลการเติบโตและมวลชีวภาพของป่าไม้จากแปลงถาวร แต่ข้อมูลส่วนใหญ่ได้จากการวัดในช่วงเวลาไม่สม่ำเสมอภายใต้โครงการวิจัยต่างๆ

แม้ว่าการสำรวจทำบัญชีป่าไม้ของชาติจะตรวจสอบที่ดินภายใต้มาตรา 3.3 โดยตรง จะต้องปรับกรอบการสุ่มตัวอย่างของการสำรวจ ให้ครอบคลุมพลวัตรของป่าไม้ โดยให้มีความแม่นยำเพียงพอ และอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนด (พ.ศ. 2551 - 2555) การสำรวจจัดทำบัญชีของชาติส่วนใหญ่ทำในรอบ 10 ปี และมักจะเหลื่อมกัน โดยต่างภูมิภาคทำเสร็จในเวลาต่างกัน อาจเป็นไปได้ที่จะใช้แบบจำลองปรับค่าให้ตรงกับช่วงเวลาที่รายงานโดยใช้ข้อมูลการปลูกและการทำไม้รายปีหรือทำการสำรวจให้ถี่ขึ้น ต้องปรับกรอบการสุ่มตัวอย่าง หากพื้นที่ของที่ดินตามมาตรา 3.3 เป็นพื้นที่เล็กๆ ในพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด การตรวจสอบที่ดินเหล่านี้ต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลให้ถี่ขึ้น และสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนามมากขึ้น เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนให้ถูกต้องขึ้น

วิธีการส่วนมากที่ใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไม่ว่าจะสุ่มตัวอย่างหรือใช้ภาพข้อมูลจากดาวเทียม มีข้อจำกัดในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงเล็กๆ น้อยๆ ของคาร์บอนและกิจกรรม ARD บนที่ดินผืนเล็กๆ การสุ่มตัวอย่างภาคสนามทำให้วัดพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมดของประเทศได้ถูกต้อง (ความผิดพลาดน้อยกว่าร้อยละ 1) แต่หากนับรวมเฉพาะพื้นที่ที่มีกิจกรรม ARD ความผิดพลาดจะสูงขึ้น โดยเฉพาะถ้าพื้นที่ ARD มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด กิจกรรม ARD บนพื้นที่ที่เล็กกว่า 1 เฮคแตร์ ยากที่จะพบ แม้จะใช้ภาพข้อมูลจากดาวเทียมรายละเอียดสูง ความยุ่งยากไม่ได้อยู่ที่รายละเอียดของภาพข้อมูลจากดาวเทียม แต่เป็นการจำแนกลักษณะความเปลี่ยนแปลงที่เห็นความเปลี่ยนแปลงนั้นเกี่ยวข้องกับกิจกรรม ARD หรือไม่ หรือเป็นผลจากปัจจัยอื่น เช่น ต้นไม้ล้มตามธรรมชาติ หรือเป็นการตายของต้นไม้แต่ละต้น

• มวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งหมด

สำหรับมวลชีวภาพของต้นไม้ที่มีชีวิต มีการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของต้นไม้ตัวอย่าง และเปลี่ยนไปเป็นมวลชีวภาพและค่าคาร์บอน โดยใช้สมการถดถอยมวลชีวภาพอัลโลเมตริค มีสมการใช้กับป่าหลายชนิด บางสมการมีลักษณะเฉพาะเจาะจง แต่บางสมการโดยเฉพาะที่ใช้ในเขตร้อน มีลักษณะใช้ได้ทั่วไป การตัดและชั่งน้ำหนักต้นไม้จำนวนมากพอ เพื่อให้เป็นตัวแทนการกระจายขนาดและชนิดของต้นไม้ในป่า เพื่อสร้างสมการถดถอยอัลโลเมตริคของท้องถิ่นที่มีความแม่นยำสูง โดยเฉพาะในป่าเขตร้อนที่หนาทึบ เป็นเรื่องต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายสูงมาก และโครงการส่วนมากอาจไม่ประสงค์ที่จะทำผลดีของการใช้สมการทั่วไปจำแนกตามเขตนิเวศน์ (เช่น แห้ง ชื้น เปียก) คือ สมการมีแนวโน้มจะใช้ต้นไม้จำนวนมากกว่า และมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางต้นไม้ในช่วงกว้างขึ้น ปัจจัยเหล่านี้เพิ่มความแม่นยำของสมการ ข้อเสียคือสมการทั่วไปอาจไม่สะท้อนค่าที่ถูกต้องของมวลชีวภาพแท้จริงของต้นไม้ อาจใช้การวัดในภาคสนามอย่างคร่าวๆ ไม่เสียค่าใช้จ่ายมากในช่วงเริ่มต้นโครงการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสมการทั่วไปก็ได้ ข้อสำคัญคือฐานข้อมูลสำหรับสมการถดถอยต้องมีต้นไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ สำหรับสวนป่าหรือโครงการวนเกษตร การสร้างสมการถดถอยมวลชีวภาพท้องถิ่น อาจมี

ปัญหาน้อยกว่า เพราะมีการเก็บข้อมูลสะดวกกว่ามาก ในสวนป่าไม้ตาย ทั้งที่นอนตายและยืนตาย เป็นแอ่งคาร์บอนสำคัญในป่าที่ควรวัดค่าตัวแทนที่ถูกต้องของปริมาณคาร์บอน มีการพัฒนาวิธีวัดองค์ประกอบนี้และทดสอบในพื้นที่ป่าหลายแบบ องค์ประกอบของพืชพรรณที่ไม่ใช่ต้นไม้ (ไม้พื้นล่าง ไม้พุ่ม มอสส์ ไลเคนส์) อาจมีความสำคัญในป่าบางชนิดและควรถูกนับรวมในการวัดด้วย

ปริมาณคาร์บอนต่อหน่วยมวลของเนื้อเยื่อพืช แตกต่างกันเล็กน้อยภายในชนิดพืชและชนิดเนื้อเยื่อ แต่แตกต่างกันมากระหว่างชนิดของเนื้อเยื่อ (เช่น ผล และเนื้อไม้) และกลุ่มพืช (เช่น ต้นไม้ และต้นหญ้า) ค่าบางค่าอาจตรวจวัดไม่ได้ อาจมีการนำค่าตัวแทนมาใช้แต่ควรมีตัวอย่างที่ดีสนับสนุน

รากไม้เป็นส่วนสำคัญในวัฏจักรคาร์บอน เพราะส่งผ่านคาร์บอนจำนวนมากลงสู่ดินโดยตรงและกักเก็บไว้ในดินเป็นเวลานาน คาร์บอนส่วนที่อยู่ในรากถูกใช้เพื่อเพิ่มมวลชีวภาพ แต่คาร์บอนก็สูญเสียออกไปทางการไหลซึม การหายใจ และการย่อยสลาย ปริมาณส่วนใหญ่ของมวลชีวภาพของรากทั้งหมดมักพบอยู่ภายใน 30 ซม.ของผิวดิน การวัดปริมาณมวลชีวภาพในรากและการเคลื่อนย้ายเป็นงานที่ใช้ค่าใช้จ่ายสูงมาก จึงมักใช้สมการถดถอยคาดประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือดินถึงมวลชีวภาพในต้นไม้ทั้งต้น ปัญหาของแนวทางนี้คือ การทำลายป่าและการตัดพัน (รวมทั้งปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง) อาจเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดิน แต่ก็ยังประเมินคาร์บอนใต้ดินได้จากประวัติของพืชพรรณเหนือดิน

• ผลิตภัณฑ์ไม้

ผลิตภัณฑ์ไม้ที่ใช้ประโยชน์เป็นส่วนของสมดุลย์คาร์บอนภาคป่าไม้ทั่วโลก มีการตัดฟันไม้ 3.4 พันล้าน ลบ.ม.ต่อปี ไม่รวมไม้ที่ถูกเผาในป่า (FAO, 1997b) จากไม้ที่เก็บเกี่ยวทั้งหมดเป็นไม้ฟืน 1.8 พันล้าน ลบ.ม.ต่อปี ส่วนใหญ่จากเขตร้อน ไม้ส่วนใหญ่ที่เก็บเกี่ยวในเขตหนาวเป็นไม้ซุงอุตสาหกรรม ราว 1 ใน 2 หรือ 2 ใน 3 ของไม้ดิบถูกแปรรูปไปเป็นผลิตภัณฑ์ไม้ ส่วนที่เหลือใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือสูญเสียไป ดังนั้นการผลิตวัสดุผลิตภัณฑ์ไม้รายปีเกี่ยวข้องกับการนำไม้ออก 1.6 พันล้าน ลบ.ม.ต่อปี เทียบเท่ากับปริมาณคาร์บอนอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม้ 0.3 Gt ต่อปี

ในโครงการที่หยุดการทำไม้ (และหยุดการทำลายป่า ถ้าไม้บางส่วนที่ตัดระหว่างการทำลายป่า เข้าสู่ตลาดผลิตภัณฑ์ไม้) การเปลี่ยนแปลงในแอ่งผลิตภัณฑ์ไม้จะเป็นลบ และจะชดเชยคาร์บอนบางส่วนที่ได้จากโครงการ ผลเช่นนี้ต้องถูกนับรวมด้วย

ในโครงการปลูกป่าไม้ที่เข้าสู่ผลิตภัณฑ์ระยะกลางและระยะยาว (เช่น ไม้แผ่นสร้างบ้าน ไม้ฝา กระดาษ) คือตัวแทนของการกักเก็บคาร์บอนเพิ่ม มีหลายแบบจำลองวิธีที่ใช้คิดคำนวณการกักเก็บผลิตภัณฑ์ไม้อายุยาว วิธีเหล่านี้คำนวณปริมาณที่ผลิตภัณฑ์ใหม่นำเข้าสู่แอ่ง รวมทั้งการเน่าเปื่อย การย่อยสลาย ในกองฝังกลบ การเติมออกซิเจน และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการใช้แล้ว สะสมย้อนกลับไปนานเท่าที่สถิติแต่ละประเทศบันทึกไว้

4.3.2 ดินและเศษซากพืช

• เศษซากไม้

เศษซากไม้หยาบและละเอียดบนพื้นป่าคิดเป็นคาร์บอนประมาณร้อยละ 20 มากพอๆ กับมวลชีวภาพที่มีชีวิต ปริมาณเศษซากไม้อาจเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดทันทีภายหลังการตัดไม้ เหลือเป็นเศษอินทรียสารบนผิวหน้าดินเป็นปริมาณมาก เศษซากพืชเหล่านี้จะย่อยสลายภายในไม่กี่ปีหลังการเก็บเกี่ยว แม้ว่าจะมีข้อมูลน้อยเกี่ยวกับปริมาณคาร์บอนในใบไม้แต่ละชนิด การสุ่มตัวอย่างปริมาตรเศษซากไม้กระทำได้โดยตรงเช่นเดียวกับต้นไม้มีชีวิต แต่การประเมินมวล มีปัญหามากกว่าเพราะการเน่าเปื่อยมีผลสูงมากต่อความหนาแน่นไม้

• เศษซากพืช

ชั้นเศษซากพืชที่เรียกว่าชั้น L และ O เป็นชั้นของเศษซากพืชที่ตายแล้วร่วงหล่นบนดินที่มีแร่ธาตุ ระหว่างการเติบโตใหม่ของป่าไม้ ชั้นเศษซากพืชอาจสะสมรวดเร็วมาก การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสำรวจทำบัญชีคาร์บอนทั้งหมดในระบบนิเวศน์

ปริมาณเศษซากพืชเปลี่ยนแปลงชัดเจนตามฤดูกาล เป็นผลให้ต้องทำการวัดใหม่ในช่วงเวลาเดียวกันกับที่วัดครั้งแรกทุกปี ถ้าเก็บตัวอย่างเศษซากพืชร่วมกับชั้นบนของดินแร่ธาตุ ความแตกต่างของเวลาในเศษซากพืชที่มีอยู่ อาจทำให้การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดินสับสน การแยกเศษซากพืชออกจากดินแร่ธาตุขณะเก็บตัวอย่าง ทำได้ไม่ยาก

จำนวนตัวอย่างที่จำเป็นต้องใช้ในการคาดประมาณการสะสมของเศษซากพืชผิวดิน จะต่างกันไประหว่างระบบนิเวศน์ ในบางพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเบื้องต้นอาจจำเป็น เพื่อกำหนดจำนวนตัวอย่างพื้นป่าที่จำเป็นต้องใช้ เพื่อคาดประมาณมวลทั้งหมดที่ระดับความถูกต้องที่พอใจ

• **ชั้นดิน**

ในดินมีคาร์บอนประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภท คือ อินทรีย์คาร์บอนในดิน (SOC) และอนินทรีย์คาร์บอนในดิน (SIC) (ซึ่งเริ่มเกิดจากคาร์บอเนต) SOC ที่อยู่ในชั้นดินแร่ธาตุหลายชั้นอยู่ในรูปของฮิวมัส ฮิวมัสส่วนใหญ่ถูกดูดซับด้วยอนุภาคดินแร่ โดยเฉพาะแร่ดินเหนียว

มีวิธีในห้องปฏิบัติการหลายวิธีที่ใช้วัดปริมาณ SOC วิธีที่แน่นอนที่สุดคือการสันดาปแห้ง (โดยใช้เครื่องวิเคราะห์คาร์บอน)

การสุ่มตัวอย่าง จำนวนจุดหรือหลุมดินที่ต้องสุ่มตัวอย่างขึ้นกับความแตกต่างของลักษณะภูมิประเทศและการกระจายของดินตามสภาพพื้นที่ในระดับกว้าง (ภาค/ประเทศ) การสุ่มแบบแบ่งชั้นใช้ได้ดีทางสถิติสำหรับข้อมูลดิน ถ้าการแบ่งชั้นคำนึงถึงสัดส่วนความแตกต่างในปริมาณคาร์บอนในดิน สำคัญตรงที่ต้องเก็บตัวอย่างตรงกับจุดที่ต้องการซึ่งต้องใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และระบบหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) หรือการสำรวจภาคสนามเข้าช่วยเพื่อการตรวจสอบ จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดต้องมีพิกัดอ้างอิงที่ถูกต้องที่สุดเท่าที่จะทำได้ แปลงเก็บตัวอย่างต้องทำเครื่องหมายในกรณีที่มีการโยกย้ายจุดอ้างอิง การเก็บตัวอย่างใหม่ต้องใกล้เคียงกับจุดเดิม ต้องมีความแม่นยำสูงเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนเนื่องจากความแตกต่างซึ่งสูงมากในคาร์บอนในดิน ถ้าเข้าไม่ถึงจุดที่สุ่มตัวอย่าง ต้องเปลี่ยนจุดโดยให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับจุดเดิม จำนวนตัวอย่างและจุดเก็บตัวอย่างขึ้นกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการจัดการดินและชนิดดิน

ความลึกของดินตัวอย่างขึ้นอยู่กับระบบนิเวศน์ที่แตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดินในบางกรณีเกิดขึ้นในดินลึก (เช่น 2-5 ม. ในดินเขตร้อน) ในขณะที่ดินเกษตรที่มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการมีการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่เกิดขึ้นในดินบน 30 ซม. สิ่งสำคัญคือ ความลึกที่ใช้ในการสำรวจครั้งหนึ่งควรสอดคล้องกับความลึกที่ใช้ในบริเวณหรือประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในการสำรวจครั้งต่อไป นิยามของความลึกควรเปิดกว้างขึ้นกับความสม่ำเสมอของช่วงเวลาสำรวจ การหาความลึกในการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ไม่ใช่เรื่องง่าย เมื่อระดับผิวดินทรุดตัวหรือรวมตัวกัน (เช่น ในดินที่มีอินทรียสารสูง ดินภายใต้การเพาะปลูก หรือดินที่มีการชะล้างพังทลายรวดเร็ว) นอกจากที่กล่าวมาแล้วการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพคาร์บอนเหนือดิน ยังอาจมีการคำนวณความหนาแน่น ดัชนีการตัดฟัน สัดส่วนราก : ยอด (Poeyry, 2001) ปริมาตรของลำต้นสามารถประมาณการณ์ข้อมูลความหนาแน่นพื้นฐานของมวลลำต้น เครื่องมืออย่างง่ายที่เรียกว่าอัลโลเมตริกฟังชั่น (allometric function) ได้รับการพัฒนาเพื่อประมาณมวลชีวภาพในรากและกิ่งจากมวลของลำต้น ปริมาณคาร์บอนที่สะสมขึ้นอยู่กับข้อตกลง/เงื่อนไขของคาร์บอนจากมวลชีวภาพแห้ง

- **ความหนาแน่น (Density)**

แนวทางทั้งหมดของปริมาตรเนื้อไม้ต้องการการเปลี่ยนปริมาตรเป็นมวลเพื่อการคำนวณมวลของคาร์บอน ความหนาแน่นมีความผันแปรระหว่างพืชต่างชนิดและสามารถมีความผันแปรภายในชนิดขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นที่ (Site Factor) เช่น สภาพภูมิอากาศ และลักษณะของดิน ปัจจัยความหนาแน่นพื้นฐานจะเท่ากับน้ำหนักของมวลชีวภาพแห้งต่อปริมาตรของเนื้อไม้สด (Volume of Green Wood) ที่ได้มีการตรวจวัดและตีพิมพ์แล้วสำหรับชนิดต้นไม้เชิงพาณิชย์ ความหนาแน่นพื้นฐานสามารถใช้กับปริมาตรของไม้-ลำต้นเท่านั้น และไม่นับรวมกับองค์ประกอบมวลชีวภาพอื่นๆ เช่น กิ่ง เปลือก ใบ และผล

โดยทั่วไปความหนาแน่นสูงมีความเกี่ยวพันธ์กับชนิดพืชในที่แห้ง ชนิดพืชในเขตร้อนมีช่วงความหนาแน่นค่อนข้างกว้าง

- **ดัชนีการเก็บเกี่ยว (Harvest Index)**

ขณะที่ความหนาแน่นพื้นฐานมีประโยชน์สำหรับการเปลี่ยนปริมาตรไม้-ลำต้นเป็นมวลไม้-ลำต้น วิธีการอื่นๆ มีความจำเป็นในการคำนวณมวลชีวภาพเหนือดินอื่นๆ วิธีการหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาคือแนวคิดของดัชนีการเก็บเกี่ยวซึ่งเปรียบเทียบด้วยมวลชีวภาพลำต้นต่อมวลชีวภาพเหนือดินทั้งหมด

ดัชนีการเก็บเกี่ยว = มวลชีวภาพลำต้น/มวลชีวภาพเหนือดินทั้งหมด

วิธีการตรวจวัดอื่นๆที่สามารถถูกนำไปใช้ได้ทั่วไปคือ ปัจจัยการขยาย (Expansion Factor) คือส่วนกลับของดัชนีการเก็บเกี่ยว (1/ดัชนีการเก็บเกี่ยว)

ปัจจัยการขยาย = มวลชีวภาพเหนือดินทั้งหมด/มวลชีวภาพลำต้น

ดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ถูกพัฒนาสำหรับพืชหลากหลายชนิดในแต่ละการจัดการและเฉพาะพื้นที่ อย่างไรก็ตามการพัฒนาความผันแปรสามารถเกิดได้ทั้งระหว่างและภายในชนิดพืชที่มีการเจริญเติบโตภายใต้ระบบการจัดการที่แตกต่างกัน และนอกจากนี้ดัชนีการตัดฟันยังมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ขณะที่ต้นไม้เจริญเติบโตปริมาตรสัมพัทธ์ของลำต้นเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาตรสัมพัทธ์ของใบและกิ่งลดลง ผลกระทบจากการผันแปรของปัจจัย

ขยายมีผลต่อปัจจัยเหนือพื้นดิน สัดส่วนของรากและยอด อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดขึ้นอย่างมากในช่วงแรกของการเจริญเติบโต แต่จะเข้าสู่สภาวะค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไป การใช้ค่าปัจจัยการขยายเพียง 1 ค่าในการคำนวณจะนำไปสู่การคำนวณมวลชีวภาพที่คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับป่าที่มีอายุน้อย

- สัดส่วนราก : ยอด (Root:Shoot Ratio)

การหามวลของรากมีความยุ่งยากและเกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลมวลชีวภาพที่ได้มีการตีพิมพ์แล้ว และการเก็บตัวอย่างในภาคสนามโดยการขุดต้นไม้ทั้งต้น หรือทั้งสองวิธี พืชบางชนิดที่สามารถพัฒนาการและมีความสามารถในการอยู่รอดในสภาพสิ่งแวดล้อมที่แห้งแล้งการจัดสรรทรัพยากรไปสู่รากอย่างมาก นอกจากนี้ยังมีแนวทางการประมาณการณ์มวลชีวภาพของรากโดยตรงจากมวลไม้-ลำต้น ซึ่งเป็นวิธีที่มีความเป็นไปได้กว่าการใช้สัดส่วนราก : ลำต้น โดยเฉพาะสำหรับการวัดเส้นรอบวงและความสูง (ซึ่งก็คือปริมาตรไม้-ลำต้น) นอกจากนั้นยังมีการใช้สมการ อัลโลเมตริก (allometric) ในการประมาณมวลชีวภาพของราก

ตารางที่ 3-16 คาร์บอน : ปัจจัยเนื้อไม้ จากแหล่งสะสมมวลชีวภาพต่างๆ พัฒนาโดย NCAS

แหล่งสะสมมวลชีวภาพ	คาร์บอน : ปัจจัยมวลชีวภาพ
เนื้อเยื่อไม้เหนือดิน	0.50
ใบ	0.53
รากหยาบ	0.49
รากละเอียด	0.48

ที่มา : Gifford (2000), Gifford (2000a) อ้างใน Poeyry (2001)

การทำนายปริมาณคาร์บอนในเนื้อไม้ผันแปรไป ผลจากการศึกษาต่างๆเสนอว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.53 ของเนื้อไม้ที่อบแห้ง โดยที่ไม้เนื้ออ่อนจะมีค่าที่น้อยกว่าและไม้เนื้อแข็งมีค่าที่มากกว่า (อ้างใน Poeyry, 2001) องค์ประกอบของคาร์บอนจากองค์ประกอบมวลชีวภาพที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันจากการศึกษาของ Australia's national Carbon Accounting System มีการกำหนดปัจจัยคาร์บอนที่แตกต่างกันจากองค์ประกอบมวลชีวภาพที่แตกต่างกันของต้นไม้ในออสเตรเลีย รวมทั้งไม้เหนือพื้นดิน รากและใบ

ตารางที่ 3-16 ข้อมูลละเอียดในการประมาณการณ์ ควรใช้ในการคำนวณคาร์บอนทั้งหมดจากมวลชีวภาพ แต่ถ้าไม่มีตัวเลข 0.5 (ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพแห้ง) เป็นค่าที่มีความน่าเชื่อถือได้เมื่อไม่มีข้อมูลเพียงพอ

4.4 การวัดการเปลี่ยนแปลง (Flux)

มีวิธีวัดและคิดคำนวณการเปลี่ยนแปลงของ GHGs จากผิวผืนดินในพื้นที่ต่างๆกัน การวัดการเปลี่ยนแปลงเป็นวิธีเดียวที่จะวัด GHGs ที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่เหมือนกับคาร์บอนก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ไม่ได้อยู่เป็นปริมาณที่คงตัวในที่ดิน และการเปลี่ยนแปลงในบัญชีไม่สามารถบ่งบอกค่าการเปลี่ยนแปลงที่เข้าสู่บรรยากาศได้ ค่าการเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องวัดโดยตรงจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซในกล่องหรือห้องที่ปิดครอบส่วนหนึ่งของระบบนิเวศน์ โดยวัดอัตราการปลดปล่อยที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการไหลออกที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับการไหลออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือใช้แบบจำลองที่คำนวณการแลกเปลี่ยนสุทธิจากข้อมูลคุณสมบัติของดิน การคาดประมาณค่าการเปลี่ยนแปลงของก๊าซเหล่านี้ มีความไม่แน่นอนมากกว่าค่าการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เนื่องจากมีความผันแปรตามเวลาและพื้นที่มากกว่า

4.5 การวัดโดยใช้การสำรวจระยะไกล

การสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม อาจนำมาใช้หาพื้นที่เริ่มต้นของการปกคลุมที่ดินลักษณะต่างๆกัน รวมทั้งพื้นที่ป่าไม้ ใช้หาขอบเขต อัตราการเปลี่ยนแปลง และตำแหน่งที่ตั้งของกิจกรรมที่มีผลทำให้เกิดการตัดไม้ทำลายป่า และการเจริญเติบโตขึ้นใหม่ เพิ่มเติมที่ตกลงกัน และใช้หาการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศน์บกเนื่องจากสาเหตุทางธรรมชาติและจากมนุษย์ การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเกิดคำถามขึ้นว่า จะใช้ข้อมูลเหล่านั้นเป็นแหล่งข้อมูลปฐมภูมิสำหรับประเทศที่รายงานแหล่งปลดปล่อยและกักเก็บคาร์บอน หรือจะใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ตารางที่ 3-17 เมตริกในการตัดสินใจของแหล่งสะสมคาร์บอนหลักสำหรับโครงการสะสมคาร์บอน

ชนิดของโครงการ	มวลชีวภาพที่มีชีวิต			มวลชีวภาพเหนือดินที่ตายแล้ว		ดิน	ผลผลิตไม้
	ส่วนเหนือดิน(ต้นไม้)	ส่วนเหนือดิน (อื่นๆ)	ราก	ส่วนละเอียด	ส่วนหยาบ		
• ปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อน	Y	N	M	M	R	Y	N
• วนเกษตร	Y	Y	M	N	N	R	Y
• การเพิ่มคาร์บอนในดิน	N	N	M	N	N	Y	N
• การร่วมของเศษซากเหลือของพืช	N	N	M	N	Y	N	N

***ที่มา** : อ้างใน Poeyry (2001)*

Y : การเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญในแหล่งสะสมที่เป็นไปได้ : ควรมีการตรวจวัด

R : การเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญในแหล่งสะสม : แต่การตรวจวัดที่ได้ความแม่นยำสูงเพียงพอจะมีค่าใช้จ่ายมาก แนะนำให้ทำการตรวจวัดอย่างไม่สม่ำเสมอ

N : การเปลี่ยนแปลงในแอ่งสะสมที่อาจมีความสำคัญ : การตรวจวัดไม่มีความจำเป็น

M : การเปลี่ยนแปลงในแอ่งสะสมมีความเป็นไปได้ในบางกิจกรรม : อาจจำเป็นในการตรวจวัด

4.6 กิจกรรมที่เพิ่มปริมาณคาร์บอน

การจำแนกแหล่งสะสมคาร์บอน

เมตริกในการตัดสินใจของแหล่งสะสมคาร์บอนหลักสำหรับโครงการการเก็บกักคาร์บอน (Sequestration Projects) เฉพาะที่ได้นำมาจากรายงานพิเศษของ IPCC (2000) ที่แสดงใน Jaakko Poeyry (2001) ดังตารางที่ 3-17

4.7 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในระดับโครงการ

การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนจากโครงการการสะสมคาร์บอนเกี่ยวข้องกับขั้นตอนดังต่อไปนี้

• การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนแต่ละชนิดพันธุ์พืชตลอดช่วงอายุของโครงการที่มีผลมาจากกิจกรรมโครงการชนิดพันธุ์พืชที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันของชนิด อายุและสภาพพื้นที่เหมือนกัน

• การหักออกของการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนแต่ละชนิดพันธุ์พืชที่เคลื่อนย้ายจากโครงการที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสะสมควรจะเกิดน้อยกว่าข้อมูลฐานหรือในกรณีที่ไม่มีโครงการ (Without Project Scenario)

• การหักออกของการรั่วไหลของคาร์บอน (Carbon Leakage) ที่อาจจะมีค่าอิทธิพลต่อการได้ประโยชน์โครงการทั้งหมด

ซึ่งสามารถแสดงได้ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

$$CP = \sum_{I=1} ((CI - Cbi) - CI)$$

เมื่อ

Cp = ปริมาณคาร์บอนสำหรับโครงการในช่วงเวลาการทำบัญชี

Ci = ปริมาณคาร์บอนที่ถูกประเมินสำหรับพันธุ์พืชชนิด C

Cbi = ข้อมูลฐานที่ถูกประเมินสำหรับพันธุ์พืชชนิด C

CI = การรั่วไหลของคาร์บอน

4.8 กิจกรรมที่รักษาปริมาณคาร์บอนที่มีอยู่

การจำแนกแหล่งสะสมคาร์บอน

เมตริกในการตัดสินแหล่งสะสมคาร์บอนหลักสำหรับโครงการลดการปลดปล่อย ดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 เมตริกในการตัดสินใจของแหล่งสะสมคาร์บอนหลักสำหรับโครงการสะสมคาร์บอน

ชนิดของโครงการ	มวลชีวภาพที่มีชีวิต			มวลชีวภาพเหนือดินที่ตายแล้ว		ดิน	ผลผลิตไม้
	ส่วนเหนือดิน(ต้นไม้)	ส่วนเหนือดิน (อื่นๆ)	ราก	ส่วนละเอียด	ส่วนหยาบ		
หยุดการตัดไม้	Y	M	R	M	Y	R	M
ลดผลกระทบจากการทำไม้	Y	M	R	M	Y	M	M
ปรับปรุงการจัดการป่าไม้	Y	M	R	M	Y	M	Y
ลดการเผาไหม้							
ก) เศษเหลือจากการเกษตร	N	Y	R	M	Y	M	N
ข) ทุ่งหญ้าซาวันนา	N	Y	R	M	Y	M	N
ค) ไร่เลื่อนลอย	Y	M	R	M	Y	M	N

ที่มา *: อ้างใน Poeyry (2001)*

Y : การเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญในแหล่งสะสมที่เป็นไปได้ : ควรมีการตรวจวัด

R : การเปลี่ยนแปลงอย่างสำคัญในแหล่งสะสม : แต่การตรวจวัดที่ได้ความแม่นยำสูงเพียงพอจะมีค่าใช้จ่ายมาก แนะนำให้ทำการตรวจวัดอย่างไม่สม่ำเสมอ

N : การเปลี่ยนแปลงในแอ่งสะสมที่อาจมีความสำคัญ : การตรวจวัดไม่มีความจำเป็น

M : การเปลี่ยนแปลงในแอ่งสะสมมีความเป็นไปได้ในบางกิจกรรม : อาจจำเป็นในการตรวจวัด

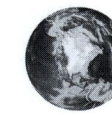
4.9 การคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนจากโครงการการลดการปลดปล่อย

การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนจากโครงการการลดการปลดปล่อยที่เกี่ยวข้องมีขั้นตอนต่อไปนี้

- การคำนวณการเปลี่ยนแปลงแหล่งสะสมมวลชีวภาพตลอดช่วงเวลาสำหรับกิจกรรมบนหน่วยพื้นฐานเช่นเฮคแตร์
- การเปลี่ยนของแหล่งสะสมมวลชีวภาพเป็นคาร์บอนเพื่อทำให้เกิดภาพตัดขวางของปริมาณคาร์บอน (Carbon Profile) ต่อหน่วยพื้นที่ตลอดช่วงเวลา
- การคูณภาพตัดขวางของปริมาณคาร์บอนสะสมต่อหน่วยพื้นที่ด้วยจำนวนของพื้นที่ที่ครอบคลุมกิจกรรมที่ใช้ในการคิดคำนวณภาพตัดขวางของปริมาณคาร์บอน
- การเปรียบเทียบระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนที่เคลื่อนย้ายจากโครงการและการทำนายจากข้อมูลพื้นฐาน
- ความสามารถในการบ่งบอกปัจจัยที่ทำให้เกิดการรั่วไหลอาจจะมีอิทธิพลต่อผลกำไรทั้งโครงการ

4.10 เทคนิคการตรวจวัดและการคิดคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้

เทคนิควิธีการตรวจวัดและการคิดคำนวณที่เกี่ยวข้องเพื่อการประมาณการปลดปล่อยคาร์บอนและการสะสมคาร์บอนจากป่าและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความซับซ้อนเนื่องจากข้อจำกัดของความสลับซับซ้อนของปัจจัยทางกายภาพของพืช และการขาดข้อมูลหรือการไม่มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือเป็นหลัก วิธีที่ใช้ที่ยอมรับมากที่สุดและมีการใช้อย่างกว้างขวางคือวิธีการของ IPCC ในระดับโลกการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่สำคัญที่สุดที่เป็นผลของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการดูดซับคือ



• การเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้เนื้อแข็งอื่นๆ

• การเปลี่ยนจากป่าและทุ่งหญ้าธรรมชาติ

• การละทิ้งของที่ดินเกษตร ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ การปลูกป่าและที่ดินที่มีการจัดการอื่นๆ

• การเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในดิน

4.11 การตรวจวัดและการคิดคำนวณก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและการป่าไม้ของ IPCC (Revised 1996 IPCC) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ

1. การคำนวณพื้นฐาน (Basic Calculation)

2. การปรับปรุงการคำนวณ (Refinements in Calculation)

4.11.1 การคำนวณพื้นฐาน การคำนวณพื้นฐานเน้นในเรื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของการปกคลุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน) และกิจกรรมการป่าไม้ที่มีผลมากที่สุดต่อการเคลื่อนย้ายมวล (Flux) ที่มีศักยภาพของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อบรรยากาศหรือมีศักยภาพมากที่สุดต่อการสะสมคาร์บอนการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ส่วนที่พิจารณาคือ

• การเปลี่ยนแปลงป่าและทุ่งหญ้าธรรมชาติไปเป็นที่ดินเกษตรกรรม

• การปล่อยทิ้งที่ดินที่มีการจัดการ

การประมาณการณ์ของแหล่งที่เกิดและแหล่งสะสมคาร์บอนจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต้องการข้อมูลในช่วงเวลาที่นานคือเมื่อป่าถูกตัดหรือที่ดินทางการเกษตรถูกละทิ้งผลการตอบสนองทางชีวภาพในพันธกรณีของการเคลื่อนย้ายมวลของคาร์บอนหรือจากบรรยากาศเป็นเวลาหลายปีหลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินวิธีการนี้จะมีการประมาณการณ์เคลื่อนย้ายมวลที่เข้าหรือออกจากบรรยากาศในปีที่มีการจัดทำรายการ (Inventory Year) ในการกระทำดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการประมาณการณ์กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นเวลาหลายปีก่อนที่มีการจัดทำรายการและประมาณผลของกิจกรรมเหล่านี้ต่อการเคลื่อนย้ายมวล ณ ปีปัจจุบัน กิจกรรม 2 ส่วนดังกล่าวและเป็นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สำคัญที่สุดก็มีผลต่อการเคลื่อนย้ายมวลของคาร์บอน กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอีกจำนวนมากถูกตัดออกไปจากการคำนวณ

กิจกรรมการป่าไม้ที่เกี่ยวข้อง (การใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำลังดำเนินการอยู่) ถูกรวมไว้เป็นส่วนกว้างๆ ส่วนหนึ่งที่ให้ชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพป่าไม้และเนื้อไม้อื่นๆ ซึ่งถูกจัดไว้เพื่อรวมการปฏิบัติที่หลากหลายประเภท ตัวอย่างที่สำคัญ ปลูกการจัดการป่าเชิงพาณิชย์และการตัดฟัน การใช้ไม้เพื่อเชื้อเพลิง และการใช้ไม้ที่ถูกตัดฟันตามแนวความคิดส่วนนี้จะรวมกิจกรรมที่สำคัญทั้งหมดที่มนุษย์มีต่อปริมาณมวลชีวภาพป่าและเนื้อไม้อื่นๆ ที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายมวลของคาร์บอนที่เข้าและออกจากบรรยากาศแต่จะไม่มีผลในการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อแนะนำที่สำคัญ 2 ข้อที่เกี่ยวข้องคือ

1. ป่าไม้ที่ไม่มีการจัดการ (สำหรับการผลิตเนื้อไม้) และเป็นธรรมชาติจะไม่ได้รับการพิจารณาว่าเป็นไม้ทั้งแหล่งปลดปล่อยและแหล่งสะสมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์และไม่ถูกนับรวมในการคำนวณ

อย่างไรก็ตาม ประเทศส่วนมากในโลกนี้มีพื้นที่ป่าที่ไม่ถูกรบกวนจากมนุษย์น้อยมาก และพื้นที่ป่าเหล่านี้ยังสามารถกักเก็บคาร์บอนขณะที่มีการเจริญเติบโตไปสู่ป่าที่มีอายุมากขึ้น การพิจารณาในเรื่อง "การไม่ถูกรบกวน" ของป่าในเขตร้อนชื้น เช่น อาจจะนำไปสู่การคำนวณการสะสมคาร์บอนต่ำกว่าที่ประมาณไว้ ดังนั้น ประเทศในเขตร้อนชื้น ต้องเริ่มสร้างเครือข่ายการสำรวจและการติดตามป่าถาวร (Permament Forest) เพื่อที่จะนำมาใช้ในการตัดสินใจว่า "ป่าที่ไม่ถูกรบกวน" ทำหน้าที่ในการสะสมคาร์บอนหรือไม่ การวิจัยในปัจจุบันที่ป่าอะเมซอน แนะนำว่าป่าที่ไม่ถูกรบกวนคือแหล่งกักเก็บคาร์บอน (Logo and Brown, 1992 ; Grace et. al. 1995 อ้างใน Revised 1996 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories : Reference Mannual)

2. ป่าที่มีการเจริญเติบโตขึ้นมาใหม่ตามธรรมชาติบนที่ดินที่ถูกละทิ้งถูกนับว่าเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ในอดีตและจะนับแยกออกไป พื้นที่ที่ถูกละทิ้งโดยความหมายจะไม่มีการแทรกแซงโดยมนุษย์อย่างต่อเนื่อง (ที่มีผลอย่างชัดเจนต่อปริมาณคาร์บอนหลังการละทิ้ง)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้และไม้เนื้อแข็งอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงหัวข้อนี้รวมความหลากหลายอย่างกว้างขวางแต่จะเน้นความหลากหลายของป่าซึ่งเป็นส่วนประกอบของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพที่สำคัญประจำปี และถ้าการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพอื่นๆ ที่ไม่ใช่ต้นไม้ในป่า (เช่น ต้นไม้ในเมือง หมู่บ้าน) และพุ่มไม้ที่มีเนื้อไม้ในทุ่งหญ้า เป็นองค์

ประกอบที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของมวลชีวภาพควรจะนำเข้ามารวมด้วย แนวคิดที่เป็นพื้นฐานประกอบด้วย

1. ป่าธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวนที่ยังคงมีอยู่และอยู่ในสภาพสมดุลย์ไม่ควรที่จะถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นทั้งแหล่งปลดปล่อยหรือแหล่งกักเก็บสะสมที่เกิดโดยมนุษย์ ดังนั้นจึงไม่นำมารวมในการคำนวณการจัดทำรายการแห่งชาติ

2. การเจริญเติบโตของป่าตามธรรมชาติในที่ดินที่ถูกละทิ้งเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนสุทธิจะถูกสมมุติว่าไม่มีการเข้ามาเกี่ยวข้องของมนุษย์ที่ดำเนินไปแล้วหลังการละทิ้ง

3. ชนิดอื่นๆของป่าถูกรวมในการเปลี่ยนแปลงที่มีส่วนเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพของป่าไม้เนื้อแข็งอื่นๆ นั่นคือป่าใดก็ได้ที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์ที่ยังดำเนินอยู่หรือเป็นช่วงๆที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนที่จะต้องถูกรวมไว้ กิจกรรมบางอย่างที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพของป่าไม้เนื้อแข็งอื่นๆที่จะมีผลอย่างเด่นชัดต่อการเคลื่อนย้ายมวลคาร์บอน ได้แก่

- การจัดการป่าเศรษฐกิจซึ่งรวมการทำไม้ (Logging) Restocking การเลือกการตัดสางที่ดำเนินการโดยอุตสาหกรรมการผลิตป่าเศรษฐกิจ
- การจัดตั้งและการวัดของการปลูกป่าเศรษฐกิจ
- โครงการปลูกป่าในพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อนและการปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า
- การเก็บรวบรวมไม้ฟืนอย่างชาวบ้าน

ในส่วนจะรวมต้นไม้ซึ่งอาจจะไม่ถูกพิจารณาโดยทั่วไปว่าเป็นส่วนของ "ป่า" ซึ่งจะรวมต้นไม้ในพื้นที่ทางการเกษตรและในหมู่บ้านถ้ามีความสำคัญสำหรับมวลชีวภาพและพลังงานชีวภาพที่สำคัญในประเทศกำลังพัฒนา และยังสามารถรวมต้นไม้ในเมือง ต้นไม้ที่ปลูกตามทางหลวง ตามทางวิ่งของเครื่องบิน เป็นต้น ถ้ามันมีความสำคัญต่อการคำนวณของแต่ละประเภทในการพิจารณาเช่นเดียวกับสำหรับบริเวณที่ไม่มีป่าในบางประเทศ มวลชีวภาพจากเนื้อไม้จากไม้พุ่มหรือพืชอื่นๆในทุ่งหญ้าหรือบริเวณอื่นๆ อาจมีความสำคัญต่อไม้ฟืนทั้งหมด และต้องรวบรวมไว้เป็นบัญชีไม้ฟืนทั้งหมด มิฉะนั้นการสูญเสียของปริมาณมวลชีวภาพในป่าอาจจะถูกประมาณเกินไป

นอกจากส่วนการเปลี่ยนแปลงอาจจะถูกรวมกิจกรรมการปลูกพืชที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ตัวอย่างได้แก่ การจัดตั้งการปลูกป่าและโครงการปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่า/การปลูกป่าในพื้นที่ที่เคยเป็นป่า และพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (คือการปลูกต้นไม้) การใช้ที่ดินใหม่เกิดเป็นส่วนของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณมวลชีวภาพของป่าและไม้เนื้อแข็งอื่นๆ ที่ถูกคำนวณว่าเป็นการเพิ่มขึ้นประจำปี และถึงแม้ว่ามีความเป็นไปได้แต่ก็ไม่จำเป็นว่าต้องพิจารณาถึงผลของช่วงพักของการเปลี่ยนแปลงนี้

การนำข้อมูลการทำรายการป่าไม้อย่างละเอียดเข้าในแบบถ้าไม่คำนึงถึงความละเอียดของข้อมูล ที่ถูกใช้ผลสุดท้ายจะต้องถูกแสดงอยู่ในหน่วยของคาร์บอน (ตัวอย่าง (Gg) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยหรือถูกสะสมในส่วนที่มีการตอบสนองโดยเฉลี่ย (ตัวอย่างอัตราการเจริญเติบโตในรูปของมวลชีวภาพประจำปีต่อชนิดของมวลชีวภาพในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน จำนวนของหน่วยพื้นที่ (เช่นเฮคแตร์) ของป่าชนิดต่างๆสามารถถูกรวมเป็นส่วนที่สอดคล้องกับแนวทางง่ายๆ จำนวนของมวลชีวภาพที่ถูกสะสมในรูปของการตัดฟันเพื่อการพาณิชย์หรือเพื่อเหตุผลอื่นๆ ควรที่จะพิจารณาอย่างชัดเจนในรายการ

4.11.2 การปรับปรุงการคำนวณ (Refinements in Calculation)

มีพื้นที่มากมายซึ่งการคำนวณพื้นฐานต้องมีการปรับปรุงอย่างน้อยที่สุดเกี่ยวกับทฤษฎี สมมุติฐานอย่างง่ายมีการตั้งขึ้นมาในหลายพื้นที่ เพื่อที่จะหาวิธีการศึกษาให้เหมาะสมกับข้อมูลเพื่อที่จะใช้ได้ในหลายๆ ประเทศ การคำนวณพื้นฐานครอบคลุมเพียงรายละเอียดที่สำคัญทั้งหมด สำหรับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการป่าไม้ ซึ่งมีผลต่อการเคลื่อนย้ายของมวลของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก บางกิจกรรมทราบว่าเป็นผลต่อการเคลื่อนย้ายของมวลของก๊าซเรือนกระจก แต่ไม่สามารถอธิบายจากข้อมูลของผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สิ่งต่างๆเหล่านี้ได้รวบรวมไว้เพื่อเสนอแนะผู้ใช้ในการพิจารณา หากต้องมีการปรับปรุงการคำนวณใหม่ซึ่งรวมอยู่ในรายการแห่งชาติในปัจจุบันหรือในอนาคต ซึ่งจะทำให้มีการปรับปรุงและเพิ่มความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์

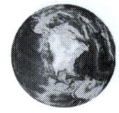
การปรับปรุงการคำนวณครอบคลุมประเด็นสำคัญดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงป่าและการสะสมมวลชีวภาพในไม้ชนิดอื่นๆ

- การเผาป่าส่งผลต่อก๊าซที่ไม่ใช่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีจำนวนมาก (Non-CO2 Trace Gases)
- การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพที่ตายแล้ว
- การเปลี่ยนแปลงป่าและทุ่งหญ้า
- พื้นที่รกร้างว่างเปล่า

2. กิจกรรมอื่นๆ

- การทำไร่เลื่อนลอย
- น้ำท่วมและการถ่ายเทน้ำออกจากพื้นที่ชุ่มน้ำ



4.12 พื้นที่ป่าของประเทศไทย

จากการรายงานโดยกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537) การคำนวณการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและป่าไม้ โดยป่าในประเทศไทย จัดเป็น 6 ประเภท คือ

1. ป่าดิบเขตร้อน (Tropical Evergreen Forest) (EGF) มีอยู่ร้อยละ 43 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

2. ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) (MDF) มีอยู่ร้อยละ 22 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

3. ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) (DDF) มีอยู่ร้อยละ 31 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

4. ป่าสน (Pine Forest) (PF) มีอยู่ประมาณร้อยละ 1 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

5. ป่าชายเลน (Mangrove Forest) (MGF) มีอยู่ประมาณร้อยละ 2 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

6. อื่นๆ มีอยู่ประมาณร้อยละ 1 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด

4.12.1 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าและทุ่งหญ้า (Forest and Grassland Conversion)

การคำนวณเริ่มจากการหาปริมาณป่าแต่ละชนิดที่ลดลงในที่นี้ใช้ค่าเฉลี่ยจากพื้นที่ป่า 6 ชนิด ระหว่างปี พ.ศ. 2536 ถึงปี พ.ศ. 2538 โดยมีการแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSTAT ตามชนิดป่า 6 ประเภทนี้ครั้งเดียวในปี พ.ศ. 2525 จึงใช้ร้อยละของชนิดป่าในปี พ.ศ. 2525 มาแบ่งชนิดสำหรับพื้นที่ป่าจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSTAT ในปี พ.ศ. 2536 และปี พ.ศ. 2538 ค่ามวลชีวภาพของป่าแต่ละประเภทได้จากการศึกษาในประเทศ ดังนี้

ชนิดป่า	ตัน/เฮคแตร์
EGF	337
MDF	266
DDF	126
PF	160
MGF	200

ส่วนมวลชีวภาพหลังการเปลี่ยนแปลงจะเท่ากับ 15 10 10 10 และ 10 ตัน/เฮคแตร์ สำหรับ EGF MDF DDF PF และ MGF ตามลำดับ ตัวเลขนี้จะขึ้นอยู่กับว่าพื้นที่ป่าใช้ประโยชน์อะไร ตัวเลข 10 ตัน/เฮคแตร์ เป็นค่า IPCC (Default) 15 ตัน/เฮคแตร์ สำหรับ EGF ด้วยเหตุที่มักใช้ปลูกพืชค่อนข้างถาวร จนถึงจุดนี้จะได้ปริมาณมวลชีวภาพที่สูญเสียไป ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ถูกเผาในพื้นที่ส่วนที่ถูกเผานอกพื้นที่ และส่วนที่ปล่อยถูกย่อยสลาย

ชนิดป่า	เผาในพื้นที่ ตัน/เฮคแตร์	เผานอกพื้นที่ ตัน/เฮคแตร์	ปล่อยให้ย่อยสลาย ตัน/เฮคแตร์
EGF	0.32	0.34	0.34
MDF	0.34	0.33	0.33
DDF	0.30	0.35	0.35
PF	0.36	0.32	0.32
MGF	0.16	0.41	0.41

ส่วนที่ถูกเผาในพื้นที่จะนำเฉพาะร้อยละ 90 ที่ถูกออกซิไดซ์ (Oxidize) มาคิดปริมาณคาร์บอนเหนือดิน โดยเท่ากับร้อยละ 54 52 49 48 และ 55 สำหรับ EGF MDF DDF PF และ MGF ตามลำดับ ได้ตัวเลขรวมคาร์บอนที่ปลดปล่อยจากการเผาในพื้นที่ในการคิดคาร์บอนที่ถูกเผานอกพื้นที่จะคำนวณในทำนองเดียวกัน

ส่วนที่ถูกปล่อยให้ย่อยสลาย IPCC แนะนำให้ใช้ 10 ปี จึงใช้ค่านี้ ในการคำนวณ โดยต้องย้อนไปหาพื้นที่ป่าที่ถูกเปลี่ยนเฉลี่ย 10 ปีก่อน จึงจะคำนวณคาร์บอนจากการย่อยสลายต่อปีได้ เมื่อรวมกับที่ถูกเผาทั้งนอกและในพื้นที่ จะได้ก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ที่ปลดปล่อย สำหรับก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ คำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์มาประยุกต์ใช้เลย โดยใช้ค่าของ IPCC จะมีสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ก๊าซมีเทน และก๊าซคาร์บอน-มอนออกไซด์ที่คงที่

• พื้นที่รกร้าง

IPCC แนะนำให้แบ่งเวลาเป็น 2 ช่วง คือ 20 ปีแรก และ 21 ถึง 100 ปี โดยในการคำนวณใช้อัตราการเจริญเติบโต จากการศึกษาของ Dhammanon (1994) ในทุกประเภทของป่าเมื่อให้มีการติดตามธรรมชาติในช่วง 20 ปีแรกจะรวดเร็วกว่าช่วงต่อมา พบว่าความแตกต่างไม่มากเท่าที่ IPCC แนะนำตัวเลขของพื้นที่ได้จากกรมป่าไม้ โดยคิดจากพื้นที่ป่านอกเหนือจากอุทยานแห่งชาติ เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า และสวนป่า น่าจะมีสภาพไม่สมบูรณ์และมีการเติบโตโดยธรรมชาติ ประมาณ 5.9 ล้านเฮคแตร์ จัดเป็นที่รกร้างมา 20 ปี และอีกประมาณ 0.5 ล้านเฮคแตร์ รกร้างมากกว่า 20 ปี ฉะนั้นจึงสามารถคำนวณปริมาณคาร์บอน-ไดออกไซด์ที่ดูดซับได้เท่ากับ 21,644 จิกกะตัน แต่ตัวเลขนี้กลับนำไปรวมไว้ในปริมาณดูดซับใน A

• การเปลี่ยนแปลงของการสะสมมวลชีวภาพของไม้ป่าและไม้อื่นๆ (A Change in Forest and Other Woody Biomass Stocks)

ส่วนนี้เน้นพื้นที่ปลูกป่าแบ่งตามชนิดของไม้ที่ปลูกโดยอัตราการเจริญเติบโตใช้งานศึกษาของ Boonpragob (1996) สามารถคำนวณมวลชีวภาพที่เพิ่มได้ และใช้ค่า IPCC คือร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพจะเป็นคาร์บอน ได้ตัวเลขคาร์บอนเก็บกักในแต่ละปีออกมา สำหรับการใช้ประโยชน์จากไม้ ใช้ตัวเลขกรมป่าไม้สำหรับไม้ซุงและตัวเลขแผนแม่บทการป่าไม้ไทยสำหรับไม้ฟืนในการปรับมาเป็นมวลชีวภาพใช้ตัวเลข IPCC ที่ร้อยละ 65 ได้มวลชีวภาพในการบริโภค (หักมวลชีวภาพจากการเปลี่ยนพื้นที่ป่าแล้วนำไปเผานอกพื้นที่) ซึ่งร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพเป็นคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อย ในที่สุดได้ตัวเลขก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยหรือกักเก็บ (สุทธิ)

อย่างไรก็ดียังมีความไม่ชัดเจนว่า ต้นไม้ในสวนป่า อุทยานแห่งชาติ เขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า และเขตห้ามล่าสัตว์ป่า จะปลดปล่อยคาร์บอนเท่าๆ กับที่กักเก็บหรือไม่ เนื่องจากในการคำนวณส่วนนี้จะถูกตัดไป คล้ายกับคิดว่าการปลดปล่อยเท่ากับการกักเก็บในแต่ละปี จึงไม่นำมาคิด

4.12.2 เทคนิค

ประเทศไทยเริ่มมีการจัดทำแผนที่สำรวจทรัพยากรป่าไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 และได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีให้ทันสมัยเรื่อยมา เช่น การนำเอาเทคนิคภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมเข้ามาใช้จนในปัจจุบันนี้ หลายหน่วยงานมีเครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อจัดทำแผนที่แสดงทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ของประเทศ หน่วยงานที่จัดทำแผนที่ป่าไม้ และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังแสดงในตารางที่ 3-7

4.12.3 การคิดคำนวณเกี่ยวกับมวลชีวภาพเหนือดินของประเทศไทย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับมวลชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในประเทศไทยมีการศึกษาพอสมควร โดยใช้วิธีการที่เป็นมาตรฐาน (พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ, 2538) ส่วนมากจะเป็นการศึกษาในสวนป่าชนิดต่างๆ ที่อายุแตกต่างกัน ในป่าธรรมชาติมีการศึกษาไว้บ้างโดยแยกตามชนิดป่าและเป็นตัวแทนในแต่ละภาค ตัวอย่างผลการศึกษาเกี่ยวกับมวลชีวภาพได้นำเสนอไว้ในเล่มนี้ เช่น ตารางที่ 3-8 ส่วนในสวนป่ามีตัวอย่างในบทที่ 5 อย่างไรก็ดีควรที่จะมีการส่งเสริมให้กว้างขวางออกไป เช่น ในการทำการเกษตรผสมผสาน

4.12.4 การคิดคำนวณปริมาณคาร์บอนในดิน

สำหรับประเทศไทยมีงานวิจัยน้อยมาก ในรายงานนี้อ้างถึงพจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ วีรศิลป์ (2544) ซึ่งได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย 5 ส่วนคือ 1. การประเมินการเปลี่ยนแปลงและการสูญเสียของอินทรีย์คาร์บอนในดิน 2. การประเมินการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนในดิน ตามการจำแนกดินระบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy) และระบบนิเวศน์ในพื้นที่ภูเขา 3. ศึกษาถึงความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ต่างกันทางด้านสภาพความชื้นของดิน การกระจายกลุ่มเนื้อดินและองค์ประกอบของแร่ในดิน 4. การประเมินปริมาณการสะสมรวม (Carbon Stock) ในดินทั้งหมดของประเทศ และ 5. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนกับประเทศต่างๆ ในภูมิภาคโดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ วิธีการศึกษาโดยสรุป คือ

1. การประเมินการเปลี่ยนแปลงและการสูญเสียของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

ในส่วนนี้ประกอบด้วยการนำข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินและน้ำที่กองวิเคราะห์ดินทำการวิเคราะห์รวมทั้งนำผลการทดลองในโครงการต่างๆ มาประเมินโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงและการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในดินเพื่อให้ผลการศึกษาในครั้งนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ประเมินการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนในดินจากการชะล้างพังทลายของดินในรูปของตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำสำคัญในประเทศไทยเพื่อหาปริมาณที่ถูกพัดพาออกไปสู่ทะเลที่ตกสะสมอยู่ในเขตชุ่มน้ำ

ประเมินหาปริมาณที่ถูกพัดพาออกไปสู่ทะเลและที่ตกสะสมอยู่ในเขตชุ่มน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลำน้ำสาขา วิธีการประกอบด้วยการนำผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนในรูปตะกอนแขวนลอยนำมาคำนวณปริมาณการเอื้ออำนวยน้ำเฉลี่ยต่อปี ค่าที่ได้จะเป็นปริมาณการสูญเสียอินทรีย์คาร์บอนจากดิน ส่วนการประเมินปริมาณการตกตะกอนในเขตพื้นที่ชุ่มน้ำ การศึกษาครั้งนี้ถูกจำกัดเฉพาะแม่น้ำเจ้าพระยาและลำน้ำสาขาเท่านั้นทั้งนี้เพราะลุ่มน้ำอื่นข้อมูลมีจำกัด วิธีการประเมินเป็นการประเมินปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในลำน้ำสาขาและที่ปล่อยออกไปจากแม่น้ำเจ้าพระยาปริมาณที่หายไปจะเป็นปริมาณการตกตะกอนในพื้นที่ชุ่มน้ำ

3. การประเมินการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนในดินตามการจำแนกดินระบบอนุกรมวิธาน (Soil Taxonomy) และระบบนิเวศน์ในพื้นที่ภูเขา

การประเมินประกอบด้วยการรวบรวมผลการวิเคราะห์ดินและการบรรยายหน้าดินตัด (Profile Description) มาทำการจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานในระดับ Order Suborder และ Great Group ตามหน่วยแผนที่ดินที่ใช้เป็นแผนที่พื้นฐานมาเฉลี่ยหาค่าในแต่ละหน่วยแผนที่ เนื่องจากไม่มีข้อมูลสำรวจดินในพื้นที่ภูเขา ดังนั้นในการประเมินครั้งนี้ไม่สามารถใช้หน่วยแผนที่ดินในการประเมินได้ ดังนั้นในการประเมินได้ใช้แผนที่ประเภทของป่าไม้และแผนที่การทำไร่เลื่อนลอยเป็นแผนที่พื้นฐาน โดยรวบรวมผลการวิเคราะห์ดินในพื้นที่ดังกล่าวมาประมวลหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ในการประเมินตามระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป

4. ศึกษาถึงความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้สภาพแวดล้อมที่ต่างกันทางด้านสภาพความชื้นดิน การกระจายกลุ่มเนื้อดินและองค์ประกอบของแร่ในดิน

นำผลการศึกษาจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานในข้อ 3 ไปประเมินความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางด้านสภาพความชื้นดิน การกระจายกลุ่มเนื้อดินและองค์ประกอบของแร่ในดิน เพื่อนำไปใช้ในการประเมินปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนในดิน

5. จัดทำแผนที่การเก็บกักคาร์บอนในดินโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เพื่อแสดงถึงการกระจายปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

นำผลการประเมินในข้อ 3 นำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดทำแผนที่ออกมาในมาตราส่วน 1 : 1,000,000 ประกอบด้วยแผนที่แสดงการกระจายของอินทรีย์คาร์บอน 0-25 ซม. 0-50 ซม. และ 0-100 ซม.

6. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเก็บกักคาร์บอนในดินกับประเทศต่างๆ ในภูมิภาคโดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

นำผลการจำแนกและการกระจายของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในระดับ Order และ suborder ที่ได้จากการศึกษาเปรียบเทียบกับการกระจายและพื้นที่ของดินในประเทศมาเลเซีย พม่า และเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบศักยภาพของทรัพยากรดินตามธรรมชาติเพื่อนำไปสู่การกำหนดนโยบายทางการผลิตทางการเกษตร ซึ่งต้องมีการแข่งขันในภาวะที่การเปิดตลาดการค้าเสรีที่จะมีผลบังคับใช้

ผลการศึกษาสรุปว่า การสะสมอินทรีย์คาร์บอนในระดับความลึก 0-25 ซม. ส่วนใหญ่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 4-8 กก/ตร.ม (6.4-12.8 ตัน/ไร่) ครอบคลุมพื้นที่ถึงประมาณ 222,210 ตร.กม (ร้อยละ 43.3 ของพื้นที่ประเทศ) รองลงมาอยู่ระหว่าง 2-4 กก/ตร.ม (3.2-6.4 ตัน/ไร่) มีพื้นที่ประมาณ 171,001 ตร.กม (ร้อยละ 33.3 ของพื้นที่ประเทศ) นอกจากนี้พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนต่ำกว่า 2 กก/ตร.ม (3.2 ตัน/ไร่) มีพื้นที่ประมาณ 36,088 ตร.กม (ร้อยละ 7.03 ของพื้นที่ประเทศ)

ในระดับความลึก 0-100 ซม. พื้นที่ส่วนใหญ่ 206,510 ตร.กม (ร้อยละ 40.25 ของพื้นที่ประเทศ) มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 4-8 กก/ตร.ม รองลงมาได้แก่พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ระหว่าง 8-12 กก/ตร.ม พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนน้อยกว่า 4 กก/ตร.ม มีอยู่ไม่มากนัก

ปริมาณคาร์บอนรวม (Carbon Stock) ในดินลึก 1 เมตร จากผลการศึกษานี้สรุปว่ามีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนรวมของประเทศประมาณ 6,211,706 x 106 กก (6,211,706 Gg) 6,221.7 ล้านล้านตัน และอนินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมดของประเทศประมาณ 184,049 x 106 กก (184,049 Gg) หรือ 184 ล้านล้านตัน ในส่วนของอนินทรีย์คาร์บอนที่ประเมินจากการวิเคราะห์ดินจะอยู่ในรูปของคาร์บอเนต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตทุติยภูมิ (Secondary Carbonate) เช่นปูนมาร์ล หรือคาร์บอเนตในรูปอื่นเป็นต้น ไม่รวมถึงภูเขาหินปูน

การเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและสภาพความชื้นดินกับประเทศพม่า มาเลเซียและเวียดนาม ประเทศไทยจะมีการกระจายของพื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนสูงและพื้นที่ชุ่มชื้นที่เอื้ออำนวยต่อเกษตรกรรมน้อยกว่าประเทศดังกล่าว ข้อด้อยในสภาพทางธรรมชาติของทรัพยากรดินของประเทศอาจมีผลต่อต้นทุนในการผลิตทางการเกษตรในเวทีการเปิดการค้าเสรีของโลก