

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
CHƯƠNG TRÌNH HỖ TRỢ NGÀNH LÂM NGHIỆP & ĐỐI TÁC

CẨM NANG
NGÀNH LÂM NGHIỆP

Chương
HẤP THỤ CÁC BÓN

Ths: Phan Minh Sang
Ths: Lưu Cảnh Trung

NĂM 2006

Mục lục

Những chữ viết tắt.....	i
1. Giới thiệu	1
2. Giới thiệu về công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyôto	3
2.1. Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC)	3
2.2. Nghị định thư Kyôto	4
2.2.1. Cơ chế đồng thực hiện – Joint Implementation.....	5
2.2.2. Mua bán phát thải – Emission Trading	5
2.2.3. Cơ chế phát triển sạch (Clean Development Mechanism)	5
2.3. Các thông tin chung về dự án CDM.....	8
2.3.1. Các bên có liên quan đến các dự án CDM	8
2.3.2. Chu trình dự án CDM.....	9
2.3.3. Dự án CDM qui mô nhỏ.....	12
2.4. Triển vọng thực hiện Nghị định thư Kyôto và cơ chế phát triển sạch CDM ở Việt Nam.....	13
2.4.1. Thông tin quốc gia về Nghị định thư Kyôto và Cơ chế phát triển sạch CDM	13
2.4.2. Vai trò và triển vọng hấp thụ cacbon trong ngành lâm nghiệp	17
2.4.3. Chu trình phê duyệt dự án CDM ở Việt Nam	18
3. Hấp thụ các bon trong lâm nghiệp	21
3.1. Một số khái niệm cơ bản liên quan đến hấp thụ cacbon và dự án CDM trong lâm nghiệp...	21
3.2. Phương pháp điều tra hấp thụ cacbon trong lâm nghiệp	27
3.2.1. Phương pháp luận chung.....	27
3.2.2. Sinh khối và hấp thụ cacbon của lớp thực vật trên bề mặt đất.....	32
3.2.3. Rác hữu cơ trên mặt đất	39
3.2.4. Sinh khối dưới mặt đất	40
3.2.5. Cacbon trong đất	41
3.3. Đánh giá giá trị của rừng với hấp thụ cacbon.....	48
3.3.1. Giá trị chung.....	48
3.3.2. Xác định giá trị của rừng với hấp thụ các bon	49
4. Thiết lập, quản lý dự án CDM lâm nghiệp	50
4.1. Ranh giới dự án	51
4.2. Đo đếm, giám sát và xác nhận GHG	52
4.2.1. Đường cơ sở	53
4.2.2. Xác định cacbon và các khí nhà kính khác	54
4.2.3. Thiết kế hệ thống ô đo đếm và phương pháp tính lượng hấp thụ cacbon của các dự án LULUCF trong lâm nghiệp.....	56
4.2.4. Đo đếm hiện trường và phân tích số liệu để ước lượng các bể cacbon dự án.....	62
4.2.5. Giám sát	66
4.3. Tác động, hiệu quả và chi phí của dự án LULUCF trong lâm nghiệp	66
4.4. Quá trình thiết lập một dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng.....	68
4.5. Dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ	69
Phụ lục	70
Phụ lục 1. Thuật ngữ - Glossary.....	70

Phụ biểu 2. Hướng dẫn viết đề xuất dự án cho dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng	76
Phụ biểu 3. Hướng dẫn đề xuất phương pháp mới cho việc xác định đường cơ sở và giám sát dự án trồng rừng và tái trồng rừng	76
Phụ biểu 4. Quy trình và thủ tục đăng ký dự án CDM về trồng rừng và tái trồng rừng.....	76
Phụ biểu 5. Hướng dẫn quy trình và thủ tục cho dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ	76
Tài liệu tham khảo	77

NHỮNG CHỮ VIẾT TẮT

AM	Approved Methodology – Phương pháp đã được thẩm định
AR WG	Afforestation/Reforestation Working Group (of the EB) – Nhóm chuyên trách về Trồng rừng/Tái trồng rừng của Ban thư ký
ARD	Afforestation, Reforestation and Deforestation – Trồng mới rừng, tái trồng rừng và phá rừng
CDM:	Clean Development Mechanism – Cơ chế phát triển sạch
CER	Certified Emission Reduction – Giảm phát thải được chứng nhận
CH ₄	Methane – Mêtan
CO ₂	Carbon Dioxide - Cácbonic
CO ₂ e	Carbon Dioxide Equivalent – Đơn vị cácbonic tương đương
COP	Conference of the Parties (to the UNFCCC) – Hội nghị các Bên tham gia (Đối với Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu)
COP/MOP	Conference of the Parties serving as a Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol– Cuộc họp các bên tham gia Nghị định thư Kyôto của Hội nghị các Bên tham gia
DNA	Designated National Authority – Cơ quan thẩm quyền quốc gia
DOE	Designated Organizational Entity- Cơ quan tác nghiệp được chỉ định
EB	Executive Board – Ban Điều hành
FAO	Tổ chức Nông lương thế giới
ER	Emissions Reductions – Giảm phát thải
GHG	Greenhouse Gas – Khí nhà kính
HFC	Hydrofluorocarbons
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change – Ban liên chính phủ về biến đổi khí hậu
IRR	Internal Rate of Return – Tỷ suất lợi nhuận
LFG	Land fill gas – khí chôn lấp
LULUCF	Land use, land use change and forestry – Sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp
M&P	Modalities & Procedures – Phương thức và quy trình
Meth Panel	Baseline and Monitoring Methodology Panel – Ban phê duyệt phương pháp giám sát và đường cơ sở
N ₂ O	Nitrous Oxide – Ôxít Nitơ
NM	New Methodology – Phương pháp mới
NMB	New Methodology Baseline – Phương pháp tính đường cơ sở mới
NMM	New Methodology Monitoring – Phương pháp giám sát mới
NPV	Net Present Value – Lợi nhuận thực quy về hiện tại
PDD	Project Design Document – Văn kiện thiết kế dự án
SSC	Small Scale CDM – Dự án CDM quy mô nhỏ

SSC WG	Small Scale CDM Working Group (of the EB) – Nhóm làm việc dự án CDM quy mô nhỏ (thuộc Ban điều hành)
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice - Bộ phận tư vấn khoa học và kỹ thuật
UNEP	United Nations Environment Programme - Chương trình Môi trường Liên hợp quốc

1. Giới thiệu

Nóng lên toàn cầu là vấn đề mới được ghi nhận trong vài thập kỷ trở lại đây. Tuy nhiên nó tiềm ẩn những tác động tiêu cực tới sinh vật và các hệ sinh thái (UNFCCC, 2005b). Biến đổi khí hậu, một hệ quả của sự nóng lên toàn cầu, làm tổn hại lên tất cả các thành phần của môi trường sống như nước biển dâng cao, gia tăng hạn hán, ngập lụt, thay đổi các kiểu khí hậu, gia tăng các loại bệnh tật, thiếu hụt nguồn nước ngọt, suy giảm đa dạng sinh học và gia tăng các hiện tượng khí hậu cực đoan (WWF).

Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu là sự tăng lên của nồng độ của khí nhà kính. Khí nhà kính chỉ chiếm 1% bầu khí quyển nhưng có vai trò như tấm chăn bao phủ trái đất vì chúng giữ nhiệt sưởi ấm cho trái đất, nơi mà nhiệt độ sẽ thấp hơn khoảng 30⁰C nếu như không có khí nhà kính. Các hoạt động của con người như sử dụng nhiên liệu hóa thạch, sản xuất xi măng, chuyển đổi mục đích sử dụng đất (vd. phá rừng để canh tác nông nghiệp) và hoạt động công nghiệp làm dày thêm “lớp chăn” bao phủ này dẫn đến sự nóng lên toàn cầu. Theo ước tính của IPCC, các-bon-níc (CO₂) chiếm tới 60% nguyên nhân của sự nóng lên toàn cầu, nồng độ CO₂ trong khí quyển đã tăng 28% từ 288 ppm lên 366 ppm trong giai đoạn 1850-1998 (IPCC, 2000). Ở giai đoạn hiện nay, nồng độ khí CO₂ tăng khoảng 10% trong chu kỳ 20 năm (UNFCCC, 2005b).

Để chống lại sự biến đổi khí hậu mà tác động của nó đến loài người và các hệ sinh thái trên trái đất thậm chí còn chưa lường hết được, tại Hội nghị thượng đỉnh Trái đất ở Rio de Janeiro cộng đồng quốc tế đã thoả thuận và ban hành Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (1992). Công ước này sau đó được cụ thể hóa bằng Nghị định thư Kyôto (1997) nhằm ràng buộc nghĩa vụ chống biến đổi khí hậu bằng việc đưa ra định mức giảm phát thải khí nhà kính ở các nước công nghiệp phát triển (Các nước thuộc Phụ lục 1). Nghị định thư cũng đưa ra 3 cơ chế linh hoạt để giúp cho các nước này đạt được nghĩa vụ của mình là các cơ chế “Đồng thực hiện”(JI); “Cơ chế phát triển sạch”(CDM) và “Buôn bán khí thải”(ET) (UNFCCC, 2005c). Theo Cơ chế phát triển sạch (CDM) đề xuất bởi Nghị định thư, những dự án giảm phát thải hoặc hấp thụ khí nhà kính nhằm chống lại biến đổi khí hậu và tăng cường phát triển bền vững của các nước đang phát triển (Các nước thuộc Phụ lục 2) có thể nhận được tín dụng từ những nước phát triển (Các nước thuộc Phụ lục 1). Việc thực hiện Nghị định thư Kyôto tạo cơ hội cho các nước đang phát triển nhận được những giá trị kể cả kinh tế và môi trường cho phát triển bền vững, đặc biệt là ở các nước vùng nhiệt đới (Bonnie and Schwartzman, 2003). Cơ chế phát triển sạch cũng sẽ làm gia tăng sự quan tâm của các bên có liên quan trong việc phát triển rừng trồng bền vững ở các nước đang phát triển. Trong khi các vấn đề về chính trị, xã hội, thể chế còn đang được thảo luận để nâng cao hiệu quả thực hiện Nghị định thư Kyôto, nhằm quản lý có hiệu quả khí nhà kính và đánh giá được đúng đắn ảnh hưởng của nó đối với trái đất, cộng đồng khoa học quốc tế vẫn đang cố gắng làm sáng tỏ tiềm năng của các bể hấp thụ cacbon, vai trò và

đóng góp của hệ sinh thái rừng trong chu trình cacbon, triển vọng và biện pháp tăng khả năng đóng góp của hệ sinh thái rừng trong chống biến đổi khí hậu toàn cầu.

2. Gợi thiệu về công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyôto

2.1. Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC)

Các bằng chứng thu thập được trong những năm 60 và 70 thế kỷ trước cho thấy sự tăng lên đáng kể của nồng độ cacbonic (CO_2) trong khí quyển đã đẩy lên sự quan tâm của cộng đồng khoa học quốc tế mà trước tiên là các nhà nghiên cứu khí hậu. Tuy nhiên, cũng phải mất hàng chục năm sau, vào năm 1988, Ban Liên chính phủ về Biến đổi Khí hậu mới được thành lập bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên hợp quốc (UNEP). Tổ chức này đã đưa ra báo cáo đánh giá lần đầu tiên vào năm 1990 trên cơ sở nghiên cứu và ý kiến của 400 nhà khoa học trên thế giới. Bản báo cáo đã kết luận, hiện tượng nóng lên toàn cầu là có thật và cần phải có những hành động kịp thời để đối phó với hiện tượng này (UNFCCC, 2005b).

Những kết quả của Ban Liên chính phủ đã thúc giục cộng đồng quốc tế thành lập Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu. Tại Hội nghị Thượng đỉnh Liên hợp quốc về Môi trường và Phát triển – hay còn gọi là “Hội nghị thượng đỉnh Trái đất” – tại Rio de Janeiro năm 1992, Công ước đã được thông qua. Mục tiêu của Công ước là nhằm ngăn ngừa những hoạt động có hại của loài người đến hệ khí hậu trên trái đất. Công ước có hiệu lực năm 1994. Cho đến nay, trên toàn thế giới, đã có 189 nước ký kết Công ước (UNFCCC, 2005a).

Xác định và đối mặt với biến đổi khí hậu

Thành tựu lớn nhất của Công ước là việc thừa nhận sự nóng ấm toàn cầu là một vấn đề có thật. Bởi vì trước khi có Công ước khoảng một thập kỷ, không có bất cứ bằng chứng khoa học hoặc thỏa thuận có hiệu lực nào thừa nhận sự nóng ấm toàn cầu (Thậm chí, cho đến ngày nay, vẫn có những người vẫn chống lại rằng có hiện tượng nóng lên toàn cầu và biến đổi khí hậu là một vấn đề cần quan tâm). Tuy nhiên, cho đến nay, các quốc gia trên thế giới vẫn chưa thể thống nhất hoàn toàn về các vấn đề chung như hậu quả của ấm nóng toàn cầu, những tác động nào là nguy hiểm nhất có nguyên nhân của nóng ấm toàn cầu sẽ xảy ra trong những thập kỷ tới hay thậm chí những thế kỷ tới, những hành động gì cần phải được thực hiện để ngăn chặn những tác động có hại này.

Mục tiêu lớn nhất của Công ước là **ổn định được các nồng độ khí nhà kính trong khí quyển ở mức an toàn**. Mức này, chưa được định lượng cụ thể, nhưng phải đạt được trong khung thời gian đủ để các hệ sinh thái trên trái đất thích ứng một cách tự nhiên với biến đổi khí hậu, đảm bảo sản xuất lương thực không bị ảnh hưởng và cho phép phát triển kinh tế một cách bền vững (UNFCCC, 2005a).

Công ước cũng thừa nhận rằng đây chỉ là một Hiệp định khung – cần phải được bổ sung và hoàn chỉnh theo thời gian để những cố gắng giải quyết vấn đề nóng lên toàn cầu và

biến đổi khí hậu được tập trung và hiệu quả hơn. Sự bổ sung lớn đầu tiên của Công ước đó là Nghị định thư Kyôto, được ban hành năm 1997.

Trách nhiệm chống biến đổi khí hậu và những tác hại của biến đổi khí hậu

Trong cuộc chiến chống biến đổi khí hậu, Công ước đã đặt ra trách nhiệm nặng nề nhất cho các nước phát triển bởi vì những nước này là nguồn phát thải khí nhà kính chủ yếu trong quá khứ cũng như hiện tại. Những nước này bị đòi hỏi phải cắt giảm phần lớn lượng khí thải cần phải giảm và trả tiền cho những hoạt động làm giảm hoặc hấp thụ khí nhà kính ở những nước khác. Các nước này, được gọi là các nước “Phụ lục I” - “Annex I”, chủ yếu là các nước phát triển, thuộc Tổ chức Hợp tác và Phát triển Kinh tế (OECD).

Trong Công ước, các nước công nghiệp hóa đã đồng ý hỗ trợ tài chính cho các hoạt động ở các nước đang phát triển – phần hỗ trợ này phải nằm ngoài những hỗ trợ tài chính mà họ đã, đang cung cấp cho các nước này (vd. viện trợ phát triển – ODA). Một quỹ tín dụng cũng đã được thiết lập cho các hoạt động hỗ trợ được quản lý bởi Quỹ Môi trường toàn cầu (Global Environment Facility – GEF). Các nước phát triển cũng đồng ý chuyển giao những công nghệ sản xuất tiên bộ, ít gây ô nhiễm cho các nước đang phát triển.

Bởi vì nhu cầu phát triển kinh tế là thiết yếu cho các nước nghèo, nơi mà phát triển kinh tế, thậm chí kể cả khi không có những vấn đề nảy sinh từ biến đổi khí hậu, là quá trình không dễ đạt được, nên Công ước đã chấp thuận rằng phát thải khí nhà kính của các nước đang phát triển vẫn sẽ được tăng lên theo thời gian. Điều quan trọng là tìm cách hỗ trợ các nước này hạn chế phát thải khí nhà kính mà không ảnh hưởng đến quá trình phát triển kinh tế.

Công ước cũng thừa nhận các nước đang phát triển là những nước dễ bị tổn hại nhất do biến đổi khí hậu và kêu gọi những cố gắng mạnh mẽ hơn để giải quyết hậu quả này.

2.2. Nghị định thư Kyôto

Các bên tham gia Công ước tiến hành Hội nghị của các bên tham gia (COP) nhằm cụ thể hoá những đề xuất tổng quát của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu. Nghị định thư Kyôto được thông qua vào tháng 12 năm 1997 tại COP 3. Nghị định thư đưa ra nghĩa vụ pháp lý đối với 38 nước công nghiệp hóa (Phụ lục 1) trong thời kỳ 2008 – 2012 đạt phát thải khí nhà kính thấp hơn mức năm 1990 khoảng 5,2%. Các khí nhà kính chính được nêu trong Nghị định thư là: Cácbonic (CO₂), Mêtan (CH₄), Ôxit nitơ, Hydrofluorocacbon (HFC_s), Perfluorocacbon (PFC_s) và Sunphua hexafluorit (SF₆) (UNFCCC, 2005c).

Ngoài việc thông qua Nghị định thư có tính bước ngoặt Kyôto, các Bên tham gia Công ước còn đồng ý đưa ra các cơ chế Kyôto, bao gồm cơ chế Đồng thực hiện (Joint Implementation – JI), Cơ chế phát triển sạch (CDM) và Mua bán phát thải (Emission

trading - ET). Do chi phí giảm phát thải hoặc thu hồi khí nhà kính rất khác nhau giữa các quốc gia, khu vực hay giữa các ngành sản xuất, dịch vụ trên thế giới, việc thực hiện linh hoạt các cơ chế này tạo điều kiện thúc đẩy các dự án giảm phát thải có chi phí rẻ nhưng mà vẫn mang lại hiệu quả môi trường.

2.2.1. Cơ chế đồng thực hiện – Joint Implementation

Cơ chế đồng thực hiện (JI) được định nghĩa trong điều 6 của Nghị định thư Kyôto, cơ chế này cho phép các bên thuộc Phụ lục I (các nước đầu tư) muốn có được các mức giảm phát thải được chứng nhận (credits) khi thực hiện các dự án giảm phát thải hoặc thu hồi cac-bon ở các bên cũng thuộc Phụ lục I (các nước chủ nhà). Các dự án JI dễ thực hiện ở các nước có nền kinh tế đang chuyển đổi (Economies in transition) là các nước có cơ hội giảm phát thải hoặc tăng cường thu hồi các bon với chi phí thấp. Các mức giảm cacbon được chứng nhận do cơ chế đồng thực hiện (JI) tạo ra, được gọi là các đơn vị giảm phát thải (Emission Reduction Units). Các nước đầu tư có thể sử dụng các đơn vị ERU để đạt được các chỉ tiêu phát thải khí nhà kính của mình. Lượng giảm phát thải cacbon được tính bằng đơn vị ERU sẽ được khấu trừ từ lượng phát thải chỉ định của nước chủ nhà do thực hiện thực hiện dự án JI (UNFCCC, 2005c).

2.2.2. Mua bán phát thải – Emission Trading

Mua bán phát thải được định nghĩa trong điều 17 của Nghị định thư Kyôto. Các Bên thuộc Phụ lục I có thể có các đơn vị lượng chỉ định (Assigned amount units), đơn vị giảm phát thải (ERUs), giảm phát thải được chứng nhận (CERs), và các đơn vị khử (RMUs) của các bên khác thuộc Phụ lục I thông qua mua bán phát thải.

2.2.3. Cơ chế phát triển sạch (Clean Development Mechanism)

Cơ chế phát triển sạch là một trong 3 cơ chế được đề ra bởi Nghị định thư Kyôto như đã nêu ở trên. Theo IPCC, trong hai thập kỷ tới ước tính tổng mức phát thải khí nhà kính của các nước đang phát triển sẽ vượt tổng mức phát thải của các nước phát triển. Chính vì vậy ngoài việc đạt được mức giảm thải đã cam kết của các Bên thuộc Phụ lục I, làm thế nào để giảm được sự gia tăng phát thải khí nhà kính ở các nước đang phát triển là một vấn đề được đặc biệt quan tâm.

Cơ chế phát triển sạch được định nghĩa tại điều 12 của Nghị định thư Kyôto. Cơ chế này cho phép các Bên thuộc Phụ lục I (các nước đầu tư) có được các mức giảm phát thải được chứng nhận từ việc thực hiện các dự án giảm phát thải khí nhà kính ở các Bên không thuộc Phụ lục I (các nước chủ nhà). Mức giảm cacbon được chứng nhận do các dự án CDM tạo ra, được gọi là đơn vị giảm phát thải được chứng nhận (CERs).

Mục đích của Cơ chế phát triển sạch là hỗ trợ các nước không phải Phụ lục I đạt được phát triển kinh tế bền vững trong khi vẫn đóng góp cho mục tiêu lớn lao của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, ngoài ra hỗ trợ các nước trong Phụ lục I thực hiện được mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính của mình. Nếu được thực hiện Cơ chế

phát triển sạch (CDM) không những sẽ đóng góp vào giảm mức phát thải khí nhà kính ở các nước thuộc Phụ lục I mà còn tạo điều kiện cho các nước đang phát triển nhận được lợi ích từ các dự án CDM như: chuyển giao công nghệ tiên tiến, đầu tư tài chính giúp cho các nước không thuộc Phụ lục I đạt được sự phát triển bền vững.

Mặc dù trồng rừng và tái trồng rừng là những hoạt động được chấp nhận tham gia vào Cơ chế phát triển sạch CDM trong giai đoạn thực hiện Công ước đầu tiên, nhưng những nguyên tắc và quy trình để thực hiện vẫn còn đang trong tiến trình xem xét và thảo luận.

(1) Các lợi ích của tham gia CDM

Những lợi ích cho các bên tham gia dự án ở nước chủ nhà:

- Cơ hội có được nguồn tài chính bổ sung;
- Cơ hội được chuyển giao các công nghệ thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng;
- Cơ hội phát triển nguồn nhân lực;

Những lợi ích cho những bên tham gia dự án ở nước đầu tư:

- Có được các đơn vị giảm phát thải hoặc hấp thụ cacbon CERs;
- Cơ hội tìm được những triển vọng đầu tư mới ở các nước chủ nhà;
- Tạo ra thị trường cho các công nghệ tiên bộ và thân thiện với môi trường;

Những lợi ích của nước chủ nhà:

- Đạt được phát triển bền vững nhanh ở khu vực dự án hoặc quốc gia;
- Có được các lợi ích bổ sung như kiểm soát ô nhiễm môi trường, cải thiện hiệu quả sử dụng năng lượng, nguyên liệu từ các dự án giảm khí nhà kính;
- Tăng đầu tư nước ngoài;
- Đẩy mạnh chuyển giao công nghệ và phát triển nguồn nhân lực;
- Góp phần vào mục tiêu chung của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu.

Những giá trị có thể mang lại cho các nước đầu tư:

- Có được các đơn vị giảm phát thải CERs;
- Tăng cường mối quan hệ hữu nghị song phương bằng cách cung cấp viện trợ để đạt được sự phát triển bền vững ở nước chủ nhà;

- Góp phần vào mục tiêu chung của Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu.

(2) Các lĩnh vực có thể tham gia dự án CDM

CDM gồm các dự án thuộc các lĩnh vực sau:

- Nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng cuối, hiệu quả cung cấp năng lượng (Thay thế các trạm/nhà máy điện công nghệ lạc hậu; Thu hồi nhiệt từ các trạm/nhà máy điện; Lắp đặt các cơ sở phát năng lượng đồng hành);
- Năng lượng tái tạo (gió, mặt trời, thủy năng, sinh khối);
- Chuyển đổi dạng nhiên liệu sử dụng (gỗ củi thay than đá...);
- Nông nghiệp (giảm phát thải CH₄ và N₂O);
- Giảm phát thải từ các quá trình công nghiệp (CO₂, và các khí thải HFCs, PFCs, SF₆ giảm được từ sản xuất xi măng...);
- Thu hồi và sử dụng Mêtan (Các bãi chôn chất thải, khai thác mỏ than);
- Giao thông (Thay thế nhu cầu sử dụng phương tiện cá nhân bằng phương tiện giao thông công cộng, đưa vào sử dụng các phương tiện giao thông công cộng có mức phát thải CO₂ thấp);
- Các dự án bể hấp thụ (chỉ áp dụng đối với lĩnh vực trồng rừng và khôi phục rừng).

(3) Các tiêu chí của dự án CDM

Tham gia

Các dự án CDM phải được tất cả các bên liên quan phê duyệt, phải mang lại sự phát triển bền vững tại nước chủ nhà và đạt được lợi ích thực, có thể đo đếm được và dài hạn liên quan đến giảm biến đổi khí hậu.

Để tham gia CDM, các nước phải đáp ứng được các tiêu chí cụ thể khác nhau. Tất cả các Bên phải đáp ứng được 3 yêu cầu cơ bản: tự nguyện tham gia vào CDM, thành lập Cơ quan Quốc gia về CDM và phải phê chuẩn Nghị định thư Kyôto. Ngoài ra, các nước công nghiệp hóa phải đáp ứng một số điều kiện khác như thiết lập lượng giảm phát thải theo chỉ định tại Điều 3 của Nghị định thư và hệ thống quốc gia về ước tính khí nhà kính, đăng ký, kiểm kê hàng năm và hệ thống tính toán việc mua bán các phát thải.

Mặc dù việc tham gia theo CDM có thể bao gồm cả các khu vực tư nhân và/hoặc nhà nước, song khu vực tư nhân được hy vọng sẽ có vai trò đặc biệt quan trọng trong CDM. Cụ thể là các công ty tư nhân của các nước đầu tư hy vọng sẽ tạo ra đầu tư ở các nước chủ nhà và đẩy mạnh việc chuyển giao các công nghệ an toàn và hợp lý về mặt môi trường.

Tính bổ sung

Không phải bất kỳ các hoạt động làm hấp thụ khí nhà kính hay làm giảm phát thải nào ở các nước đang phát triển cũng có thể tham gia vào và các dự án CDM. Cơ chế CDM quy định, việc giảm phát thải phải mang tính bổ sung nằm ngoài bất kỳ việc giảm phát thải nào có thể xảy ra khi không có hoạt động CDM (Điều gì sẽ xảy ra nếu không có dự án CDM?). Các mức phát thải xảy ra khi không có hoạt động dự án CDM được gọi là “đường phát thải cơ sở” (baselines). Nói tóm lại, một dự án CDM có hợp lệ hay không, trước hết phải xem xét ở “tính bổ sung” của nó. Các quy tắc về CDM đã được quy định trong Thỏa thuận Marrakét, do COP-7 quyết định năm 2001. Tuy nhiên, các phương pháp luận chi tiết vẫn đang trong quá trình thảo luận ở cấp quốc tế.

ODA và các vấn đề tài chính khác

Tài chính của các dự án CDM không được làm giảm các Quỹ hỗ trợ phát triển chính thức (ODA). Ngoài ra, CERs từ dự án CDM phải chịu mức phí 2% – còn gọi là phần thu nhập – khoản thu nhập này sẽ được đưa vào Quỹ thích ứng mới để hỗ trợ các nước đang phát triển dễ nhạy cảm đối với các tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu.

Các khoản thu khác về CERs sẽ góp phần thanh toán các chi phí quản lý CDM. Để thúc đẩy phân bổ công bằng dự án giữa các nước đang phát triển, dự án CDM tại các nước kém phát triển không phải chịu khoản thu thích ứng và chi phí quản lý.

Một số vấn đề khác

Cơ chế CDM cũng quy định các Bên thuộc Phụ lục I cần kiểm chế sử dụng CERs của năng lượng hạt nhân để đáp ứng chỉ tiêu của mình. Bên cạnh đó, đối với thời kỳ cam kết đầu tiên (2008-2012), các dự án bể hấp thụ chỉ bao gồm trồng rừng hoặc khôi phục rừng và các bên thuộc Phụ lục I chỉ có thể tính CERs từ các dự án bể hấp thụ tối đa ở mức 1% đường phát thải cơ sở cho mỗi năm trong thời kỳ cam kết.

2.3. Các thông tin chung về dự án CDM

2.3.1. Các bên có liên quan đến các dự án CDM

(1) Các bên tham gia dự án ở các nước chủ nhà và các nước đầu tư

Các bên tham gia có thể bao gồm các cơ quan thuộc nhà nước, tuy nhiên các công ty tư nhân được hy vọng sẽ là các bên tham gia chính vào việc thực hiện các hoạt động của dự án CDM. Các công ty tư nhân này tham gia vào các dự án CDM trên cơ sở tự nguyện.

(2). Các nước chủ nhà, cơ quan quốc gia có thẩm quyền về CDM (national authority for CDM - DNA) của nước chủ nhà

Muốn tham gia vào cơ chế CDM, nước chủ nhà phải phê chuẩn Nghị định thư Kyoto. Nước chủ nhà sẽ cử ra một cơ quan quốc gia có thẩm quyền về CDM. Cơ quan này có trách nhiệm xem xét có chấp thuận hay không các dự án được những bên tham gia đề xuất. Nước chủ nhà được quyền sử dụng phương pháp luận của mình để đánh giá mức độ

đóng góp của hoạt động của các dự án CDM đối với sự phát triển bền vững. Chính phủ của nước chủ nhà cũng có thể sử dụng các biện pháp hỗ trợ khác nhau nhằm khuyến khích các công ty tư nhân tham gia vào hoạt động dự án CDM như miễn thuế, hỗ trợ kỹ thuật...

Cơ quan quốc gia có thẩm quyền hoặc cơ quan có trách nhiệm khác của nước chủ nhà phải xây dựng một quy trình phê duyệt dự án CDM. Cơ quan quốc gia có thẩm quyền về CDM còn cung cấp thông tin cho các bên tham gia ở nước mình và nước đầu tư, như các công ty tư nhân.

(3) Các nước đầu tư

Các nước đầu tư cũng phải thiết lập một cơ quan có thẩm quyền quốc gia về CDM. Cơ quan này sẽ gửi thư chấp thuận cho các bên tham gia nếu như dự án này được thông qua. Các dự án được tài trợ bằng ngân sách của chính phủ nước đầu tư thì nước đó phải khẳng định rõ các khoản tài trợ đó không làm sai lệch hỗ trợ phát triển chính thức (ODA). Chính phủ nước đầu tư có thể khuyến khích các công ty tư nhân tham gia vào hoạt động dự án CDM bằng nhiều biện pháp hỗ trợ khác nhau.

(4) Các tổ chức tác nghiệp được chỉ định (Designated Organisational Entities - DOE)

Các tổ chức tác nghiệp được chỉ định là các bên thứ ba, giống như ban giám khảo. Các thực thể này được chỉ định sẽ kiểm chứng, thẩm định giá trị và chứng nhận các hoạt động dự án CDM. Hay nói cách khác, quyết định xem một dự án có đủ tiêu chuẩn CDM hay không.

Các tổ chức tác nghiệp được chỉ định phải được Ban điều hành công nhận và được COP chỉ định chiếu theo các tiêu chuẩn công nhận do Ban điều hành xây dựng.

(5) Ban điều hành CDM

Ban điều hành (Executive Board) được lập ra để giám sát các hoạt động CDM theo sự ủy quyền của COP. Ban điều hành có 10 thành viên, trong đó mỗi khu vực (Châu Á, châu Phi, châu Mỹ La tinh và Caribbean, Trung và Đông Âu, và OECD) cử ra 01 đại diện, 01 đại diện của các quốc gia đảo nhỏ, 02 đại diện của các Bên thuộc Phụ lục I và không thuộc Phụ lục I.

Ban điều hành sẽ công nhận và ủy nhiệm cho các tổ chức độc lập – các tổ chức tác nghiệp – phê duyệt các đề xuất dự án CDM, thẩm tra kết quả giảm phát thải và chứng nhận các giảm phát thải. Một nhiệm vụ quan trọng khác của Ban điều hành là duy trì việc đăng ký CDM – việc đăng ký sẽ là cơ sở để ban hành CERs mới, quản lý và tính toán các khoản thu CERs cho Quỹ Thích ứng và chi phí quản lý – và duy trì việc tính toán CERs cho mỗi bên không phụ thuộc Phụ lục I là nước chủ nhà của dự án CDM.

2.3.2. Chu trình dự án CDM

Bước đầu tiên của chu trình dự án CDM là xác định và xây dựng dự án CDM tiềm năng. Yêu cầu của một dự án CDM là phải xác thực, có thể đo đếm được và mang tính bổ

sung. Để xác nhận sự bổ sung, các phát thải của dự án CDM phải được so sánh với các phát thải của trường hợp tham chiếu hợp lý – được coi là đường cơ sở. Các Bên tham gia dự án xây dựng đường cơ sở theo phương pháp đã được thông qua trên cơ sở dự án cụ thể. Phương pháp luận đường cơ sở được thực hiện dựa trên 3 hướng tiếp cận trong Thỏa thuận Marraket:

- Các phát thải hiện nay hoặc quá khứ trùng hợp;
- Các phát thải từ công nghệ đầu tư thiện hữu với môi trường;
- Các phát thải trung bình của các hoạt động dự án tương tự được tiến hành trong 5 năm trước đây trong cùng hoàn cảnh và các hoạt động đó thuộc mức cao trong số 20% tổng các loại dự án.

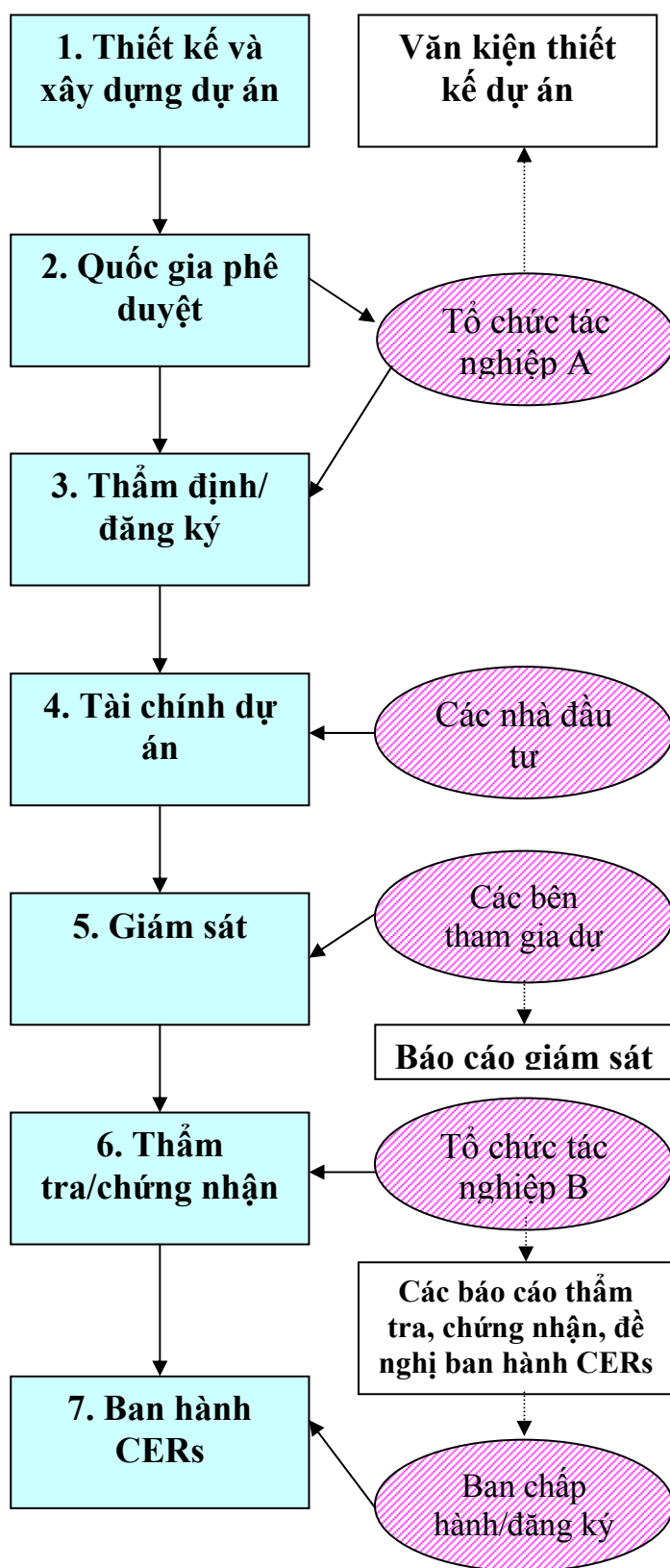
Chu trình dự án CDM gồm 7 giai đoạn cơ bản được cho ở biểu đồ dưới đây (Tổ chức phát triển năng lượng mới và công nghiệp Nhật Bản – Bộ Tài nguyên và Môi trường)

Biểu đồ 2.1. Chu trình dự án CDM

Nguồn: Văn phòng quốc gia về biến đổi khí hậu và bảo vệ tầng ôzôn

Mô tả dự án; phương pháp luận đường cơ sở; các biện pháp/kế hoạch giám sát phát thải khí nhà kính; báo cáo tác động với môi trường; ý kiến của các bên tham gia dự án

Cơ quan quốc gia về CDM; phê duyệt của chính phủ; Khẳng định của chính phủ rằng dự án góp phần phát triển bền vững



(1) Văn kiện thiết kế dự án

Các bên tham gia dự án sẽ soạn thảo văn kiện thiết kế dự án (PDD) theo các hướng dẫn của Ban điều hành(EB). PDD bao gồm đề cương dự án, thiết lập đường cơ sở, ước tính mức phát thải giảm GHG, và kế hoạch giám sát... PDD là văn bản chính thức có diễn giải chi tiết về kỹ thuật và tổ chức của những bên tham gia và được công khai hóa. Sau đó, những bên tham gia dự án của các nước đầu tư và nước chủ nhà có thể xin phép chính phủ nước mình phê duyệt dự án bằng văn bản.

2.3.2.2. Phê duyệt và đăng ký dự án

Các tổ chức tác nghiệp được chỉ định (DOE) được EB chỉ định mà thường là các công ty kế toán, kiểm toán, công ty luật có khả năng đánh giá phát thải một cách độc lập và tin cậy. DOE sẽ duyệt lại văn kiện dự án PDD xem nó có thỏa mãn được các yêu cầu bắt buộc của cơ chế CDM được quy định trong thỏa thuận Marrakesh... và sau đó đi đến quyết định có phê duyệt văn kiện dự án hay không. Nếu văn kiện dự án được phê duyệt, DOE sẽ chuyển đến Ban điều hành để đăng ký chính thức.

(3) Giám sát, thẩm tra và cấp chứng nhận

Để lượng cacbon giảm nhẹ buôn bán được trên thị trường quốc tế, khi các dự án đang hoạt động, các bên tham gia phải thực hiện giám sát mức phát thải GHG. Tổ chức tác nghiệp được chỉ định sẽ thường xuyên kiểm chứng lượng phát thải do các hoạt động dự án CDM đạt được và những bên tham gia dự án có trách nhiệm giám sát. Nếu một hoạt động dự án đã đạt được các mức giảm phát thải như đã kiểm chứng, DOE sẽ đưa ra các văn bản đảm bảo chứng nhận điều này.

(4) Cấp chứng chỉ CER

Ban điều hành cấp chứng chỉ CER dựa trên báo cáo chứng nhận của Tổ chức tác nghiệp được chỉ định nếu nhận thấy những văn bản này chấp thuận được.

2.3.3. Dự án CDM qui mô nhỏ

Tại COP 7 đã thông qua thỏa thuận Marrakesh quyết định các hoạt động dự án CDM qui mô nhỏ gồm:

- Các dự án năng lượng tái tạo có công suất tối đa tương đương 15 megawatt (hoặc mức tương đương);
- Các dự án cải thiện hiệu quả năng lượng nhằm giảm tiêu thụ năng lượng, về phía cung và/hoặc cầu, tới mức tương đương 15gigawat/giờ/năm;
- Các dự án khác làm giảm phát thải khí nhà kính GHG do con người gây ra từ cá nguồn phát thải trực tiếp dưới mức 15kiloton CO₂ tương đương mỗi năm.

Để giảm thiểu chi phí của dự án qui mô nhỏ, các phương thức và thủ tục của nó đã được đơn giản hóa và được thông qua ở COP 8. Ban điều hành cũng đã thông qua các Phụ lục về các phương thức và thủ tục đơn giản hóa cho các hoạt động dự án qui mô nhỏ.

2.4. Triển vọng thực hiện Nghị định thư Kyôto và cơ chế phát triển sạch CDM ở Việt Nam

2.4.1. Thông tin quốc gia về Nghị định thư Kyôto và Cơ chế phát triển sạch CDM

Việt Nam phê chuẩn Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu ngày 16 tháng 11 năm 1994 và Nghị định thư Kyôto vào ngày 25 tháng 9 năm 2003. Như đã nêu ở trên, việc tham gia vào Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, Nghị định thư Kyôto và Cơ chế phát triển sạch (CDM) giúp các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam được phát triển bền vững bằng cơ hội nhận được các nguồn tài chính bổ sung mới và chuyển giao các công nghệ an toàn và hợp lý về mặt môi trường cũng như phát triển nguồn nhân lực.

Bộ Tài nguyên và Môi trường là cơ quan được Chính phủ Việt Nam cử làm cơ quan thẩm quyền quốc gia thực hiện Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyôto, đồng thời là cơ quan đầu mối quốc gia về CDM ở Việt Nam. Văn phòng quốc gia về Biến đổi khí hậu và Bảo vệ tầng Ôzôn trực thuộc Vụ Hợp tác quốc tế - Bộ Tài nguyên và Môi trường có chức năng giúp Chính phủ Việt Nam, mà cụ thể là Bộ Tài nguyên và Môi trường, Ban Điều hành và Tư vấn quốc gia về CDM điều phối các hoạt động liên quan đến Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu, Nghị định thư Kyôto và CDM ở Việt Nam.

Được sự tài trợ của các chính phủ và tổ chức quốc tế trên thế giới, Việt Nam đã thực hiện một số nghiên cứu và hoạt động liên quan về các vấn đề biến đổi khí hậu và CDM. Kết quả kiểm kê khí nhà kính quốc gia đã được công bố năm 1994. Theo kết quả kiểm kê cho thấy, tổng phát thải nhà kính ở Việt Nam năm 1994 là 103,80 triệu tấn CO₂ tương đương. Do đó, phát thải nhà kính tính theo đầu người của Việt Nam là vào khoảng 1,4 tấn CO₂ tương đương.

Các nguồn phát thải khí nhà kính chính trong nước là năng lượng, nông nghiệp, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp. Kết quả kiểm kê chi tiết được trình bày ở các bảng dưới đây:

Bảng 2.1. Kiểm kê quốc gia về khí nhà kính theo các khí thải năm 1994

Nguồn và bể hấp thụ	Phát thải CO ₂ (nghìn tấn)	Phát thải CH ₄ (nghìn tấn)	Phát thải N ₂ O (nghìn tấn)
1. Năng lượng			
• Đốt nhiên liệu	21580.00	6.50	0.20
• Phát thải từ khai thác than		39.70	

Nguồn và bể hấp thụ	Phát thải CO ₂ (nghìn tấn)	Phát thải CH ₄ (nghìn tấn)	Phát thải N ₂ O (nghìn tấn)
• Phát thải từ khai thác dầu khí		7.00	
• Đốt các nhiên liệu sinh khối truyền thống		114.00	1.50
2. Các quá trình công nghiệp			
• Sản xuất xi măng	2677.20		
• Sản xuất vôi	652.00		
• Sản xuất và sử dụng soda	2.80		
• Sản xuất thép	475.20		
3. Lĩnh vực nông nghiệp			
• Quản lý phân bón và phân gia súc		465.60	
• Ruộng lúa nước		1559.70	
• Đất trồng trọt			26.00
• Đốt chất thải nông nghiệp và đồng cỏ		67.60	1.40
4. Chất thải			
• Bãi chôn chất thải		66.30	
• Xử lý nước thải thương mại và sinh hoạt		1.00	
• Xử lý nước thải công nghiệp		0.80	
• Nước thải của con người			3.70
5. Lâm nghiệp và sử dụng đất			
• Thay đổi về rừng và sinh khối gỗ khác (bể hấp thụ)	-39272.00		
• Chuyển đổi rừng và đồng cỏ	56724.00		
• Đất hoang hóa	-11055.00		
• Phát thải từ đất	8825.00		

Nguồn và bể hấp thụ	Phát thải CO ₂ (nghìn tấn)	Phát thải CH ₄ (nghìn tấn)	Phát thải N ₂ O (nghìn tấn)
• Đốt rừng tại chỗ		180.00	1.20
Tổng (chỉ tính phát thải)	90936.20	2508.20	34.80
Tổng thuần (sau khi trừ các bể hấp thụ)	40609.20		

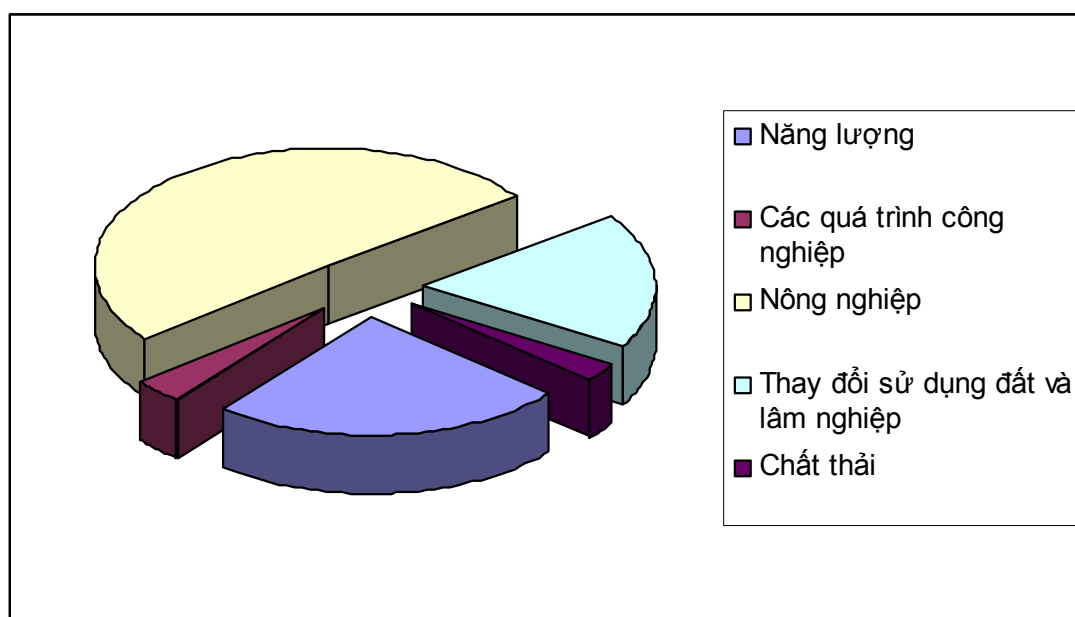
Nguồn: Văn phòng quốc gia về Biến đổi khí hậu và Bảo vệ tầng Ôzôn

Bảng 2.2. Kiểm kê quốc gia theo các lĩnh vực năm 1994

Lĩnh vực	CO ₂ tương đương (Tg)	%
Năng lượng	25,60	24,7
Các quá trình công nghiệp	3,80	3,7
Nông nghiệp	52,45	50,5
Thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp	19,38	18,7
Chất thải	2,50	2,4
Tổng	103,80	100,0

Nguồn: Văn phòng quốc gia về Biến đổi khí hậu và Bảo vệ tầng Ôzôn

Biểu đồ 2.2. Phát thải ở các lĩnh vực ở Việt Nam



Nguồn: Văn phòng quốc gia về Biến đổi khí hậu và Bảo vệ tầng Ôzôn

Nghiên cứu Chiến lược Quốc gia về CDM được tài trợ bởi chính phủ Australia thông qua Ngân hàng thế giới đã đạt được những kết quả đáng khích lệ:

Đánh giá và ước tính được tiềm năng giảm nhẹ khí nhà kính của Việt Nam qua 18 phương án cho các lĩnh vực năng lượng, nông nghiệp, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp. Tiềm năng khí nhà kính trong lĩnh vực năng lượng dao động từ 80mt CO₂ đến 120mt CO₂ trong 10 năm (2001-2010) với chi phí để giảm khí nhà kính dao động trong khoảng từ 22,3USD/tCO₂ đến 154,2USD/tCO₂. Đối với lĩnh vực nông nghiệp, việc giảm nhẹ tiềm năng khí nhà kính được ước tính vào khoảng 22.2mt CO₂ tương đương với chi phí để giảm dao động giữa 1.75 và 8.2USD/tCO₂, trong khi đối với thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp, tiềm năng bề hấp thụ khí nhà kính là vào khoảng 52.2mtCO₂ cùng thời kỳ với chi phí để giảm thấp, dao động từ 0,13USD/tCO₂ đến 2.4USD/tCO₂.

Cơ hội thị trường khí nhà kính đối với Việt Nam cũng được nghiên cứu trong dự án này. Nghiên cứu đã chứng tỏ rằng, mức thị trường khí nhà kính của Việt Nam vào khoảng 12 đến 60 triệu USD/năm trong hai kịch bản tương ứng, chiếm khoảng 0,75% thu nhập xuất khẩu của các Bên không thuộc Phụ lục I. Danh sách một số dự án CDM ở Việt Nam cũng đã được đề xuất.

Tuy nhiên việc thực hiện Công ước Kyôto và Cơ chế phát triển sạch CDM vẫn còn nhiều rào cản như quá trình thể chế hóa và hoàn thiện các thủ tục CDM - các rào cản cơ cấu, khả năng có được các thông tin có chất lượng, các công nghệ có hiệu quả và có tính thực thi, thiếu năng lực để tạo ra các nguồn vốn cacbon, thực hiện các vụ giao dịch và thương lượng – các rào cản kỹ thuật, khả năng tiếp cận thị trường, thu hút những bên mua triển vọng, năng lực thương lượng mua bán thấp – các rào cản thị trường, thiếu đầu tư dự án và không có khả năng cấp phí giao dịch – các rào cản tài chính (theo Văn phòng quốc gia về biến đổi khí hậu và bảo vệ tầng ô-zôn).

Nói tóm lại, để tham gia vào cơ chế phát triển sạch CDM, Việt Nam đã hoàn thành được các nhiệm vụ như sau:

- Ký Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyôto;
- Thành lập cơ quan quốc gia có thẩm quyền về CDM;
- Thực hiện một số nghiên cứu về CDM ở Việt Nam;
- Đề xuất một số dự án tiềm năng;
- Thực hiện được một số dự án trong lĩnh vực công nghiệp .

2.4.2. Vai trò và triển vọng hấp thụ cacbon trong ngành lâm nghiệp

(1) Tầm quan trọng của hấp thụ cacbon trong ngành lâm nghiệp

Theo dự đoán phát thải khí nhà kính đến năm 2030 thì phát thải khí nhà kính các ngành sản xuất gồm năng lượng và nông nghiệp đều tăng lên nhanh chóng, thậm chí đối với ngành năng lượng năm 2030 gấp hơn 14 lần so với năm 1993 (396.35 triệu tấn so với 27.55 triệu tấn). Chỉ duy nhất ngành lâm nghiệp được kỳ vọng sẽ tăng dần lượng hấp thụ cacbon và lên đến khoảng 32.10 triệu tấn vào năm 2030 (Bảng 2.3). Lượng hấp thụ này sẽ đóng góp vào việc giảm tổng phát thải của Việt Nam – mà sẽ gia tăng nhanh chóng do phát triển kinh tế, công nghiệp và nông nghiệp – đồng thời là nguồn tiềm năng để tham gia Cơ chế Phát triển sạch, qua đó nhận được tín dụng từ các quốc gia phát triển thuộc Phụ lục 1. Bảng dưới đây là số liệu dự đoán chi tiết của các ngành theo các giai đoạn.

Bảng 2.3. Dự đoán phát thải khí nhà kính tính tương đương CO₂ đến năm 2030 (triệu tấn)

Ngành \ Giai đoạn	1993	2000	2010	2020	2030
Năng lượng	27,5	44,48	103,40	187,82	396,35
Lâm nghiệp	29,88	4,20	-21,70	-28,40	-32,10
Nông nghiệp	46,6	52,50	57,20	64,70	68,29
Tổng	111,69	101,18	138,90	224,12	432,54

Nguồn: (Hydrometeorological Service of Vietnam, 1999)

(2) Triển vọng thực hiện CDM trong ngành lâm nghiệp

Rừng đóng vai trò quan trọng trong chống lại biến đổi khí hậu do ảnh hưởng của nó đến chu trình cacbon toàn cầu (C). Tổng lượng hấp thụ dự trữ cacbon của rừng trên toàn thế giới, trong đất và thảm thực vật là khoảng 830 PgC, trong đó cacbon trong đất lớn hơn 1.5 lần cacbon dự trữ trong thảm thực vật (Brown, 1997). Đối với rừng nhiệt đới, có tới 50% lượng cacbon dự trữ trong thảm thực vật và 50% dự trữ trong đất (Dixon et al., 1994; Brown, 1997; IPCC, 2000; Pregitzer and Euskirchen, 2004).

Rừng trao đổi cacbon với môi trường không khí thông qua quá trình quang hợp và hô hấp. Rừng ảnh hưởng đến lượng khí nhà kính theo 4 con đường: cacbon dự trữ trong sinh khối và đất, cacbon trong các sản phẩm gỗ, chất đốt sử dụng thay thế nguyên liệu hóa thạch (IPCC, 2000). Theo ước tính, hoạt động trồng rừng và tái trồng rừng trên thế giới có tỷ lệ hấp thụ CO₂ ở sinh khối trên mặt đất và dưới mặt đất là 0.4-1.2 tấn ha⁻¹ năm⁻¹ ở vùng cực bắc, 1.5-4.5 tấn ha⁻¹ year⁻¹ ở vùng ôn đới, và 4-8 tấn ha⁻¹ year⁻¹ ở các vùng nhiệt đới (Dixon et al., 1994; IPCC, 2000). Brown et al. (1996) đã ước lượng, tổng lượng cacbon mà hoạt động trồng rừng trên thế giới có thể hấp thụ tối đa trong vòng 55 năm (1995 – 2050)

là vào khoảng 60-87 Gt C, với 70% ở rừng nhiệt đới, 25% ở rừng ôn đới và 5% ở rừng cực bắc (Cairns et al., 1997). Tính tổng lại, rừng, trồng rừng có thể hấp thụ được 11-15% tổng lượng CO₂ phát thải từ nguyên liệu hóa thạch trong thời gian tương đương (Brown, 1997). Hơn thế nữa, các công nghệ năng lượng mới sử dụng nguyên liệu sinh khối thay thế nhiên liệu hóa thạch để cung cấp điện, ga, nhiên liệu vận tải, và việc sử dụng hiệu quả hơn các nguồn chất đốt truyền thống (vd. củi) sẽ mang đến những lợi ích cả về môi trường và kinh tế - xã hội (IPCC, 2000). Zech et al. (1989) ước lượng rằng diện tích trồng rừng cần thiết để hấp thụ CO₂ mà còn thừa ra và thải vào không khí hàng năm là 800 triệu hécta, và để thay thế nhiên liệu hóa thạch cần diện tích rừng tương ứng là 1300-2000 triệu hécta (Pancel, 1993).

Việt Nam có hơn 19 triệu ha đất – gần 2/3 diện tích là đất đồi núi chủ yếu phù hợp với sản xuất lâm nghiệp. Trước đây diện tích rừng bao phủ chiếm tới 43% tổng diện tích tự nhiên của cả nước, do ảnh hưởng của chiến tranh cùng với sức ép phát triển kinh tế, dân số tăng khiến cho nạn khai thác, chặt phá rừng diễn ra nghiêm trọng trong những thập kỷ ở nửa cuối thế kỷ 20. Diện tích rừng bị giảm xuống chỉ còn <30% diện tích bao phủ vào cuối những năm 80 đầu những năm 90 thế kỷ trước (Đặng, 2001). Điều này đồng nghĩa với rất nhiều đất trống, đồi núi trọc cần được phục hồi rừng nhằm đáp ứng được không những nhu cầu về kinh tế của xã hội mà còn các yêu cầu thiết yếu về bảo vệ môi sinh, môi trường, phòng chống thiên tai... Chính phủ Việt Nam cùng với sự giúp đỡ của cộng đồng quốc tế đã tiến hành nhiều chương trình, dự án trồng, phục hồi, bảo tồn rừng quy mô. Kết quả những chương trình này rất đáng khích lệ như đã tăng độ che phủ rừng lên khoảng 36% năm 2004. Tuy nhiên do nhiều nguyên nhân chủ quan và khách quan, nhiều diện tích đất trống đồi núi trọc, đặc biệt đất đã bị suy thoái tính chất trầm trọng chưa được trồng lại rừng thậm chí trong tương lai gần. Trong số này, khoảng 2 triệu ha đất trống, đồi núi trọc do bị ảnh hưởng bởi chất diệt cỏ sử dụng trong chiến tranh, khiến đất này bị thoái hóa tính chất, khả năng phục hồi chậm, rất phù hợp cho các dự án trồng mới rừng và tái trồng rừng (afforestation and reforestation) để tham gia cơ chế phát triển sạch (CDM).

Trong lĩnh vực lâm nghiệp, đã có một số dự án của ngành lâm nghiệp được tài trợ bởi các chính phủ, tổ chức quốc tế thực hiện về trồng, phát triển rừng để tham gia Cơ chế phát triển sạch. Nguồn thông tin về các dự án này, cũng như các dự án triển vọng xin xem tư liệu tại Văn phòng quốc gia về biến đổi khí hậu và bảo vệ tầng Ôzôn.

2.4.3. Chu trình phê duyệt dự án CDM ở Việt Nam

Ban điều hành và tư vấn quốc gia CDM gồm các thành viên thuộc các Bộ Tài nguyên và Môi trường, Kế hoạch và Đầu tư, Khoa học và Công nghệ, Tài chính, Ngoại giao, Công nghiệp, Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Thương mại, Giáo dục và Đào

tao, và đại diện Liên hiệp các Hội khoa học và Công nghệ Việt Nam được thành lập theo quyết định số 553, ngày 29 tháng 4 năm 2003 của Bộ Tài nguyên và Môi trường.

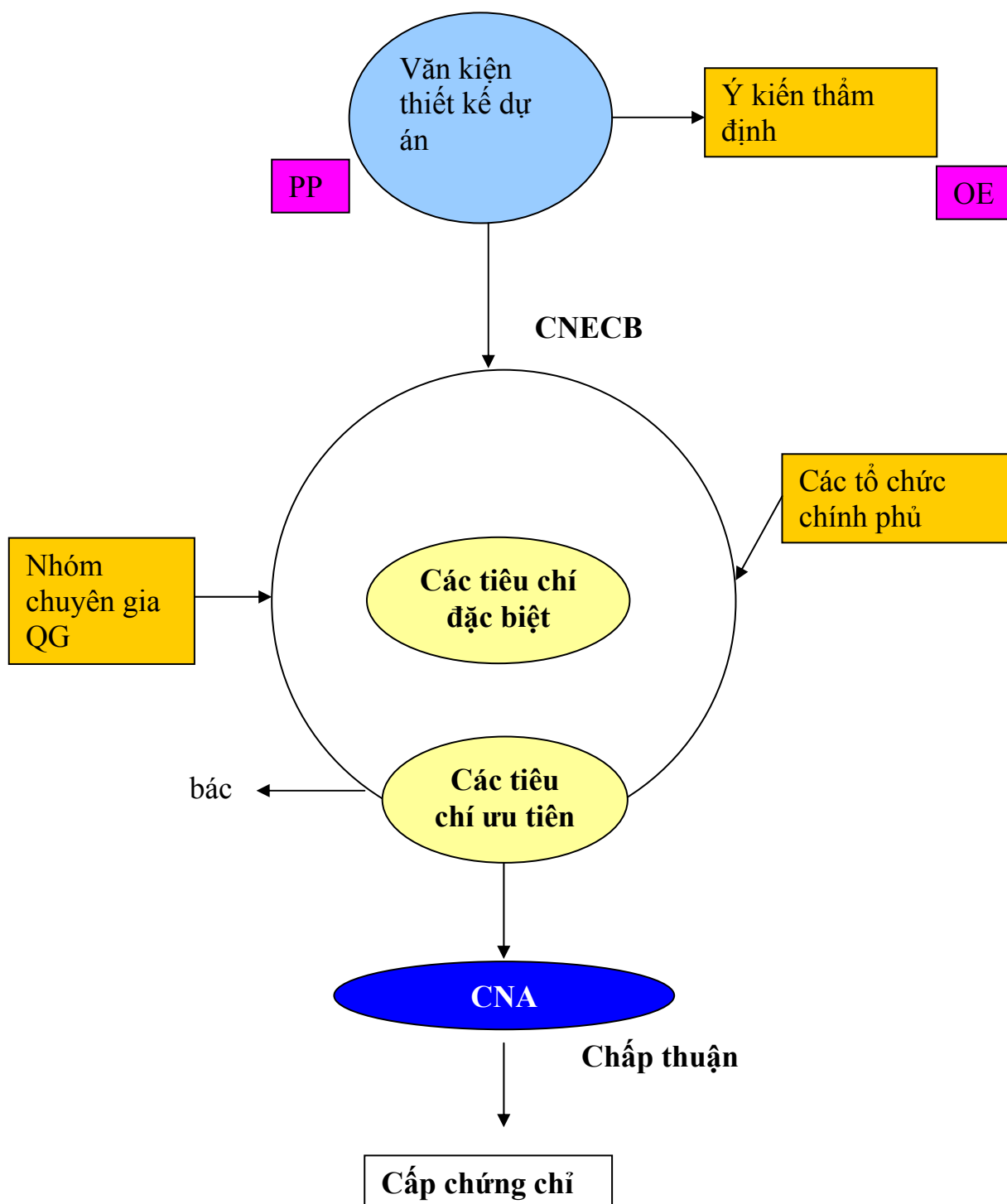
Cơ quan thẩm quyền quốc gia về CDM thuộc Bộ Tài nguyên và Môi trường được thành lập theo công văn số 502 ngày 22 tháng 3 năm 2003 có trách nhiệm: Đảm nhận các chức năng hành chính của Ban điều hành và tư vấn quốc gia; Quan hệ công tác với các chủ dự án và Ban điều hành, Công ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu; Cung cấp thông tin liên quan đến CDM cho các nhà đầu tư có quan tâm và cá công ty chủ trì dự án, cá thực thể tác nghiệp quốc gia và quốc tế, và các chuyên gia tư vấn.

Khi soạn thảo xong văn kiện PDD, chủ dự án cần nộp văn kiện cho Ban điều hành và tư vấn quốc gia để Cơ quan thẩm quyền quốc gia thẩm định trước và đồng thời nộp cho thực thể tác nghiệp tiến hành đồng thời việc đánh giá và thẩm định giá trị dự án.

Ban điều hành và tư vấn quốc gia thông qua tư vấn nội bộ với Nhóm công tác về biến đổi khí hậu, Nhóm chuyên gia kỹ thuật về biến đổi khí hậu và các cố vấn của các tổ chức chính phủ thích hợp, sẽ đánh giá và phê duyệt văn kiện PDD dựa trên việc đánh giá dự án CDM tiềm tàng so sánh với bộ các tiêu chí ưu tiên và đặc biệt đã được xác định. Nếu được phê duyệt, Cơ quan thẩm quyền quốc gia sẽ soạn thảo sẵn giấy chứng nhận dưới dạng công văn tuyên bố phê duyệt một dự án CDM. Hệ thống phê duyệt dự án CDM của Việt Nam được minh họa ở hình dưới đây.

Biểu đồ 2.3. Hệ thống phê duyệt dự án CDM ở Việt Nam

Nguồn: (Văn phòng Quốc gia về biến đổi khí hậu và bảo vệ tầng Ôzôn, 2004)



3. Hấp thụ các bon trong lâm nghiệp

3.1. Một số khái niệm cơ bản liên quan đến hấp thụ cacbon và dự án CDM trong lâm nghiệp

Có rất nhiều khái niệm liên quan đến rừng, phản ánh sự đa dạng của điều kiện tự nhiên và quản lý rừng. Hàng chục khái niệm khác nhau để chỉ những thuật ngữ cơ bản nhất như “rừng”, “cây gỗ”, etc. được các tổ chức quốc tế và các nước sử dụng trên thế giới. Các định nghĩa địa phương (quốc gia/vùng – tg.) thường phù hợp với những đặc điểm cụ thể của điều kiện tự nhiên khu vực đó và được ứng dụng trong các quá trình quản lý hành chính và pháp luật trong vùng/quốc gia này.

Việc có quá nhiều định nghĩa đối với một sự vật, hiện tượng sẽ dẫn đến nhầm lẫn khi muốn sử dụng chúng trên phạm vi quốc tế. Sự hiểu khác nhau về một khái niệm nào đó sẽ hạn chế trao đổi thông tin và gây khó khăn cho quá trình hợp tác và hiểu biết lẫn nhau của các đối tác trên phạm vi toàn cầu. Các quá trình đàm phán quốc tế cũng thường bị cản trở vì những hiểu lầm do thiếu những định nghĩa chung, phù hợp với đối tượng (FAO, 2002).

Để có thể thiết lập được hệ thống quản lý các bể cacbon và động thái trong sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (LULUCF) nói riêng và quản lý rừng nói chung, cần có một hệ thống định nghĩa, tiêu chuẩn thống nhất được các bên có liên quan đến thực hiện Nghị định thư Kyôto thừa nhận. UNFCCC, FAO, IPCC, IUFRO, UNEP... đã cố gắng để hài hòa hóa và thống nhất những định nghĩa, tiêu chí này. Dưới đây là một số định nghĩa phổ biến đã được thảo luận và chấp nhận bởi các tổ chức này (FAO, 2002). Một số định nghĩa cơ bản của Việt Nam cũng được giới thiệu để so sánh từ đó đề xuất hướng áp dụng ở Việt Nam:

Rừng:

Định nghĩa được sử dụng trong một số tài liệu của Việt Nam

“Rừng” theo định nghĩa của các tài liệu đang được sử dụng trong ngành lâm nghiệp “Là một quần xã sinh vật, trong đó cây rừng (gỗ hoặc tre nứa) chiếm ưu thế. Quần xã sinh vật phải có một diện tích đủ lớn và có mật độ cây nhất định để giữa quần xã sinh vật với môi trường, giữa các thành phần của quần xã sinh vật có mối quan hệ để hình thành hoàn cảnh rừng khác với hoàn cảnh bên ngoài” (Cẩm nang Lâm nghiệp Việt Nam 2004). Như vậy định nghĩa này thiên về mô tả các tính chất sinh thái chung chung hơn là đưa ra các tiêu chí định lượng cụ thể để xác định thế nào là một rừng.

Trong Luật bảo vệ phát triển rừng có định nghĩa: Rừng là một hệ sinh thái bao gồm quần thể thực vật, động vật rừng, vi sinh vật rừng, đất rừng và các yếu tố môi trường khác, trong đó cây gỗ, tre nứa hoặc hệ thực vật đặc trưng là thành phần chính có độ che phủ của

tán rừng từ 0,1 trở lên. Rừng gồm rừng trồng và rừng tự nhiên trên đất rừng sản xuất, đất rừng phòng hộ, đất rừng đặc dụng (Quốc hội nước Cộng hòa XHCN Việt Nam, 2004).

Giải thích: Độ che phủ của tán rừng là mức độ che kín của tán cây rừng đối với đất rừng, được biểu thị bằng tỷ lệ phần mười giữa diện tích đất rừng bị tán cây rừng che bóng và diện tích đất rừng.

Định nghĩa này có một số chi tiết định lượng hơn định nghĩa trên, trong đó đã nêu tổ thành loài cây, độ che phủ tối thiểu cần đạt của rừng. Tuy nhiên, để sử dụng cho các quy trình, thủ tục quốc tế, nó cần phải được làm cụ thể hơn nữa.

Theo FAO (2002), một định nghĩa về rừng hoặc đất rừng có thể sử dụng được trong quản lý cần phải có các giới hạn có thể đo đếm được như diện tích tối thiểu, độ che phủ tối thiểu, chiều cao tối thiểu và độ rộng tối thiểu của dải rừng.

Hiện nay trong quản lý rừng và đất rừng, hai khái niệm được thừa nhận và áp dụng rộng rãi là của UNFCCC và FAO, dưới đây là hai khái niệm này:

Theo định nghĩa của UNFCCC (2001): “Rừng” là một khu vực có diện tích tối thiểu là 0.05ha (hoặc quần thể tương đương) mà ít nhất 10-30% diện tích được bao phủ bởi những cây (gỗ) có khả năng đạt đến chiều cao từ 2-5m trở lên khi thành thực. Rừng có độ che phủ của tầng cây gỗ và thảm tươi cao được gọi là rừng kín, các rừng còn lại gọi là rừng mở. Rừng tự nhiên non và tất cả các loại rừng trồng có độ che phủ chưa đạt đến 10-30% tổng diện tích hoặc chiều cao của cây chưa đạt đến 2-5m cũng được coi là rừng (theo khái niệm này), bởi vì dù tạm thời do các tác động của con người hoặc các nguyên nhân tự nhiên khác một số khu vực không có đủ độ che phủ của cây (như định nghĩa trên), chúng thường sẽ hình thành nên rừng sau đó.

Theo định nghĩa của FAO: Rừng là những diện tích đất lớn hơn 0.5ha, có cây gỗ bao phủ ít nhất 10% diện tích, mà trước đây không phải là đất nông nghiệp hoặc đô thị.

Giải thích định nghĩa (FAO): Rừng được xác định bởi hai yếu tố: sự có mặt của cây gỗ và lịch sử sử dụng đất không phải cho mục đích khác như nông nghiệp hoặc đô thị. Các cây này có khả năng đạt đến chiều cao tối thiểu là 5m ở khu vực đó khi trưởng thành. Các khu vực rừng đang phục hồi mà chưa đạt được các tiêu chuẩn như độ che phủ chưa tới 10% và chiều cao cây chưa đạt 5m cũng được coi là rừng, bởi vì những diện tích này có triển vọng thành rừng dù tạm thời do tác động của con người hay thiên nhiên nó chưa phải là quần thể thực vật rừng. Thuật ngữ này đặc biệt còn bao gồm rừng giống, vườn giống, những phần không thể thiếu của rừng khác như đường rừng, băng cản lửa và các đám trống nhỏ; công viên quốc gia, khu bảo tồn và các khu rừng chức năng khác như rừng phục vụ nghiên cứu, rừng lịch sử, rừng văn hóa, rừng thờ cúng, tôn giáo, rừng chắn gió với diện tích lớn hơn 0.5 ha và có một bề rộng tối thiểu 20m; rừng trồng chủ yếu sử dụng cho mục

đích sản xuất lâm nghiệp bao gồm cả rừng cao su, rừng sồi lấy vỏ. Thuật ngữ không bao gồm các cây gỗ được trồng với mục đích chính để sản xuất nông nghiệp như cây ăn quả hay các hệ thống nông lâm kết hợp.

Trồng rừng: Có hai thuật ngữ tiếng Anh có cùng nghĩa với khái niệm “trồng rừng” trong tiếng Việt đó là “Afforestation” và “Reforestation”. Sự khác biệt ở các thuật ngữ này chỉ là lịch sử sử dụng đất trước khi hoạt động trồng rừng diễn ra. Trong khi “Afforestation” để chỉ hoạt động trồng rừng trên đất không có rừng bao phủ trong khoảng thời gian dài còn “Reforestation” đề cập hoạt động trồng rừng như một phần của một chuỗi sản xuất lâm nghiệp tương đối liên tục (tg.). Vì thế, xét trên tính chất của các khái niệm này, ở đây xin được tạm dịch thuật ngữ “Afforestation” là “Trồng mới rừng”, “Reforestation” là “Tái trồng rừng”¹. Dưới đây trích định nghĩa của FAO và FCCC về hai khái niệm này:

Tái trồng rừng- Reforestation:

UNFCCC (2001)

Tái trồng rừng là hoạt động trồng, gieo hạt thẳng hoặc thúc đẩy tái sinh hạt tự nhiên của con người nhằm phục hồi rừng ở các khu vực trước đây là rừng nhưng đã bị chuyển thành đất không có rừng.

Đối với thời kỳ cam kết đầu tiên của Công ước Kyôto, hoạt động được coi là tái trồng rừng (reforestation) chỉ giới hạn trên những diện tích đất **không có rừng bao phủ trước ngày 31 – 12 – 1989**.

FAO

Tái trồng rừng là tạo rừng trồng trên đất không có rừng tạm thời, đất này vẫn đang được xếp loại là rừng (đất rừng).

Giải thích và bình luận bổ sung:

Định nghĩa của FAO về tái trồng rừng đề cập đến hoạt động có chủ đích nhằm phục hồi lại trạng thái che phủ của rừng, khi độ che phủ tạm thời bị giảm xuống dưới ngưỡng 10% do tác động của con người hoặc tự nhiên. Khái niệm “tạm thời” là khái niệm trung tâm của định nghĩa này, và nó được qui định là trong vòng 10 năm. Theo định nghĩa của FAO, kết quả của tái trồng rừng là một rừng trồng.

Tái trồng rừng theo thuật ngữ của UNFCCC là sự chuyển đổi của đất nguyên khởi có rừng che phủ, nhưng sau đó chuyển thành đất không có rừng, hoạt động tái trồng rừng là hoạt động trồng rừng được thực hiện trên đất trống này. Thay đổi sử dụng đất là yếu tố cốt lõi trong thuật ngữ của FCCC, đó cũng là khác biệt cơ bản giữa định nghĩa của FCCC

¹ Một số tài liệu ở Việt Nam cũng có nêu hai khái niệm này, tuy nhiên không có tài liệu chính thức nào về các khái niệm này được đưa ra bởi cơ quan quản lý Ngành Lâm nghiệp

và của FAO. Cũng theo định nghĩa của FCCC, tái sinh rừng sau khi rừng tạm thời bị mất độ che phủ không được tính là hoạt động tái trồng rừng, bởi vì nó không bao hàm sự chuyển đổi về sử dụng đất. Nói cách khác, đất trước khi trồng rừng phải là đất mà rừng trên đó đã bị phá hủy hoàn toàn, (vd. không có độ che phủ theo định nghĩa của FCCC ở đây được coi là có thời gian dài hơn khái niệm tạm thời trong định nghĩa của FAO). Mặt khác, theo Công ước Kyôto, ở thời kỳ cam kết đầu tiên (2008 – 2012), tái trồng rừng chỉ bao gồm hoạt động trồng rừng trên đất không có rừng che phủ trước ngày 31 tháng 12 năm 1989.

Tái trồng rừng luôn bao gồm tất cả các hoạt động trực tiếp của con người (trồng, gieo hạt thẳng, etc.). FAO xác định thêm một biện pháp – khái niệm bổ sung đó là khái niệm “tái sinh tự nhiên” để tái phục hồi rừng mà không có hoặc có nhưng chỉ là hoạt động gián tiếp (có thể là là hoạt động hỗ trợ hoặc không hỗ trợ) của con người (FAO, 2002).

Trồng mới rừng– Afforestation:

FCCC (2001):

Trồng mới rừng là hoạt động trồng, gieo hạt thẳng hoặc thúc đẩy tái sinh hạt tự nhiên của con người nhằm tạo thành rừng các khu vực mà không có rừng bao phủ trong thời gian ít nhất là 50 năm.

FAO (2000):

Trồng mới rừng là tạo rừng trồng trên đất mà cho đến trước khi trồng rừng không được xếp hạng là rừng (đất rừng) (theo khái niệm của FAO).

Chú ý: Nhấn mạnh đến việc chuyển đổi từ đất không có rừng thành đất có rừng.

Ngoài ra sự mở rộng tự nhiên của rừng là sự mở rộng rừng từ các hoạt động tự nhiên liên tiếp trên đất mà, đến tận thời điểm trước đó là dạng sử dụng đất khác (vd: chuyển đổi thành rừng từ trên đất trước đây canh tác nông nghiệp).

Phá rừng- Deforestation:

Phá rừng là hoạt động khai thác, chuyển đổi rừng thành đất không có rừng của con người.

Giải thích và bình luận bổ sung:

Định nghĩa về trồng mới rừng của FAO là một tập hợp của các hoạt động ngược lại với định nghĩa phá rừng của tổ chức này. Sự chuyển đổi, mang tính chủ động, đất thuộc các dạng sử dụng khác thành rừng hoặc làm tăng độ che phủ của rừng lên ngưỡng cao hơn 10% được xác nhận là trồng mới rừng. Theo định nghĩa, đất được trồng mới rừng luôn luôn được phân loại là rừng trồng. FAO cũng đưa ra một khái niệm bổ sung là “sự mở rộng

tự nhiên của rừng” bao gồm tất cả các hoạt động chuyển đổi từ đất không có rừng thành rừng. Sau cùng, cần phải chú ý rằng, để đúng với thuật ngữ trồng mới rừng, độ che phủ đất trước khi trồng rừng phải < 10% trong thời gian dài (nghĩa là có thời gian dài hơn khái niệm tạm thời). Nếu không, sự chuyển đổi sẽ được coi là tái trồng rừng (xin xem phần trên).

Theo UNFCCC, trồng mới rừng là chuyển đổi từ đất không có rừng thành đất có rừng. Ngoài ra, đất này phải là đất **không có rừng bao phủ trong một thời gian ít nhất là 50 năm**. Dù vậy, trong thực tiễn, sự khác biệt giữa trồng mới rừng và tái trồng rừng chỉ có ý nghĩa rất nhỏ đứng trên quan điểm về tính toán hấp thụ cacbon. Vì vậy, cả hai định nghĩa của FCCC, trồng mới rừng và tái trồng rừng, về cơ bản, là giống định nghĩa trồng mới rừng (afforestation) của FAO. Tuy nhiên, việc xác nhận những vấn đề liên quan đến can thiệp của con người trong hoạt động phục hồi rừng của các thuật ngữ của FCCC chặt chẽ và thận trọng hơn, bởi vì yêu cầu của Nghị định thư Kyôto là tất cả các thay đổi được cấp tín dụng phải là do các hoạt động trực tiếp của con người tạo ra.

Cũng cần chú ý rằng các định nghĩa của FAO và FCCC về trồng mới rừng chỉ bao gồm các tác động của con người trên địa bàn xem xét đến mà thôi. Nó không bao gồm sự mở rộng tự nhiên của diện tích rừng

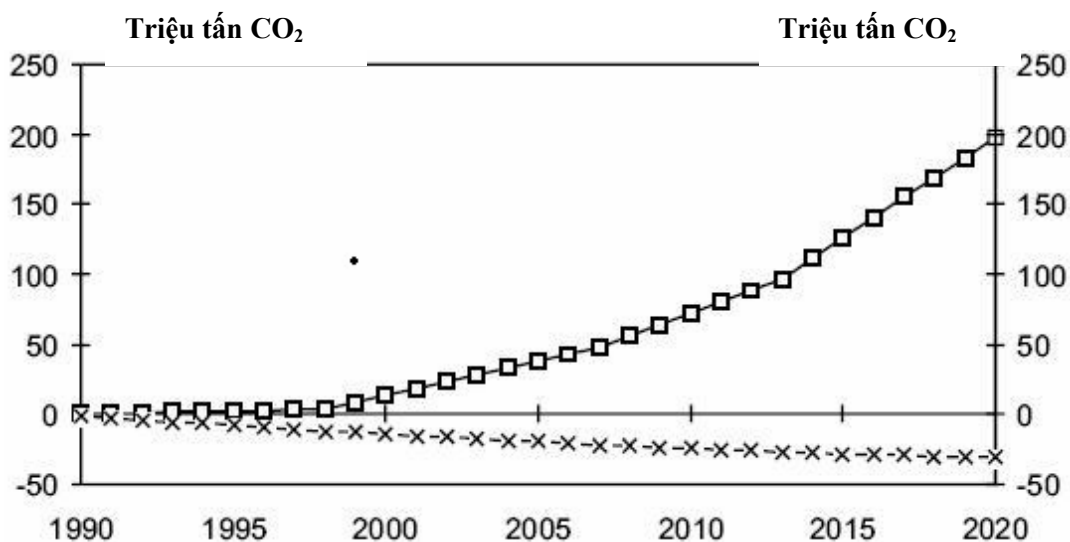
Nói tóm lại, sự khác biệt về định nghĩa giữa FAO và UNFCCC là do mục đích sử dụng khác nhau của chúng. Định nghĩa của FAO nhằm mục đích hướng dẫn cho công tác quản lý rừng, vì vậy các thuật ngữ có liên quan đều được xây dựng cho phù hợp với tiêu chí này, đặc biệt là cho các hoạt động triển khai trên hiện trường. Các khái niệm của UNFCCC đưa ra nhằm phù hợp với mục đích đo đếm và các vấn đề khác liên quan đến hấp thụ cacbon trong lâm nghiệp .

Một khác biệt nữa là UNFCCC qui định, tất cả mọi sự thay đổi phải là kết quả của các hoạt động của con người - một đặc trưng đặc biệt của Nghị định thư Kyôto - đó là chỉ cấp chứng chỉ cho các nước tham gia ký Nghị định thư, có những đóng góp tích cực trong việc thực hiện các cam kết của mình. Các quá trình diễn thế tự nhiên, ví dụ như sự mở rộng tự nhiên của rừng hoặc tái sinh tự nhiên không có sự trợ giúp của con người, sẽ không được cấp chứng chỉ. Định nghĩa của UNFCCC không bao gồm tất cả các quá trình thay đổi của rừng, nhưng điều đó không tránh khỏi trong bối cảnh của Nghị định thư Kyôto. Khung thời gian đưa ra trong các định nghĩa của UNFCCC (chẳng hạn tiêu chí như thế nào để coi là trồng mới rừng hay tái trồng rừng – tg.) chỉ để ứng dụng cho tính toán hấp thụ cacbon.

Theo FAO, không nên tiến hành nhất thể hóa các định nghĩa nếu sự khác biệt về phương pháp tiếp cận của những định nghĩa đó chưa được giải quyết một cách triệt để. Liên quan đến hấp thụ cacbon trong lâm nghiệp, sự lựa chọn các định nghĩa có thể sẽ có những ảnh hưởng to lớn đến kết quả đánh giá cuối cùng, như biểu đồ 3.1 dưới đây biểu diễn hai kịch bản về hấp thụ cacbon ở Phần Lan. Ước lượng dựa trên định nghĩa của FAO

có kết quả rằng, rừng ở Phần Lan trở thành bể hấp thụ cacbon thật. Trái lại, áp dụng các định nghĩa của IPCC (mà gần tương tự với các định nghĩa được đưa ra bởi FCCC), rừng ở Phần Lan giai đoạn này lại là một nguồn phát thải cacbon (FAO, 2002) (Xin xem biểu đồ 3.1)

Biểu đồ 3.1. Ảnh hưởng tích lũy của hoạt động trồng rừng, tái trồng rừng và phá rừng lên cân bằng cacbon giai đoạn 1990-2020 dựa trên 2 phương tính cơ bản – nghiên cứu cho Phần Lan



Nguồn: Sievanen (2000)

Có thể kết luận được rằng, tiêu chí của các hoạt động hấp thụ cacbon để tham gia các cơ chế của Nghị định thư Kyôto là tính “bổ sung”, vì vậy trong các thuật ngữ liên quan đến rừng của UNFCCC, mọi sự thay đổi của hệ sinh thái rừng hoặc/và sử dụng đất lâm nghiệp đều phải là do tác động của con người (human induced) thì mới hợp lệ để tham gia các cơ chế của Nghị định thư Kyôto. Các quá trình phát triển tự nhiên như tái sinh tự nhiên không được tính để cấp chứng chỉ giảm phát thải.

Mặc dù UNFCCC và FAO không bắt buộc các nước thành viên phải sử dụng định nghĩa do mình đưa ra, xin kiến nghị, ở Việt Nam nên sử dụng các tiêu chí được nêu trong các khái niệm này làm những tiêu chuẩn tối thiểu phải đạt được khi tham gia vào các thỏa thuận mang tính quốc tế như Nghị định thư Kyôto (vd: Định nghĩa rừng của Việt Nam có thể làm chi tiết hơn “một diện tích tối thiểu 0,5ha...” – lớn hơn của UNFCCC – nhưng các tiêu chí định lượng khác như độ che phủ, chiều cao tầng cây gỗ... cần phải được đưa ra và ít nhất phải đạt được tiêu chuẩn của UNFCCC), vì chỉ có như vậy thì các dự án A/R - CDM mới được công nhận và phê duyệt bởi UNFCCC.

3.2. Phương pháp điều tra hấp thụ cacbon trong lâm nghiệp

3.2.1. Phương pháp luận chung

Quá trình biến đổi cacbon trong hệ sinh thái được xác định từ cân bằng cacbon gồm cacbon đi vào hệ thống – thông qua quang hợp và tiếp thu các hợp chất hữu cơ khác – và cacbon mất đi từ quá trình hô hấp của thực vật và động vật, lửa, khai thác, sinh vật chết cũng như những quá trình khác. Phương pháp điều tra cacbon và động thái biến đổi cacbon trong rừng có thể được tóm tắt thành 4 nhóm lớn dưới đây (IPCC, 2000; Smith, 2004):

Phương pháp dựa trên đo đếm các bể cacbon (Stock change measurements)

- Điều tra thảm thực vật dưới tán;
- Điều tra thể tích thân cây – Điều tra rừng;
- Tổng sinh khối của cây – Tương quan sinh trưởng;
- Sản phẩm gỗ - mô hình sản phẩm gỗ;
- Đất và rác hữu cơ;
- Gỗ rác, vụn - thể tích và sinh khối;
- Đo đếm rác hữu cơ và phân tích cacbon ;
- Thu thập mẫu cacbon hữu cơ và phân tích cacbon.

Phương pháp dựa trên đo đếm các dòng luân chuyển cacbon - flux measurement

Phương pháp dựa trên công nghệ viễn thám - remote sensing to determine geographical extent and change

Mô hình hóa – Modelling (Thường được sử dụng kết hợp với các phương pháp trên)

Bảng dưới mô tả chi tiết các phương pháp xác định hấp thụ cacbon trong sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp, yêu cầu về số liệu, độ chính xác, khả năng thực hiện... của từng phương pháp.

Bảng 3.1. Đặc điểm các phương pháp xác định biến đổi Carbon

(Nguồn: IPCC 2000)

Phương pháp	Phạm vi ứng dụng	Khoảng thời gian	Nhân tố điều tra	Khả năng ứng dụng trong lĩnh vực lâm nghiệp (ARD)	Khả năng ứng dụng khi các định nghĩa khác về ARD được sử dụng	Khả năng xác định động thái biến đổi carbon trong đất (1)	Khả năng để áp dụng để tính tổng lượng carbon	Mức độ thu thập số liệu	Chi phí (2)	Độ chính xác (3)	Khả năng thực hiện
Điều tra thâm thực bì	0.01-10 ⁹ ha	1-100 năm	Thể tích, tăng trưởng cây gỗ trên mặt đất; khai thác và tĩa thưa tự nhiên; được tính từ tổng sinh khối của cây	Có, nhưng hệ thống ô đo đếm phải được điều chỉnh cho phù hợp với yêu cầu của Nghị định thư Kyôto	Có, các định nghĩa về rừng đưa ra đã được điều chỉnh cho phù hợp	Chủ yếu chỉ xác định các đo đếm bổ sung mà ảnh hưởng đến bề carbon như tĩa thưa, bón phân, vv...	Không, thông thường không bao gồm điều tra đất	Cho cấp độ dự án: 400 ôtc/5,000 ha; Cho cấp độ quốc gia: 1 ôtc đại diện cho diện tích 1,000ha	Điều tra cấp quốc gia: US\$ 0.05 – 0.6 ha ⁻¹ Cấp độ dự án: US\$ 11 – 18 ha ⁻¹	Diện tích: sai tiêu chuẩn: = 0.4%; Mật độ: stc =0.7% Tăng trưởng: stc = 1.1% (Tomppo, 1996)	Dễ thực hiện
Điều tra đất	0.01-10 ³ ha	10-1,000 năm	Các bon hữu cơ trong đất và sự thay đổi theo	Có	Có	Có	Chỉ để đánh giá một khu vực nhất	Phụ thuộc vào sự đồng nhất dạng đất ≈ 300 điểm lấy mẫu trên	US\$ 3 – 20/ một mẫu	Khoảng 2-3% sai số khi phân tích độ chính xác; tổng sai số cao hơn nhiều vì	Dễ thực hiện

Phương pháp	Phạm vi ứng dụng	Khoảng thời gian	Nhân tố điều tra	Khả năng ứng dụng trong lĩnh vực lâm nghiệp (ARD)	Khả năng ứng dụng khi các định nghĩa khác về ARD được sử dụng	Khả năng xác định động thái biến đổi carbon trong đất (1)	Khả năng để áp dụng để tính tổng lượng carbon	Mức độ thu thập số liệu	Chi phí (2)	Độ chính xác (3)	Khả năng thực hiện
			thời gian				định	10,000ha, 1mẫu/ 10cm tầng đất		sai số lấy mẫu và tính đồng nhất của dạng đất	
Dòng chảy	-20ha	Ngày – 10 năm	Năng suất thực của hệ sinh thái	Chỉ để kiểm tra độ chính xác (của phương pháp đo đếm khác)		Chỉ để kiểm tra độ chính xác	Không – không bao gồm khai thác và sự chuyển đổi của các sản phẩm gỗ	Mật độ đo đếm cần thiết để xác định được dòng vật chất trên diện rộng vẫn cần phải được xác định	Phí thiết lập US\$ 100,000/ địa điểm; Phí duy trì US\$ 20,000/ năm	10-20%	Dễ thực hiện thông qua điều tra rừng và phân tích đất
Điều tra bề mặt carbon lớn	-10 ⁹ ha	Nhiều thập kỷ	Hàm lượng CO ₂ trong bầu khí quyển	không	không	không	Không – ngoại trừ sản phẩm gỗ	≈80 địa điểm ở bán cầu Bắc	Không rõ	Độ chính xác của phân tích mẫu rất cao	Dễ xác định độ chính xác phân tích
Viễn thám (vệ tinh)	0.05 – 10 ⁹ ha	Ngày – nhiều thập kỷ	Diện tích (trong một số trường hợp được)	Có	Có, độ phân giải không gian được	Phù hợp cho kiểm soát, vd: quản lý cháy rừng, tất cả các	Không, chủ yếu để đánh giá các	Đánh giá tổng thể từ các điểm ảnh	US\$ 0.0002/ ha cho mua ảnh;	Độ chính xác để đo diện tích (15%); ít chính xác hơn đối với	Dễ thực hiện nếu kết hợp với

Phương pháp	Phạm vi ứng dụng	Khoảng thời gian	Nhân tố điều tra	Khả năng ứng dụng trong lĩnh vực lâm nghiệp (ARD)	Khả năng ứng dụng khi các định nghĩa khác về ARD được sử dụng	Khả năng xác định động thái biến đổi carbon trong đất (1)	Khả năng để áp dụng để tính tổng lượng carbon	Mức độ thu thập số liệu	Chi phí (2)	Độ chính xác (3)	Khả năng thực hiện
			sử dụng để ước lượng sinh khối và NPP)		đưa ra là chính xác	đại lượng liên quan đến diện tích ngoài đất lâm nghiệp	khu vực		0.0002/ha công xử lý. Đắt hơn nếu là ảnh hàng không	đo đếm sinh khối	số liệu đo đếm mặt đất
Mô hình hóa hệ sinh thái	0.1-1ha	Ngày – hàng trăm năm	NPP, NEP trên một khu vực	Có khi được kiểm chứng bằng số liệu thực tế	Có, mô hình xây dựng được có thể sử dụng cho đối tượng rừng khác	Có, khi hoạt động quản lý có thể mô hình hóa được	Có, nếu tất cả các phần chứa carbon đều được mô hình hóa	Thông thường bao phủ chọn vẹn	Chi phí rẻ khi mô hình đã được xây dựng	Không chắc chắn; dựa trên nhiều giả định khác nhau	Khó khăn cho chu kỳ dài
Mô hình thế giới sinh vật	ô – 10 ⁹ ha	ngày – hàng trăm năm	NPP, NEP /ô	không	không	Thông thường đất được bao gồm trong các mô hình này nhưng không có hoạt động quản	Có, nếu tất cả thành phần của chu trình các bon được mô	Thông thường bao phủ chọn vẹn	Chi phí rẻ khi mô hình đã được xây dựng	Không chắc chắn; dựa trên nhiều giả định khác nhau	Khó khăn

Phương pháp	Phạm vi ứng dụng	Khoảng thời gian	Nhân tố điều tra	Khả năng ứng dụng trong lĩnh vực lâm nghiệp (ARD)	Khả năng ứng dụng khi các định nghĩa khác về ARD được sử dụng	Khả năng xác định động thái biến đổi carbon trong đất (1)	Khả năng để áp dụng để tính tổng lượng carbon	Mức độ thu thập số liệu	Chi phí (2)	Độ chính xác (3)	Khả năng thực hiện
						lý	hình hóa				

- (1) Các hoạt động khác có thể là canh tác cường độ thấp, tưới tiêu, khai thác giảm thiểu tác động, tĩa thưa, tái sử dụng sản phẩm gỗ...
- (2) Chi phí không bao gồm chi phí khi mở rộng ra khu vực lớn hơn. Chi phí trung bình cho một ha sẽ khác nhau nhiều hơn đối với khu vực có nhiều kiểu lập địa lẫn lộn so với khu vực có đất tương đối đồng nhất .
- (3) Trong trường hợp không có tài liệu tham khảo, ước lượng tính chính xác dựa trên phương pháp đánh giá chuyên gia.

3.2.2. Sinh khối và hấp thụ cacbon của lớp thực vật trên bề mặt đất

Khái niệm: Sinh khối được xác định là tất cả chất hữu cơ ở dạng sống và chết (còn ở trên cây) ở trên hoặc ở dưới mặt đất (Brown, 1997; Ponce-Hernandez, 2004).

Sinh khối là đơn vị đánh giá năng suất của lâm phần. Mặt khác để có được số liệu về hấp thụ cacbon, khả năng và động thái quá trình hấp thụ cacbon của rừng, người ta phải tính từ sinh khối của rừng. Chính vì vậy điều tra sinh khối cũng chính là điều tra hấp thụ cacbon của rừng (Ritson and Sochacki, 2003). Các phương pháp xác định sinh khối và hấp thụ cacbon trên mặt đất được trình bày ở dưới đây (Brown, 1997; McKenzie et al., 2000; Snowdon et al., 2000; Snowdon et al., 2002):

(1) Phương pháp dựa trên mật độ sinh khối của rừng

Theo phương pháp này, tổng lượng sinh khối trên bề mặt đất có thể được tính bằng cách nhân diện tích của một lâm phần với mật độ sinh khối tương ứng (thông thường là trọng lượng của sinh khối trên mặt đất/ha). Cacbon thường được tính từ sinh khối bằng cách nhân hệ số chuyển đổi là cố định 0,5. Vì vậy việc chọn hệ số chuyển đổi có vai trò rất quan trọng cho tính chính xác của phương pháp này.

Mật độ sinh khối của rừng phụ thuộc chủ yếu vào tổ thành loài cây, độ phì của đất và tuổi rừng. Gifford (2000) đã tính được mật độ sinh khối cho các kiểu rừng ở Australia ở bảng dưới đây (Grierson et al., 1992; Gifford, 2000).

Bảng 3.2. Mật độ sinh khối trung bình một số kiểu rừng ở Australia

Kiểu rừng	Mật độ sinh khối (tấn/ha)	Kiểu rừng	Mật độ sinh khối (tấn/ha)
Rừng kín cao	450	Rừng mở thấp	200
Rừng kín trung bình	356	Trảng cây gỗ cao	200
Rừng kín thấp	300	Trảng cây gỗ trung bình	150
Rừng mở cao	279	Trảng gỗ thấp	100
Rừng mở trung bình	272	Rừng trồng	244

Nguồn: Snowdon et al., 2000

Do sai số của phương pháp này tương đối lớn nên nó thường chỉ được dùng để ước lượng trong điều tra sinh khối rừng nhanh trên phạm vi quốc gia .

(2) Phương pháp dựa trên điều tra rừng thông thường

Để điều tra sinh khối và hấp thụ cacbon của rừng, phương pháp đo đếm trực tiếp truyền thống trên một số lượng ô tiêu chuẩn đủ lớn của các đối tượng rừng khác nhau cho kết

quả đáng tin cậy. Tuy nhiên, phương pháp này khá tốn kém. Ngoài ra, khi tiến hành điều tra, các cây không có giá trị thương mại hoặc cây nhỏ thường không được đo đếm (Brown, 1997). Phương pháp điều tra cụ thể từ các khâu như chọn điểm, lập ô, đến các kỹ thuật đo đếm... có thể tìm ở các quy trình điều tra thông dụng của các nước. Do hầu hết các quy trình này đã được phát triển một cách có hệ thống và đáng tin cậy ở nước ta, nên ở đây không nêu những kỹ thuật chi tiết. Bạn đọc có thể tìm các quy trình này ở các sách, qui trình hướng dẫn điều tra của Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, Viện Điều tra Quy hoạch rừng, Trường Đại học Lâm nghiệp...

(3) Phương pháp dựa trên điều tra thể tích

Phương pháp dựa trên điều tra thể tích là sử dụng hệ số chuyển đổi để tính tổng sinh khối trên mặt đất từ sinh khối thân cây. Đặc điểm cơ bản của phương pháp này bao gồm ba bước:

1. Tính thể tích gỗ thân cây từ số liệu điều tra;
2. Chuyển đổi từ thể tích gỗ thân cây thành sinh khối và cacbon của cây bằng cách nhân với tỷ trọng gỗ và hàm lượng cacbon trong gỗ;
3. Tính tổng số sinh khối trên mặt đất bằng cách nhân với hệ số chuyển đổi sinh khối (tỷ lệ giữa tổng sinh khối /sinh khối thân).

Phương pháp sử dụng hệ số chuyển đổi sinh khối – cacbon đã được sử dụng để tính sinh khối và cacbon cho nhiều loại rừng trên thế giới trong đó có rừng tự nhiên nhiệt đới (Brown and Lugo, 1984; Gifford, 1992; Grierson et al., 1992; Schroeder, 1992; Brown, 1996, 1997; Gifford, 2000; IPCC, 2000, 2003). IPCC cho rằng, phương pháp này có sai số lớn nếu sử dụng tỷ lệ mặc định, vì vậy cần thiết phải xác định hệ số chuyển đổi cho từng loại rừng, từng địa phương cụ thể (IPCC, 2000).

Brown et al. (1989) định nghĩa “Hệ số chuyển đổi là tỷ số giữa tổng sinh khối trên bề mặt đất với sinh khối gỗ có giá trị thương mại”, như vậy định nghĩa này bao gồm cả thành phần không phải là gỗ như lá. Hệ số chuyển đổi có giá trị khoảng từ 1.4 – 5.4 phụ thuộc vào cấp năng suất của rừng và phương pháp tính toán (Brown et al., 1989), hệ số này thậm chí có thể cao hơn con số trên ở một số loại rừng non. Tuy nhiên do rừng non thông thường không được khai thác nên không xét đến đối tượng này. Kết quả nghiên cứu cho rừng Bạch đàn và Thông ở Australia và một số nước khác cũng cho thấy, hệ số chuyển đổi có quan hệ khá chặt chẽ với chiều cao, đường kính, tiết diện ngang, tuổi và tổng lượng cacbon trên mặt đất của lâm phần (Kirschbaum, 2000) (Snowdon et al., 2000). Từ quan hệ xây dựng được này dễ dàng tính được hệ số chuyển đổi cho một lâm phần nào đó, từ đó có thể tính được tổng sinh khối từ sinh khối thân cây của lâm phần.

(4) Phương pháp dựa trên các nhân tố điều tra lâm phần

Các nhân tố điều tra lâm phần như sinh khối, tổng tiết diện ngang, mật độ, tuổi, chiều cao tầng trội, và thậm chí các yếu tố khí hậu và đất đai có mối liên hệ với nhau và được mô phỏng bằng các phương trình quan hệ. Các phương trình này được sử dụng để xác định sinh khối và hấp thụ cacbon cho lâm phần.

Theo phương pháp này sinh khối lâm phần được xác định từ phương trình đường thẳng để dự đoán sinh khối từ các phép đo đếm cây cá lẻ đơn giản:

$$Y = b_0 + b_1 X_i \quad (3.1)$$

Từ đó sinh khối lâm phần được tính

$$\sum Y = Nb_0 + b_1 \sum X_i \quad (3.2)$$

Hoặc một số phương trình dạng đơn giản khác, ví dụ: $\ln(Y) = b_0 + b_1 \ln(X_i)$

Trong đó:

Y là sinh khối, X_i có thể có được từ phép đo đơn giản (vd: tổng tiết diện ngang), N là số cây trong lâm phần; b_0 và b_1 là hệ số tự do.

Khi các phương trình tương quan phi tuyến cho các biến lâm phần được sử dụng không cần sử dụng phương trình đơn giản trên để tính sinh khối rừng. Hạn chế chính của phương pháp này là yêu cầu phải thu thập một số lượng nhất định số liệu các nhân tố điều tra của lâm phần để có thể xây dựng được phương trình. Tổng tiết diện ngang, mật độ là những nhân tố điều tra dễ đo đếm, đảm bảo độ chính xác, tuổi rừng cũng có thể xác định ở những lâm phần được quản lý tốt hoặc có thể ước lượng từ chiều cao tầng trội. Tuy nhiên, những giá trị này thông thường không được chỉ ra ở các nghiên cứu sinh khối. Các biến khí hậu và tính chất đất cũng có thể được sử dụng để xây dựng các phương trình tương quan cho lâm phần, nhưng rất khó khăn để thu thập được những số liệu này.

Một dạng các nhân tố ước lượng sinh khối khác là các nhân tố điều tra lâm phần được ước lượng bằng công nghệ viễn thám hoặc đầu ra của các mô hình. Trong một số trường hợp, một biến, vd. chiều cao lâm phần, có thể được đo đếm trực tiếp trên hiện trường hoặc được ước lượng thông qua công nghệ viễn thám, từ chiều cao thu thập được này nó có thể được áp dụng phương trình đã xây dựng được để tính sinh khối lâm phần. Ngoài ra, còn có phương pháp đo đếm bằng phương pháp phi truyền thống như ước lượng sinh khối lâm phần trực tiếp bằng các thiết bị hàng không hoặc vệ tinh. Những phương pháp này có độ tin cậy thấp hơn đo đếm trực tiếp nhưng thông thường có chi phí thấp hơn. Tuy nhiên, chi phí để thiết lập hệ thống rất đắt đỏ.

(5) Phương pháp dựa trên số liệu cây cá lẻ

Hầu hết các nghiên cứu từ trước cho đến nay về sinh khối và hấp thụ cacbon là dựa trên kết quả nghiên cứu của cây cá lẻ, trong đó có hàm lượng cacbon trong các bộ phận của cây (Snowdon et al., 2000). Theo phương pháp này, sinh khối cây cá lẻ được xác định từ mối quan hệ của nó với các nhân tố điều tra khác của cây cá lẻ như chiều cao, đường kính ngang ngực, tiết diện ngang, thể tích hoặc tổ hợp của các nhân tố này... của cây.

Y (sinh khối, hấp thụ cacbon) = f (nhân tố điều tra cây cá lẻ).

Trên thế giới đã có rất nhiều nghiên cứu về sinh khối được thực hiện theo phương pháp này, vì thế kết hợp được những thông tin có sẵn này để xây dựng các mối quan hệ tổng thể cho lâm phần từ đó xác định khả năng hấp thụ cacbon của rừng là rất quan trọng.

Những hạn chế của phương pháp ước lượng sinh khối từ cây cá lẻ:

Khái niệm: ví dụ định nghĩa về đường kính ngang ngực khác nhau ở nhiều nước trên thế giới, Australia (1,3m); New Zealand (1,4m), Hoa Kỳ (1,37m), Việt Nam (1,3m)... Vì vậy rất khó để thống nhất và so sánh các số liệu này với nhau (Snowdon et al., 2002).

Lựa chọn mẫu đo đếm một cách chủ quan: ví dụ khi chọn địa điểm đặt ô nghiên cứu, địa điểm cây chặt ngã để đo đếm sinh khối... người ta thường có xu hướng chọn ở những điểm dễ dàng đo đếm. Vì vậy không đại diện cao cho tổng thể.

Số lượng mẫu cần thiết: Rất nhiều nghiên cứu sinh khối cây cá lẻ chỉ đo đếm 4-12 mẫu để xây dựng phương trình quan hệ giữa sinh khối cây và các nhân tố điều tra khác. Điều này dẫn đến sai số của phương trình xác định được lớn, phương trình không đại diện được cho tổng thể. Clark (1979) cho rằng số lượng mẫu từ 20-40 là có thể đại diện được cho tổng thể khi nghiên cứu về thể tích, sinh khối của rừng. Một số tác giả khác thì đề xuất cứ mỗi cỡ đường kính 2,5cm thì đo đếm 3 mẫu nghiên cứu. Mặc dù đây chỉ là những đề xuất mang tính kinh nghiệm, đa số các tác giả cho rằng, nó đáp ứng được yêu cầu chính xác cho điều tra hấp thụ cacbon và động thái (Snowdon et al., 2002).

Mục đích: Mục đích nghiên cứu ban đầu của nhiều nghiên cứu không phải là để xác định sinh khối của cây hoặc của lâm phần (vd: mục đích điều tra ban đầu chỉ là để lập biểu thể tích, nhưng sau đó lại được dùng để ước lượng sinh khối cây), vì vậy không đảm bảo rằng những đo đếm và tính toán đảm bảo độ tin cậy cần thiết.

Mô hình quan hệ: Xu hướng chủ quan trong lựa chọn mô hình toán học thường không đem lại độ chính xác tốt nhất cho phép ước lượng.

Ghi chép dữ liệu - mô tả lâm phần: Mô tả lâm phần được sử dụng cho nghiên cứu sinh khối nên bao gồm tối thiểu:

- Kiểu rừng;
 - Tuổi nếu là rừng đồng tuổi;
 - Tác động và thời gian tác động;
 - Mật độ lâm phần, tổng tiết diện ngang và độ dày;
 - Trung bình và phạm vi của đường kính ngang ngực, chiều cao của cây nghiên cứu, chiều cao lâm phần;
 - Ước lượng sinh khối của các phần khác nhau của sinh khối trên mặt đất của lâm phần.
- Ghi chép số liệu - phân tích thống kê: Báo cáo nên gồm:
- Mô tả phương trình và phương pháp ước lượng giá trị của các tham số;
 - Ước lượng độ hệ số và sai tiêu chuẩn của chúng;
 - Sai số trung bình bình phương của phương trình;
 - Tổng sai số, tổng sai số bình phương cho biến độc lập và phụ thuộc.

(6) Phương pháp dựa trên vật liệu khai thác

Lượng cacbon mất đi từ rừng từ khai thác kinh tế được tính bằng công thức:

$$C = H \cdot E \cdot D;$$

Trong đó H là thể tích gỗ tròn khai thác được; D là tỷ trọng gỗ (wood density) và E là hệ số chuyển đổi từ tổng sinh khối khai thác từ rừng. Từ đó tính được sinh khối, lượng cacbon và động thái quá trình này, đặc biệt sau khai thác (Snowdon et al., 2002).

Phương pháp này thường được sử dụng để ước lượng lượng cacbon bị mất do khai thác gỗ thương mại. Vì thế nó giúp cho việc tính tổng lượng cacbon của rừng và động thái của biến đổi cacbon trong rừng.

(7) Phương pháp dựa trên mô hình sinh trưởng

Mô hình sinh trưởng từ những biểu đồ đơn giản nhất cho đến những phần mềm máy tính phức tạp đã và đang là những công cụ quan trọng trong quản lý rừng (Vanclay, 1998; Pote' and Bartelink, 2002). Sinh khối và hấp thụ cacbon có thể được xác định bằng mô hình sinh trưởng. Trên thế giới đã có rất nhiều mô hình sinh trưởng đã được phát triển và không thể tìm hiểu được phương pháp cụ thể của mỗi mô hình. Vì vậy cần phải xác định được những điểm chung để phân loại mô hình (Vanclay, 1998). Rất nhiều tác giả đã cố gắng để phân loại mô hình theo các nhóm khác nhau với những tiêu chuẩn khác nhau (Pote' and Bartelink, 2002). Có thể phân loại mô hình thành các dạng chính sau đây:

1. Mô hình thực nghiệm/thống kê (empirical model) dựa trên những đo đếm của sinh trưởng và các điều kiện tự nhiên của thời điểm đo đếm mà không xét đến các quá trình sinh lý học.
2. Mô hình động thái (process model)²/mô hình sinh lý học mô tả đầy đủ các cơ chế hóa sinh, lý sinh trong hệ sinh thái và sinh vật (Constable and Friend, 2000).
3. Mô hình hỗn hợp (hybrid/mixed model), kết hợp phương pháp xây dựng hai loại mô hình trên đây để xây dựng mô hình hỗn hợp

Mô hình thực nghiệm đòi hỏi ít tham số (biến số) và có thể dễ dàng mô phỏng sự đa dạng về quản lý cũng như xử lý lâm sinh, nó là công cụ định lượng sử dụng có hiệu quả và phù hợp trong quản lý và lập kế hoạch quản lý rừng (Landsberg and Gower, 1997; Vanclay and Skovsgaard, 1997; Vanclay, 1998). Phương pháp này có thể phù hợp để dự đoán sản lượng ngắn hạn trong khoảng thời gian mà các điều kiện tự nhiên cho sinh trưởng của rừng được thu thập số liệu tạo nên mô hình vẫn chưa thay đổi lớn. Mô hình thực nghiệm thường được thể hiện bằng các phương trình quan hệ hoặc phương trình sinh trưởng dựa trên số liệu sinh trưởng đo đếm thực nghiệm mà thông thường không xét đến ảnh hưởng trực tiếp của các yếu tố môi trường vì các ảnh hưởng này được coi như đã được tích hợp vào sinh trưởng của cây. Đối với mô hình thực nghiệm, các phương trình sinh trưởng và biểu sản lượng có thể phát triển thành một biểu sản lượng sinh khối hoặc cacbon tương ứng. Tuy nhiên, mô hình sinh trưởng thực nghiệm không đầy đủ. Chúng không thể sử dụng để xác định hệ quả của những thay đổi của điều kiện môi trường đến hệ sinh thái và cây như sự tăng lên của nồng độ khí nhà kính, nhiệt độ, hoặc chế độ nước... (Landsberg and Gower, 1997; Peng et al., 2002).

Mô hình động thái mô phỏng quá trình sinh trưởng, với đầu vào là các yếu tố cơ bản của sinh trưởng như ánh sáng, nhiệt độ, dinh dưỡng đất..., mô hình hóa quá trình quang hợp, hô hấp và sự phân phát những sản phẩm của các quá trình này trên rễ, thân và lá (Landsberg and Gower, 1997; Vanclay, 1998). Nó còn gọi là mô hình cơ giới³ (mechanistic model) hay mô hình sinh lý học (physiological model). Mô hình động thái phức tạp hơn rất nhiều so với mô hình thực nghiệm nhưng có thể sử dụng để khám phá hệ quả của sự thay đổi môi trường đến hệ sinh thái, sinh vật (Dixon et al., 1990; Landsberg and Gower, 1997). Tuy nhiên, mô hình động thái cần một số lượng lớn các tham số (biến số) đầu vào, nhiều tham số lại không dễ đo, cần thời gian dài để đo và/hoặc không thể đo được với các điều kiện cơ sở vật chất kỹ thuật ở các nước đang phát triển (vd. Mô hình nổi tiếng CENTURY mô phỏng động thái cacbon trong hệ sinh thái rừng và nông lâm kết hợp cần tới hơn 600 tham số đầu vào (Ponce-Hernandez, 2004)).

² Tác giả.

³ Tác giả

Cho đến nay trên thế giới đã có rất nhiều mô hình động thái hay mô hình hỗn hợp được xây dựng để mô phỏng quá trình phát triển của hệ sinh thái rừng như BIOMASS, ProMod, 3 PG, Gen WTO, CO₂Fix, CENTURY... (Landsberg and Gower, 1997; Snowdon et al., 2000; Schelhaas et al., 2001). Trong trường hợp không đủ số liệu đầu vào thu thập được từ các quá trình tự nhiên của hệ sinh thái và cây, để sử dụng các mô hình này, người ta phải sử dụng hàng loạt các giả định (assumptions), chính vì vậy tính chính xác của mô hình phụ thuộc rất nhiều vào các sự phù hợp của các giả định này đối với đối tượng nghiên cứu.

Có nhiều loài cây và rừng trồng của các loài cây này đã xây dựng được biểu thể tích và biểu sản lượng từ các mô hình sinh trưởng và quan hệ thực nghiệm ở Việt Nam như rừng trồng của các loài Keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*), Mỡ (*Manglietia glauca*), Quế (*Cinnamomum cassia*), Sa mộc (*Cunninghamia lanceolata*), Thông mã vĩ (*Pinus massosiana*) (Hinh, 1996, 2004), Keo tai tượng (*Acacia mangium*), Thông nhựa (*Pinus merkusii*), Tách (*Tectona grandis*), Bạch đàn Urophylla (*Eucalyptus urophylla*) (Khanh et al., 2002), Thông ba lá (*Pinus kesiya*) (Lung and Khanh, 1999) etc. Dựa trên các kết quả nghiên cứu này, kết hợp điều tra bổ sung, các số lượng có sẵn khác (trong nước hoặc quốc tế) như tỷ trọng gỗ, tỷ lệ sinh khối gỗ kinh tế/tổng sinh khối... và ước lượng một số tham số (vd: tỷ lệ sinh khối dưới mặt đất/sinh khối trên mặt đất) có thể xác định được khả năng hấp thụ cacbon và động thái biến đổi của rừng trồng các loài cây nghiên cứu. Tuy nhiên, do hầu hết các mô hình này xây dựng đã lâu, một số lại chỉ nghiên cứu trong một số vùng sinh thái nhất định nên nếu muốn áp dụng phải tiến hành điều tra bổ sung và kiểm tra, đánh giá trước khi sử dụng.

Mô hình tiêu biểu:

Mô hình nghiên cứu sinh khối và hấp thụ cacbon và động thái CO₂Fix được phát triển bởi Viện Nghiên cứu Lâm nghiệp châu Âu, đã được sử dụng cho rừng nhiều nước trên thế giới. Kiểm tra và đánh giá sai số cho thấy nó có thể sử dụng cho nhiều hệ sinh thái khác nhau, trong đó có hệ sinh thái rừng, nông lâm kết hợp các vùng nhiệt đới. Mô hình này cũng đã được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với các mô hình khác để xây dựng các mô hình mô phỏng áp dụng cho hệ thống điều tra sinh khối và cacbon của một số nước, hoặc các khu vực, dự án ở các nước (Richards, 2001; Masera et al., 2003; Schelhaas et al., 2004). Đặc điểm của mô hình này là:

- Là mô hình hỗn hợp (mixed/hybrid model), tức là phương pháp mô hình hoá mà kết hợp giữa phương pháp mô hình hóa thực nghiệm với phương pháp mô hình hóa động thái. Đa số các phương trình sinh trưởng và quan hệ của mô hình này phát triển dựa trên các mối quan hệ thực nghiệm, một số trình quá trình dựa trên mô hình động thái;

- Số lượng tham số đòi hỏi không lớn và thường là các tham số không khó để thu thập;

- Kết quả đa dạng, phục vụ được nhiều yêu cầu quản lý khác nhau như: sinh khối, hấp thụ các bon, gỗ kinh tế, cacbon trong đất, tài chính...

Do những đặc điểm trên nên mô hình CO₂Fix có khả năng áp dụng cho các nước, khu vực đang phát triển chưa có điều kiện thực hiện và thu thập số liệu trên các thí nghiệm, ô định vị lâu năm. Mô hình này đã được sử dụng độc lập hoặc kết hợp với các mô hình khác để điều tra hấp thụ cacbon và động thái qui mô lâm phần cho đến qui mô quốc gia như các nước châu Âu, Australia, Indonexia, Costa Rica... (Schelhaas et al., 2004)

Vì vậy có thể sử dụng mô hình này vào điều tra cacbon, động thái quá trình này ở hệ sinh thái rừng ở Việt Nam. Đây là phần mềm miễn phí, có thể tải phần mềm này và tài liệu hướng dẫn từ địa chỉ internet: <http://www.efi.fi/projects/casfor/>.

(8) Phương pháp dựa trên công nghệ viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Phương pháp này sử dụng các công nghệ viễn thám và GIS với các công cụ như ảnh hàng không, ảnh vệ tinh, laze, rada, hệ thống định vị toàn cầu (GPS)... để đo đếm lượng các bon trong hệ sinh thái và biến đổi của chúng. Nó thường được áp dụng cho các điều tra ở phạm vi quốc gia hoặc vùng và cũng rất phù hợp cho việc kiểm tra, giám sát của các dự án sử dụng đất, chuyển đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (LULUCF). Tuy nhiên, với qui mô dự án, đặc biệt là dự án CDM qui mô nhỏ - thường có ở các nước đang phát triển, diện tích đất của các chủ rừng không lớn, phương pháp này không thích hợp lắm vì sai số lớn và không dễ thực hiện do đòi hỏi các nguồn lực đầu vào như thiết bị xử lý, nhân lực trình độ cao... Chính vì vậy, và cũng do khuôn khổ của chương sách nên không trình bày chi tiết các phương pháp này ở đây.

3.2.3. Rác hữu cơ trên mặt đất

Phương pháp lập ô, đo đếm và phân tích cacbon trong rác hữu cơ trên mặt đất đã được phát triển một cách cơ bản và được giới thiệu bởi nhiều tổ chức quốc tế, IPCC, FAO, Văn phòng Quốc gia về khí nhà kính Australia, Canada... và rất nhiều các tổ chức và tác giả khác (IPCC, 1997; McKenzie et al., 2000; IPCC, 2003). Phương pháp xác định rác hữu cơ trên mặt đất rừng được nêu dưới đây.

Rác hữu cơ bao gồm các đoạn gốc, thân, cành, lá, động vật chưa bị phân hủy trên bề mặt đất rừng và được qui ước là có kích thước lớn hơn 25mm. Các vật thể hữu cơ nhỏ hơn kích thước này là rác kích thước nhỏ, đang bị phân hủy mạnh. Do đặc điểm khí hậu nóng ẩm, mưa nhiều, nên tốc độ phân hủy vật hữu cơ rơi rụng ở rừng Việt Nam lớn. Độ dốc tương đối cao ở nhiều vùng đồi núi cũng làm rửa trôi lượng chất hữu cơ lớn. Mặt khác chu kỳ kinh doanh rừng trồng ngắn khiến vật rơi rụng không nhiều. Chính vì vậy rác hữu cơ ở rừng trồng ở Việt Nam không có nhiều. Phương pháp thích hợp để điều tra rác hữu cơ là, trên mỗi ô tiêu

chuẩn đo đếm ở rừng trồng, lập 03 ô tiêu chuẩn có kích thước (2 x 2m), thu lượm và cân toàn bộ rác hữu cơ, tính trung bình lượng rác hữu cơ trên 1m². Từ đó tính được lượng rác hữu cơ/ha cho lâm phần.

3.2.4. Sinh khối dưới mặt đất

Sinh khối dưới mặt đất của lâm phần là trọng lượng phần rễ sống của cây. Rễ cây chiếm một phần quan trọng trong tổng sinh khối lâm phần. Theo Cairn et al (1997), sinh khối của rễ cây trong rừng dao động từ khoảng 3 tấn/ha đến 206 tấn/ha, tùy theo loại rừng. Tuy nhiên, điều tra để xác định tổng lượng rễ cây dưới mặt đất là công việc khó khăn, đòi hỏi phải tốn nhiều thời gian, công sức. Dưới đây trình bày một số tiêu chuẩn và phương pháp xác định sinh khối dưới mặt đất.

(1) Độ sâu lấy mẫu rễ

Phân bố của rễ trong đất phụ thuộc vào loài cây và đặc điểm đất. Tổng kết 250 công trình nghiên cứu về sinh khối rễ trên toàn thế giới, (Jackson et al., 1996) nhận thấy hầu hết sinh khối của rễ tập trung ở tầng đất mặt 2m, đa số trong số này tập trung trên lớp đất mặt. Nghiên cứu 11 kiểu rừng trồng ở Australia, Snowdon nhận thấy 86-100% sinh khối rễ nằm trên lớp đất mặt 1m (Snowdon, 2000). Theo Canadell (1996), độ sâu tầng rễ tối đa tìm thấy là $2 \pm 0.2\text{m}$ cho đất canh tác nông nghiệp, $9.5 \pm 2.4\text{m}$ cho sa mạc, $3.7 \pm 0.5\text{m}$ cho đất đồng cỏ và savan nhiệt đới, $5.2 \pm 0.8\text{m}$ đất cây bụi và rừng (Canadell et al., 1996). Độ sâu lấy mẫu rễ để xác định sinh khối dưới mặt đất của rừng được kiến nghị sử dụng độ sâu 1m (tính từ mặt đất). Mức này cũng được chấp nhận trong nhiều qui trình điều tra cacbon và động thái cacbon dưới mặt đất (IPCC, 2003).

(2) Xác định sinh khối rễ dưới mặt đất

Tỷ lệ rễ, thân:

Sinh khối rễ có thể ước lượng bằng cách nhân sinh khối cây trên mặt đất với tỷ lệ rễ:thân (Brown, 1996; IPCC, 1997). Nhiều công trình nghiên cứu đã cho kết quả, tỷ lệ rễ:thân ở vào khoảng 0.18 ở rừng ôn đới đến 0.34 ở rừng nửa rụng lá nhiệt đới (Jackson et al., 1996), hoặc từ 0.13 ở rừng núi thấp ẩm đến 0.47 ở rừng rụng lá (IPCC, 1997). Cairns (1997) đã tổng kết các nghiên cứu trên thế giới và kết luận tỷ lệ rễ: thân của rừng trên các vùng địa lý khác nhau là: tỷ lệ trung bình cho vùng nhiệt đới là 0.24 (0.14), ôn đới 0.26 (0.07), hàn đới 0.27 (0.10). Đối với đất có thành phần cơ giới thô tỷ lệ là 0.29 (0.17), trung bình – 0.27 (0.11), hạt mịn – 0.24 (0.11). Thực vật hạt kín là 0.25 (0.12), thực vật hạt trần 0.26 (0.07). (trong ngoặc là sai tiêu chuẩn mẫu của giá trị trung bình) (Cairns et al., 1997).

Quan hệ giữa sinh khối rễ và các nhân tố điều tra trên mặt đất:

Sinh khối trên mặt đất được cho là những biến dự đoán tốt nhất cho sinh khối rễ dưới mặt đất. Ngoài ra, sinh khối dưới mặt đất còn có quan hệ chặt chẽ với nhiều nhân tố điều tra trên mặt đất. Zianis 2004, đã tổng kết số liệu từ các nghiên cứu trên toàn cầu và nhận thấy sinh khối rễ có mối quan hệ chặt chẽ với đường kính ngang ngực, chiều cao cây. Sử dụng các phương trình này là phương pháp tin cậy để xác định sinh khối dưới mặt đất của rừng. Gần đây, hàng loạt các phương trình thực nghiệm đã được xây dựng và sử dụng trong tính toán sinh khối và hấp thụ cacbon trong đất (Brown, 1997; Snowdon et al., 2000; IPCC, 2003).

(3) Rễ cái, rễ con và kích thước để đo đếm

Có nhiều định nghĩa về rễ cái và rễ con khác nhau, các tác giả thông thường phân chia bằng kích thước của chúng – đường kính rễ, phổ biến là coi rễ có kích thước lớn hơn 5mm là rễ cái, và nhỏ hơn là rễ con. Mặc dù sinh khối của rễ có đường kính lớn 5mm chiếm chủ yếu trong tổng sinh khối của bộ rễ (Cairns et al., 1997) nhưng nhiều tác giả và IPCC đề xuất lấy rễ có đường kính từ 2mm trở lên để xác định sinh khối của cây dưới mặt đất. Rễ có kích thước nhỏ hơn 2mm sẽ được coi là cacbon hữu cơ trong đất (IPCC, 2003).

3.2.5. Cacbon trong đất

(1) Dạng cacbon trong đất và vai trò của chúng

Mặc dù hầu hết cacbon được hấp thụ bởi các hệ sinh thái trên mặt đất là qua lá và hấp thụ cacbon phần lớn nằm trên sinh khối trên mặt đất, hơn một nửa cacbon hấp thụ được sẽ chuyển xuống dưới mặt đất thông qua rễ và các quá trình phân hủy, tiết dịch của rễ kết hợp với lá và gỗ rơi rụng xuống đất.

Có hai dạng cacbon trong đất là cacbon vô cơ từ quá trình phong hóa) và cacbon hữu cơ được sinh ra từ quá trình phân hủy thực vật và động vật chết. Hợp chất hữu cơ trong đất bao gồm cacbon rất quan trọng và có thể coi như là “nhiên liệu” để chạy cỗ máy đất (Dalal and Carter, 2000; Fisher and Binkley, 2000; IPCC, 2000). Quá trình tích lũy và phân hủy thực vật, động vật chết trong đất là quá trình sinh học cơ bản chiếm vị trí rất quan trọng trong chu trình cacbon. Quan trọng hơn nữa, trong quá trình cacbon tuần hoàn vào khí quyển ở dạng cacbonic (CO_2), Nitơ (N) được tạo thành dạng dễ tiêu như (NH_4^+) và NO_3 , ngoài ra còn có các nguyên tố khác như Photpho (P), Lưu huỳnh (S) và các chất vi lượng Fe, Mn, Cu, B, Mo, Zn...được tạo thành dưới dạng thực vật có thể hấp thụ được và vì vậy rất quan trọng cho sinh trưởng của cây trồng (McColl and Gressel, 1995; Fisher, 2000). Lượng cacbon trong đất phụ thuộc lượng vật chết, rơi rụng chuyển thành chất hữu cơ, và lượng mất đi từ quá trình hô hấp của sinh vật dị dưỡng và sự xói mòn (Dalal and Carter, 2000).

Trong các bể cacbon ở phân lục địa, cacbon hữu cơ chiếm phần lớn nhất đạt tới 1,500 PgC tính đến độ sâu 1m và 2,456 Pg tính đến độ sâu 2m. Thảm thực vật (650 Pg) và không

khí (750 Pg) nhỏ hơn rất nhiều so với ở trong đất. Cácbon vô cơ chiếm khoảng 1700 Pg nhưng nó chủ yếu ở dưới các dạng tương đối bền (vd. cacbonnat) nên ít thay đổi theo thời gian (Robert, 2001). Vì vậy nghiên cứu về động thái biến đổi cácbon trong đất chủ yếu chỉ xét đến cácbon hữu cơ.

Hơn 2/3 lượng cácbon trong các hệ sinh thái rừng chứa trong đất và ở dạng hữu cơ phân hủy (peat deposits) (Dixon et al., 1994). Phá rừng và các hoạt động sử dụng đất không bền vững làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến chu trình cácbon toàn cầu do sự tăng lên nhanh chóng phát thải khí nhà kính từ sinh khối trên và dưới mặt đất.

(2) Nghiên cứu động thái biến đổi cácbon trong đất

Chất hữu cơ trong đất bao gồm toàn bộ các thực thể hữu cơ, phần chết và một phần sống (soil biomass) là bộ phận của sinh vật sống, phần sống này chỉ chiếm tối đa tới 5% chất hữu cơ trong đất (Schroth and Sinclair, 2003). Trong thực tiễn, chất hữu cơ còn lại sau khi đất được phơi khô và sàng qua lưới kích thước 2mm được coi là chất hữu cơ trong đất, kể cả thành phần sống và không sống (Anderson and Ingram, 1993; McKenzie et al., 2000; Polglase et al., 2000). Một số nghiên cứu về thành phần của đất cũng có thể coi các mẫu vật chất hữu cơ >2mm bao gồm trong hữu cơ trong đất (Schroth and Sinclair, 2003). Các vật chất hữu cơ nằm trên bề mặt đất gồm vật rơi rụng tự nhiên, chất thải nông nghiệp và các sản phẩm phân hủy của chúng, thường được tách riêng không bao gồm trong đất (Schroth and Sinclair, 2003).

Thống kê kết quả phân tích đất từ 41 nghiên cứu (197 lập địa khác nhau) về động thái biến đổi của cácbon trong đất sau trồng rừng trên thế giới, Polglase (2000) nhận thấy chỉ có rất ít nghiên cứu (cho 34 lập địa) là nghiên cứu biến đổi của cácbon trong đất ở cả hai dạng cácbon hữu cơ và cácbon vô cơ, số còn lại chỉ nghiên cứu cácbon hữu cơ trong đất. Điều này do cácbon vô cơ trong đất rất ít biến đổi, hoặc có biến đổi thì cũng trong một thời gian dài do nó tồn tại ở dạng khó phân hủy, lại thường ở tầng đất sâu nên ít bị xói mòn rửa trôi.

Nói tóm lại, nghiên cứu động thái biến đổi cácbon trong đất là nghiên cứu động thái biến đổi của cácbon hữu cơ trong đất. Cácbon hữu cơ trong đất thường chỉ được tính cácbon hữu cơ tồn tại trong những vật liệu hữu cơ có kích thước <2mm (IPCC, 2003).

(3) Phương pháp điều tra hiện trường để đánh giá động thái biến đổi cácbon trong đất

Các loại hệ thống số liệu về đất:

Để nghiên cứu động thái biến đổi của đất, mối quan hệ của đất với cây trồng, số liệu về đất có thể được lấy theo một số phương pháp khác nhau (Hartemink, 2003), dưới đây là tóm tắt các phương pháp này và khả năng áp dụng ở Việt Nam.

Phương pháp chuyên gia (Expert knowledge):

Khoa học đất đã sử dụng nhiều phương pháp định tính để đánh giá tính chất đất như xác định màu đất, thành phần cơ giới. Các phương pháp định tính này đã đóng góp đáng kể cho việc nghiên cứu đất và hình thành nên phương pháp được gọi là phương pháp chuyên gia. Hơn thế nữa, trong một vài thập kỷ trở lại đây, phương pháp sử dụng kiến thức bản địa đã được chú ý nhiều hơn và được sử dụng ngày càng rộng rãi trong những khu vực mà số liệu của các ô nghiên cứu định vị có thời gian dài là không có hoặc rất ít (Sillitoe, 1998; Warkentin, 1999), (Hartemink, 2003). Kiến thức bản địa về đất có các đặc điểm khác với các phương pháp nghiên cứu mang tính học thuật đã được phát triển, bởi nó nghiên cứu đất qua các thông tin như suy giảm sản lượng từ quan sát, kinh nghiệm của nông dân. Tuy nhiên, hạn chế ở đây là sự suy giảm sản lượng có thể có rất nhiều nguyên nhân như suy giảm độ phì đất, điều kiện khí hậu, sâu bệnh... do đó rất khó khăn để phân biệt sự thay đổi này là hậu quả của nhân tố hoặc những nhân tố nào và vai trò cụ thể của chúng. Chính vì vậy phương pháp chuyên gia không có giá trị lớn trong nghiên cứu động thái biến đổi chất hữu cơ trong đất.

Phương pháp sử dụng hệ thống các ô định vị (Permanent sampling techniques):

Hai phương pháp phổ biến để nghiên cứu động thái biến đổi các tính chất của đất trong đó có cacbon trong đất đó là phương pháp theo dõi biến đổi của đất trên các ô nghiên cứu định vị và phương pháp “lấy không gian thay thế thời gian” (Tan, 1996; Hartemink, 2003).

Phương pháp thu thập số liệu nhiều lần trên ô nghiên cứu định vị cho kết quả trung thực nhất về động thái biến đổi cacbon trong đất, nhưng tốn kém, đòi hỏi thời gian theo dõi dài và tính chính xác phụ thuộc nhiều vào mức độ chuẩn hóa của quá trình lấy, lưu trữ, phân tích mẫu. Vì vậy phương pháp này thông thường khó áp dụng, đặc biệt là ở những nước đang phát triển nơi nguồn lực về tài chính và con người đều rất hạn hẹp.

Phương pháp sử dụng hệ thống ô tiêu chuẩn tạm thời (Temporary sampling techniques):

Theo phương pháp này, đất thuộc các hệ thống sử dụng đất liền kề nhau được điều tra trong cùng một thời điểm, sau đó được so sánh. Phương pháp này được gọi là “lấy mẫu sinh học tương đương” (Tan, 1996) hoặc dạng hệ thống số liệu II (Sanchez et al., 1985) (Hartemink, 2003), “phương pháp so sánh kiểu lập địa” (McKenzie et al., 2000; Polglase et al., 2000; Richards, 2001; Griffin et al., 2003), phương pháp “dùng không gian thay thế thời gian” (Pickett, 1991) (Hartemink, 2003), hay “phương pháp suy diễn” (Ekanade, 1988) (Hartemink, 2003).

Giả định chính của phương pháp này là đất canh tác và bỏ hoang có cùng nguồn gốc là một loại đất, tuy nhiên tính chất hiện tại của chúng khác nhau là do sự khác nhau về kiểu sử dụng đất (Hartemink, 2003).

Có một số tồn tại khi sử dụng phương pháp này trong nghiên cứu biến đổi tính chất đất, chẳng hạn như, khả năng khu vực bị bỏ hóa là khu vực đất có độ phì kém do đó không được trồng trọt, hay sự khác biệt về không gian có thể dẫn đến nhầm lẫn với thay đổi theo thời gian như cây ở các tuổi khác nhau được đo đếm tại một thời điểm, và sự cải thiện tính chất của đất thường bị nhầm lẫn với cải thiện gen cây trồng hoặc các biện pháp kỹ thuật lâm sinh khác. Những nhân tố có thể nhầm lẫn khác là sự khác nhau giữa thành phần sét, độ sâu tầng đất, hoặc không biết được lịch sử sử dụng đất ... (Sanchez et al. 1985) (Hartemink, 2003). Polglase (2000) cho rằng để tránh được những vấn đề trên, thay vì điều tra độ sâu tầng đất được cố định một cách cơ giới, cần điều tra theo các tầng đất tương ứng (A, B, C, D) (Polglase et al., 2000).

Nhìn chung phương pháp điều tra sử dụng hệ thống ô tiêu chuẩn tạm thời có thể cung cấp thông tin đáng tin cậy nếu quá trình thu mẫu tuân thủ nghiêm ngặt các quy trình khoa học (Hartemink, 2003).

Phương pháp bán định lượng (Semiquantitative):

Động thái biến đổi cacbon và tính chất trong đất còn có thể nghiên cứu bằng phương pháp bán định lượng. Phương pháp này là kết hợp số liệu về đất đã có với các hàm quan hệ chuyển đổi đã xác định được (hàm tương quan giữa tính chất đất với một số tham số khác trong GIS) để ước lượng sự biến đổi tính chất của đất. Phương pháp này rất cần thiết cho những mô hình động lực (dynamic models) trong đó thông số, tính chất nhận được từ phương pháp chuyên gia cũng đóng vai trò rất quan trọng (Hartemink, 2003). Biểu dưới đây chỉ ra tập hợp số liệu tối thiểu cần thiết cho mỗi phương pháp và ưu, nhược điểm của các phương pháp này.

Bảng 3.3. Dạng số liệu trong nghiên cứu động thái biến đổi tính chất của đất, ưu điểm và nhược điểm của chúng

Phương pháp	Mô tả	Ưu điểm	Nhược điểm
Phương pháp chuyên gia	Kết hợp quan sát hiện trường với những kiến thức chung về đất	Dễ thực hiện, thời gian thực hiện ngắn, bổ ích khi nghiên cứu quy mô nhỏ	Chủ quan, không định lượng hóa
Dạng đo đếm I (Đo đếm nhiều lần trên ô nghiên cứu định)	Quản lý tính chất đất theo thời gian	Chính xác, sử dụng số liệu hiện có	Thời gian dài, kinh phí lớn, tác động tiêu cực tới các địa điểm nghiên cứu, sự khác biệt về thời gian và không

Phương pháp	Mô tả	Ưu điểm	Nhược điểm
vi)			gian, lưu giữ mẫu khó khăn
Dạng đo đếm II (Phương pháp so sánh lập địa)	So sánh tính chất đất trên các dạng sử dụng đất khác nhau	Dễ thực hiện, cần ít thời gian, tương đối chính xác	Đất của các điểm có thể khác nhau, không biết được chính xác lịch sử sử dụng đất, sự không bất biến của thời gian và không gian
Bán định lượng	Kết hợp số liệu hiện có với các hàm chuyển đổi hoặc mô hình	Sử dụng số liệu hiện có, cần ít thời gian, kết quả trực quan, biểu cảm	Độ chính xác không cao, đòi hỏi nhân lực và công cụ máy tính

Nguồn: Alfred E. Hartemink 2003

Do hạn chế về nguồn tài chính, nhân lực và quản lý, hệ thống ô thí nghiệm định vị đủ lớn rất khó thực hiện ở các nước đang phát triển trong đó có Việt Nam. Mặt khác phương pháp chuyên gia và các phương pháp bán định lượng thông thường chỉ được sử dụng để đánh giá ban đầu và đánh giá nhanh. Vì vậy phương pháp thích hợp hơn cả là phương pháp so sánh lập địa, tức là thiết lập một hệ thống các ô nghiên cứu tạm thời trên các khu đất nằm liền kề nhau có biện pháp sử dụng đất khác nhau, từ đó đo đếm, phân tích để đánh giá biến đổi của đất dưới các dạng sử dụng đất khác nhau. Phương pháp này cũng đã được áp dụng để sử dụng trong các hệ thống đo đếm hấp thụ cacbon quốc gia (national accounting systems) ở nhiều nước phát triển như Australia, Canada, một số nước châu Âu...

Kỹ thuật điều tra hiện trường:

Độ sâu lấy mẫu đất:

Theo Polglase, ba vấn đề chính cần phải xem xét khi xây dựng quy trình điều tra cacbon trong đất và biến đổi của nó là độ sâu điều tra, số lượng mẫu trên khu vực nghiên cứu, và thiết kế thí nghiệm (Polglase et al., 2000).

Tổng kết từ các nghiên cứu trên thế giới Polglase 2000 và Hartemink 2003 đã kết luận, hầu như không có nghiên cứu nào về động thái biến đổi cacbon trong đất đã được tiến hành điều tra tầng đất sâu hơn 100cm. Tuy nhiên trong giai đoạn hiện nay, nhiều nghiên cứu có mục đích để đánh giá cacbon trong đất đã tiến hành thu thập mẫu nghiên cứu ở độ sâu đến 2m (McKenzie et al., 2000). IPCC (1996) thì khuyến cáo, do cacbon trong đất chủ yếu chỉ biến đổi ở tầng đất mặt nên chỉ cần xác định cacbon trong đất đến độ sâu 30cm (Peeverill et al., 1999; McKenzie et al., 2000).

Thay đổi sử dụng đất dẫn đến thay đổi của sự phân bố cacbon hữu cơ trong đất và tầng thảm mục, do vậy để xác định chính xác sự thay đổi này, nên điều tra đất đến độ sâu 1m hoặc tới tầng mẫu chất (Hamburg, 2000; Schroth and Sinclair, 2003).

Đối với thực tiễn Việt Nam, trừ các nghiên cứu chuyên sâu về đất, độ sâu lấy mẫu để xác định cacbon trong đất và động thái của nó chỉ nên là từ 30-50 cm.

Thiết kế hệ thống các ô nghiên cứu và phẩu diện lấy mẫu đất:

Có bốn phương pháp thiết kế thí nghiệm là: đo đếm toàn bộ, bố trí ngẫu nhiên đơn giản, bố trí hệ thống và bố trí thí nghiệm ngẫu nhiên theo lớp (Polglase et al., 2000). Để có các phương pháp thiết kế thí nghiệm chi tiết xin xem các sách xác suất thống kê dành cho khối ngành sinh học (MacDicken, 1997), (McKenzie et al., 2000; O'Briena et al., 2003).

(3) Phương pháp phân tích cacbon trong phòng thí nghiệm

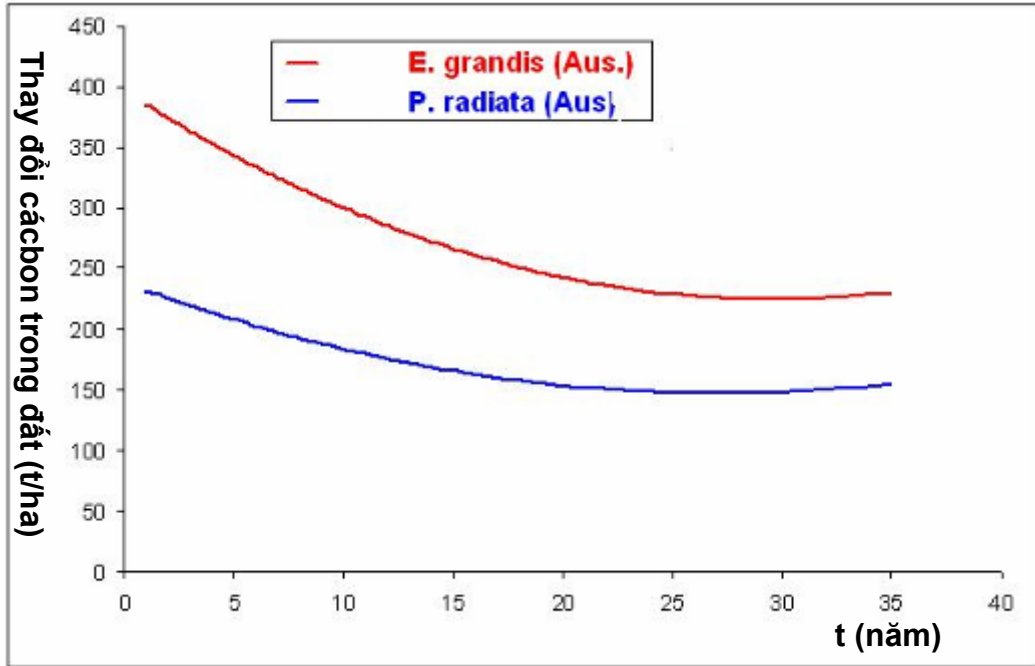
Hai phương pháp thông dụng để xác định cacbon hữu cơ tổng số trong đất đang được sử dụng hiện nay trên thế giới là ôxy hóa hỗn hợp ướt, và đốt cháy mẫu khô (Schroth, 2003). Theo tổng kết của Polglase, có khoảng 50% số công trình nghiên cứu cacbon trong đất sử dụng phương pháp ôxy hóa hỗn hợp ướt và 47% sử dụng phương pháp đốt cháy mẫu khô (như phương pháp LECO hoặc Dumas) để xác định cacbon trong đất. Các phương pháp ô xy hóa hỗn hợp ướt thường xác định không đầy đủ cacbon trong đất, đặc biệt trong đất chứa nhiều than củi. Vì vậy người ta đã đưa ra hệ số hiệu chỉnh phương pháp này, như tính rằng chỉ có 74% cacbon hữu cơ đã bị ôxy hóa (Polglase et al., 2000; Schroth and Sinclair, 2003).

(4) Ảnh hưởng của trồng rừng và tái trồng rừng đến cacbon trong đất

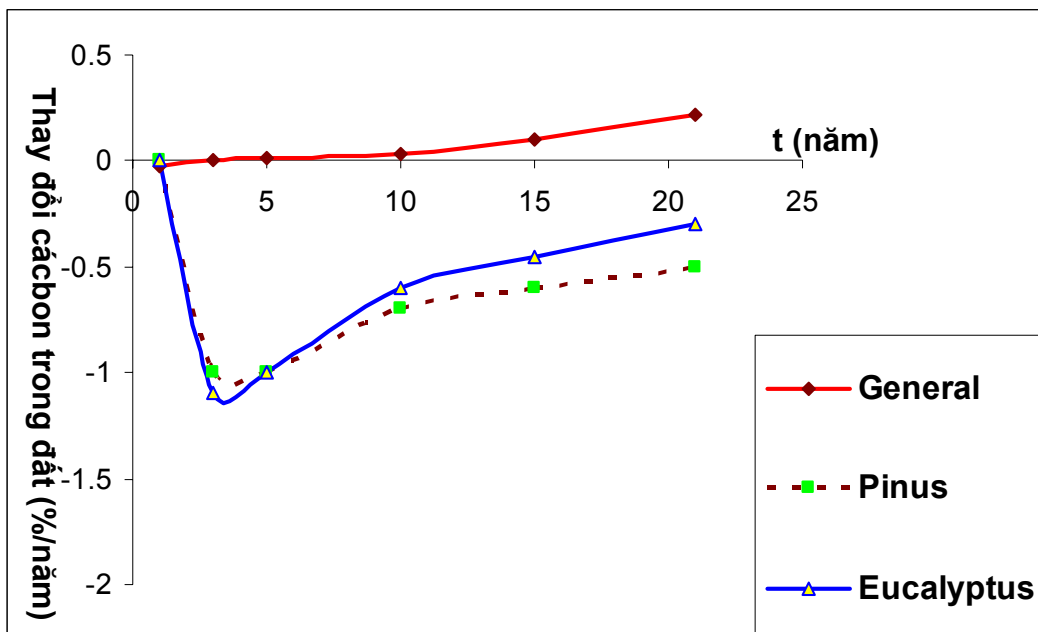
Hầu hết các nghiên cứu đã tiến hành về cacbon trong đất dưới ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất trong lâm nghiệp được thực hiện ở rừng trồng thuần loại trên ở vùng ôn đới. Tóm lược 41 nghiên cứu về biến đổi cacbon sau tái trồng rừng Polglase (2000) nhận thấy, cacbon trong đất thay đổi theo hai dạng, thay đổi theo tầng đất và theo tuổi của rừng. Sự thay đổi của cacbon trong đất ở tầng đất mặt 30cm trong 10 năm đầu tiên sau khi trồng rừng không lớn lắm, sau đó là quá trình tăng dần dần cacbon trong đất cho đến khoảng thời gian 19 năm (263 g m^{-2} , or tăng $0.36\% \text{ năm}^{-1}$), sự thay đổi nhận thấy rõ ràng nhất là tầng đất mặt <10 cm trong 10 năm đầu tiên sau khi trồng rừng. Cacbon trong đất thông thường bị giảm trong khoảng 10 năm đầu tiên sau khi trồng rừng (đặc biệt là 5 năm đầu tiên) sau đó là tăng với tốc độ chậm hơn (Polglase et al., 2000). Kết quả này cũng được thấy ở nhiều rừng trồng ở vùng nhiệt đới (IPCC, 2000).

Hai biểu đồ dưới đây chỉ ra những xu hướng đặc trưng của biến đổi cacbon trong đất sau trồng rừng.

Biểu đồ 3.2. Thay đổi cacbon trong đất rừng trồng *E. grandis* và *P. radiata* ở Australia (Turner and Lambert, 2000)



Biểu đồ 3.3. Thay đổi cacbon trong đất ở rừng trồng Pinus và Eucalyptus ở Nigeria (Jaiyeoba, 1998) và xu hướng chung được sửa từ Polglase (2000)



3.3. Đánh giá giá trị của rừng với hấp thụ cacbon

3.3.1. Giá trị chung

Rừng có chức năng sinh thái và môi trường quan trọng nếu được quản lý một cách bền vững. Quản lý rừng bền vững có thể cung cấp nguồn thu nhập ổn định lâu dài từ các sản phẩm như gỗ, lâm sản ngoài gỗ. Ngoài ra rừng còn gián tiếp bảo đảm cho sản xuất bền vững của các ngành khác như nông nghiệp, thủy sản bằng những ích lợi và chức năng sinh thái của nó như nguồn nước, bảo vệ đất, và tạo ra các kiểu khí hậu ổn định (Cavatassi, 2004).

Từ lâu, giá trị của tài nguyên rừng là một trong những vấn đề nghiên cứu trung tâm của lâm nghiệp. Tuy nhiên, phải đến tận gần đây, các nghiên cứu ngoài việc đánh giá giá trị của gỗ thì đã quan tâm nghiên cứu đến giá trị do những sản phẩm và dịch vụ khác do rừng mang lại (Cavatassi, 2004).

Tổng giá trị kinh tế (Total economic values - TEV) của rừng được xác định:

$$\text{TEV} = \{\text{Giá trị sử dụng}\} + \{\text{Các giá trị lựa chọn}\} + \{\text{Giá trị chưa được sử dụng}\} \quad (3.3)$$

(Nguồn Cavatassi, 2004)

Trong đó:

Giá trị sử dụng: Gồm Giá trị sử dụng trực tiếp là những giá trị lên quan trực tiếp đến sử dụng các sản phẩm hay dịch vụ từ rừng như gỗ, cọc, củi đun, (còn được gọi là các sản phẩm bằng gỗ); Lâm sản ngoài gỗ (NTFPs); giải trí, giáo dục, du lịch... Giá trị sử dụng không trực tiếp là các chức năng sinh thái của rừng như bảo vệ nguồn nước, ngăn lửa, tái tạo nước, hấp thụ cacbon, đa dạng sinh học, nâng cao độ phì của đất và năng suất cây nông nghiệp.

Các giá trị lựa chọn: đề cập đến những giá trị tương lai của rừng (trực tiếp hoặc gián tiếp). Nó thể hiện ở chỗ, những người quan tâm trả tiền cho các dịch vụ môi trường, đa dạng sinh học để bảo tồn rừng.

Các giá trị chưa sử dụng: là những giá trị không liên quan đến sự sử dụng của con người đối với rừng. Như sự tồn tại và phát triển của các loài, dạng sống, sự đòi hỏi của bảo tồn rừng cho thế hệ tương lai....

Việc xác định được giá trị có thể chuyển đổi thành tiền của rừng của tất cả các sản phẩm và dịch vụ trên là chưa thể thực hiện được trong giai đoạn hiện nay, khi mà nhiều loại sản phẩm hoặc dịch vụ (có giá trị trực tiếp hay gián tiếp) chưa có giá tiêu chuẩn hoặc thậm chí

giá ước tính. Vì vậy, người ta thường tính giá trị của rừng thực tế hơn, dựa trên những cơ sở có thể được xác định đơn giá (Cavatassi, 2004).

3.3.2. Xác định giá trị của rừng với hấp thụ các bon

Mặc dù rừng có giá trị nhiều mặt về sản phẩm và dịch vụ khác nhau, nhưng hiện tại, chủ rừng chỉ được chi trả thực tế cho gỗ và hấp thụ cacbon (nếu có). Vì vậy nhiều tác giả đã đưa ra công thức để tính toán các giá trị thực dụng này.

Nếu rừng không được chi trả giá trị về hấp thụ cacbon cũng như không phải trả tiền cho chi phí duy trì, giá trị hiện tại của rừng trong một chu kỳ lâm nghiệp dài T năm được tính

$$NPV_T = v_T \cdot p_v \cdot (1+r)^{-T} - c_E \quad (3.4)$$

Trong đó NPV_T là giá trị quy về hiện tại của rừng được khai thác ở năm thứ T sau khi trồng; p_v là giá gỗ ($\$/m^3$) tại thời điểm khai thác; r là tỷ lệ khấu trừ, c_E là chi phí tạo rừng, v_t là trữ lượng gỗ ở năm thứ T (Subarudia et al., 2004).

Nếu như rừng được trả tiền cho giá trị hấp thụ cacbon của nó, phương trình tính giá trị của rừng sẽ thay đổi. Dạng phương trình chính xác phụ thuộc vào hệ thống tính toán và chi trả cho hấp thụ cacbon. Một vài phương pháp tính toán đã đề xuất để đánh giá những giá trị có thể có, nhưng không cố định, của các dự án lâm nghiệp. Ở đây xin giới thiệu công thức thông dụng nhất – hệ thống tính hấp thụ các bon lý tưởng.

Trong một hệ thống tính giá trị của rừng cho hấp thụ cacbon lý tưởng, chi trả cho hấp thụ các bon sẽ xảy ra nếu hệ thống tạo được lượng hấp thụ thực, và nếu cacbon bị giải phóng ngược trở lại vào không khí (vd. do lửa hay khai thác), chủ rừng phải trả lại tiền cacbon này.

Phương trình tính hiệu quả kinh tế của hệ thống này là:

$$NPV_{I,T} = v_T \cdot p_v \cdot (1+r)^{-T} + \sum_{t=0}^T \left[\Delta b_t \cdot p_b \cdot (1+r)^{-t} \right] - c_E - b_T \cdot p_b \cdot (1+r)^{-T} \quad (3.5)$$

Trong đó $NPV_{I,T}$ là giá trị quy về hiện tại của rừng khai thác năm thứ T sau khi trồng và nhận được cacbon dưới hệ thống tính hấp thụ lý tưởng; v_t , b_t là thể tích gỗ lớn và lượng cacbon trong sinh khối (Mg/ha) trên mặt đất tương ứng, ở năm thứ t. Δb_t để chỉ lượng thay đổi hàng năm của sinh khối (dòng chảy cacbon hàng năm giữa không khí và cây), nó có thể nhận giá trị dương (nếu hấp thụ cacbon) hoặc âm (nếu giải phóng cacbon); $(b_T \cdot p_b (1+r)^{-T})$ là

để chỉ giá trị qui về hiện tại của lượng cacbon bị giải phóng do khai thác rừng gây ra (Subarudia et al., 2004).

4. Thiết lập, quản lý dự án CDM lâm nghiệp

Khái niệm dự án: Dự án sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (land use, land use change and forestry – LULUCF) là một tập hợp các tác động phù hợp ở một địa điểm địa lý cụ thể có mục đích là hấp thụ khí nhà kính mà sẽ không xảy ra nếu không có dự án.

Dự án có thể là dự án được thực hiện bởi cộng đồng, các đơn vị cá nhân hoặc kết hợp cả hai chủ thể này, bao gồm các nhà đầu tư, xí nghiệp tư nhân, chính quyền địa phương và quốc gia, các tổ chức công cộng khác và các tổ chức phi chính phủ (NGOs).

Hoạt động sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp (LULUCF) với mục đích hấp thụ khí nhà kính thường được thiết lập thành dự án. Tuy nhiên, một dự án LULUCF còn có thể bao gồm những mục đích khác ngoài mục đích hấp thụ khí nhà kính. Có ba dạng dự án LULUCF chính là (IPCC, 2000):

- Tránh phát thải khí nhà kính bằng việc bảo tồn các bể cacbon hiện tại (vd: dự án bảo tồn, khai thác giảm thiểu tác động, loại trừ chuyển đổi dạng sử dụng đất như phá rừng canh tác nông nghiệp);
- Tăng trữ lượng cacbon bằng quá trình hấp thụ (vd: dự án trồng, phục hồi rừng, nông lâm kết hợp, kéo dài thời gian của sản phẩm gỗ);
- Thay thế cacbon: Thay thế nguồn cacbon của nhiên liệu hóa thạch hay thay thế các nguyên liệu cần nhiều năng lượng để tạo ra như gạch, xi măng, thép, nhựa (vd: thay thế năng lượng từ đốt than đá bằng năng lượng từ đốt củi, gỗ).

Theo điều 12 của Nghị định thư Kyôto (cơ chế phát triển sạch – CDM), trong thời kỳ hiệu lực thứ nhất, các dự án LULUCF chỉ bao gồm các dự án trồng mới rừng và tái trồng rừng.

Theo IPCC (2000), các vấn đề đáng chú ý của việc thực hiện một dự án CDM trong lâm nghiệp là:

1. Xác định ranh giới của dự án (Project boundaries);
2. Xác định đường cơ sở và các vấn đề bổ sung (Baselines and additionality);
3. Ảnh hưởng phát sinh – “rò rỉ” (Leakage);
4. Chu kỳ dự án (Project cycle);
5. Rủi ro (Risks).

Các vấn đề kỹ thuật về đo đếm, giám sát và thẩm tra lợi ích về giảm phát thải khí nhà kính của dự án CDM trong lâm nghiệp.

4.1. Ranh giới dự án

Xác định chính xác ranh giới tự nhiên và lý thuyết của dự án là vấn đề hết sức quan trọng trong việc thiết kế và thực hiện dự án CDM trong lâm nghiệp. Kết quả lựa chọn ranh giới dự án để tính lượng hấp thụ cacbon ảnh hưởng đến quỹ cacbon – carbon credit của dự án, do nó ảnh hưởng lớn đến việc xác định lượng hấp thụ của sinh khối trên mặt đất, dưới mặt đất, cacbon trong đất, sản phẩm gỗ, thay thế nhiên liệu hóa thạch...

Khái niệm ranh giới dự án LULUCF theo điều 12 của Nghị định thư vẫn còn đang được xem xét bởi Bộ phận tư vấn kỹ thuật của ban điều hành (SBSTA). Các ranh giới của dự án cần phải được xem xét là: Ranh giới địa lý, ranh giới thời gian, và ranh giới về kiểu dự án.

Ranh giới địa lý: Là ranh giới không gian của dự án - cần phải được xác định rõ ràng để việc đo đếm, quản lý, kiểm tra, giám sát và thẩm định được thuận lợi. Diện tích của các dự án có khả năng rất khác nhau và có thể được xác định bằng một hoặc nhiều vùng địa lý. Diện tích dự án có thể là diện tích của một chủ sở hữu hoặc là sự kết hợp của rất nhiều mảnh đất nhỏ của các người sở hữu khác nhau dưới dạng hợp tác và cùng chia sẻ trách nhiệm và lợi ích. Những ranh giới này cần phải được thừa nhận bởi tất cả các bên có liên quan đến dự án bao gồm nhà xây dựng dự án và các bên tham gia khác. Khi mô tả ranh giới địa lý của dự án cần bao gồm các thông tin sau:

- Tên của vùng dự án (vd. Tên lô, khoảnh, tên địa phương v.v...)
- Bản đồ (bằng giấy hoặc điện tử nếu có);
- Các yếu tố địa hình giúp cho việc xác định (suối, sông, đường rông...);
- Tổng diện tích;
- Chi tiết về quyền sở hữu;
- Lịch sử sử dụng đất và quản lý của địa điểm dự án.

Ranh giới của dự án được dự kiến sẽ không thay đổi thời gian thực hiện dự án. Trong trường hợp mà sự thay đổi ranh giới là không thể tránh được, đi ngược với những quy định của dự án, sự thay đổi này phải được báo cáo và những diện tích thêm vào và/hoặc bớt đi phải được điều tra bằng phương pháp được nêu ở đây (điều này có thể dẫn đến sự điều chỉnh của phát thải hoặc hấp thụ thực của khí nhà kính trong phạm vi của dự án).

Có rất nhiều phương pháp khác nhau có thể sử dụng để xác định và phác họa ranh giới địa lý của dự án. Nó bao gồm những phương pháp sau:

- Ranh giới bằng vật cố định (vd. hàng rào, hàng cây, tường ...);

- Số liệu viễn thám (vd. ảnh viễn thám từ các hệ thống các cảm biến quang học và/hoặc rada, ảnh máy bay, video...);
- Điều tra địa chính (điều tra bề mặt để xác định ranh giới sở hữu);
- Hệ thống định vị toàn cầu (GPS);
- Hồ sơ đất;
- Bản đồ địa hình quốc gia trong đó các yếu tố địa hình được mô tả rõ ràng (vd. sông, rạch, đỉnh núi); và
- Các hệ thống nhận biết quốc gia khác.

Các bên có thể lựa chọn bất cứ phương pháp/công cụ nào kể trên, riêng lẻ hoặc kết hợp nhằm cung cấp số liệu chính xác (IPCC, 2000).

Ranh giới về thời gian: được xác định bằng khoảng thời gian từ lúc dự án bắt đầu cho đến khi dự án kết thúc.

Ranh giới về kiểu dự án: dựa trên nội dung và hoạt động. Đối với ngành lâm nghiệp có các kiểu dự án:

- Các dự án trồng mới rừng và tái trồng rừng: gồm trồng cây gỗ thương mại, cây gỗ bản địa phi thương mại, cây đa mục đích (vd: cây ăn quả, cây che bóng cho cây cà phê) hoặc kết hợp của những loại cây này.
- Dự án quản lý rừng – các dự án về khai thác giảm thiểu tác động;
- Dự án phục hồi rừng – cải thiện rừng từ rừng khai thác kiệt, rừng thứ sinh nghèo kiệt.

4.2. Đo đếm, giám sát và xác nhận GHG

Khía cạnh quan trọng nhất trong thực hiện các dự án LULUCF trong lâm nghiệp là việc ước lượng được chính xác và rõ ràng phát thải và hấp thụ các khí nhà kính do các hoạt động của dự án gây ra. Các kỹ thuật để đo đếm, giám sát và ước lượng dòng chảy của các bể cacbon trên mặt đất, trong đất đã được phát triển dựa trên các kỹ thuật điều tra căn bản và ứng dụng được cho các dự án LULUCF trong lâm nghiệp (Paivinen et al., 1994; Pinard and Putz, 1997; MacDicken, 1997; Post et al., 1999; Brown et al., 2000a, 2000b; Schlegel et al., 2001; Brown, 2002; Segura and Kanninen, 2002) (IPCC, 2003). Ngoài ra, dự án LULUCF CDM cũng cần xem xét đến các loại khí nhà kính khác ngoài CO₂ (IPCC, 2003).

Mặc dù các phương pháp được mô tả dưới đây là phù hợp với hầu hết các trường hợp hiện nay, các nhà khoa học đang tiếp tục xây dựng các phương pháp đo đếm mới – thông thường có chi phí thấp hơn, vì vậy IPCC (2003) đề xuất các nước nên cập nhật những phương pháp mới này (IPCC, 2003).

Các bước thiết kế, thực hiện của các hoạt động đo đếm, kiểm tra và ước lượng động thái biến đổi của các bể cacbon và các khí nhà kính khác là:

- Xây dựng đường cơ sở;
- Phân vùng dự án;
- Xác định các bể cacbon và khí nhà kính khác có liên quan (đang được SBSTA thảo luận);
- Xây dựng các khuôn mẫu cho quá trình đo đếm;
- Xác định phương pháp (hiện trường và mô hình) để giám sát các bể cacbon và khí nhà kính khác;
- Xây dựng kế hoạch giám sát, bao gồm đảm bảo và quản lý chất lượng.

Phương pháp chi tiết của các bước này được mô tả dưới đây:

4.2.1. Đường cơ sở

Đường cơ sở (baselines) của một dự án LULUCF được xác định là những phát thải của con người gây ra nếu không có hoạt động của dự án.

Việc xác định đường cơ sở đòi hỏi thông tin về lịch sử các hoạt động trên địa bàn dự án, tình hình kinh tế - xã hội của địa phương, các xu hướng kinh tế của vùng, quốc gia hoặc thậm chí toàn cầu mà có thể ảnh hưởng đến đầu ra thông thường của dự án. Nói chung việc xác định đường cơ sở cần phải dựa trên một số giả định nào đó. Cho đến nay vẫn chưa có phương pháp chuẩn nào để xác định đường cơ sở trong dự án LULUCF trong lâm nghiệp (Puhl, 1998; Matsuo, 1999) (IPCC, 2000). Các vấn đề liên quan đến định nghĩa, những bể hấp thụ, khí nhà kính, các hoạt động nào mà đường cơ sở có thể bao gồm, làm cách nào để thiết lập được đường cơ sở và các phương pháp xác định đường cơ sở của dự án LULUCF theo Cơ chế phát triển sạch – CDM hiện nay vẫn còn đang được thảo luận bởi Bộ phận tư vấn của Ban Điều hành. Tuy nhiên có hai vấn đề cần phải chú ý khi tiến hành đo đếm, so sánh các bể cacbon của dự án với đường cơ sở:

Các bể cacbon và khí nhà kính trước khi bắt đầu dự án cần phải được ước lượng. Ước lượng này nên dựa trên các đo đếm tiến hành trên cùng một lập địa nơi mà dự án triển khai. Cũng có thể sử dụng các phương pháp khác như đo đếm trên các lập địa mà tái hiện lại các điều kiện ban đầu của dự án (như: lập địa có dạng đất, thực bì che phủ và lịch sử sử dụng đất tương tự). Một phương pháp khác có thể sử dụng được là ứng dụng các mô hình mô phỏng đã được điều chỉnh cho các điều kiện cụ thể của địa phương.

Dự đoán các bể cacbon và các khí nhà kính khác trong khu vực dự án phải được tiến hành cẩn thận để ước lượng chính xác xu hướng biến đổi khi chưa có các hoạt động của dự

án. Có hai phương pháp có thể sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp với nhau để dự đoán các bể cacbon và khí nhà kính là:

- Phương pháp dựa trên mô hình mô phỏng đã được xem xét tương đương (ví dụ: mô hình CO₂fix - Masera et al., 2003; mô hình CENTURY- Parton et al., 1987, hoặc một mô hình địa phương). Những mô hình này dự đoán sự biến đổi theo thời gian của bể cacbon và trong một số trường hợp cả các khí không phải khí nhà kính khác trên các dạng sử dụng đất khác nhau. Nên sử dụng các mô hình này để mô phỏng sự biến đổi của bể cacbon và các khí không phải khí nhà kính khi dự án vẫn chưa được bắt đầu.
- Các khu vực đối chứng nơi mà các bể cacbon và khí không phải khí nhà kính khác được lựa chọn, đo đếm, và giám sát theo thời gian. Số liệu từ các khu vực đối chứng này cũng có thể sử dụng kết hợp với các mô hình ở bước trên để tăng tính chính xác của kết quả mô phỏng.

4.2.2. Xác định cacbon và các khí nhà kính khác

Các bể cacbon chính của một dự án LULUCF là sinh khối sống, sinh khối chết, đất và sản phẩm làm bằng gỗ. Mỗi một bể này lại có thể chia thành các đơn vị nhỏ hơn chẳng hạn như sinh khối sống có thể bao gồm: lá, cành, thân, máu, rễ cọc và rễ chùm của cây gỗ, thực vật thân thảo, cây bụi và dây leo. Các khí nhà kính không phải cacbon khác ở các dự án LULUCF projects là N₂O và CH₄. Biểu dưới đây mô tả phương pháp tổng quan xác định số lượng và giám sát có thể được thực hiện cho việc đo đếm các bể cacbon của các dạng dự án LULUCF khác nhau.

Bảng 4.1. Các bể cacbon chính trong dự án LULUCF trong lâm nghiệp

Kiểu dự án	Các bể cacbon						
	Sinh khối sống			Sinh khối chết		Đất	Sản phẩm gỗ
	Cây	Thực vật thân thảo	Rễ	Kích thước nhỏ	Kích thước lớn		
<u>Tránh phát thải</u>							
- Ngừng phá rừng	Y	M	R	M	Y	R	M
- Khai thác giảm thiểu tác động	Y	M	R	M	Y	M	M
- Cải thiện quản lý rừng	Y	M	R	M	Y	M	Y

Kiểu dự án	Các bể cacbon						
	Sinh khối sống			Sinh khối chết		Đất	Sản phẩm gỗ
	Cây	Thực vật thân thảo	Rễ	Kích thước nhỏ	Kích thước lớn		
<u>Hấp thu cacbon</u>							
- Rừng trồng	Y	N	R	M	M	R	Y
- Nông lâm kết hợp	Y	Y	M	N	N	R	M
- Quản lý đất	N	N	M	M	N	Y	N
<u>Thay thế nguồn cacbon</u>							
- Rừng trồng cung cấp nguyên liệu năng lượng chu kỳ ngắn	Y	N	M	N	N	Y	*

Nguồn: IPCC (2000)

Trong đó:

Y = có. Sự thay đổi của bể cacbon là tương đối lớn và nên được đo đếm

R = đề xuất. Sự thay đổi cacbon có thể lớn nhưng chi phí đo đếm để đạt yêu cầu có thể cao

N = Không, Sự thay đổi bể cacbon là nhỏ cho đến không hấp thụ vì vậy không cần phải đo bể cacbon này.

M = Sự thay đổi của bể cacbon có thể cần được đo đếm phụ thuộc vào kiểu rừng và/hoặc mức độ quản lý rừng của dự án.

Trong dự án trồng mới rừng/tái trồng rừng theo điều 12 của Nghị định thư Kyôto, các bể cacbon được lựa chọn để đo đếm và phương pháp được cho ở biểu dưới đây

Bảng 4.2. Tiêu chí lựa chọn các bể các bon để đo đếm và giám sát trong các dự án LULUCF lâm nghiệp

Dạng dự án	Bể các bon					
	Sinh khối các thực vật sống			Chất hữu cơ chết		Các bon trong đất
	Cây trên mặt đất	Thực vật khác trên mặt đất	Sinh khối dưới mặt đất	Rác hữu cơ	Gỗ chết	
Trồng mới rừng/tái trồng rừng	Y	M	Y	M	M	M
Quản lý rừng	Y	M	Y	M	Y	M

Nguồn: Brown et al., 2000; IPCC 2003

Y = có - sự thay đổi của bể các bon này lớn và nên được đo đếm

M = có thể - sự thay đổi của bể các bon này có thể cần phải được đo đếm phụ thuộc vào kiểu rừng và/hoặc cường độ quản lý của dự án.

4.2.3. Thiết kế hệ thống ô đo đếm và phương pháp tính lượng hấp thụ các bon của các dự án LULUCF trong lâm nghiệp

Có hai phương pháp xây dựng hệ thống ô thí nghiệm đo đếm gồm xây dựng hệ thống ô định vị và xây dựng hệ thống ô tạm thời. Mỗi phương pháp có ưu và nhược điểm riêng (IPCC 2003). Phương pháp ô định vị có ưu điểm số liệu động thái trung thực nhưng có nhược điểm là các ô định vị đã biết trước có thể được tác động khác đi, kể cả khi trồng (vd: bón phân, thủy lợi, mật độ... nhằm làm tăng khối lượng các bon hấp thụ), hoặc bị tác động làm mất đi dấu hiệu của ô... Phương pháp ô tạm thời có ưu điểm là giá thành ban đầu rẻ, không bị mất do chỉ đo đếm một lần, tuy nhiên có nhược điểm lớn là tính chính xác không cao, không đánh giá được sai số của phép ước lượng từ số liệu các ô tạm thời.

(1) Số lượng ô tiêu chuẩn

Để xác định được số ô tiêu chuẩn cần thiết cho việc đo đếm, giám sát ở một độ tin cậy nhất định, cần thiết phải xác định được phương sai của biến điều tra mà ở đây thông thường là các bon của các bể chính như dự án trồng mới rừng hoặc tái trồng rừng, cây và đất là hai nguồn chứa các bon chính.

Mặc dù các bon trong đất chiếm tỷ lệ lớn - thường khoảng 50% đối với hệ sinh thái rừng nhiệt đới (Dixon et al., 1994; Brown, 1997), việc xác định dung lượng mẫu từ sai tiêu chuẩn của số liệu đo đếm của bể các bon trên mặt đất rừng (cây) dễ thực hiện và khả thi hơn, đặc biệt trong điều kiện các nước đang phát triển vùng nhiệt đới. IPCC (2003) đề xuất, ở qui

mô cấp dự án trồng rừng, điều tra khoảng 15-20 ô tiêu chuẩn có kích thước từ 100-600 m² (tùy theo mật độ cây) là có thể đảm bảo độ chính xác cần thiết. Trong trường hợp rừng thuộc dự án thuộc nhiều lâm phần khác nhau thì cần phải áp dụng qui trình này trên mọi lâm phần. Biểu đồ dưới đây minh họa sự phụ thuộc của độ chính xác của số lượng ô điều tra với số lượng ô tiêu chuẩn.

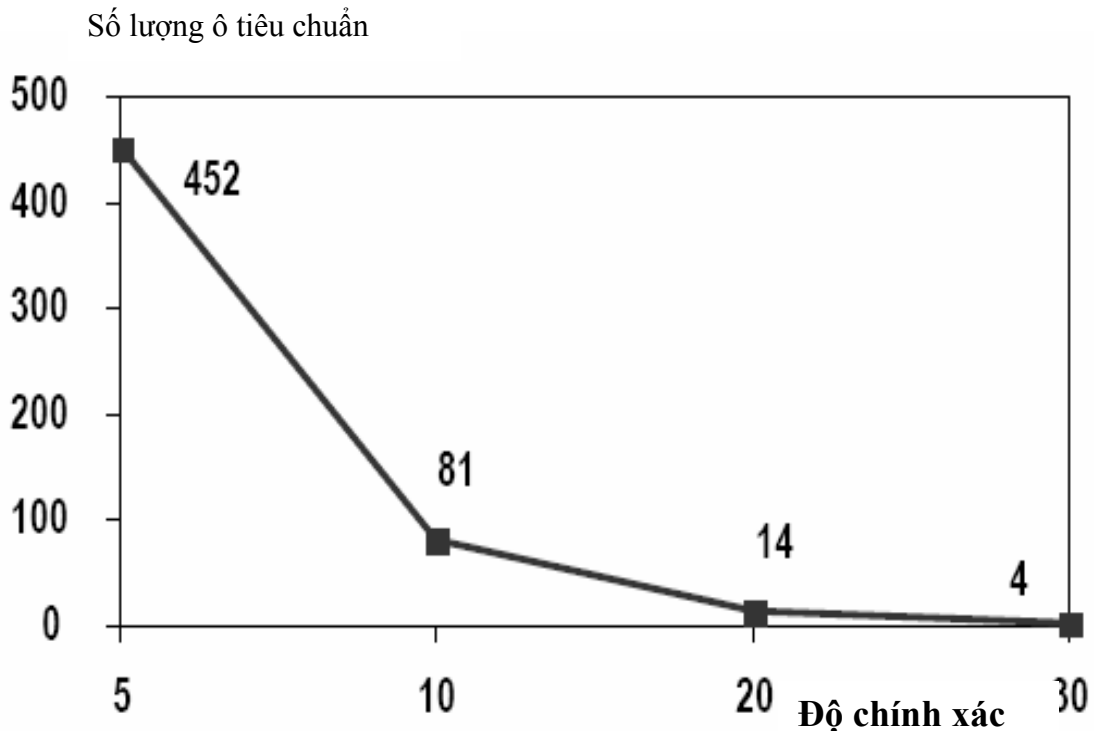
Thông thường, để xác định số lượng ô tiêu chuẩn cần đo đếm và giám sát ở một độ tin cậy nhất định, cần thiết phải xác định phương sai của biến đo đếm (ví dụ biến đo đếm ở đây có thể là lượng cacbon của các bể chính – như cây rừng trong các dự án trồng rừng và tái trồng rừng hoặc đất trong các dự án quản lý sản xuất cây nông nghiệp) ở từng phân khu khác nhau. Điều này có thể được thực hiện từ số liệu hiện có giống như dạng dự án sẽ được thực hiện (vd. điều tra rừng hoặc đất ở một khu vực tương tự vùng dự án) hoặc bằng cách đo đếm một khu vực đại diện trong vùng dự án. Ví dụ, với một dự án là trồng rừng hoặc tái trồng rừng trên đất nông nghiệp, có thời gian thực hiện là 20 năm, thì cần đo đếm lượng cacbon trong cây ở 10 – 15 ô tiêu chuẩn (kích thước ô tiêu chuẩn xin xem phần tiếp theo) của một rừng trồng tương tự, 20 tuổi hiện có là đủ. Nếu như diện tích dự án bao gồm nhiều khối khác nhau, quy trình này cần được lặp lại ở mỗi khối. Từ kết quả đo đếm sẽ tính được phương sai ở mỗi khối (IPCC, 2003).

Kinh nghiệm cho thấy, ở các dự án LULUCF, các bể cacbon và động thái có thể ước lượng với độ chính xác trung bình $\pm 10\%$, với độ tin cậy là 95%, là có mức chi phí phù hợp (IPCC, 2003).

Biểu đồ dưới đây miêu tả mối quan hệ giữa độ tin cậy và số lượng ô tiêu chuẩn

Biểu đồ 4.1. Quan hệ giữa độ chính xác và số lượng ô tiêu chuẩn của rừng nhiệt đới ở Bolivia

(Nguồn Boscolo et al., 2000 và Brown et al., 2000 - IPCC 2003)



Khi các ô tiêu chuẩn định vị được sử dụng để giám sát sự thay đổi của các bể cacbon theo thời gian, nên thiết kế các ô tiêu chuẩn này theo hệ thống (vd. hệ thống các ô bố trí dạng lưới) với ô đầu tiên được bắt đầu một cách ngẫu nhiên, đặc biệt khi thiết kế mẫu theo lớp được sử dụng.

Trong trường hợp trong dự án trồng rừng và tái trồng rừng mà các lô được trồng trong vài năm khác nhau, cần phải đo đếm và giám sát các bể cacbon và khí nhà kính không phải cacbon theo các cấp tuổi (age – class cohorts) – tức là nhóm các lâm phần có tuổi tương tự nhau vào một cấp, và coi mỗi cấp tuổi này như một tập hợp. Để cho đơn giản hơn cho việc tính toán, nên kết hợp 2 – 3 cấp tuổi trong một lớp tập hợp (cohort class) (IPCC, 2003).

(2) Ước lượng sự thay đổi của các bể cacbon theo thời gian từ số liệu ô tiêu chuẩn

Phần cốt lõi của một dự án là đo đếm, giám sát và ước lượng được số lượng cacbon hấp thụ được từ dự án trong toàn bộ thời gian thực hiện và trong từng khoảng thời gian cụ thể. Điều đó được thực hiện bằng cách ước lượng sự thay đổi của các bể cacbon theo thời gian. Số lượng cacbon hấp thụ được có thể được tính bằng cách kết hợp giữa mô hình và những đo

đếm hiện trường. Tuy nhiên, nếu mô hình được sử dụng, cần thiết phải kiểm nghiệm nó với số liệu đo đếm để hiệu chỉnh nếu cần thiết.

Để quản lý rừng bằng các ô tiêu chuẩn định vị, cần thiết phải đo sinh trưởng của các cây cá lẻ theo các khoảng thời gian, đo đếm, ghi chép cây sống, tia thừa tự nhiên và cây tái sinh (ingrowth). Biến đổi của lượng hấp thụ cacbon của từng cây được tính toán và từ tất cả các cây tính được tổng lượng cacbon hấp thụ của ô tiêu chuẩn. Thay đổi lượng cacbon trong các vật hữu cơ chết cũng đo đếm theo ô tiêu chuẩn và được cộng thêm vào số liệu của những cây sống. Lượng hấp thụ cacbon thực tế trong sinh khối mỗi ô tiêu chuẩn sau đó được phân tích bằng thống kê toán học.

Phương pháp đo thay đổi khối:

Để xác định số ô tiêu chuẩn cần đo đếm cho việc ước lượng biến đổi của cacbon của dự án theo thời gian từ giá trị trung bình và phương sai của nó với độ tin cậy được đề xuất là 95%, chỉ cần xác định số ô tiêu chuẩn cần thiết cho lần đo đếm đầu tiên. Số lượng ô này cũng là số ô cần phải đo đếm cho những lần tiếp theo (IPCC, 2003). Phương pháp được áp dụng là phương pháp ước lượng tin cậy tối thiểu Reliable Minimum Estimate (RME) cụ thể:

Từ kết quả điều tra từ các ô tiêu chuẩn ở hai lần khác nhau ở năm thứ a và năm thứ a + t (a và t là những số nguyên dương), tính được trị số trung bình và phương sai của nó ở hai thời điểm này;

Từ số trung bình và phương sai của mẫu đo đếm được ở năm a tính giá trị **trung bình cao nhất** của tổng thể với độ tin cậy 95%;

Từ số trung bình và phương sai của mẫu đo đếm được ở năm a + t tính giá trị **trung bình thấp nhất** của tổng thể với độ tin cậy 95% ;

Lấy giá trị xác định được năm cho mẫu đo đếm năm thứ a + t trừ đi giá trị xác định được từ mẫu đo đếm năm thứ a sẽ tính được lượng cacbon biến đổi từ năm thứ a đến năm thứ a + t;

Ví dụ: để đo cacbon hấp thụ được cho dự án trồng rừng tại thời điểm rừng 30 tuổi, lượng cacbon sẽ được tính:

$$\Delta W_{30} = W_{t30} - W_b$$

Trong đó:

ΔW_{30} là lượng cacbon hấp thụ được của dự án đến thời điểm 30 tuổi.

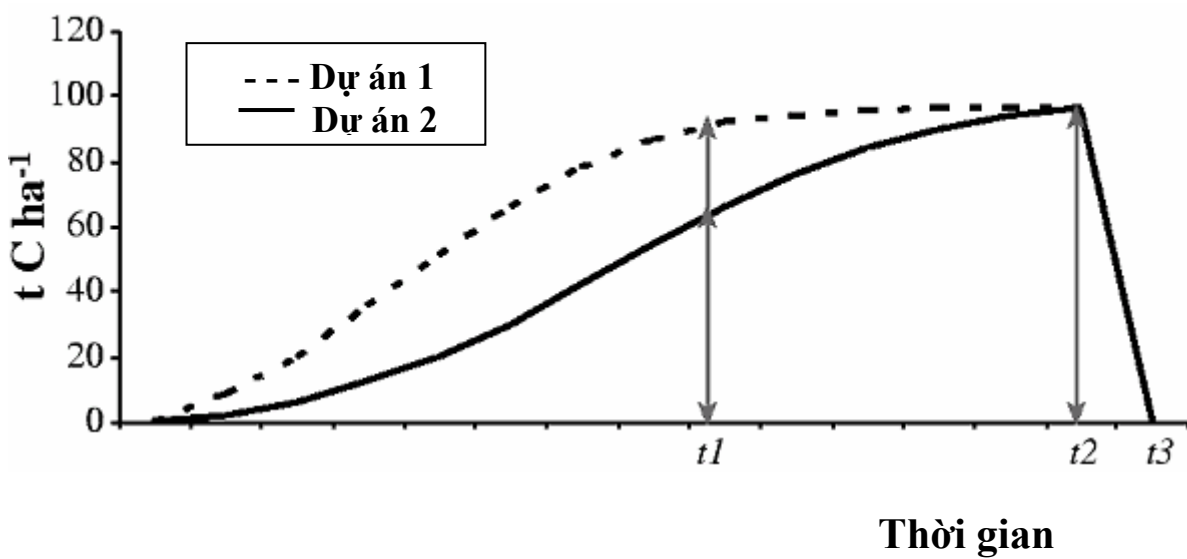
W_{t30} là tổng lượng cacbon của dự án tại thời điểm 30 tuổi.

W_{b30} là lượng cacbon của đường cơ sở ở vị trí tương đương tuổi 30.

Phương pháp trên đây được gọi là **Phương pháp đo thay đổi khối**. Phương pháp này được ứng dụng phổ biến nhất hiện nay. Tuy nhiên phương pháp này cũng có những hạn chế, vì nó chỉ cho số liệu về cácbon ở những thời điểm được đo đếm. Các giá trị này thay đổi phụ thuộc vào các quyết định chủ quan về thời điểm xác đo đếm. Mặt khác, phương pháp này không tạo nên sự khác biệt về lợi ích giữa những dự án mà nhận được tín dụng sớm và muộn. Vì những lý do này, phương pháp này không hữu ích cho việc so sánh giữa các dự án khác nhau.

Biểu đồ 4.2. So sánh đường cong động thái biến đổi về cácbon ở hai dự án. Cả hai dự án có giá trị hấp thụ cácbon như nhau ở thời điểm t_2 nhưng ở rất khác nhau ở thời điểm t_1

Nguồn: IPCC, 2000



Phương pháp tính lượng hấp thụ trung bình:

Để đo đếm cácbon hấp thụ của các hệ thống quá trình – như các dự án trồng mới rừng (afforestation), trong đó diễn ra các hoạt động trồng, khai thác, và trồng lại. Phương pháp này tính lượng cácbon trung bình mà dự án hấp thụ được trong một thời gian dài theo phương trình:

$$\text{Lượng cácbon hấp thụ trung bình} = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} (W_p - W_b)}{n} \quad (\text{t/ha/năm})$$

Trong đó: t = số năm đo đếm

W_p = cácbon hấp thụ được bởi dự án (tấn/ha)

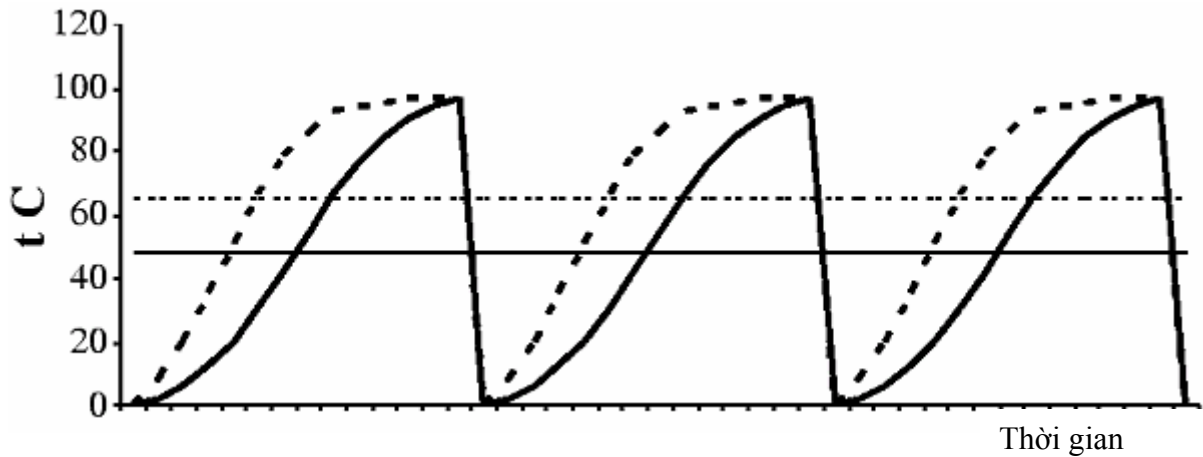
W_b = cácbon hấp thụ được bởi đường cơ bản. (tấn/ha)

Ưu điểm của phương pháp là tính được động thái quá trình hấp thụ cácbon trong suốt thời gian của dự án, không phải chỉ ở thời điểm được chọn để đo đếm. Nó cũng rất có ý nghĩa trong việc so sánh những dự án khác nhau với kiểu sinh trưởng của thảm thực bì trên lập địa

khác nhau. Biểu đồ dưới đây mô tả động thái biến đổi cacbon ước lượng cho 2 dự án bằng phương pháp này:

Biểu đồ 4.3. Lượng cacbon hấp thụ được của hai dự án khác nhau được tính bằng phương pháp tính lượng hấp thụ trung bình

Nguồn IPCC, 2000



- · - · Hấp thu cacbon – dự án 1 — Hấp thu cacbon – dự án 2
- Hấp thu trung bình – dự án 1 — Hấp thu trung bình – dự án 2

Nhiều phương pháp thay thế khác đã được đề xuất để có kết quả tốt hơn về hấp thụ tạm thời cacbon. Hầu hết các phương pháp này là dựa trên đo đếm O₂ chiều phản ánh hấp thụ và thời gian – còn gọi là phương pháp tán – năm. Phương pháp này là ứng dụng một hệ số chuyển đổi để từ các tác động của khí hậu ảnh hưởng đến hấp thụ cacbon tạm thời thành một số lượng tương đương với lượng cacbon giảm phát thải (còn gọi là hệ số tương đương-E_f). E_f thay đổi trong khoảng 0,007 đến 0,02 (IPCC, 2000).

(3) Hình dạng và kích thước ô tiêu chuẩn

Kích thước ô tiêu chuẩn được quyết định từ độ chính xác, thời gian và chi phí đo đếm. Kích thước của ô tiêu chuẩn cũng liên quan tới mật độ cây, đường kính của chúng và phương sai của bể cacbon trong các ô tiêu chuẩn. Ô tiêu chuẩn cần đủ lớn để đảm bảo đủ số lượng cây cần được đo đếm. IPCC đề nghị, đối với dự án trồng rừng và tái trồng rừng sử dụng ô tiêu chuẩn có kích thước trong khoảng 100 m² (cho rừng có mật độ cao từ 1000 cây/ha trở lên) cho đến 600 m² (cho rừng có mật độ thấp hoặc lâm phần cây đa mục đích) (IPCC, 2003).

Trong các dự án trồng rừng và tái trồng rừng, cây non cũng nên được đo đếm trong một ô tiêu chuẩn hình tròn nhỏ hơn; các cây có đường kính ngang ngực từ 2,5cm đến 50cm nên được đo theo ô tiêu chuẩn hình tròn cỡ trung bình còn các cây có đường kính > 50cm nên lập ô tiêu chuẩn hình tròn lớn hơn; cây bụi, thảm tươi tầng dưới và rác hữu cơ nên được đo

trên 04 ô tiêu chuẩn nhỏ hình vuông hoặc hình tròn được lập ở bốn góc của ô tiêu chuẩn (IPCC, 2003).

4.2.4. Đo đếm hiện trường và phân tích số liệu để ước lượng các bể cacbon dự án

Để đo các bể cacbon, các ô đo đếm nên là các ô định vị hình tròn được lập theo lưới. Số lượng các ô tiêu chuẩn cho mỗi khối trong dự án cần được tính toán theo phương pháp thống kê toán học.

Tất cả số liệu sinh khối đo đếm được trên hiện trường phải được chuyển đổi – diễn tả thành dạng sinh khối khô cơ bản, và được chuyển đổi thành cacbon bằng cách nhân với hệ số chuyển đổi. Hệ số này khác nhau một chút phụ thuộc loài cây, các phần của cây (như thân, cành, rễ, thảm tươi dưới tán rừng v.v.). IPCC đề xuất sử dụng một giá trị xấp xỉ là 0,5 cho hệ số chuyển đổi này trong trường hợp nó chưa được xác định bằng các nghiên cứu cụ thể.

(1) Sinh khối trên mặt đất

Cây gỗ:

Có hai phương pháp chính để ước lượng sinh khối trên mặt đất của cây trong dự án LULUCF trong lâm nghiệp: phương pháp tính trực tiếp từ phương trình quan hệ, và phương pháp gián tiếp sử dụng hệ số chuyển đổi sinh khối. Đối với dự án trồng rừng và tái trồng rừng, IPCC đề xuất, nếu có hệ thống ô nghiên cứu định vị, nên sử dụng phương pháp tính trực tiếp. Phương pháp gián tiếp thường được sử dụng cho tính toán số liệu của các ô tạm thời, một phương pháp thường được ứng dụng trong điều tra rừng. Chi tiết của cả hai phương pháp này được trình bày dưới đây:

- Phương pháp trực tiếp:

Bước 1: Đường kính ngang ngực của tất cả các cây có kích thước (đường kính) lớn hơn tối thiểu trong ô định vị được đo đếm toàn bộ. Đường kính nhỏ nhất được đo đếm thông thường là 5cm, nhưng có thể thay đổi phụ thuộc vào kích thước được trông đợi của cây. Vd. đối với vùng đất khô cằn nơi mà cây sinh trưởng rất chậm, đường kính ngang ngực nhỏ nhất để đo đếm có thể từ 2,5cm, trong khi đó ở vùng khí hậu ẩm nơi cây trồng sinh trưởng nhanh, cây có đường kính ít nhất là 10cm để được đo đếm.

Đối với các dự án trồng rừng/tái trồng rừng, các cây nhỏ (vd. cây non có đường kính nhỏ hơn đường kính tối thiểu nhưng nó vẫn cao hơn 1,3m) cũng nên được tính vào cây trong các ô tiêu chuẩn phụ.

Bước 2: Sinh khối và bể cacbon được ước lượng bằng cách sử dụng các phương trình quan hệ phát triển từ số liệu đo đếm ở bước 1. Cho đến nay, đã có rất nhiều phương trình dạng này được xây dựng cho các loài cây rừng ôn đới và nhiệt đới.

Bước 3: Khi đã có sẵn phương trình quan hệ xây dựng trên cơ sở số liệu của quần thể cây lớn, nên kiểm định các phương trình này bằng cách khai thác một số cây để đo đếm số liệu nhưng các cây này không nằm trong ô tiêu chuẩn, các cây này nên có kích thước khác nhau. Số liệu đo đếm sau đó sẽ được áp dụng phương trình đã xây dựng được để kiểm tra độ tin cậy trước khi áp dụng. Nếu kết quả ước lượng từ phương trình cho các cây này có sai số trong phạm vi +/- 10% so với số liệu thực, có thể coi phương trình đã xây dựng là phù hợp để phản ánh tổng thể của dự án. Nếu nó không đạt được tiêu chuẩn này, nên xây dựng các phương trình địa phương cho mục đích sử dụng của dự án.

- **Phương pháp gián tiếp**

Phương pháp thay thế để ước lượng sinh khối trên mặt đất của rừng, đặc biệt là rừng trồng lấy gỗ thương mại, là dựa trên trữ lượng của các phần có giá trị thương mại của cây (thân cây), những phần mà thông thường đã có rất nhiều phương trình quan hệ hay phương pháp để ước lượng trữ lượng. Phương pháp gián tiếp là trên cơ sở các hệ số chuyển đổi được xây dựng theo cấp lâm phần, cho rừng đã khép tán, cũng như không thể sử dụng để ước lượng sinh khối của cây cá lẻ. Có hai cách chủ yếu để ước lượng sinh khối của cả lâm phần từ trữ lượng gỗ thương mại theo phương pháp này:

Phương pháp 1:

Bước 1: Như phương pháp trực tiếp, đường kính của tất cả các cây trong lâm phần có kích thước lớn hơn một kích thước nhất định được đo đếm.

Bước 2: Trữ lượng gỗ thương mại của mỗi cây sẽ được ước lượng từ các phương pháp và phương trình địa phương. Trữ lượng của ô tiêu chuẩn sau đó được lấy từ tổng thể tích của các cây, từ đó tính được trữ lượng/đơn vị diện tích (vd. m³/ha)

Phương pháp 2:

Kết hợp hai bước 1 và 2: Sử dụng một số công cụ đo đếm hiện trường (vd. relascope) để đo đếm thể tích trực tiếp. Thể tích của cây từng cây sẽ được đo đếm. Thể tích của ô là tổng thể tích của các cây cá lẻ và được diễn tả bằng đơn vị thể tích/một đơn vị diện tích. Khi trữ lượng bộ phận có giá trị thương mại đã được ước lượng, nó sau đó sẽ được chuyển đổi thành sinh khối và dùng để ước lượng cho các phần khác của cây như cành, lá, chồi. Phương pháp này được diễn tả bằng phương trình dưới đây (Brown, 1997):

$$\text{Sinh khối trên mặt đất} = \text{Trữ lượng gỗ thương mại} \bullet D \bullet BEF$$

Trong đó:

$$\text{Sinh khối trên mặt đất, tấn sinh khối khô ha}^{-1}$$

$$\text{Trữ lượng gỗ thương mại, m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

$D = \text{tỷ trọng gỗ khô/gỗ tươi, tấn/m}^3$

BEF = hệ số chuyển đổi sinh khối (tỷ lệ của sinh khối khô trên mặt đất với sinh khối khô của gỗ có giá trị thương mại).

Thảm tươi:

Thảm tươi dưới tán rừng như thực vật thân thảo, cỏ, cây bụi có thể là thành phần quan trọng của các dự án trong ngành lâm nghiệp, dự án quản lý đất trồng trọt và đất chăn thả. Cây thân thảo trong dưới tán rừng có thể được đo bằng phương pháp khai thác đơn giản trên 04 ô tiêu chuẩn nhỏ trên mỗi ô tiêu chuẩn (định vị hoặc tạm thời) lớn hơn dùng để đo cây. Kích thước các ô này chỉ cần rất nhỏ, $0,5\text{m}^2$ hoặc nhỏ hơn. Chúng có thể có hình dạng tròn hoặc vuông tùy theo sự lựa chọn của người điều tra. Toàn bộ vật liệu tươi trong ô này được cắt tới bề mặt đất, gộp lại theo ô tiêu chuẩn lớn, và cân. Mẫu đại diện được lấy ra từ phần gộp này sẽ được sấy khô để đo đếm tỷ lệ sinh khối khô/tươi. Tỷ lệ này sau đó được sử dụng để chuyển đổi từ sinh khối tươi sang sinh khối khô.

Đối với cây bụi và những bộ phận không phải cây gỗ khác, nên đo đếm sinh khối bằng phương pháp khai thác toàn bộ. Ô tiêu chuẩn phụ có kích thước phụ thuộc và qui mô của thảm tươi được thiết lập, toàn bộ các cây bụi, thảm tươi trên đó sẽ được khai thác và cân. Một phương pháp thay thế khác là, nếu như thảm cây bụi là rất lớn, nên phát triển các phương trình quan hệ cho vùng nghiên cứu dựa trên các biến số như diện tích tán, chiều cao, hoặc đường kính gốc của thực vật, hoặc một số biến khác (vd. số lượng thân của một bụi cây). Các biến số nên được đo đếm ở các ô tiêu chuẩn (IPCC, 2000).

(2) Sinh khối dưới mặt đất

Phương pháp để đo đếm và ước lượng sinh khối trên mặt đất đã được phát triển rất bài bản. Tuy nhiên, không dễ để xác định sinh khối dưới mặt đất (rễ cây). Điều tra sinh khối rễ tốn kém nhiều thời gian và chi phí ở hầu hết các hệ sinh thái, và phương pháp điều tra thông thường chưa được tiêu chuẩn hóa. Các phương pháp chi tiết xác định sinh khối dưới mặt đất được nêu chi tiết ở mục 3.2.3.

(3) Chất hữu cơ chết

Rác hữu cơ

Rác hữu cơ có thể đo đếm trực tiếp bằng các ô tiêu chuẩn cơ nhỏ (có thể hình tròn hoặc hình vuông) có diện tích $0,5\text{ m}^2$ tương tự như ô tiêu chuẩn dùng để đo đếm cây thân thảo ở trên (bốn ô tiêu chuẩn phụ trong một ô tiêu chuẩn). Toàn bộ rác hữu cơ của 4 ô tiêu chuẩn này được thu thập và cân sinh khối. Lấy mẫu để sấy và xác định sinh khối khô.

Một phương pháp thay thế khác được áp dụng khi lớp rác hữu cơ dày (lớn hơn 5cm) và phân biệt rõ ràng với các lớp đất khác, nên phát triển một phương trình quan hệ giữa trọng lượng của lớp rác với đơn vị diện tích. Phương pháp này có thể thực hiện bằng cách lập ô, thu thập mẫu như đã trình bày ở trên vào cùng thời điểm thực hiện đo độ sâu của lớp rác hữu cơ. Cần phải thu thập số liệu từ ít nhất 10-15 ô tiêu chuẩn, những ô tiêu chuẩn nên nằm ở những vị trí mà lớp rác có độ sâu khác nhau.

Gỗ chết

Gỗ chết, cả đang còn ở trên cây hoặc dưới mặt đất, thường không có mối quan hệ chặt chẽ với bất cứ nhân tố cấu trúc nào của lâm phần (Harmon et al., 1993). Các phương pháp đã được xây dựng để đo đếm sinh khối và gỗ chết đã được kiểm nghiệm trên nhiều loại rừng khác nhau và được kết luận không cần phải đo đếm nhiều hơn đo đếm cây sống. Phương pháp thường được sử dụng cho gỗ chết nằm trên mặt đất, là ước lượng thể tích của các đoạn gỗ bằng cấp mật độ (mật độ của gỗ chết/đơn vị diện tích – tác giả), nhân tố này thông thường có quan hệ với tình trạng phân hủy của nó. Sau đó chuyển đổi ra sinh khối dưới dạng thể tích/mật độ cho mỗi cấp mật độ. Có hai phương pháp đang được sử dụng hiện nay để ước lượng thể tích gỗ chết, các phương pháp này có độ chính xác khác nhau.

Phương pháp 1: Khi trữ lượng gỗ chết chiếm tỷ lệ nhỏ trong tổng số sinh khối trên mặt đất của lâm phần (khoảng 10-15%, dựa trên đánh giá của chuyên gia): Phương pháp thu thập mẫu theo đường lưới. Để thực hiện phương pháp này, cần phải thu thập mẫu trên chiều dài ít nhất 100 m, chiều dài này thông thường có được từ 02 đoạn có chiều dài 50 m và được đặt ở phía bên phải của ô tiêu chuẩn tính từ tâm ô. Đường kính của tất cả các đoạn gỗ được đo đếm và mỗi đoạn này lại được phân loại thành các lớp mật độ. Trữ lượng/ha/mỗi cấp mật độ của gỗ chết được ước lượng theo công thức sau (Brown, 1974)

$$\text{Trữ lượng (m}^3/\text{ha)} = \pi^2 \bullet (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2)/(8 \bullet L)$$

Trong đó:

D_1, D_2, \dots, D_n = đường kính của các đoạn gỗ chết trên đường lưới, đơn vị là (cm). Đường kính của đoạn gỗ có hình elip được xác định bằng cách căn bậc hai giá trị (Đường kính nhỏ nhất • Đường kính lớn nhất) của đoạn này.

L = chiều dài của đoạn gỗ chết, đơn vị là (m).

Phương pháp 2 – Khi số lượng gỗ chết nhiều, chiếm tỉ lệ lớn trong tổng sinh khối trên mặt đất của lâm phần (lớn hơn 15%, dựa trên cơ sở đánh giá của chuyên gia). Khi số lượng gỗ chết nằm trên mặt đất lớn và phân bố không đều, như rác để lại sau khai thác, nên lập các ô tiêu chuẩn phụ và thu thập mẫu toàn bộ trên ô tiêu chuẩn phụ này.

Gỗ chết vẫn còn ở trên cây và/hoặc cây chết vẫn còn đứng nên được đo đếm cùng với điều tra cây. Phương pháp điều tra cũng tương tự phương pháp điều tra cây sống.

(4) Các bon hữu cơ trong đất

Cácbon hữu cơ trong đất được xác định từ mẫu đất thu thập được từ ô tiêu chuẩn. Mẫu đất thường được lấy bằng ống kim loại theo các độ sâu khác nhau hoặc được lấy bằng phương pháp đào phẫu diện. Mẫu đất dùng để phân tích được lấy ra từ các mẫu hỗn hợp đã được trộn đều từ các mẫu tương tự nhau (giống nhau về độ sâu lấy mẫu, thể tích mẫu) lấy từ những điểm khác nhau trong ô tiêu chuẩn. Ngoài ra các mẫu hỗn hợp khác cũng được thu thập để xác định dung trọng đất.

Số lượng mẫu đất

Số lượng mẫu cần thiết ở mỗi lập địa phụ thuộc vào độ biến động của ước lượng giá trị trung bình của nhân tố điều tra chủ yếu (Carter, 1993; McDonald et al., 1998). Trong quy trình hướng dẫn điều tra hấp thụ cácbon trong đất, rác hữu cơ, McKenzie (2000) đề xuất nên lấy mẫu từ ít nhất 04 điểm trong ô tiêu chuẩn (có thể lấy mẫu từ 04 điểm bằng cách đào phẫu diện hoặc bằng ống kim loại) (McKenzie et al., 2000).

Phương pháp chi tiết của điều tra cácbon trong đất được nêu ở phần 3.2.4.

4.2.5. Giám sát

Giám sát liên quan đến các hoạt động đo đếm các bể cácbon của dự án sau này với đối chứng là các diện tích có điều kiện tương tự nhưng không thực hiện dự án.

Ô tiêu chuẩn định vị, thường được sử dụng trong các giai đoạn điều tra ban đầu, thông thường có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá sự thay đổi của các bể cácbon. Sử dụng hệ thống ô tiêu chuẩn định vị cho phép đánh giá có hiệu quả sự thay đổi của các khối cácbon theo thời gian và cho việc thẩm định lại hiệu quả về giá và thời gian của dự án (IPCC, 2000).

Kỹ thuật viễn thám có thể cung cấp những công cụ hữu ích cho việc giám sát các dự án LULUCF. Rất nhiều công nghệ viễn thám đang được sử dụng cho việc giám sát biến đổi của bể cácbon của dự án bằng ảnh hàng không, ảnh vệ tinh...

Trong một số trường hợp, các mô hình (được địa phương hóa dưới điều kiện cụ thể của dự án) có thể được sử dụng để đánh giá động thái biến đổi của các bể cácbon của dự án.

4.3. Tác động, hiệu quả và chi phí của dự án LULUCF trong lâm nghiệp

Trong thị trường cácbon toàn cầu, các dự án trồng rừng và tái trồng rừng có triển vọng thu hút được các nhà đầu tư, do đó có thể nhận được hỗ trợ tài chính từ tín dụng cácbon (Frumhoff et al., 1998). Tác động tiềm năng của các dự án trồng rừng và tái trồng rừng trong lâm nghiệp khác nhau rất nhiều giữa các địa phương, qui mô, loài cây được trồng, và mức độ

quản lý. Rừng trồng được quản lý tốt có khả năng duy trì và cải thiện tính chất của đất, đặc biệt khi canh, thảm tươi và rác hữu cơ không bị cắt dọn để làm chất đốt và các sản phẩm gỗ khác (Chomitz and Kumari, 1998). Tác động của rừng đối với nguồn nước rất to lớn. Rừng trồng còn làm giảm áp lực về nhu cầu gỗ nguyên liệu từ rừng tự nhiên ở các vùng nhiệt đới ẩm. Rừng trồng cũng cung cấp chất đốt thay thế gỗ được lấy từ các lâm phần rừng tự nhiên, đặc biệt là ở vùng khô hạn. Vì vậy, nó giúp làm giảm quá trình sa mạc hóa ở những vùng này (IPCC, 2000).

Tuy nhiên, rừng trồng cũng có những tác động tiêu cực, chẳng hạn như làm giảm mức độ đa dạng sinh học nếu thay thế thảm cỏ hoặc lâm phần gỗ tự nhiên bằng rừng trồng thuần loại các cây nhập nội, hoặc trồng các loài cây này trên những lập địa có khả năng trồng bằng các loài cây bản địa. Nhiều hệ sinh thái đồng cỏ rất giàu có về tổ thành loài, trong đó có nhiều loài đặc hữu. Một ví dụ điển hình là ở Mpumalanga ở Nam Phi, việc mở rộng diện tích rừng trồng các loài cây gỗ thương mại (*Eucalyptus* spp. and *Pinus* spp.) đã dẫn đến sự suy giảm nhanh chóng của một số loài chim đặc hữu đang bị đe dọa tuyệt chủng ở vùng đồng cỏ bản địa bị thay thế.

Ngược lại, rừng trồng tạm thời của các loài nhập nội và bản địa có thể được thiết kế theo cách mà có thể vừa đạt được lợi ích kinh tế vừa tăng cường đa dạng sinh học bằng cách phục hồi rừng tự nhiên bằng trồng bổ sung (Keenan et al., 1997; Lugo, 1997; Parrotta et al., 1997a,b) (IPCC, 2000). Các rừng trồng sản xuất có cũng có thể tăng được độ đa dạng sinh học bằng cách kéo dài thêm chu kỳ kinh doanh, giảm thiểu việc cắt dọn thảm tươi dưới tán rừng, sử dụng các loài cây bản địa và giảm thiểu sử dụng phân, thuốc hóa học (vd. Allen et al., 1995a,b; Da Silva et al., 1995) (IPCC, 2000).

Trồng rừng và tái trồng rừng cũng có thể có những tác động tích cực hoặc tiêu cực cho cộng đồng địa phương. Nếu dự án trồng rừng được chuyển đổi từ đất mà cộng đồng đã có những ưu tiên khác, như sản xuất nông nghiệp, và nếu cộng đồng không thể tham gia đầy đủ vào toàn bộ quá trình thiết kế và thực hiện dự án, dự án có thể gây ra những tác động tiêu cực tới cộng đồng (Cullet and Kameri-Mbote, 1998). Ở những vùng đô thị, các dự án trồng rừng và tái trồng rừng còn có giá trị lớn đối với kinh tế - xã hội địa phương do chức năng cải thiện môi trường, đặc biệt là môi trường không khí đem lại (McPherson, 1994).

Một số nhà nghiên cứu cũng cho rằng, hỗ trợ tài chính từ các nước phát triển cho các dự án hấp thụ cacbon ở các nước đang phát triển, có thể thúc đẩy quá trình phá rừng (German Advisory Council on Global Change, 1998) (IPCC, 2000).

Ở giai đoạn hiện nay, các giá trị có thể xác định được bằng tiền của một dự án CDM trong lâm nghiệp thực tế chỉ có hai loại chính:

Giá trị về gỗ thương mại của rừng trồng;

Tiền chi trả cho hiệu quả hấp thụ cacbon và các khí nhà kính khác của rừng.

Để đánh giá được hiệu quả kinh tế của dự án, có thể sử dụng phương pháp được trình bày ở mục 3.3.

4.4. Quá trình thiết lập một dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng

Theo UNFCCC (2005) các hoạt động và chu trình của dự án trồng rừng và tái trồng rừng trong lâm nghiệp có thể được mô tả bằng các bước chính sau đây:

- Thiết kế các hoạt động dự án A/R: Tài liệu thiết kế dự án và các thuật ngữ sử dụng cho quá trình này đã được phát triển bởi Ban Điều hành (xin xem **Phụ biểu I, II và III**). Người tham gia dự án có thể xây dựng các tài liệu về dự án CDM dựa trên các tài liệu này để đệ trình lên Ban Điều hành.
- Đề xuất phương pháp xác định đường cơ sở mới và giám sát cho dự án A/R: Phương pháp đường cơ sở mới có thể đệ trình lên các Thực thể tác nghiệp và Ban điều hành để xem xét cùng với một bản phác thảo tài liệu thiết kế dự án và tài liệu về các thành phần tham gia dự án, trước khi tiến hành đệ trình và đăng ký dự án. Hướng dẫn để hoàn thiện đề xuất về phương pháp đường cơ sở và giám sát mới được cho ở **Phụ biểu IV**.
- Sử dụng các phương pháp đã được thẩm định trong dự án trồng rừng và tái trồng rừng: Phương pháp đã được Ban điều hành chấp thuận được phổ biến rộng rãi. Trong trường hợp dự án A/R sử dụng các phương pháp đã được thẩm định, các tổ chức tác nghiệp được chỉ định có thể đệ trình cả tài liệu thiết kế dự án và các phương pháp này
- Cho đến nay vẫn chưa có phương pháp chuẩn nào được phê duyệt bởi Ban điều hành (UNFCCC, 2005). Tuy nhiên, bộ phận tư vấn kỹ thuật của Ban điều hành đang cố gắng để đưa ra được những phương pháp khả thi và có cơ sở khoa học.
- Phê duyệt dự án CDM A/R: Quá trình phê duyệt dự án là quá trình đánh giá độc lập được thực hiện bởi các tổ chức tác nghiệp được chỉ định, được qui định ở điều 19/ COP. 9
- Đăng ký dự án CDM A/R: Đăng ký dự án là sự chấp thuận pháp lý của Ban điều hành đối với dự án đã được thẩm định. Đăng ký dự án là điều kiện tiên quyết để tiến hành thẩm định và cấp chứng chỉ giảm phát thải cho hoạt động dự án trồng rừng và tái trồng rừng.
- Thẩm định và cấp chứng chỉ cho dự án CDM A/R: Thẩm định được tiến hành độc lập bởi Tổ chức tác nghiệp được chỉ định nhằm giám sát hấp thụ khí nhà kính được thực hiện bởi các hoạt động có chủ đích của chủ dự án. Cacbon hấp thụ của dự án được cấp chứng chỉ sau khi dự án đã được thẩm định.

4.5. Dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ

Có một số khác biệt giữa các dự án CDM qui mô nhỏ. Trong đó dự án trồng rừng và tái trồng rừng có qui mô nhỏ là dự án có khả năng hấp thụ thấp hơn 8 nghìn tấn CO₂ mỗi năm. Để đơn giản hóa quá trình và thủ tục thực hiện các dự án này để làm giảm chi phí quản lý, UNFCCC (2004) đã đưa ra tài liệu hướng dẫn kỹ thuật để thực hiện các dự án CDM qui mô nhỏ. Tài liệu này được cho ở **Phụ biểu V**.

Dự án trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ có giá trị rất lớn, đặc biệt đối với các nước đang phát triển, đông dân số như ở Việt Nam bởi vì:

- Hầu hết các chủ sở hữu đất chỉ sở hữu một diện tích đất không lớn. Do vậy họ có thể tham gia vào Cơ chế phát triển sạch, Công ước Kyoto bằng các dự án qui mô nhỏ.
- Thủ tục thiết lập dự án trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ, mà có mục đích để làm giảm chi phí quản lý, làm tăng tính khả thi của các dự án này. Bằng việc thực hiện dự án, các chủ đất nhỏ có thể nhận được tín dụng từ các đối tác ở các nước phát triển để trồng rừng hấp thụ cacbon bền vững.

Phụ lục

Phụ lục 1. Thuật ngữ - Glossary

Bể cacbon - POOL/CARBON POOL

Một bể dự trữ hay một hệ thống có khả năng hấp thu hoặc phát thải cacbon. Các ví dụ về bể cacbon là sinh khối rừng, sản phẩm gỗ, đất, khí quyển. Đơn vị là khối.

Bể chứa cacbon - CARBON RESERVE, CARBON STOCK

Lượng cacbon trong một bể.

Cây lâu năm - PERENNIAL CROPS

Cây trồng trọt lâu năm, bao gồm cây gỗ và cây bụi, kết hợp với cây thân thảo, vd, nông lâm kết hợp, vườn cây ăn quả, nho, coca, cà phê, chè, dầu cọ, cao su, chuối ngoại trừ khi đất đai đáp ứng được tiêu chuẩn của đất rừng.

Có thể so sánh được - COMPARABILITY

Khái niệm sử dụng trong điều tra - Inventory definition: Khái niệm có thể so sánh được có nghĩa việc ước lượng khí thoát ra bởi các bên tham gia này có thể so sánh được với các bên tham gia khác. Vì mục đích này các bên tham gia nên sử dụng các phương pháp và kiểu định dạng đã được thỏa thuận trong hội nghị các bên (COP) cho việc ước lượng và báo cáo kết quả điều tra.

Chuyển đổi sử dụng đất - CONVERSION

Sự chuyển đổi từ kiểu sử dụng đất này sang kiểu sử dụng đất khác.

Chỉ số phát thải - EMISSION FACTOR

Định nghĩa điều tra - Inventory definition:

Hệ số mà liên quan đến khối lượng chất hóa học mà sẽ trở thành nguồn phát thải sau này. Chỉ số phát thải thông thường dựa trên số liệu đo đếm, được lấy trung bình để đại diện cho tỷ lệ phát thải của hoạt động cho trước dưới những điều kiện vận hành cho trước.

Chu trình cacbon - CARBON CYCLE

Tất cả các bể và dòng luân chuyển cacbon; thông thường đường xem như sự luân chuyển giữa bốn bể cacbon chính là các bể: khí quyển, sinh quyển, đại dương và chất tích tụ. Cacbon luân chuyển giữa các bể bằng các quá trình hóa học, vật lý và sinh học.

Dạng che phủ đất - LAND COVER

Dạng thực bì che phủ bề mặt trái đất

Dòng vận chuyển cacbon - CARBON FLUX

Sự luân chuyển cacbon từ bể này sang bể khác theo đơn vị thời gian và diện tích cụ thể (vd: tấn/ha/năm)

Đất chăn thả - PASTURE

Đất đồng cỏ được quản lý với mục đích chăn thả

Đất đen - PEAT SOIL (ALSO HISTOSOL)

Một dạng đất ẩm điển hình với tỷ lệ nước cao và tầng hữu cơ $\geq 40\text{cm}$

Đất đồng cỏ - GRASSLAND

Đất đồng cỏ bao gồm đất đồi và đất chăn thả mà không được sử dụng làm đất trồng trọt. Nó cũng bao gồm các thảm thực vật mà không đạt đến mức “rừng” như trong định nghĩa, và sẽ không trở thành rừng nếu không có sự can thiệp của con người. Nó bao gồm tất cả đồng cỏ tự nhiên đến nhân tạo cũng như trên các hệ thống nông nghiệp, lâm sinh – chăn thả mà được chia làm hai dạng có quản lý và không có quản lý, ngoài ra nó còn phải phù hợp với định nghĩa của hệ thống điều tra quốc gia.

Đất chăn thả - GRAZING LAND MANAGEMENT

Hệ thống sử dụng đất cho việc chăn thả nhằm làm tăng số lượng sản phẩm cho gia súc cũng như gia súc.

Đất hữu cơ - ORGANIC SOILS

Đất là hữu cơ nếu nó thỏa mãn được điểm 1 và điểm 2 hoặc điểm 1 và điểm 3 dưới đây (FAO, 1998):

1. Độ dày ≥ 10 cm. Nếu tầng này có độ dày nhỏ hơn 20cm thì nó phải có ít nhất 12% cacbon hữu cơ khi lấy hỗn hợp mẫu đất đến độ sâu 20cm
2. Nếu đất không bị bão hòa nước không quá một số ngày nhất định, và chứa $>20\%$ (trọng lượng) cacbon hữu cơ (khoảng 35% chất hữu cơ)
3. Nếu đất thuộc những phần bị bão hòa nước và thỏa mãn một trong các điều kiện:
 - (i) Ít nhất 12% (trọng lượng) cacbon hữu cơ (khoảng 20% chất hữu cơ) nếu nó không có sét hoặc
 - (ii) Có ít nhất 18% (trọng lượng) cacbon hữu cơ (khoảng 30% chất hữu cơ) nếu nó có $\geq 60\%$ sét hoặc
 - (iii) tỷ lệ cacbon hữu cơ ở khoảng giữa khối lượng sét

Đất khác - OTHER LAND (AS A LAND-USE CATEGORY)

Bao gồm đất trồng, đá, băng, và tất cả các diện tích đất không được quản lý mà không thuộc bất cứ loại nào trong 5 loại đất được phân loại. Nó cho phép xác định tổng số đất có thể xác định được để phù hợp với diện tích quốc gia.

Đất nông nghiệp - CROPLAND

Đất nông nghiệp bao gồm đất có thể canh tác, trồng trọt cây nông nghiệp hoặc cho các hệ thống nông lâm kết hợp được ở những nơi mà thực bì che phủ dưới mức được định nghĩa cho rừng

Đất rừng - FOREST LAND

Đất rừng bao gồm tất cả đất có thực bì bao phủ mà thực bì này là rừng phù hợp với định nghĩa được nêu lên bởi hệ thống điều tra khí nhà kính quốc gia. Nó cũng bao gồm những thảm thực vật mà hiện tại không đạt tiêu chí là rừng nhưng được cho rằng sẽ thành rừng trong tương lai

Điều tra theo hệ thống đối tượng (lấy không gian thay thế thời gian) - CHRONOSEQUENCE

Điều tra theo hệ thống đối tượng là tiến hành đo đếm những đối tượng ở các địa điểm khác nhau nhưng có đặc điểm về điều kiện tự nhiên tương tự, đối tượng ở mỗi địa điểm cụ thể đại diện cho một kiểu sử dụng đất, để từ đó có thể so sánh ảnh hưởng của các kiểu sử dụng

đất này trên các địa điểm cụ thể có sự tương tự về dạng đất, địa hình, khí hậu, và thảm thực bì trước đây.

Điều tra rừng - FOREST INVENTORY

Hệ thống đo đếm số lượng, sự mở rộng, và tình trạng của rừng

Đo đếm các bon - ACCOUNTING

Những quy tắc để so sánh phát thải và hấp thu cacbon trong một hoặc nhiều giai đoạn nào đó

Độ che phủ - CANOPY COVER, CROWN COVER

Tỷ lệ phần trăm mặt đất được bao phủ bởi hình chiếu đứng của tán của tầng thực vật cao trong rừng. Độ che phủ không thể đạt tới giá trị 100% trong lâm phần và còn được gọi là độ khép tán

Độ che phủ - CROWN COVER

See canopy cover.

Gỗ chết - DEAD WOOD

Tất cả thành phần bằng gỗ đã chết nằm trên mặt đất hoặc vẫn còn đang đứng nhưng không bao gồm chất hữu cơ đang phân hủy. Gỗ chết bao gồm gỗ nằm trên bề mặt, rễ chết, và gốc cây có đường kính lớn hơn hoặc bằng 10cm. Trong một số trường hợp giá trị đường kính này có thể khác nhau tùy theo quy định của từng nước cụ thể.

Hài hòa hóa các định nghĩa - HARMONISATION OF DEFINITIONS

Tiêu chuẩn hóa hoặc tăng khả năng có thể so sánh được và/hoặc có thể chuyển đổi giữa các định nghĩa.

Hấp thu - SEQUESTRATION

Quá trình tăng lượng cacbon trong một bể hấp thụ. Thường được dùng với thuật ngữ “sink”.

Hệ số chuyển đổi sinh khối - BIOMASS EXPANSION FACTOR (BEF)

Là tỷ lệ chuyển đổi từ thể tích lâm phần, khối lượng gỗ tròn thương mại hoặc sinh trưởng thể tích lâm phần thành khối lượng của các phần phi thương mại khác của lâm phần như cành, lá hay cây không có giá trị thương mại.

Hợp chất đất hữu cơ - SOIL ORGANIC MATTER

Bao gồm cacbon hữu cơ trong đất khoáng chất và đất hữu cơ (bao gồm cả than bùn) đến một độ sâu cụ thể nào đó (được qui định tùy theo quốc gia) và ứng dụng trong một hệ thống thời gian phù hợp. Các rễ con sống có kích thước nhỏ hơn kích thước nào đó (2mm) cũng được bao gồm trong đất hữu cơ.

Khối cacbon - CARBON BUDGET

Cân bằng của quá trình chuyển đổi của cacbon giữa các bể cacbon hoặc giữa các vòng luân chuyển cụ thể (vd: khí quyển – sinh quyển) của chu trình các bon. Sự hiểu biết về khối các bon của một bể cacbon sẽ cho biết nó là bể hấp thụ hay là bể chứa thuần túy.

Mẫu - SAMPLE

Định nghĩa thống kê - Statistical meaning: một mẫu là một nhóm có giới hạn của tổng thể.

Nguồn phát thải - SOURCE

Bất cứ quá trình hoặc hoạt động nào giải phóng khí nhà kính, thuốc trừ sâu hoặc tiền chất của khí nhà kính vào bầu khí quyển được coi là nguồn phát thải. .

Năng suất hấp thu sinh khối - BIOMASS ACCUMULATION RATES

Tốc độ hấp thu sinh khối - Sinh trưởng của sinh khối trong một đơn vị thời gian, diện tích cụ thể và không bao gồm lượng mất đi.

Trong trường hợp sử dụng chỉ số tốc độ sinh trưởng cacbon thì chỉ cần nhân thêm tỷ lệ chuyển đổi cố định từ sinh khối khô (trọng lượng cacbon =50% trọng lượng sinh khối khô)

Phá rừng - DEFORESTATION

Hoạt động của con người chuyển đổi từ đất có rừng sang đất có rừng.

Phát thải - EMISSIONS

Sự giải phóng khí nhà kính hoặc các vật chất tiền thân của khí nhà kính vào không khí ở một địa điểm được xác định trong một khoảng thời gian nào đó.

Quản lý đất nông nghiệp - CROPLAND MANAGEMENT³

Hệ thống canh tác trong đó cây nông nghiệp được trồng trọt trên đất mà được dành riêng hoặc tạm thời đang không được sử dụng để sản xuất nông nghiệp

Quản lý rừng - FOREST MANAGEMENT

Hệ thống tác vụ nhằm quản lý và sử dụng đất rừng bền vững nhằm mục đích đáp ứng được các chức năng về sinh thái, kinh tế, xã hội của rừng.

Rác hữu cơ - LITTER

Bao gồm thành phần không sống với đường kính nhỏ hơn một kích thước nhất định (tùy theo nước, vd: 10cm), vật chết nằm trên bề mặt đất. Nó bao gồm rác, các lớp mùn. Rễ con đang sống có kích thước nhỏ hơn một kích thước cụ thể nào đó cũng được coi thuộc thành phần này.

Sinh khối - BIOMASS

Chất hữu cơ ở trên và dưới mặt đất gồm cả chất sống và chết như cây gỗ, cây nông nghiệp, cỏ, rế, chất hữu cơ đang phân hủy... Sinh khối bao gồm các bộ phận được tính theo các định nghĩa về bể cacbon trong đất và trên mặt đất

Sinh khối trên mặt đất- ABOVEGROUND BIOMASS

Khối lượng sinh khối trên bề mặt lớp đất canh tác bao gồm cây với tất các bộ phận của cây gỗ rừng như thân, cành, lá, vỏ, quả, hạt và thảm tươi dưới tán rừng.

Sinh khối trên mặt đất thông thường được tính bao gồm cả cành, lá, thân.. đã chết trên mặt đất

Trong một số trường hợp, khi khối lượng thảm tươi trong rừng không lớn cũng có thể chấp nhận phương pháp tính sinh khối không bao gồm thảm tươi.

Sinh khối dưới mặt đất - BELOWGROUND BIOMASS

Sinh khối dưới mặt đất bao gồm trọng lượng của tất cả rế sống trong đất. Trong đa số các trường hợp, rế cây có đường kính nhỏ hơn 2mm không được tính đến do khó phân loại được giữa chất hữu cơ đang phân hủy, rác trong đất với rế có kích thước quá nhỏ.

Sinh khối khô - DRY BIOMASS

See dry matter.

Sinh khối khô - DRY MATTER (d.m.)

Sinh khối được làm khô bằng nhiệt độ (lò sấy), thông thường ở nhiệt độ 70°C

Số liệu quốc gia cụ thể - COUNTRY-SPECIFIC DATA

Số liệu về các hoạt động và lượng phát thải được tiến hành bởi các nghiên cứu nội bộ của các quốc gia.

Sử dụng đất - LAND USE

Các hoạt động được tiến hành trên một đơn vị sử dụng đất

Sự chuyển đổi của khối cacbon - CARBON STOCK CHANGE

Sự thay đổi của khối cacbon bởi các quá trình thêm vào và mất đi. Khi lượng thêm vào nhỏ hơn lượng mất đi, khối cacbon như là một bể chứa - bể cung cấp (cho không khí); khi lượng thêm vào lớn hơn lượng mất đi khối cacbon như là một hấp thụ (cho không khí).

Sự hấp thụ - SINK

Bất cứ quá trình, hoạt động, hoặc cơ chế nào mà loại bỏ khí gây hiệu ứng nhà kính, hoặc tiền chất của khí nhà kính từ không khí.

Tác động - DISTURBANCES

Các quá trình làm giảm hoặc phân phối lại các bể cacbon trong các hệ sinh thái trên mặt đất.

Tái trồng rừng - REFORESTATION

Hoạt động trồng, gieo hạt thẳng hoặc thúc đẩy tái sinh hạt tự nhiên của con người nhằm tạo thành rừng ở các khu vực trước đây là rừng nhưng đã bị chuyển thành đất không có rừng.

Đối với thời kỳ cam kết đầu tiên, hoạt động được coi là tái trồng rừng chỉ giới hạn trên những diện tích đất không có rừng bao phủ trước ngày 31 – 12 – 1989

Tái tạo thực bì - REVEGETATION

Hoạt động trực tiếp của con người làm tăng bể cacbon từ việc thiết lập thực bì mà độ bao phủ nhỏ nhất là 0,05ha và không đáp ứng được điều kiện để trồng rừng mới hoặc tái trồng rừng.

Tăng trưởng tổng số hàng năm - GROSS ANNUAL INCREMENT

Tăng trưởng trung bình của trữ lượng trong một thời gian nào đó của tất cả các cây điều tra. Nó cũng bao gồm cả những cây bị chết hay bị chặt hạ.

Tăng trưởng - INCREMENT

See gross and net annual increment.

Tăng trưởng thực tế hàng năm - NET ANNUAL INCREMENT

Tăng trưởng trung bình hàng năm của các cây gỗ trên một đường kính nhất định nào đó (tổng sinh trưởng – tĩa thưa tự nhiên) trong một giai đoạn tham khảo nào đó

Tầng rác hữu cơ - LITTER HORIZON (L)

Tầng vật chất bao gồm các vật liệu thực vật chết nhưng còn tươi, nó có thể đã biến màu nhưng không chứa phân từ tầng đất.

Tính theo Cácbon tương đương - CARBON DIOXIDE EQUIVALENT

Phương pháp so sánh hiệu ứng nhà kính - những khả năng nóng lên toàn cầu khác nhau gây ra bởi các khí nhà kính khác nhau. Những khả năng này có thể được tính theo tỷ lệ của lượng bức xạ bắt buộc để làm một kg khí nhà kính bốc hơi vào bầu khí quyển so sánh với một kg CO₂ trong giai đoạn này (thường là 100 năm)

Tốc độ hấp thu cácbon - CARBON ACCUMULATION RATES

Xem tốc độ sinh trưởng sinh khối

Trồng rừng mới - AFFORESTATION

Tái tạo rừng bằng trồng, gieo hạt thẳng hoặc thúc đẩy tái sinh bằng nguồn hạt tự phát tán tự nhiên trên đất mà không có rừng bao phủ trước đây trong khoảng thời gian tối thiểu là 50 năm.

Tỷ trọng gỗ cơ bản - BASIC WOOD DENSITY

Tỷ lệ giữa trọng lượng khô và trọng lượng tươi của gỗ thân cây không bao gồm vỏ.

Tỷ trọng này để tính toán sinh khối khô từ sinh khối tươi cây.

Trữ lượng cây đứng - STANDING VOLUME

Trữ lượng của các cây chưa bị chặt ngã trong lâm phần, có thể sống hoặc đã chết được đo cả đường kính vỏ và trên một cỡ đường kính nào đó.

Ước lượng - ESTIMATION

Định nghĩa điều tra - Inventory definitions: Quá trình đo đếm khí phát thải.

Định nghĩa thống kê - Statistical definition: Ước tính giá trị của một khối lượng nào đó hoặc yếu tố không chắc chắn của nó thông qua các phép tính ước lượng thống kê từ số liệu quan sát. Các kết quả của phép ước lượng có thể diễn tả dưới đây:

Ước lượng điểm, sử dụng sắp xỉ của một đại lượng (như sai tiêu chuẩn mẫu có thể dùng để ước lượng)

Viễn thám - REMOTE SENSING

Nghiệp vụ đạt được hoặc sử dụng số liệu từ vệ tinh hoặc ảnh hàng không để suy đoán hoặc đo đếm độ che phủ, sử dụng đất.

Có thể sử dụng với số liệu mặt đất để kiểm tra độ chính xác

Xác định lượng hấp thu thực - NET-NET ACCOUNTING

Lượng cácbon biến đổi từ năm cơ sở đến năm báo cáo. Đây là phương pháp áp dụng để tính cho đất chăn thả, đất trồng trọt và đất phục hồi thảm thực vật theo Điều 3.4 – Nghị định thư Kyoto.

Xác nhận - VALIDATION

Định nghĩa điều tra - Inventory definition: Xác nhận là sự thiết lập cơ sở và phương pháp phù hợp. Trong bối cảnh điều tra phát thải, xác nhận bao gồm kiểm tra để chắc chắn rằng công tác điều tra đã được tiến hành một cách đúng đắn theo hướng dẫn. Nó kiểm tra tính thống nhất ở bên trong các hoạt động điều tra. Sử dụng hợp pháp phương pháp xác nhận nhằm đưa ra những kiểm chứng hoặc thẩm định pháp lý của một hành động hay một sản phẩm.

Phụ biểu 2. Hướng dẫn viết đề xuất dự án cho dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng⁴

(Nguyên bản tiếng Anh có tại website của UNFCCC:

http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/Projects/pac/pac_ar.html)

Phụ biểu 3. Hướng dẫn đề xuất phương pháp mới cho việc xác định đường cơ sở và giám sát dự án trồng rừng và tái trồng rừng

(Nguyên bản tiếng Anh có tại website của UNFCCC:

http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/Projects/pac/pac_ar.html)

Phụ biểu 4. Quy trình và thủ tục đăng ký dự án CDM về trồng rừng và tái trồng rừng

(Nguyên bản tiếng Anh có tại website của UNFCCC:

http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/Projects/pac/pac_ar.html)

Phụ biểu 5. Hướng dẫn quy trình và thủ tục cho dự án CDM trồng rừng và tái trồng rừng qui mô nhỏ

(Nguyên bản tiếng Anh có tại website của UNFCCC:

<http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents>)

⁴ Do yêu cầu của UNFCCC, tất cả các dự án CDM, nếu muốn được thông qua, cần phải tuân theo nghiêm ngặt những hướng dẫn kỹ thuật này, kể cả thuật ngữ, mẫu báo cáo... cũng phải được làm theo đúng mẫu đã được UNFCCC đưa ra. Mặt khác, những hướng dẫn này được cập nhật và thay đổi thường xuyên. Chính vì vậy ở tài liệu này, chúng tôi đã không dịch các hướng dẫn kỹ thuật và thủ tục này. Các bên tham gia dự án CDM có thể download tại website của UNFCCC theo đường link đã cho ở trên.

Tài liệu tham khảo

- Anderson, J. M. and Ingram, J. S. I. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility: a Handbook of Methods*, CAB International.
- Bonnie, R. and Schwartzman, S. (2003). "Tropical reforestation and deforestation and the Kyoto Protocol." *Conservation Biology* **17**: 4-5.
- Brown, S. (1996). "Present and potential roles of forests in the global climate change debate." *FAO, Unasylva* **47**(185).
- Brown, S. (1997). "Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer." *FAO forestry paper* **134**.
- Brown, S., Gillespie, A. J. R. and Lugo, A. E. (1989). "Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data." *Forest Science* **35**: 881-902.
- Brown, S. and Lugo, A. E. (1984). "Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes." *Science* **223**: 1290-1293.
- Cairns, M. A., S. Brown, E. H., Helmer, G. A. and Baumgardner (1997). "Root biomass allocation in the world's upland forests." *Oecologia* **111**: 1-11.
- Canadell, J., Jackson, R. B., Ehleringer, J. R., Mooney, H. A., Sala, O. E. and Schulze, E. D. (1996). "Maximum rooting depth of vegetation types at the global scale." *Oecologia* **108**: 583-595.
- Carter, M. R. (1993). *Soil sampling and methods of analysis*, Canadian Society of Soil Science, Lewis Publishers.
- Cavatassi, R. (2004). *Valuation Methods for Environmental Benefits in Forestry and Watershed Investment Projects*. FAO.
- Constable, J. V. H. and Friend, A. L. (2000). "Suitability of process-based tree growth models for addressing tree response climate change." *Environmental Pollution* **110**: 47-59.
- Dalal, R. C. and Carter, J. O. (2000). *Soil Organic Matter Dynamics and carbon Sequestration in Australian Tropical Soils. Global Climate Change and Tropical Ecosystems*. Lal, R., Kimble, J. M., Stewart, B. A. and Raton, B. (ed.), CRC Press: 285-314.
- Đặng, N. V. (2001). *Lâm nghiệp Việt Nam, Nhà Xuất bản Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*.
- Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., M., S. A., Trexler, M. C. and Wisniewski, J. (1994). "Carbon pools and flux of global forest ecosystems." *Science* **263**: 185-121.
- Dixon, R. K., Meldahl, R. S., Ruark, G. A. and Warren, W. G. (1990). *Process modelling of forest growth responses to environmental stress*, Timber Press.
- FAO (2002). *Proceedings of Expert Meeting on Harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders*, FAO.
- Fisher, F. R. and Binkley, D. (2000). *Ecology and managements of forest soils*, John Wiley & Sons.
- Fisher, F. R., Binkley, D., (2000). *Ecology and Management of Forest Soils*, John Wiley & Son, Inc.

- Gifford, R. M. (2000). Carbon content of woody roots, revised analysis and a comparison with woody shoot components. Australian Greenhouse Office.
- Gifford, R. M., Cheney, N.P., Noble, J.C., Russell, J.S., Wellington, A.B., and Zammit, C. (1992). Australian land use, primary production of vegetation and carbon pools in relation to atmospheric carbon dioxide concentration, AGPS, Canberra.
- Grierson, P. F., Adams, M. A. and Attiwill, P. M. (1992). "Estimates of carbon storage in the above-ground biomass of Victoria's forests." *Australian Journal of Botany* **40**: 631-640.
- Griffin, E. A., Verboom, W. H. and Allen, D. G. (2003). Paired Site Sampling for Soil Carbon Estimation – Western Australia. Australian Greenhouse Office.
- Hamburg, S. P. (2000). "Simple rules for measuring changes in ecosystem carbon in forestry-offset projects." **5**: 25-37.
- Hartemink, A. E. (2003). Soil fertility decline in the tropics - with case studies on plantations, CABI publishing.
- Hinh, V. T. (1996). Nghiên cứu sinh trưởng và lập biểu sản lượng rừng trồng Keo lá tràm - *Acacia auriculiformis*. Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam.
- Hinh, V. T. (2004). Sản lượng rừng, Nhà Xuất bản Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
- Hydrometeorological Service of Vietnam, V. (1999). Economics of Greenhouse Gas Limitations, UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, Risø National Laboratory, Denmark.
- IPCC (1997). Land use change and forestry. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Lim, B., Treanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D. J. and Callander, B. A. (ed.), Intergovernmental Panel on Climate Change. **3**.
- IPCC (2000). Land Use, Land Use Change, and forestry, Cambridge University Press.
- IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jackson, R. B., Canadell, J., Ehleringer, J. R., Mooney, H. A., Sala, O. E. and Schulze, E. D. (1996). "A global analysis of root distributions for terrestrial biomes." *Oecologia* **108**: 389-411.
- Khanh, Đ. C., Huy, B., Thuyết, Đ. V. and Sáng, P. M. (2002). Lập biểu sản lượng rừng trồng các loài cây Têch (*Tectona grandis*), Bạch đàn *Urophylla* (*Eucalyptus urophylla*), Keo tai tượng (*Acacia mangium*), Thông nhựa (*Pinus merkusii*) và kiểm tra biểu sản lượng rừng trồng các loài Đước (*Rhizophora apiculata*) và Tràm (*Melaleuca cajuputi*). Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam.
- Landsberg, J. J. and Gower, S. T. (1997). Applications of physiological ecology to forest management, Academic Press.
- Lung, N. N. and Khanh, Đ. C. (1999). Nghiên cứu sinh trưởng và lập biểu sản lượng rừng trồng ở Việt Nam - Áp dụng cho rừng Thông ba lá *Pinus Kesyia*, Nhà Xuất bản Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
- Masera, O. R., Garza-Caligaris, J. F., Kanninen, M., Karjalainen, T., Liski, T. J., Nabuurs, G. J., Pussinen, A., de Jong, B. H. J. and Mohren, G. M. J. (2003). "Modeling carbon

- sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects: the CO2FIX V.2 approach." *Ecological modelling* **164**: 177-199.
- McCull, J. G. and Gressel, N. (1995). *Forest Soil Organic Matter: Characterization and Modern Methods of Analysis. Carbon Forms and Functions in Forest Soils*. MCFee, W. W. and Kelly, J. M. (ed.), Soil Science Society of America, Inc.
- McDonald, R. C., Isbell, R. F., Speight, J. G., Walker, J. and Hopkins, M. S. (1998). *Australian Soil and Land Survey Handbook - Field Handbook*, 2nd ed, Inkata Press: Melbourne.
- McKenzie, N., Ryan, P., Fogarty, P. and Wood, J. (2000). *Sampling Measurement and Analytical Protocols for Carbon Estimation in Soil, Litter and Coarse Woody Debris*, Australian Greenhouse Office.
- O'Brien, N. D., Attiwill, P. M. and Weston, C. J. (2003). "Stability of soil organic matter in Eucalyptus regnans forests and Pinus radiata plantations in south eastern Australia." *Forest Ecology and Management* **185**: 249-261.
- Pancel, L. (1993). *Forestation. Tropical Forestry Handbook*. Pancel, L. (ed.), Springer-Verlag. **1**: 645-722.
- Peng, C., Liu, J., Dang, Q., Apps, M. J. and Jiang, H. (2002). "TRIPLEX: a generic hybrid model for predicting forest growth and carbon and nitrogen dynamics." *Ecological modelling* **153**: 109-130.
- Peeverill, K. I., Sparrow, L. A. and Reuter, D. J. (1999). *Soil analysis - and interpretation manual*, CSIRO Publishing.
- Polglase, P. J., Keryn, I. P., Partap, K., Khanna, J., Nyakuengama, G., O'Connell, A. M., Grove, T. S. and Battaglia, M. (2000). *Change in soil carbon following afforestation and reforestation - Review of Experimental Evidence and Development of a Conceptual Framework*, Australian Greenhouse Office.
- Ponce-Hernandez, R. (2004). *Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land use changes*. FAO.
- Pote, A. and Bartelink, H. H. (2002). "Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management." *Ecological modelling* **150**: 141-188.
- Pregitzer, K. S. and Euskirchen, E. (2004). "Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age." *Global Change Biology* **10**: 2052-2077.
- Quốc hội nước Cộng hòa XHCN Việt Nam (2004). *Luật Bảo vệ và Phát triển rừng*.
- Richards, G. P. (2001). *The FullCAM Carbon Accounting Model: Development, Calibration and Implementation for the National Carbon Accounting System*, Australian Greenhouse Office.
- Ritson, P. and Sochacki, S. (2003). "Measurement and prediction of biomass and carbon content of Pinus pinaster trees in farm forestry plantations, south-western Australia." *Forest Ecology and Management* **175**: 103-117.
- Robert, M. (2001). *Soil carbon sequestration for improved land management*. FAO.
- Schelhaas, M. J., van Esch, P. W., Groen, T. A., de Jong, B. H. J., Kanninen, M., Liski, J., Masera, O., Mohren, G. M. J., Nabuurs, G. J., Palosuo, T., Pedroni, L., Vallejo, A. and Vilén, T. (2001). "CO2FIX V 3.1 - A modelling framework for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems."

- Schelhaas, M. J., van Esch, P. W., Groen, T. A., de Jong, B. H. J., Kanninen, M., Liski, J., Masera, O., Mohren, G. M. J., Nabuurs, G. J., Palosuo, T., Pedroni, L., Vallejo, A. and Vilén, T. (2004). CO2FIX V 3.1 - A modelling framework for quantifying carbon sequestration in forest ecosystems, Alterra, Wageningen.
- Schroeder, P. (1992). "Carbon storage potential of short rotation tropical tree plantations." *Forest Ecology and Management* **50**: 31-41.
- Schroth, G., and Sinclair, F. L., (2003). *Trees, Crops and Soil Fertility - Concepts and Research Methods*, CABI Publishing.
- Schroth, G. and Sinclair, F. L. (2003). *Trees, Crops and Soil Fertility - Concepts and Research Methods*, CABI Publishing.
- Smith, P. (2004). "Monitoring and verification of soil carbon changes under Article 3.4 of the Kyoto Protocol." *Soil Use and Management* **20**: 264-270.
- Snowdon, P., Derek Eamus, Philip Gibbons, Partap Khanna, Heather Keith, John Raison and Miko Kirschbaum (2000). *Synthesis of Allometrics, Review of Root Biomass and Design of Future woody Biomass Sampling Strategies*, Australian Greenhouse Office.
- Snowdon, P., Eamus, D., Gibbons, P., Khanna, P., Keith, H., Raison, J. and Kirschbaum, M. (2000). *Synthesis of Allometrics, Review of Root Biomass and Design of Future woody Biomass Sampling Strategies*, Australian Greenhouse Office.
- Snowdon, P., Raison, J., Keith, H., Ritson, P., Grierson, P., Adams, M., Montagu, K., Bi, H., Burrows, W. and Eamus, D. (2002). *Protocol for sampling tree and stand biomass*, Australian Greenhouse Office.
- Subarudia, Djaenudina, D., Erwidodob and Cachoc, O. (2004). *Growth and carbon sequestration potential of plantation forestry in Indonesia: Paraserianthes falcataria and Acacia mangium*. CIFOR.
- Tan, K. H. (1996). *Soil sampling, Preparation, and Analysis*, Marcel Dekker, New York.
- UNFCCC. (2005a). "Essential background of Global Warming, UNFCCC and Kyoto Protocol."
- UNFCCC. (2005b). "Feeling the heat. United Nations Framework Convention on Climate Change."
- UNFCCC. (2005c). "Kyoto Protocol."
- Văn phòng Quốc gia về biến đổi khí hậu và bảo vệ tầng Ôzôn (2004). *Giới thiệu Cơ chế Phát triển sạch trong hợp tác giữa Nhật Bản & Việt Nam*.
- Vanclay, J. (1998). *Modelling forest growth and yield - Application to mixed tropical forests*, CAB International.
- Vanclay, J. K. and Skovsgaard, J. P. (1997). "Evaluating forest growth models." *Ecological modelling* **98**: 1-12.
- WWF Global warming impacts. World Wide Fund For Nature. WWF website.
- Zianis, D. and Mencuccini, M. (2004). "On simplifying allometric analyses of forest biomass." *Forest Ecology and Management* **187**: 311-332.