

Proiect IDEI 111/5.10.2011 "FOREST GHG MANAGEMENT"

Raport științific anual (16.12.2014-15.12.2015)

Institut de Cercetări și Amenajări Silvice

Membri echipa:

Olivier Bouriaud, Cosmin Bragă, Laurențiu Ciobanu, Gheorghe Guiman, Gheorghe Ștefan, Marius Teodosiu, Daniel Turcu.

Rezumat

Stocarea carbonului în păduri a devenit un obiectiv important după ce o serie de cercetări au dovedit că pădurile prezintă un rol important în ciclul carbonului. Cu toate că stocarea și dinamica stocării sunt din ce în ce mai bine documentate, impactul managementului forestier nu este atât de bine cunoscut. Între altele, în cercetările desfășurate la nivel internațional a lipsit o referință reprezentată de pădurile necultivate pentru a adânci analiza impactului managementului. Proiectul are scopul de a suplimenta acest deficit. Metodica de cercetare a proiectului se bazează pe cea dezvoltată în cadrul unui proiect european „GHG Europe” (www.ghg-europe.eu), care a vizat exclusiv fâgetele. Acest proiect lărgeste sau completează acoperirea proiectului european, prin analiza unor păduri foarte rar studiate: pădurile naturale.

În acest scop, inițial s-au ales 10 suprafețe de studiu, din care 4 în păduri naturale și 4 în păduri cultivate, dar apropiate din punct de vedere geografic și al condițiilor ecologice de primele, în vederea surprinderii impactului managementului asupra stocului de carbon și a fluxurilor gazelor cu efect de seră emise din sol. Celelalte 2 suprafețe nu au mai fost luate în considerare datorită reducerilor severe ale bugetului proiectului.

Pentru faza curentă, au fost urmărite două activități principale.

- Prima activitatea a fost axată pe monitorizarea fluxurilor gazelor cu efect de seră. Monitoringul constă în recoltarea unor eșantioane de gaze emise din soluri forestiere. Analizele prin intermediul cromatografiei au permis determinarea acestor fluxuri. În această etapă, s-a folosit un echipament nou pentru măsurarea fluxurilor de CO₂ dintr-o suprafață de probă, pentru a realiza un monitoring cu rezoluție temporală mai mare. Aceste măsurători ne vor permite și cumpararea cu fluxurile deduse din cromatografie.

- A doua activitate a constat în realizarea unei sinteze a cunoștințelor asupra stocului de carbon în pădure. S-a pus accent asupra estimării cantităților de carbon stocate în părțile aeriane ale arborilor și evaluarea creșterii în biomasă a arborilor, care este reprezintă modalitatea principală de estimare a cantităților de carbon ce sunt acumulate anual într-un arboret forestier.

Cuprins

Introducere. Contextul științific	2
Scopul și obiectivele proiectului.....	2
Structurarea proiectului	3
Rezultate	3
<i>Monitorizarea fluxurilor gazelor cu efect de seră</i>	<i>3</i>
<i>Sinteza</i>	<i>6</i>
Diseminare.....	6
<i>PointRes: An R package to analyze pointer years and components of resilience.....</i>	<i>7</i>
<i>Influence of wood density in tree-ring based annual productivity assessments and its errors in Norway spruce</i>	<i>7</i>
<i>Publicații viitoare.....</i>	<i>7</i>
Concluzii și direcții viitoare de cercetare	8

Introducere. Contextul științific

Importanța pădurilor în stocarea de carbon la nivel planetar nu mai trebuie demonstrată, chiar dacă principalul serviciu ale pădurilor rămâne producerea de masă lemnoasă. Masa lemnoasă reprezintă tocmai acel carbon, retras din atmosferă prin fotosinteză, și care este imobilizat în pădure. A fost recunoscut faptul că pădurile europene pot acționa ca rezervoare eficiente de CO₂, NH₄ și NO_x. Determinarea stocului de carbon în pădure este o prioritate pentru toate țările care au participat la negocierile Kyoto.

În ciuda eforturilor recente, contribuția ecosistemelor forestiere la stocarea carbonului nu este cunoscută cu precizie, și nici capacitatea lor de captare și sechestrare. Managementul forestier este mai degrabă optimizat pentru producerea de lemn, sau prezintă scopuri ecologice precum protejarea terenurilor.

Scopul și obiectivele proiectului

Efectul gestionării pădurilor asupra stocului de carbon și a capacității de depozitare a carbonului este puțin documentat și se află în centrul atenției la nivel mondial. Proiectul FP-7 „GHG Europe” (www.ghg-europe.eu), finanțat de UE, are scopul de a determina cum, și în ce măsură ciclul carbonului și emisiile de GHG din ecosistemele terestre pot fi gestionate. Ideea de bază este aceea de a gestiona fluxurile de GHG prin managementul ecosistemelor terestre.

În cadrul acestui proiect, Institutului Național Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură are misiunea de a studia „Impactul gestiunii terenului asupra balanței regionale de GHG în regiuni selectate, bogate în informații, din Europa”. Sarcina acestuia este de a institui un gradient de management (de gospodărire) în pădurile de fag pentru a studia impactul gospodăririi asupra bugetului de GHG. Acest gradient acoperă o gamă variată de modalități de gospodărire, de la arborete echine, la relativ pluriene și pluriene, având condiții de sol, de creștere și de productivitate a căror variabilitate este minimizată.

Scopul proiectului de față este de a completa acest gradient de gospodărire cu situații rare și relevante pentru România, anume păduri naturale și pășuni împădurite. Proiectul include tipuri de management specifice României, altfel destul de rar întâlnite și implicit, nedocumentate. Obiectivul este de a obține date provenite din măsurători experimentale ale fluxurilor și fondului de GHG. Gradientul de management construit în cadrul proiectului GHG Europe este elaborat pentru fag, o specie foarte răspândită în Europa dar care este specie principală și în România în ceea ce privește volumul pe picior, în acest fel având mare relevanță atât la nivel național, cât și la nivel european. Gradientul urmărit este constituit în prezent din 12 suprafețe, fiind reprezentativ pentru gospodărirea forestieră tipică, având contrastante frecvența și intensitatea intervențiilor silvotehnice (lucrări de îngrijire, tratamente silviculturale) executate de-a lungul ciclului de existență a arboretelor.

Cu privire la acest gradient, se pot semna și unele deficiențe, prin lipsa condițiilor extreme: în primul rând absența arboretelor naturale - arborete “de control”, adevărata referință pentru orice studiu de management (gospodărire) care, printr-o lipsă totală a managementului, să constituie extremitatea lipsită de influență umană a gradientului; în acest sens, România, cu peste 200000 ha de păduri naturale, este locația potrivită pentru un astfel de studiu. În afară de aceasta, în lumea științifică există o controversă cu privire la capacitatea pădurilor seculare și naturale de a funcționa ca și captatori de carbon (Knohl et al. 2003, Luyssaert et al. 2008, Wirth et al. 2009), mulți cercetători considerând aceste păduri ca fiind mai degrabă neutre în privința fluxului de carbon. Achiziția de date experimentale din cadrul proiectului va permite clarificarea ulterioară a statutului pădurilor naturale din Europa și a comportării acestora vis-à-vis de fluxurile de GHG.

Structurarea proiectului

Proiectul se structurează pe două activități:

- prima este estimarea dinamicii stocului de carbon aerian în pădurile studiate. Această activitate va aduce cunoștințe despre capacitatea de stocare a carbonului pădurilor și de sensibilitatea față de managementul forestier. În mod special, se va estima stocarea de carbon în păduri naturale, un element de noutate foarte așteptat de comunitatea științifică din acest domeniu, pentru că raritatea acestui tip de păduri a limitat disponibilitatea unor estimări, în ciuda faptului că ele reprezintă un punct de referință foarte util.
- a doua activitate privește monitoringul fluxurilor gazelor cu efect de seră din pădure. Acest tip de monitoring rămâne destul de rar, din cauza faptului că cere un echipament și o investiție mare de timp. Măsurătorile sunt complementare, deoarece analiza stocării carbonului descrie în mod amănunțit stocarea sau fluxurile de carbon la nivel suprateran, partea subterană rămânând descoperită fără analiza emisiilor gazelor GHG din sol.

Rezultate

Proiectul a propus realizarea unui studiu pentru care observațiile de teren sunt foarte rare, chiar la nivel internațional. Ca urmare, unul din scopuri proiectului era realizarea acestor măsurători, și prelucrarea lor. Așadar prelevarea și măsurarea probelor din teren reprezintă o parte importantă ai proiectului, care a fost afectată de reducerea bugetului anului 2015.

Strategia a fost de a se concentra asupra activităților de diseminare și publicare, și de a asigura continuitatea în măsurătorile programate pe cât posibil.

Monitorizarea fluxurilor gazelor cu efect de seră

Bugetul foarte redus în anul 2015 a impus niște constrângeri foarte mari asupra posibilităților de lucru. Prin esență, monitorizarea constă în deplasări numeroase pe teren prin care sunt prelevate probele dorite. Reducerea drastică a bugetului anului 2015 a condus la rarificarea eșantionajului.

Astfel eșantionajul nu a putut fi realizat în mod optimal pentru majoritatea suprafețelor de probă pentru care obiectivul de monitorizare era propus. Sperăm că finanțarea din anul 2016 va corecta această situație care dăunează calității rezultatelor care pot fi obținute.

În condițiile în care bugetul nu a permis funcționarea pe tot anul a cromatografului, strategia a fost de a colecta pe cât posibil probele de pe teren, urmând a fi analizate o dată ce sunt adunate suficient de multe probe pentru ca pornirea cromatografului să fie justificată. Pornirea cromatografului într-adevăr presupune consumul gazelor care permit funcționarea aparatului, și gazelor de referință. Consumul care reprezintă funcționarea continuă a aparatului nu putea fi acoperit de bugetul redus acordat. Crearea unei noi etape a proiectului a oferit, în schimb, posibilitatea de a ajusta planificarea proiectului, astfel încât măsurătorile de laborator vor fi concentrate în faza viitoare iar monitorizarea pe teren rămâne activă.

Monitorizarea fluxurilor în pădure de fag

Eșantionajul gazelor cu efect de seră din sol a fost realizat în conformitate cu planul și fără a fi redus în frecvență.

Probele au fost colectate o dată pe lună în perioada de vegetație, ceea ce reprezintă un total de 386 de probe culese. Conform metodologiei, prelevarea probelor de gaze este însoțită de măsurarea temperaturii solului și a aerului. Probele au fost transmise la laboratorul de analiză, urmând a fi măsurate.

Monitorizarea fluxurilor în pădure de molid

Eșantionajul gazelor cu efect de seră din sol a fost realizat în conformitate cu planul și bugetul alocat.

Suprafețele de probă au fost menținute în condiții de lucru dar se deploră o acțiune de rea voință prin care o suprafața de probă a fost parțial sabotată, inelele camerelor de respirație care rămân în sol fiind scoși. Deplasarea acestor inele conduce la emisii ne-regulate de gaze deoarece structura solului este perturbată de mișcarea inelelor. Consecința așteptată este creșterea nivelului de emisii, probabil pe o durată de două luni, dar regimul pluviometric poate influența durata perioadei de perturbare.

Monitorizarea fluxurilor în Pășuni împădurite

Eșantionajul gazelor cu efect de seră din sol a fost realizat în conformitate cu planul și bugetul alocat.

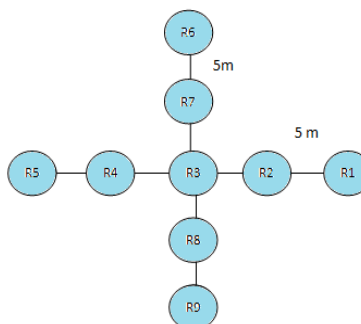
Accesibilitatea mai ridicată a suprafețelor a permis un eșantionaj mai susținut.

Astfel s-au prelevat $7 \times 48 = 336$ fiole de gaze. Acoperirea temporală a fost foarte bună și va permite documentarea cantitativă a fluctuațiilor emisiilor gazelor cu efect de seră, în comparație cu suprafețe situate în pădure.

Monitorizarea fluxurilor în zone cu regenerare

(a) Măsurarea concentrațiilor de CO₂ din sol

Monitorizarea fluxurilor de CO₂ în zone cu regenerare a fost efectuată cu ajutorul unui aparat portabil care analizează în mod direct concentrațiile de CO₂ într-o camera de dimensiuni mici amovibilă (SRC-1). Acest aparat (EGM - Environmental Gas Monitor, PP-systems, Hitchin, Hertfordshire, UK) se bazează asupra unui sensor infraroșu pentru a determina concentrația în CO₂ în camera.



Etapa determinării concentrațiilor de CO₂ de la suprafața

solului reprezintă activitatea de teren cea mai intensă, datorită măsurătorilor periodice care se fac. Măsurătorile au loc bilunar iar pentru fiecare suprafață de probă se iau câte nouă repetiții, situate la 5 metri una de alta (cf. figura de sus). Cu o săptămână înainte de a începe măsurătorile au fost materializate în teren pozițiile, prin amplasarea a câte nouă tăruși din lemn pentru fiecare SP, tocmai pentru a evita perturbarea solului când revenim să facem o nouă serie de măsurători și totodată de a păstra poziția inițială de măsurare. O serie de măsurători (972 citiri) durează aproximativ 2-3 zile, în funcție și de starea vremii și accesibilitate. Măsurătorile se fac între orele 9.00-16.00, considerându-se din literatura de specialitate nesemnificativă variația fluxului diurn la nivelul pădurii. Aparatul măsoară pentru fiecare repetiție timp de 2 minute, concentrațiile de CO₂ din sol. Pentru fiecare repetiție au loc determinări de temperatura și umiditate din sol și atmosferă (cu ajutorul unei sonde TDR), utile pentru ulterioarele determinări și analize de fluxuri în raport cu parametri climatici. Forma primară a datelor descărcate din EGM-4.

```

; EGM-4 Data
; SoftwareVersion=1.05
; Plot RecNo Day Month Hour Min CO2 Ref mb Ref mbR Temp
01 0001 01 04 10 42 00437 09.7 +17.2 0000
01 0002 01 04 10 42 00440 09.7 +17.2 0000
01 0003 01 04 10 42 00444 09.7 +17.3 0000
01 0004 01 04 10 42 00447 09.8 +17.3 0000
01 0005 01 04 10 42 00449 09.8 +17.3 0000
01 0006 01 04 10 42 00453 09.8 +17.4 0000
01 0007 01 04 10 42 00456 09.8 +17.3 0000
01 0008 01 04 10 42 00458 09.9 +17.4 0000
01 0009 01 04 10 43 00461 09.9 +17.4 0000
01 0010 01 04 10 43 00464 09.9 +17.4 0000
01 0011 01 04 10 43 00467 10.0 +17.4 0000
01 0012 01 04 10 43 00469 10.0 +17.4 0000
01 0013 01 04 10 43 00471 10.1 +17.5 0000
01 0014 01 04 10 43 00472 10.2 +17.5 0000
01 0015 01 04 10 43 00474 10.2 +17.5 0000
01 0016 01 04 10 43 00476 10.2 +17.5 0000
01 0017 01 04 10 43 00479 10.3 +17.5 0000
01 0018 01 04 10 43 00481 10.3 +17.5 0000
01 0019 01 04 10 43 00483 10.3 +17.5 0000
01 0020 01 04 10 43 00486 10.4 +17.6 0000
01 0021 01 04 10 44 00487 10.5 +17.6 0000
01 0022 01 04 10 44 00490 10.5 +17.5 0000

```

(b) Determinarea fluxului de CO₂ din sol

Măsurarea concentrațiilor de CO₂ folosind aparatul EGM-4 și camera SRC 1 se încadrează în tehnica camerelor dinamic închise, prin care fluxul de CO₂ este calculat ca rata de creștere din interiorul camerei în unitatea de timp. (PP Systems, 2012), relația generală fiind:

$$R = \frac{(C_n - C_o) * V}{T_n * A}$$

Unde,

R - asimilația sau fluxul de CO₂ pe unitatea de suprafață în unitatea de timp

Co – concentrația de CO₂ la T=0;

Cn – concentrația de CO₂ la T=120 secunde;

A - aria expusă a solului pentru măsurarea asimilației (m²);

V – volumul total al sistemului (camerei de respirație) (m³).

Notând: dC/dT=b (ppm/sec) și avem formula finală:

$$R = b * \frac{P}{1000} * \frac{273.15}{273.15 + T_c} * \frac{44.01}{22.41} * \frac{V}{A}$$

T_c- temperatura din interiorul camerei de respirație (°C)

P – presiunea atmosferică (mb)

Pentru a converti unitatea de măsură g.m⁻².s⁻¹ în micro-mol.m⁻² s⁻¹ trebuie multiplicat cu 6.312

Petru fiecare SP se va calcula valoarea medie a fluxului de CO₂ a celor 9 repetiții unde s-au efectuat măsurătorile. Datele înregistrate cu valorile extreme din cadrul SP-ului vor ieși din calculul final.

Punerea în valoare a măsurătorilor

Măsurătorilor concentrației probelor recoltate pe teren permite estimarea intensității fluxurilor gazelor CO₂, CH₄ și N₂O. Schimbarea în concentrație a gazelor de la o probă la altă este modelată printr-un model statistic de tip non-linear (Hutchinson și Mosier, 1981).

Estimarea fluxurilor s-a efectuat cu ajutorul unui package implementat în programul R, dezvoltat anume pentru estimarea parametrilor modelului. Din ajustarea statistică se deduce intensitatea fluxurilor.

Probele recoltate în etapele precedente au fost prelucrate folosind această metoda, și s-a stabilit astfel intensitatea fluxurilor de CO₂ din soluri.

Compararea fluxurilor observate pentru suprafețe diferite permite punerea în evidență a efectului managementului forestier care este factorul principal de deosebire între suprafețele monitorizate.

Prelucrarea și rezultatele vor fi prezentate într-un articol științific care este în dezvoltare. Prezentarea rezultatelor ar putea dăuna șanselor de a publica aceste rezultate și nu vor fi divulgate în acest raport.

Sinteza

Pe activitatea de sinteza s-a pus accentul asupra unor aspecte metodologice esențiale în estimarea cantităților de carbon ce o reprezintă biomasa aeriană a arborilor, anume estimarea productivității arboretelor.

Productivitatea unui arboret forestier reprezintă intrarea principală (aproape exclusivă) a carbonului. Contribuția plantelor spontan din subetaj poate fi neglijat sub raportul cantităților de carbon. Asimilarea carbonului este realizată prin fotosinteză. Ieșirile carbonului sunt cele ocazionate de respirațiile autotrofice și heterotrofice, și de filtrarea în sol a diferitelor molecule carbonatate. Estimarea fluxurilor de carbon unui arboret forestier este foarte dificil datorită faptului că carbonul are multe forme, contribuie la o mare diversitate de molecule care intră sau iesă prin mai multe procese. Estimarea stocării și a cantităților absorbate într-un an de un arboret forestier este de asemenea foarte dificilă (variabilitatea temporală și inter-individuală este foarte mare, există de asemenea multe factori ce influențează activitatea fotosintetică a arborilor) dar există o aproximare bună prin calculul diferențelor de carbon stockat în două timpuri diferite.

Cercetările s-au concentrat asupra estimării biomasei aeriene și creșterea în biomasa a arborilor și arboretelor. Rezultatele au fost publicate în jurnalul cel mai specializat și recunoscut în domeniul: Biogeosciences (cf. § Diseminare).

Estimarea volumului și a biomasei arborilor rămâne o etapă fundamentală în estimarea stocului de carbon care o reprezintă o pădure. Această etapă se bazează asupra unor modele biomatematiche prin care elementele simple de măsurat precum diametrul bazei arborilor (referința internațională este la 1,3 m) și înălțimea totală sunt convertite în volum.

Diseminare

În faza 5 au fost publicate 3 articole ISI, și a fost realizată o prezentare a rezultatelor proiectului într-o conferință cu comitet de recenzie indexată ISI.

PointRes: An R package to analyze pointer years and components of resilience.

Marieke van der Maaten-Theunissen, Ernst van der Maaten, Olivier Bouriaud

Articolul prezintă un package dezvoltat pentru platforma R care permite analiza anilor caracteristici și care calculează componentele de reziliență pentru serii dendrocronologice.

Fiecare an caracteristic poate fi detectat și identificat în baza a două metode diferite bine stabilite:

(i) normalizarea creșteri în baza a unor ferestre mobile, (ii) schimbări de creștere relative. În plus, package-ul furnizează estimări componentelor de reziliență definite în cadrul articolului de referință Lioret et al. 2013.

Analiza anilor caracteristici și a componentelor de reziliență furnizează informații cuantitative asupra creșterii radiale arborilor și a sensibilitatea lor față de condițiile climatologice extreme. În contextul schimbărilor climatice, având în vedere o probabilă creștere a frecvența unor evenimente climatice extreme, acest tip de informație este foarte relevant.

Dacă scopul principal al acestui package este de a fi aplicat unor serii dendrocronologice, se subliniază faptul că poate fi aplicat în general la orice serie temporală cu pas de observație constant.

Dendrochronologia 06/2015; 35:34-38. DOI:10.1016/j.dendro.2015.05.006 · 1.80 Impact Factor

Influence of wood density in tree-ring based annual productivity assessments and its errors in Norway spruce

O. Bouriaud, M. Teodosiu, A. V. Kirilyanov, C. Wirth

Biogeosciences Discussions 04/2015; 12(8):5871-5905. DOI:10.5194/bgd-12-5871-2015

Estimarea creșteri în biomasă a arborilor a fost de totdeauna bazată asupra unor măsurători simple precum diametrul înălțimea lor. Aceste măsurători descriu în mod simplu grosimea arborilor în mod unidimensional, care trebuie convertit printr-un model statistic în valori tridimensionale (volum). Modele care fac această conversie sunt numite modele alometrice. Volumul arborilor poate fi estimat cu un grad de precizie satisfăcător în baza acestor variabile. Dar masa care o reprezintă carbonul nu este legată direct de volum, doi factori de conversie fiind necesari: primul este densitatea lemnului, al doilea raportul între masa totală a lemnului și masa carbonului. Literatura de specialitate arată faptul că folosirea unui model de volum introduce erori în estimările de volum realizate. De asemenea estimarea densității lemnului este însoțită de erori. Ipoteza că erorile sunt amplificate sau se compensează a fost emisă de mai de mult dar nu a fost demonstrată niciodată.

Scopul cercetărilor realizate a fost de a determina dacă variabilitatea temporală (anuală) a densității lemnului poate compensa, sau dimpotrivă amplifica variațiile creșterilor radiale ale arborilor, și a de cuantifica impactul fiecăruia asupra estimărilor anuale de creștere în biomasă. Mai mult, acest studiu a comparat erorilor generate prin folosirea unor modele alometrice pentru volumul și pentru densitatea lemnului, și a demonstrat faptul că erorile generate pentru fiecare arbore dintr-o suprafața de probă se compensează. Altfel s-a demonstrat, pentru prima dată, faptul că erorile de estimare a productivității nu reprezintă mai multe decât 40% din valorile estimate, ceea ce este mult mai puțin decât cifra ce se aștepta.

Biogeosciences 10/2015; 12(20):6205-6217. doi:10.5194/bg-12-6205-2015 · 3.97 Impact Factor

Publicații viitoare

2 articole sunt în formă finală sau cvazi finală și vor fi trimiși spre evaluare în jurnale de specialitate ISI într-un interval de timp foarte scurt.

3 alte articole sunt în curs de redactare într-un stadiu mai puțin avansat dar vor fi trimiși spre evaluare în cursul fazei viitoare.

Se va participa la o conferință internațională pentru care lucrarea propusă a fost acceptată.

Concluzii și direcții viitoare de cercetare

Pentru unul din aspectele esențiale ale proiectului, monitorizarea fluxurilor gazelor cu efect de seră, condițiile optime de funcționare nu au fost întrunite din cauza reducerii severe a bugetului, care conduce la întârzieri în furnizarea rezultatelor. Suplimentarea tardivă a bugetului nu a putut compensa acest lucru.

Lucrările realizate în cadrul proiectului au fost adaptate pentru a ține cont atât de reducerea bugetul fazei cât și de avantajul care îl reprezintă crearea unei faze noi. Astfel, am mai pus accentul asupra realizării unor măsurători, a căror lipsă pe plan internațional a stat la baza fundamentării acestui proiect.

Faza viitoare va fi mai mult centrată asupra prelucrării și publicării rezultatelor obținute în această fază.

În științele forestiere ritmul de publicare nu este foarte ridicat, între altele din cauza duratei minime de măsurare care o impun pădurile și ciclul lor de vegetație. Numărul de articole ISI publicate în baza proiectului a atins deja cel propus, și va crește semnificativ în faza viitoare.