



Universitatea
Transilvania
din Brașov

FACULTATEA DE SILVICULTURĂ
ȘI EXPLOATĂRI FORESTIERE

**STUDIUL FACTORILOR BIOTICI ȘI ABIOTICI CE CONTROLEAZĂ
DESCOMPUNEREA LEMNULUI MORT ȘI CONTRIBUȚIA ACESTUIA LA
STOCUL DE CARBON ÎN PĂDURI VIRGINE (cod PN-III-P4-ID-PCE-2020-
2696, acronim DEWOOD)**

**ETAPA I: Cuantificarea carbonului stocat în lemnul mort și instalarea
experimentului**

Raport științific și tehnic

Etapa de execuție nr. 1/2021

Contract nr. PCE 98/2021

Director proiect: Dr. ing. Ion Cătălin Petrișan

Rezumatul etapei

Pentru anul 2021, **proiectul Studiul factorilor biotici și abiotici ce controlează descompunerea lemnului mort și contribuția acestuia la stocul de carbon în păduri virgine (DEWOOD)** a avut prevăzută o singură etapă ce acoperă 12 luni, al cărei obiectiv a fost cuantificarea cantității de carbon stocat în lemnul mort din pădurea seculară Șinca, precum și instalarea experimentului în vederea determinării factorilor care influențează descompunerea lemnului mort. Etapa a inclus 15 activități grupate pe 4 direcții de lucru:

- (I) Cuantificarea carbonului stocat în lemnul mort din pădurea virgină Șinca (activități: inventarierea lemnului mort, determinarea densității lemnului mort, măsurarea conținutului de carbon din lemnul mort)
- (II) Instalarea experimentului de descompunere a lemnului mort (activități: instalarea senzorilor de temperatură și umiditate, a stației meteo și a colarelor, colectarea și prepararea probelor de lemn, instalarea colarelor PVC pe lemnul mort acoperit de mușchi, pregătirea experimentului de incubare pe teren, măsurători ale pierderii de masă lemnoasă și a respirației probelor de lemn, măsurarea respirației lemnului mort natural, estimarea momentului morții arborilor)
- (III) Studiarea insectelor implicate în procesul de descompunere a lemnului mort (instalarea colectoarelor de insecte, colectarea acestora, precum și identificarea lor în laborator)
- (IV) Diseminarea rezultatelor (**1 articol ISI publicat** în revista *Forest Ecology and Management*, **1 articol ISI trimis spre evaluare** la revista *Forests* care se află în stadiul „under review”, **4 lucrări prezentate la conferințe internaționale**, **o lucrare de disertație** susținută în iunie 2021, realizarea **site-ului proiectului** pe pagina instituției ce realizează implementarea proiectului, prezentarea proiectului pe portalul researchgate.net)

Obiectivele și activitățile asumate pentru anul 2021 au fost realizate integral. Prezentul raport include o prezentare a principalelor rezultate obținute în cadrul proiectului în etapa I – 2021.

Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor etapei și gradul de realizarea a obiectivelor - se vor indica rezultatele si modul de diseminare a rezultatelor.

(I) Cuantificarea carbonului stocat în lemnul mort

În pădurile virgine, lemnul mort reprezintă o componentă importantă a ecosistemului forestier. Acesta este un rezervor capital de substanțe nutritive și carbon, responsabil pentru mai multe funcții ale ecosistemului (Christensen et al., 2005; Di Cosmo et al., 2013; Harmon et al., 1986; Hermann and Bauhus, 2018), fiind o sursă importantă de hrană și habitat pentru numeroase specii de bacterii, ciuperci, briofite, artropode, păsări și mamifere (Ódor et al., 2006; Stokland et al., 2012), precum și pentru specii rare, pe cale de dispariție (Persiani et al. 2015).

Inventarierea lemnului mort în pădure se face, de regulă, prin împărțirea acestuia în două categorii: lemn mort pe picior și lemn mort culcat. Pentru fiecare categorie se face măsurarea acestora și încadrarea vizuală în mai multe clase de descompunere (Petrutan et al. 2015), bazată pe proprietățile fizice ale lemnului (Bütler et al., 2007; Weggler et al., 2012).

Majoritatea studiilor existente oferă informații despre volumul lemnului mort și distribuția acestuia pe clase de descompunere (Keren and Diaci 2018; Oettel et al., 2020; Petrutan et al. 2015, Öder et al. 2021), puține dintre ele oferind informații despre stocul de carbon stocat sub forma de lemn mort (Přívěťový et al., 2017; Weggler et al., 2012; Seedre et al., 2015; Seedre et al., 2020). Astfel de informații sunt cu foarte prețioase, mai ales dat fiind faptul că estimarea carbonului stocat în lemnul mort este o cerință de raportare pentru Protocolul Kyoto (Tobin et al., 2007), lemnul mort fiind unul din cele cinci rezervoare (pools) de carbon, care trebuie prezentate în rapoartele naționale LULUCF.

S-a demonstrat că utilizarea pentru convertirea volumului de lemn mort în biomasă a unei valori unice pentru densitatea convențională a lemnului indiferent de gradul de descompunere a lemnului mort conduce fie la sub-, fie la supraestimarea cantității de biomasă (Di Cosmo et al., 2013; Merganičová and Merganič, 2010; Weggler et al., 2012). De aceea se recomandă să se utilizeze câte o valoare medie a densității lemnului mort pentru fiecare clasă de descompunere (Petrillo et al., 2015; Seedre et al., 2013). Dat fiind că densitatea convențională a lemnului mort din diferite clase poate varia în funcție de condițiile de mediu, pentru o estimare cât mai precisă este nevoie de o determinare locală a acestor valori.

Ca urmare, în proiectul DEWOOD, s-a realizat atât o inventariere a lemnului mort cât și o determinare cât mai precisă a densității lemnului mort pe picior și culcat pe clase de descompunere. În acest sens, au fost definite 5 clase de descompunere conform Weggler et al. (2012) (tabelul 1).

Tabelul 1. Clasele de descompunere conform clasificării făcută de Weggler et al. (2011)

Clasa de descompunere	Descriere
A	Lemn mort proaspăt verde (cambiu eventual încă viu)
B	Lemn mort tare (fără sevă, cuțitul intră foarte greu în lemn în direcția fibrelor)
C	Lemn mort mai moale, cuțitul intră în direcția fibrelor ușor (> 1 cm adâncime), dar nu și în direcția perpendiculară pe fibre
D	Lemn mort moale, cuțitul intră și perpendicular pe direcția fibrelor ușor (> 1 cm adâncime)
E	Lemn foarte moale sau pulbere (praf), abia se mai ține împreună

Folosind metodologia propusă de Teodosiu și Bouriaud (2012), un număr de circa 15 piese de lemn mort pentru fiecare specie (brad și fag), categorie de lemn mort (pe picior și culcat) și clasă de descompunere au fost alese randomizat. Pentru lemnul pe picior doar primele trei clase de descompunere au fost găsite. De la arborii morți pe picior au fost extrase carote, fie cu un burghiu cu diametrul interior de 5 mm pentru primele clase de descompunere, fie cu burghiul de 12 mm diametru pentru ultima clasă de descompunere. Carotele au fost extrase de la 1,30 m înălțime. Pentru lemnul culcat, au fost extrase carote cu burghiul de 5 mm diametru pentru clasa A, pentru clasele B și C s-a utilizat burghiul cu diametrul de 12 mm, iar pentru clasa D de descompunere s-a tăiat un paralelipiped căruia i s-au măsurat dimensiunile. Din lemnul mort culcat din clasa E de descompunere, proba a fost preluată cu ajutorul unui tub cilindric cu diametrul de 5 cm. Volumul fiecărei probe s-a determinat fie cu formula volumului cilindrului în funcție de diametrul interior al burghiului și de lungimea carotei, fie cu cea a volumului paralelipipedului, în cazul clasei a patra de descompunere.

Toate probele au fost închise ermetic în pungi de plastic imediat după recoltare pentru a nu se pierde din umiditatea probei. Probele au fost cântărite cât mai curând după recoltare cu o balanță de precizie existentă în cadrul Institutului de Cercetare Dezvoltare al Universității, au fost uscate la 105°C pentru 48 de ore după care s-au recântărit pentru a putea determina masa uscată. Pentru fiecare probă s-a determinat masa verde, masa uscată, procentul de putregai și umiditatea. Densitatea convențională a probelor a fost determinată ca raport între masa uscată și volumul verde al probei.

Pentru cuantificarea volumului de lemn mort din pădurea virgină de la Șinca, a fost inventariat lemnul mort în 21 suprafețe de probă de 35 x35 m, distribuite randomizat. În fiecare suprafață de probă a fost inventariat lemnul mort pe picior cu un diametru de bază ≥ 6 cm și lemnul mort culcat cu un diametru la capătul gros ≥ 15 cm și o lungime ≥ 3 m (Petritan et al 2015, Vasile et al. 2017). Fiecare piesă în parte a fost încadrată într-o clasă de descompunere conform descrierii din Tabelul 1. Pentru arborii pe picior, s-a determinat specia, s-a măsurat diametrul de bază și înălțimea, iar pentru pieselor de lemn mort culcat, pe lângă determinarea speciei, s-au măsurat lungimea piesei aflată în cadrul suprafeței de probă și diametrele la cele două capete.

Volumul fiecărei piese inventariate a fost calculat fie cu formula unui trunchi de con pentru lemnul mort culcat fie cu formula de determinare a volumului arborilor pe picior elaborată de Giurgiu și Drăghiciu (2004).

Variația interspecifică a densității convenționale a lemnului mort pe clase de descompunere

Densitatea convențională medie a ambelor specii a descrescut semnificativ de la clasa cea mai puțin descompusă de lemn mort către cea cu gradul cel mai mare de descompunere (Fig. 1). Această descreștere a fost mult mai pronunțată pentru fag, decât pentru brad. Astfel, în timp ce la fag, diferențele privind densitatea convențională au fost semnificative între toate cele trei clase de descompunere definite pentru arborii morți pe picior, în cazul bradului, nu au fost găsite diferențe semnificative între cele trei clase. În ceea ce privește lemnul mort culcat, descreșterea densității convenționale de la clasa A la clasa E a fost mult mai mare în cazul fagului (68%) decât în cazul bradului (55%). Acest fapt s-a datorat diferențelor semnificative între densitatea convențională a lemnului între cele două specii în prima clasă de descompunere (486 kg m⁻³ densitatea medie a lemnului mort culcat de fag în clasa A, față de numai 359 kg m⁻³ pentru brad) și a estompării acestei diferențe interspecifice pentru lemnul mort culcat aflat în clasa cu cel mai mare grad de descompunere (151 kg m⁻³ densitatea fagului în clasa E și 161 kg m⁻³, densitatea bradului).

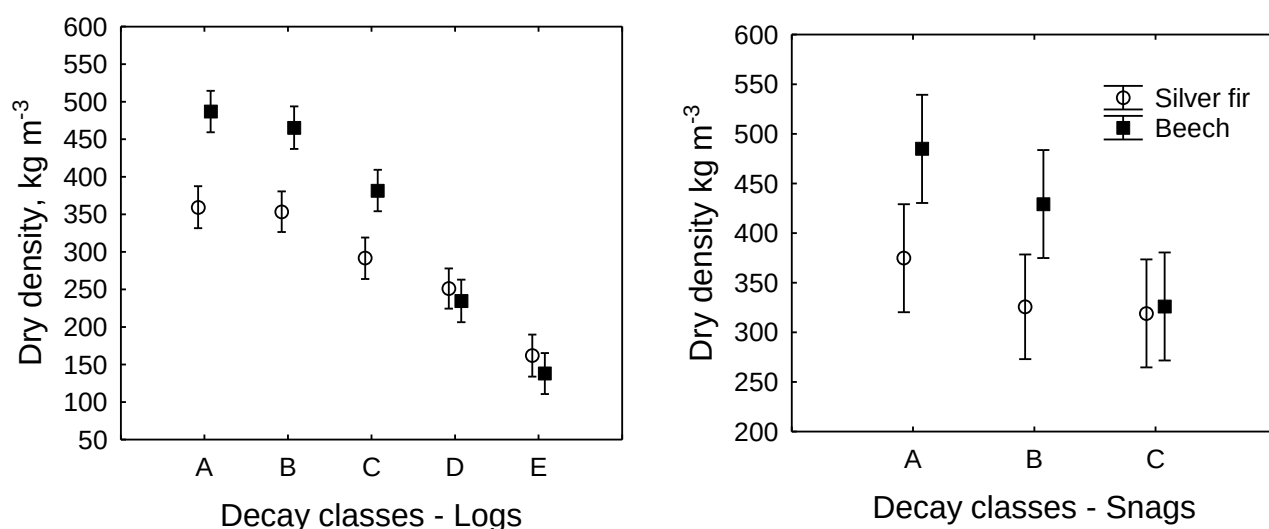


Figura 1. Distribuția densității convenționale (Dry density, kg m⁻³) a lemnului mort culcat (Logs) și a lemnului mort pe picior (Snags) pe clase de descompunere (Decay classes), pentru cele două specii (fag- beech, brad- silver fir) (A- lemn mort proaspăt, E- lemn mort puternic descompus)

Pe baza datelor obținute din inventarierea lemnului mort culcat și pe picior din cele 21 de suprafețe de probă distribuite randomizat a fost calculat volumul de lemn mort pe cele două categorii de lemn mort (culcat și pe picior), pentru fiecare din cele două specii existente și pentru fiecare clasă de descompunere. Prin înmulțirea volumului obținut cu densitatea convențională medie determinată pentru fiecare specie, categorie de lemn mort și clasă de

descompunere, a fost estimată cantitatea de biomasă stocată sub formă de lemn mort în suprafețele de probă inventariate, a cărei distribuții pe clase de descompunere este redată în Figura 2.

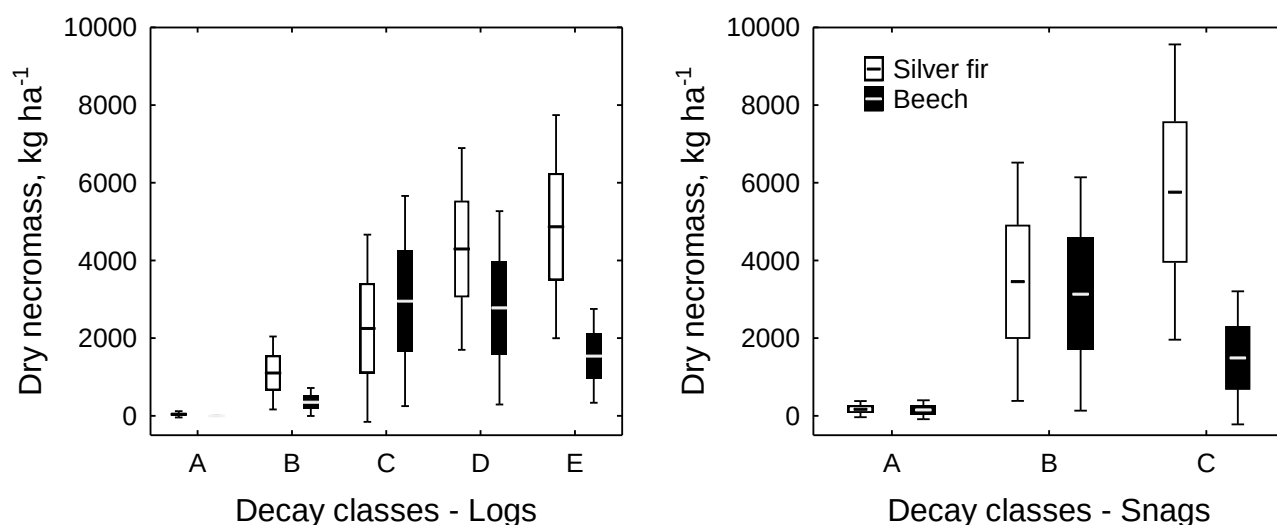


Figura 2. Distribuția biomasei stocate sub formă de lemn mort culcat (Logs), lemn mort pe picior (Snags), pe clase de descompunere (decay classes) și pe cele două specii (fag- beech, brad- silver fir).

Valoarea medie a biomasei totale stocate sub formă de lemn mort în pădurea virgină de la Șinca a fost de 34.4 ± 5.1 t ha⁻¹, variind de la 0.77 la 89.12 t ha⁻¹. Din cantitatea de biomasă stocată sub forma lemnului mort 64 % este reprezentată de specia brad și 59% de lemnul mort căzut pe sol (tabelul 2).

Tabelul 2. Biomasa (t ha⁻¹) stocată sub forma de lemn mort pe cele două categorii de lemn mort și pe cele două specii (medie $\pm$ eroarea standard a mediei, minim - maxim)

	Fag	Brad	Total
Lemn mort total	12.43 ± 2.66 (0.05 -37.39)	21.95 ± 3.75 (0-60.67)	34.38 ± 5.09 (0.77±89.12)
Lemn mort culcat	7.64 ± 1.98 (0-28.9)	12.57 ± 2.4 (0-36.78)	20.2 ± 3.51 (0.46-79.53)
Lemn mort pe picior	4.79 ± 1.92 (0-34.59)	9.39 ± 2.40 (0-41.12)	14.18 ± 2.96 (0-44.89)

Convertirea cantității de biomasă în stocul de carbon s-a realizat folosind o valoare medie a concentrației de carbon de 46,3 % pentru fag și de 47,2 % pentru brad (valori determinate pe baza eșantioanelor recoltate în proiect). **Tabelul 3. Cantitatea de C (t ha⁻¹) stocat sub formă de lemn mort în pădurea de la Șinca (medie $\pm$ eroarea standard a mediei, minim - maxim)**

Carbon (t ha ⁻¹)	Fag	Brad	Total
Lemn mort total	5.75 ± 1.23 (0.02-17.31)	10.36 ± 1.77 (0 -28.34)	16.12 ± 2.39 (0.36-41.77)
Lemn mort culcat	3.54 ± 0.91 (0-13.38)	5.93 ± 1.13 (0-17.36)	9.47 ± 1.64 (0.21-28.05)
Lemn mort pe picior	2.22 ± 0.89 (0-16.02)	4.43 ± 1.13 (0-19.41)	6.65 ± 1.39 (0-21.15)

S-a obținut astfel o valoare medie a cantității de carbon stocat sub forma de lemn mort în pădurea virgină de amestec de la Șinca, de $16,12 \pm 2.39$ (t ha⁻¹) (tabelul 3).

În figura 3, s-a prezentat distribuția cantității de carbon stocat în lemn mort pe cele două categorii și specii, în funcție de volumul arborilor vii din fiecare suprafață de probă. După cum se poate constata nu există o corelație între cele două variabile.

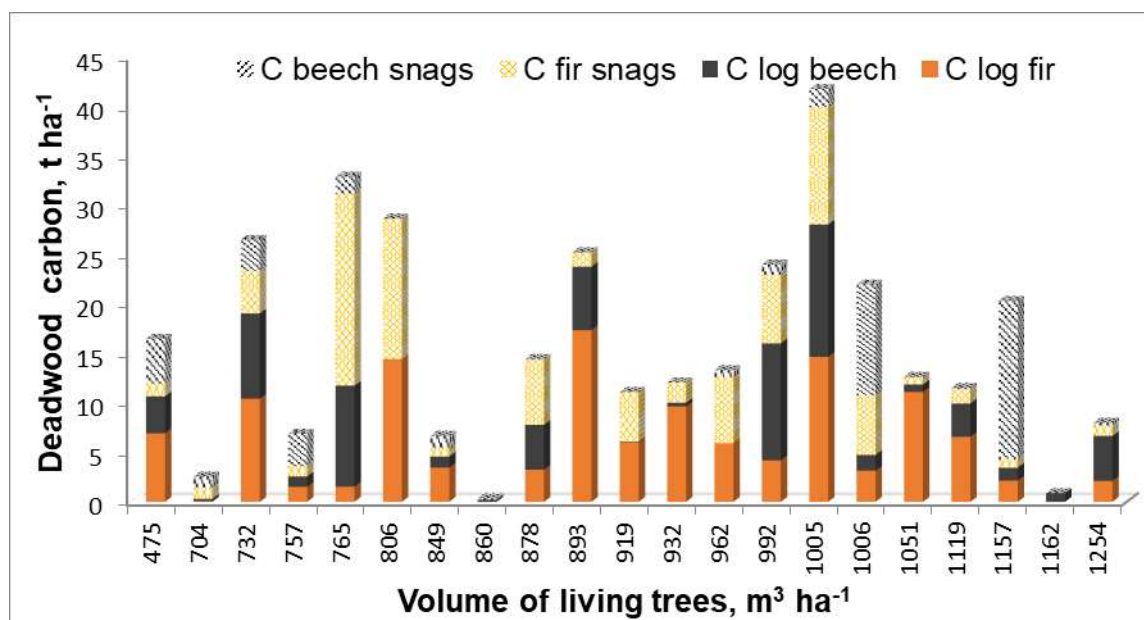


Figura 3. Cantitatea de C stocată în lemn mort (deadwood carbon) în funcție de volumul total al arborilor vii (Volume of living trees).

(II) Instalarea experimentului de descompunere a lemnului mort, precum și măsurarea respirației acestuia

Pentru a monitoriza dinamica pe termen lung a descompunerii lemnului mort, am urmat metoda propusă de Freschet et al. (2012). Am început evaluarea efectului variației climatice sezoniere asupra descompunerii lemnului mort prin modelarea independentă a ratelor de descompunere a lemnului mort luând în considerare 4 puncte în timp (vară, toamnă, iarnă și primăvară). Metoda a constatat în incubarea unor bucăți de bușteni aflați într-un stadiu de descompunere cunoscut. În vara anului 2021 am selectat câte 5 trunchiuri cu o lungime de 60 cm pentru clasa de mărime de 25 cm diametru pentru fiecare replicație (am optat pentru varianta cu 5 replicații pentru fiecare suprafață), pentru 3 clase de descompunere a fiecărei specii (brad vs. fag) în 3 suprafețe de probă. Apoi fiecare trunchi a fost împărțit în 6 secțiuni în total, 5 destinate pentru incubarea în teren și 1 pentru analiza chimică (10 cm fiecare). Biomasa uscată și volumul celei de-a 6-a secțiuni au fost măsurate în laborator, în timp ce un subeșantionaj din aceasta a fost extras și pregătit pentru a fi trimis la un laborator în Bilbao pentru a se determina anul următor proprietățile chimice. Pentru lemnul mort de dimensiuni reduse am optat pentru alte două clase de mărime și anume pentru clasa de 10 cm diametru și 1 cm diametru. Pentru fiecare astfel de

clasă de mărime, câte 5 bucăți per replicație (în total 5 replicații pe suprafața de probă) pentru 3 clase de descompunere a fiecărei specii (brad vs. fag) au fost instalate în fiecare suprafață de probă. Pentru a monitoriza în permanență temperatura și umiditatea lemnului mort am instalat în fiecare bloc experimental din fiecare suprafață, senzori de măsurare a umidității și a temperaturii (TEROS 11) pe trunchiurile de 25 cm, precum și senzori de măsurare a temperaturii la diferite adâncimii ale solului (0 și 15 cm adâncime) senzori TSM-4.



Figura 4. (a) Instalarea pieselor de 25 cm, 10 cm și 1 cm diametru; (b) Instalarea senzorilor de temperatură și umiditate pe trunchiurile de lemn mort și în sol; (c) Măsurarea fluxului de CO₂ folosind ERGM 4 și ERGM 5 cu diferite camere de respirație atașate; (d) instalarea senzorilor de temperatură și umiditate pe piesele de 10 cm acoperite cu mușchi.

Senzorii TERSOS 11 au necesitat și cuplarea acestora la datalogeri și au fost setați să măsoare din oră în oră umiditatea și temperatura. Pentru măsurarea fluxului de CO₂ eliberat de fiecare trunchi din fiecare specie și clasă de descompunere am montat colare PVC de 10 cm diametru și am măsurat în luna iulie, octombrie și decembrie respirația acestora (încă o campanie de măsurare va fi efectuată în primăvara lui 2022).

În vederea estimării emisiilor de CO₂ provenite de la arborii morți culcați mai groși, am atașat un total de 30 coliere din PVC cu diametrul de 10 cm pe arbori morți de mari dimensiuni din clasele cele mai avansate de descompunere. Pe aceștia au fost instalați senzori de măsurare a

umidității și temperaturii atașati la datalogeri. Similar experimentului de incubare, am efectuat măsurători de respirație a lemnului pentru aceleași perioade sezoniere (iulie, octombrie, decembrie, ce vor fi urmate de încă o campanie de măsurare în primăvara anului următor).

Pentru fiecare specie, s-au prelevat 20 de carote de lemn cu ajutorul unui burghiu de creștere (5 mm diametru) de la arbori vii cu ajutorul cărora s-a construit o cronologie de referință (master) a lățimii inelelor. Au fost deasemenea prelevate carote și de la arborii morți, în vederea determinării anului mortalității pe baza interdatării.

Rezultate preliminare ale variației diferitelor variabile studiate

Analiza componentelor principale (PCA) indică variabilele care participă cel mai mult la variația datelor și grupează eșantioanele în funcție de distribuția lor între aceste variabile. Atât în cazul eșantioanelor de *Abies alba* (fig. 5), cât și în cazul eșantioanelor de *Fagus sylvatica* (fig. 6), se poate observa o separare clară a eșantioanelor din clasa 4. Această grupare corespunde în principal unei diferențe între procentul de apă și scoarță din eșantion și respirația măsurată, o separare foarte evidentă în cazul eșantioanelor de lemn mort de fag. Variabile precum temperatura și conținutul de apă din sol rămân secundare. Separarea claselor de către PCA confirmă faptul că metodologia utilizată pentru alegerea eșantioanelor a fost corectă, în timp ce temperatura și umiditatea din sol rămân într-un plan secundar, sugerând că nicio diferență constatată între eșantioane nu ar trebui să fie o consecință directă a unui artefact de gestionare (selecția parcelelor sau o eroare de amplasament).

Abies alba

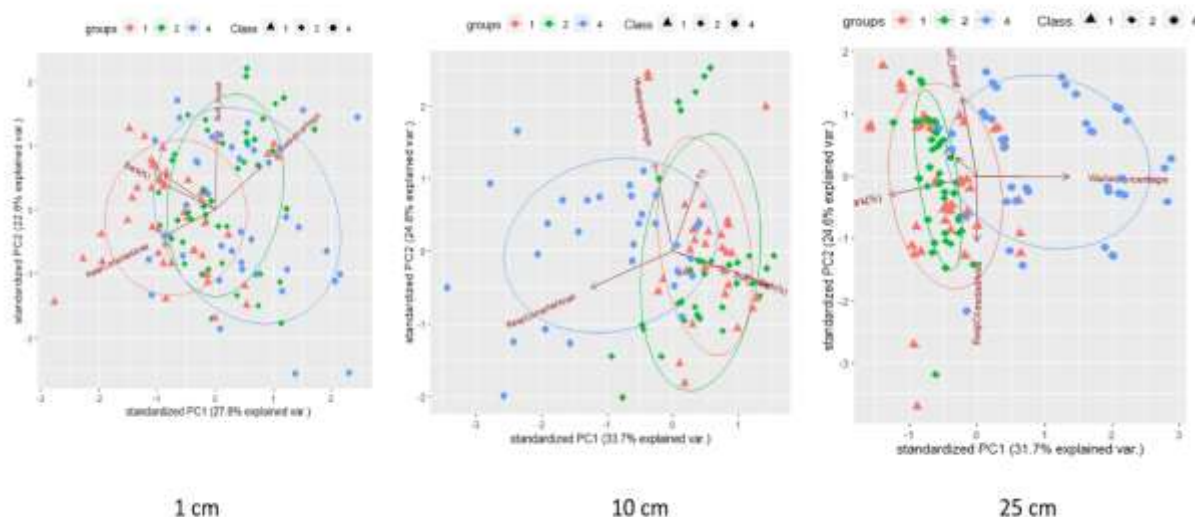


Figura 5. Analiza componentelor principale la brad. Variabilele comparate sunt procentul de apă (Water percentage (%), Temperatura (T3, °C), scoarța - Bark (%) și umiditatea solului -moisture of the soils pentru cele 3 clase de diametre studiate (1, 10 și 25 cm). Culorile reprezintă cele 3 clase de degradare (1, Red; 2, Green; 4, Blue).

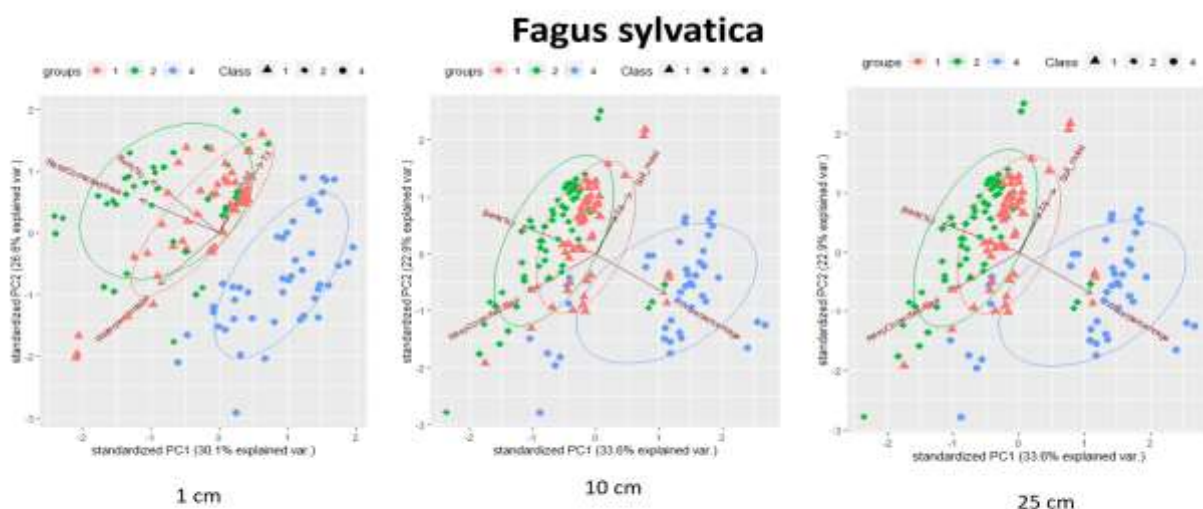


Figura 6. Analiza componentelor principale la fag. Variabilele comparate sunt procentul de apă (Water percentage (%), Temperatur (T3, °C), scoarța - Bark (%) și umiditatea solului -moisture of the soils pentru cele 3 clase de diametre studiate (1, 10 și 25 cm). Culoarele reprezintă cele 3 clase de degradare (1, Red; 2, Green; 4, Blue).

Respirația lemnului (eliberarea de CO₂ din lemnul mort)

Respirația pe cm² atât la Fag, cât și la Brad este un factor important pentru separare, ceea ce confirmă obiectul acestui studiu; cu toate acestea, eșantioanele de Brad prezintă o separare mai mică și, prin urmare, ar trebui să se aștepte diferențe mai mici de respirație între clase la această specie. Acest subiect este discutat în detaliu în paragrafele următoare.

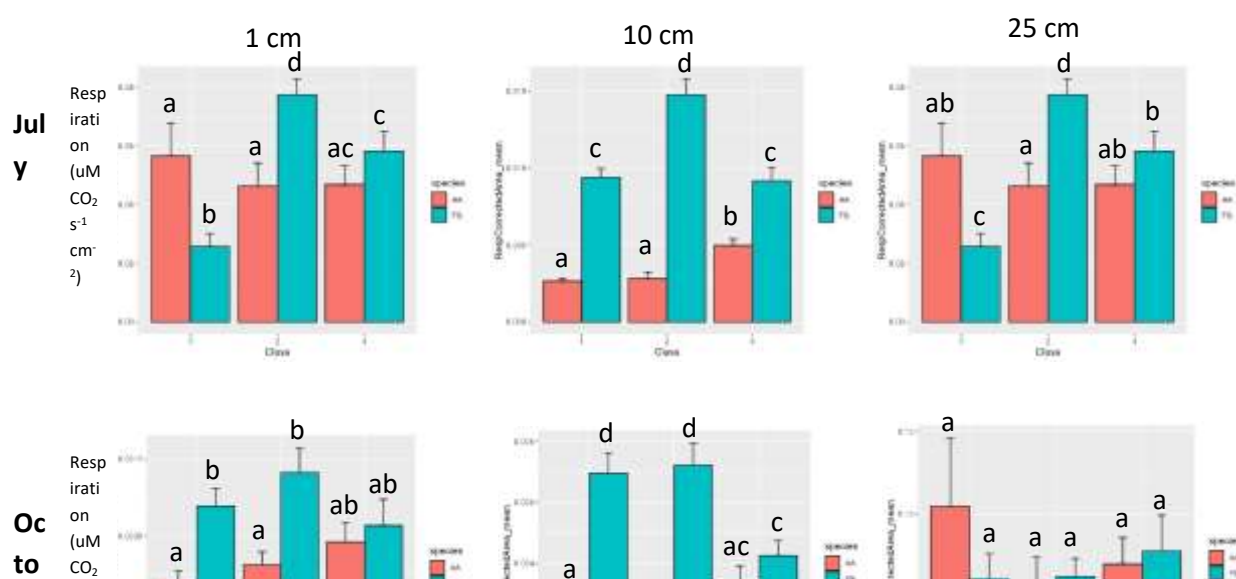


Figura 7. Respirația în $\mu\text{M CO}_2 \text{ s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ pentru cele 3 clase de diametre (1, 10 și 25 cm) pentru brad (roșu) și fag (verde) pentru cele 3 clase de descompunere (1, 2 and 4). Literele diferite indică diferențe semnificative pentru $p < 0.05$ conform Wilcoxon signed-rank test.

După cum se cunoaște din literatura de specialitate, se aștepta o rată de respirație mai mare la Fag. De asemenea, pe măsură ce temperatura scade, era de așteptat o rată de respirație mai mică în timpul toamnei. Rezultatele arată rate de respirație corespunzătoare în iulie și octombrie, însă interacțiunile dintre clase și diametre par a fi mult mai complexe.

În timpul verii, lemnul mort de Brad nu prezintă aproape nicio schimbare semnificativă între clase, cu o ușoară creștere în ultimele etape de descompunere. Profilul prezentat de Fag este complet diferit, toate etapele prezentând o rată de respirație mai mare decât echivalentul lor la Brad, însă diferențele dintre clase devin importante, în acest caz, lemnul mort de Fag din clasa 2 are rate de respirație mai mari, în timp ce aceasta scade în clasa 4 de descompunere.

În timpul iernii, deși rata de respirație scade de 100 de ori, diferențele explicate mai sus se aplică în continuare. Cu toate acestea, buștenii de 25 cm nu numai că pierd această diferențiere, dar păstrează ratele observate în iulie, cu o variabilitate a datelor mult mai mare.

Rata de respirație mai mare a fagului se corelează cu cunoștințele preexistente, în care se explică faptul că angiospermele prezintă rate de degradare și, prin urmare, de respirație mai mari decât gimnospermele, din cauza trăsăturilor chimice și fizice diferite. Cu toate acestea, creșterea respirației în clasa 2 apare doar în cazul lemnului mort de Brad. Acest lucru implică, probabil, faptul că colonizarea lemnului de Brad de către ciuperci, considerată a fi responsabilă de cel puțin 70% din respirația și degradarea totală a lemnului, este încă într-un stadiu incipient. În acest caz, trăsăturile chimice reprezintă principala barieră pentru dezvoltarea ciupercilor. Aceste trăsături chimice pot fi fie un raport C:N mai mare, fie compuși antimicrobieni recalcitranti care se găsesc în sevă. Activitatea organismelor de descompunere a lemnului va fi probabil stabilă pe o perioadă lungă de timp, în timp ce activitatea se diminuează lent, în timp ce carbonul este consumat. Cu toate acestea, lemnul de Fag prezintă o explozie a respirației în clasa a doua. Acest lucru poate fi corelat cu o pierdere a barierelor fizice care se realizează în primii ani de descompunere. Odată ce această barieră este pierdută, colonizarea ciupercilor devine explozivă, în timp ce compoziția chimică a lemnului de Fag, mai ușor de prelucrat și cu un raport C:N mai mic, o permite. Odată ce compușii accesibili și mai ușori ai lemnului sunt degradați, respirația devine mai lentă.

Diferențele comportamentului de descompunere dintre aceste două specii indică nu numai importanța uriașă și deja cunoscută a diferențelor dintre specii, ci și o variabilitate nou descoperită, în care Fagul pare mai predispus la schimbări drastice în timp și, prin urmare, la o mai mare dependență de variabilele climatice externe, cum ar fi temperatura sau umiditatea, sau chiar la deteriorări mecanice, care pot uza stratul protector extern al lemnului.

Pentru a confirma aceste afirmații, ar trebui efectuată o examinare amănunțită a caracteristicilor chimice și fizice ale lemnului celor două specii, însă, din câte arată datele, lemnul mort de Fag pare a fi mai predispus la schimbări în viitor din cauza schimbărilor climatice și a încălzirii globale.

În mod surprinzător, lemnul mort de 25 cm se comportă într-un mod complet diferit: în timp ce restul eşantioanelor prezintă o respirație de 100 de ori mai scăzută în timpul toamnei, lemnul mort de Fag și Brad cu diametrul de 25 cm prezintă o respirație stabilă, iar ratele sunt egale în toate clasele. Buștenii de 25 cm au un raport volum/suprafață mult mai mare, acest lucru poate implica faptul că schimbările externe de temperatură și umiditate sunt amortizate de structură, menținând un microclimat în interiorul bușteanului.

Pentru a verifica acest lucru, temperatura și umiditatea sunt înregistrate de senzorii Teros-11, la 10 cm în interiorul lemnului. Temperaturile sunt apoi comparate cu cele ale aerului, obținute de senzorii TMS instalați pe fiecare subparcelă.

Profilul temperaturii aerului al pădurii, deși prezintă schimbări staționale de la 23°C în iulie la 5°C în octombrie, prezintă o variație foarte mică pe parcursul zilei, variind de la 4 până la 6 grade de la noapte până la amiază. Coronamentul pădurii pare a fi, de asemenea, un amortizor foarte eficient pentru schimbările externe ale umidității, valorile acesteia aproape că nu prezintă schimbări, cu excepția evenimentelor de ploaie, unde sunt detectate vârfuri. Se poate observa o creștere generală a umidității în timp ce se apropie iarna, în timp ce Fagul din clasa 4 prezintă o umiditate generală mai mare, probabil din cauza pierderii semnificative de scoarță.

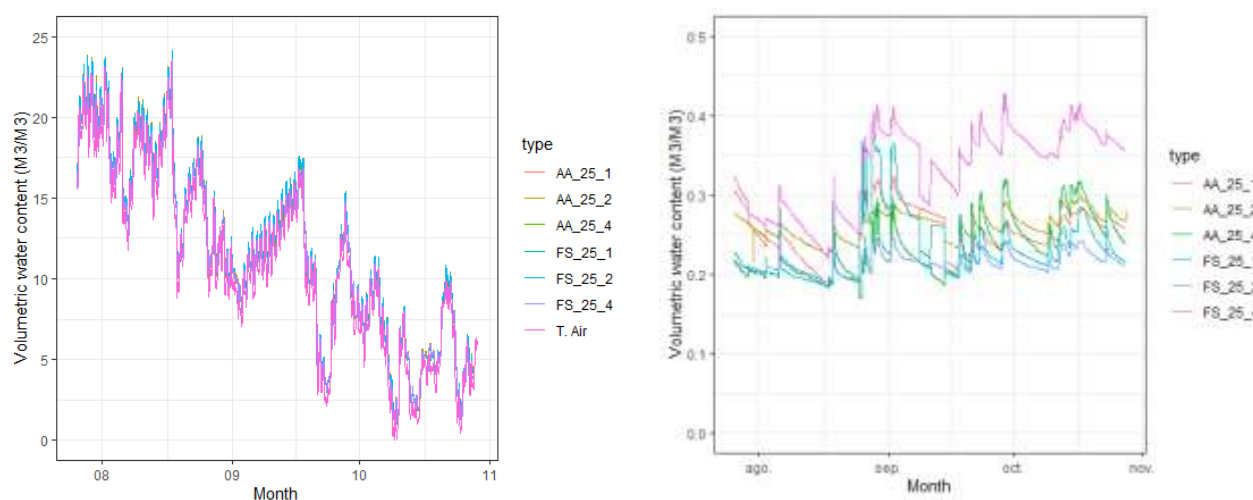


Figura 8. Temperatura în °C (stânga) și conținutul volumetric de apă (M3/M3) (dreapta) pentru fiecare specie (SS), diametru (D) și clasa de descompunere (C) măsurate din iulie până în octombrie.

În mod surprinzător, lemnul pare să nu aibă niciun efect de tamponare a temperaturii externe și copiază exact profilul observat al temperaturii aerului, ceea ce înseamnă că, dacă apar schimbări în interiorul pădurii, lemnul în sine nu acționează ca un protector, reproducând temperatura externă în mod exact.

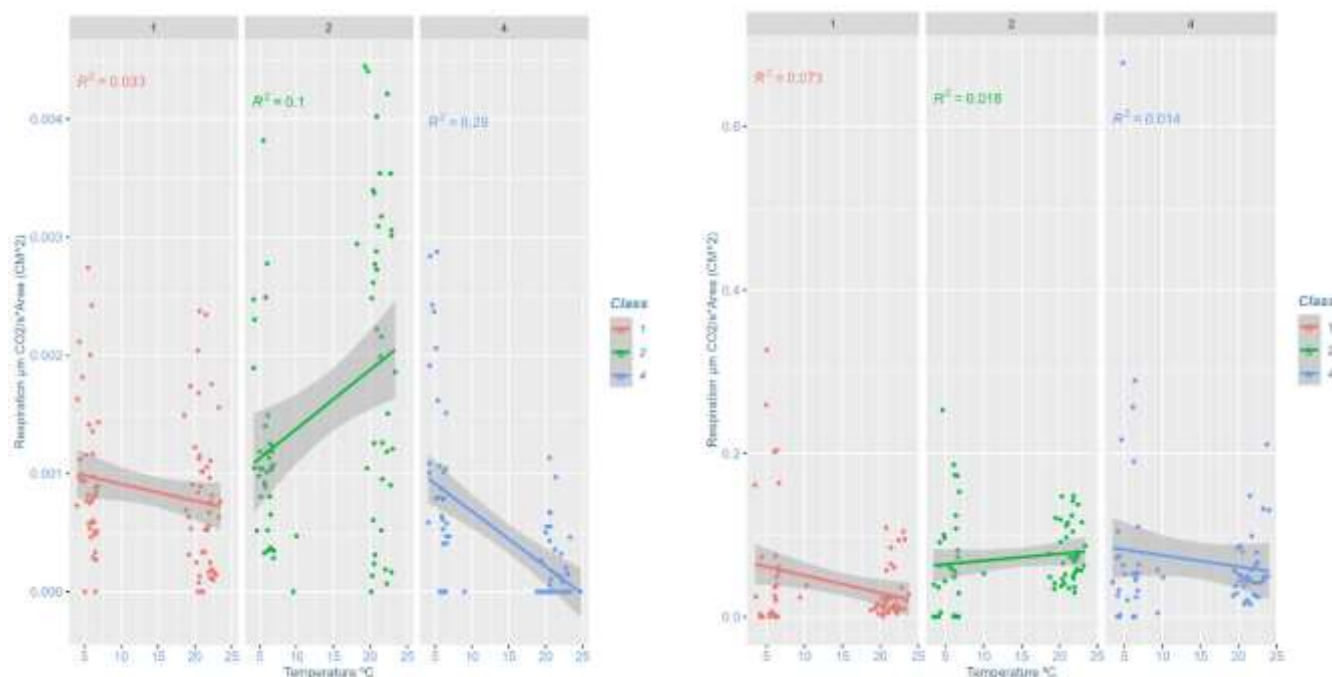


Figura 9. Respiratia in $\mu\text{M CO}_2 \text{ s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ pentru cele 3 clase de diametre (1, 10, 25), cele 3 clase de descompunere (1, 2, 4). Bradul - stânga și fagul -dreapta.

Capacitatea pădurii de a tampona schimbările atât de temperatură, cât și de umiditate, se corelează, de asemenea, cu studiile deja publicate care arată că acest tip de pădure mixtă Abies-Fagus este foarte rezistent la orice perturbări externe. Se știe că activitatea ciupercilor și a bacteriilor este legată de umiditate și temperatură și, prin urmare, modificările respirației pot fi puse în legătură cu perturbările acestor două caracteristici climatice. Cu toate acestea, nu se pot aștepta modificări ale respirației pe parcursul zilei, deoarece diferența de temperatură și umiditate este aproape nulă. Acest comportament va simplifica predicțiile viitoare privind respirația și efluxul total de CO_2 din pădure, deoarece se așteaptă doar diferențe staționale.

Regresiile liniare ale respirației și ale temperaturii nu arată nicio corelație între aceste două variabile. Ceea ce înseamnă că, în pădurea Sinca, respirația nu este determinată de temperatură, nici măcar la scară stațională. Deși o dinamică pe un an întreg ar putea arăta o corelație mai bună, informațiile actuale arată că respirația pare a fi un parametru mai complex, definit atât de ciclurile biotice ale descompunătorilor, cât și de trăsături abiotice, cum ar fi temperatura. Cercetări suplimentare privind caracteristicile chimice ale lemnului, precum și mai multe date climatice, vor face lumină în această relație complicată dintre respirație și toate celelalte caracteristici ale pădurii.

În ceea ce privește legătura dintre timpul scurs de la momentul morții și clasele de descompunere, în figura 10 este prezentată dinamica descompunerii separat pentru cele 2 categorii de lemn mort: aflat pe sol și în picioare, evidențiindu-se o dinamică mai accelerată a procesului de descompunere a lemnului aflat pe sol comparativ cu cel aflat mort în picioare. În

plus, referitor la lemnul mort aflat în procesul de descompunere pe sol, se observă că părțile de la baza trunchiului se descompun mai încet decât cele care se află la vârful trunchiului.

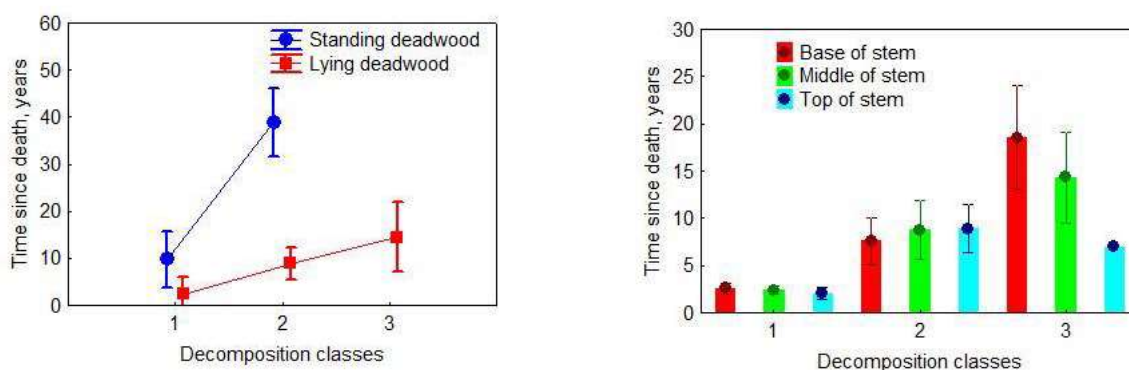


Figura 10. Relația dintre momentul morții și clasele de descompunere.

(III) Instalarea colectoarelor pentru insecte, colectarea și identificarea în laborator a insectelor

Insectele saproxilice joacă un rol esențial în reciclarea naturală a lemnului mort, ele, alături de diferite specii de bacterii ciuperci și alte nevertebrate fiind responsabile de descompunerea biomasei lemnoase moarte (Persiani, 2010; Hardersen și Zapponi, 2018). Legătura dintre rata de descompunere a lemnului mort provenit din diferite specii de arbori și spectrul (diversitatea) de insecte saproxilice a fost foarte puțin studiată până în prezent (Lindhe și Lindelöw, 2004; Tikkanen et al., 2007; Tikkanen et al., 2006; Zumr și Remes, 2020). Pe de altă parte, cu toate că este foarte bine cunoscut rolul lemnului mort pentru biodiversitatea ecosistemelor forestiere (Speight, 1989; Stokland et al., 2012), se știu foarte puține lucruri legate de asocierea dintre speciile de carabide și gradul de descompunere sau cantitatea acestuia (Kacprzyk et al., 2021). În acest context, cercetările demarate în cadrul proiectului DEWOOD (WP4 Secțiunea 2), din sezonul 2021 urmăresc legătura dintre prezența și bogăția speciilor de insecte saproxilice și prădătoare, și calitatea și cantitatea lemnului mort de diferite specii (brad și fag) în Pădurea Șinca.

Instalarea capcanelor și colectarea insectelor.

a. Stabilirea protocolului de lucru și a designului experimental: Aprilie 2021.

b. Instalarea capcanelor: 11-28 mai 2021

S-au instalat 15 suprafețe experimentale în ecosistemul neafectat de intervenții umane de la Șinca. În fiecare suprafață s-au instalat câte trei capcane Barber (fig.11a) și o capcană aripă transparentă de zbor (fig.11b).

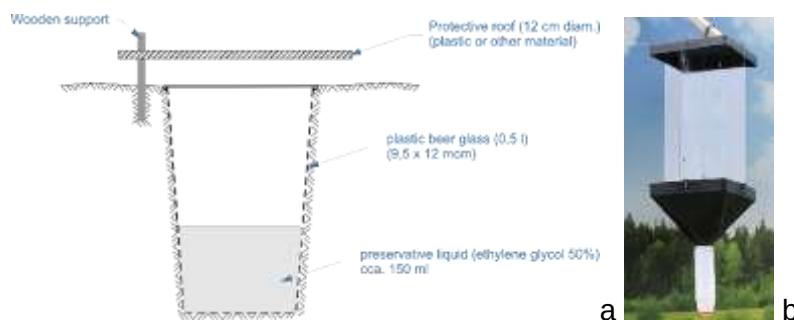


Figura 11 Capcana Barber (a) și aripă transparentă (b)

Capcanele Barber s-au instalat în apropierea fragmentelor de lemn mort (fig.12a). Capcanele aripă s-au instalat la o înălțime a coșului colector de 1 m față de sol. Acestea au fost ancorate cu sfori de cei mai apropiați arbori (fig.12b). Poziția capcanelor aripă a fost similară cu centrul suprafețelor de probă (circulare, de 500 m²). Pentru a preveni situațiile în care capcana aripă ar fi putut fi distrusă, a mai fost amplasată o capcană aripă, la o distanță de 15 m de centrul suprafeței de probă.

Toate vasele de colectare pentru insecte au conținut etilen glicol (cca 100 ml) pentru a conserva materialul capturat până la următoarea colectare.



Figura 12. Amplasarea capcanelor Barber (a) și aripă transparente (b) în teren

c. Colectarea insectelor: 17 iunie; 02 iulie; 15 iulie; 30 iulie; 12 august; 26 august; 10 septembrie; 24 septembrie și 09 octombrie 2021

Colectarea insectelor s-a făcut la un interval de cca. două săptămâni. Cu această ocazie toate capcanele au fost curățate, iar lichidul conservant a fost înprospătat. În cazul în care unele capcane au fost găsite distruse sau dezafectate, acestea au fost înlocuite.

Identificarea insectelor în laborator

a. Conservarea insectelor până în momentul sortării s-a făcut prin congelare în lada frigorifică.

b. Curățirea, pregătirea, sortarea speciilor de insecte din probe

Pentru fiecare dată de colectare, această activitate conduce la următorul consum de timp:

-Capcane tip Barber = 1h/capcană

-Capcane tip aripă = 30min/capcană

c. Identificarea speciilor de insecte

În cazul capcanelor Barber, identificarea indivizilor durează de la <1 minut pentru speciile comune ca de exemplu *Anoplotrupes stercorosus*, până la >5 minute pentru speciile

rare ca *Dima elateroides* sau speciile din genuri polispecifice ca *Pterosticus* spp. În cazul capcanelor tip aripă, identificarea indivizilor este un proces $\pm$ laborios, acesta durând de obicei între 5 și 10 minute, în cazul speciilor rare sau minuscule ca de exemplu *Xylechinus pilosus* putând ajunge și peste 10 minute.

În identificarea speciilor genurilor polispecifice dar și monospecifice s-au luat în considerare în procesul de diagnoză caractere morfologice externe precum rugozitatea elitrelor, setulozitatea marginilor pronotului, dimensiunile și colorația indivizilor, setulozitatea palpiilor labiali dar și alte caractere. De exemplu, în cazul genului *Carabus*, gen polispecific, pentru validarea speciei *C. violaceus* procesul de identificare a necesitat confirmarea vizuală a absenței reliefului elitrelor, a prezenței setelor pe marginile laterale a pronotului, dimensiunea individului să fie cuprinsă între 20-35mm, prezența mai multor sete pe penultimul segment al palpiilor labiali și absența porilor setigeri pe gulă, ultimele două caractere fiind definitorii pentru diferențierea speciei *C. violaceus* de *C. glabratus*.

În cazul în care determinarea speciilor unui gen nu este posibilă comparând caractere morfologice externe, este necesară disecția individului și extragerea armăturii genitale pentru identificare. Unul dintre cazurile care au necesitat această operație este identificarea speciilor din genul *Catops*, gen polispecific, cu speciile genului nediferențiabile morfologic. Durata de timp pentru acest tip de operație este de cca. 10 minute.

Pentru fiecare dată de colectare, această activitate conduce la următorul consum de timp:

-Capcane tip Barber: în medie 20 minute/capcană

-Capcane tip aripă: în medie 30 minute/capcană

Literatura utilizată pentru identificare:

Bense, U. (1995). Longhorn beetles: illustrated key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Margraf Verlag.

Freude, H., Harde, K. W., & Lohse, G. A. Die Käfer Mitteleuropas Bd.1-12. Verlag Goecke & Evers, Krefeld.

Lobl, I., & Smetana, A. Catalogue of Palearctic Coleoptera, Volume 1-8. Apollo Books.

Trautner, J., & Geigenmüller, K. (1987). Tiger beetles, ground beetles. Illustrated key to the Cicindelidae and Carabidae of Europe. TRIOPS Verlag.

c. Lista preliminară a speciilor

După procesarea colectărilor din datele 17.06, 02.07, 15.07 și 30.07 s-au capturat următoarele specii:

La capcanele Barber s-au capturat 34 de specii de coleoptere, cu un număr total de 8850 indivizi. Speciile aparțin unui număr de 9 familii, familiile Geotrupidae și Carabidae înregistrând cel mai mare număr de indivizi capturați, iar cea mai abundent specifică familie a fost familia Carabidae cu un număr de 17 specii capturate. Speciile cu cel mai mare număr de indivizi au fost: *Carabus auronitens* (58); *Carabus coriaceus* (216); *Carabus linnaei* (304); *Carabus violaceus* (796) și *Pterostichus niger* (172) din familia Carabidae, *Anoplotrupes stercorosus* (6728) din familia Geotrupidae și *Nicrophorus vespilloides* (317) din familia Silphidae.

La capcanele aripă s-au capturat 762 indivizi din 85 de specii. Speciile aparțin unui număr de 37 de familii, familiile Curculionidae și Elateridae au înregistrând cel mai mare număr de indivizi capturați, iar cea mai abundent specifică familie a fost din familia Curculionidae cu un număr de 13 specii capturate. Speciile cu cel mai mare număr de indivizi au fost: *Orchestes fagi* (135) din familia Curculionidae; *Agriotes acuminatus* (73) din familia Elateridae și *Serropalpus barbatus* (94) din familia Melandryidae, *Salpingus ruficollis* (67) din familia Salpingidae.

Tabel 6. Speciile capturate la capcane tip Barber

Familia	Specia	Nr. indivizi
Carabidae	<i>Abax parallepipedus</i>	4
	<i>Carabus auronitens</i>	58
	<i>Carabus cancellatus</i>	27
	<i>Carabus coriaceus</i>	216
	<i>Carabus intricatus</i>	3
	<i>Carabus linnaei</i>	304
	<i>Carabus violaceus</i>	796
	<i>Cychrus caraboides</i>	48
	<i>Cychrus semigranosus</i>	64
	<i>Licinus hoffmannseggii</i>	25
	<i>Molops ovipennis</i>	38
	<i>Nebria brevicollis</i>	1
	<i>Platynus assimilis</i>	7
	<i>Pterostichus jurinei</i>	7
	<i>Pterostichus macer</i>	1
	<i>Pterostichus niger</i>	172
	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	7
Curculionidae	<i>Hylobius abietis</i>	1
	<i>Phyllobius argentatus</i>	1
	<i>Strophosoma melanogrammum</i>	1
Elateridae	<i>Dima elateroides</i>	1
Geotrupidae	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	6728
	<i>Trypocopris vernalis</i>	1
Leiodidae	<i>Catops picipes</i>	10
Nitidulidae	<i>Cyllodes ater</i>	1
Rhysodidae	<i>Rhysodes sulcatus</i>	1
Silphidae	<i>Nicrophorus humator</i>	2
	<i>Nicrophorus interruptus</i>	2
	<i>Nicrophorus vespilloides</i>	317

Familia	Specia	Nr.indivizi
	<i>Oiceoptoma thoracicum</i>	1
Staphylinidae	<i>Lordithon lunulatus</i>	1
	<i>Ocypus nitens</i>	2
	<i>Platydracus chalconecephalus</i>	1
	<i>Quedius lateralis</i>	1
TOTAL	34	8850

Se evidențiază speciile *Carabus variolosus* (fig. 13) și *Rhysodes sulcatus* (Fig. 14), specii protejate la nivel național prin O.U.G.57/2007, anexele 3 și 4A.



Figura 13 Carabus variolosus



Figura 14 Rhysodes sulcatus

Tabel 5. Speciile capturate la capcane tip aripă

Familia	Specia	Nr. indivizi
Cantharidae	<i>Rhagonycha translucida</i>	8
Carabidae	<i>Dromius agilis</i>	1
Cerambycidae	<i>Oxymirus cursor</i>	1
	<i>Stenurella melanura</i>	2
Cerylonidae	<i>Cerylon fagi</i>	8
Clambidae	<i>Clambus punctulum</i>	4
Cleridae	<i>Opilo mollis</i>	1
Cucujidae	<i>Pediacus depressus</i>	2
Curculionidae	<i>Anisandrus dispar</i>	8
	<i>Cossonus parallelepipedus</i>	2
	<i>Echinodera hypocrita</i>	1
	<i>Orchestes fagi</i>	135
	<i>Otiorynchus chrysostictus</i>	1
	<i>Phyllobius argentatus</i>	2
	<i>Pityogenes chalcographus</i>	1
	<i>Polydrusus fulvicornis</i>	1
	<i>Rhyncolus ater</i>	20
	<i>Strophosoma melanogrammum</i>	26
	<i>Trypodendron domesticum</i>	3
	<i>Trypodendron lineatum</i>	41
	<i>Xylechinus pilosus</i>	1
Dasytidae	<i>Dasytes plumbeus</i>	2
Dytiscidae	<i>Agabus uliginosus</i>	3
Elateridae	<i>Agriotes acuminatus</i>	73
	<i>Ampedus cinnabarinus</i>	1
	<i>Ampedus elegantulus</i>	1
	<i>Ampedus erythrogonus</i>	12
	<i>Ampedus pomorum</i>	2
	<i>Denticollis linearis</i>	5
Elateridae	<i>Denticollis rubens</i>	2
	<i>Hemicrepidius niger</i>	2
	<i>Melanotus villosus</i>	24
Endomychidae	<i>Endomychus thoracicus</i>	2
	<i>Mycetina cruciata</i>	7
Erotylidae	<i>Triplax russica</i>	1
Eucnemidae	<i>Melasis buprestoides</i>	4
Latridiidae	<i>Enicmus fungicola</i>	4
	<i>Enicmus rugosus</i>	1

	<i>Latridius hirtus</i>	1
	<i>Stephostethus alternans</i>	7
	<i>Stephostethus angusticollis</i>	1
Leiodidae	<i>Agathidium nigripenne</i>	1
	<i>Catops picipes</i>	3
Lucanidae	<i>Ceruchus chrysomelinus</i>	4
	<i>Sinodendron cylindricum</i>	4
Lycidae	<i>Dyctioptera aurora</i>	1
	<i>Pyropterus nigroruber</i>	2
Lymexylidae	<i>Elateroides dermestoides</i>	5
Melandryidae	<i>Melandrya caraboides</i>	2
	<i>Serropalpus barbatus</i>	94
Monotomidae	<i>Rhizophagus dispar</i>	1
	<i>Rhizophagus nitidulus</i>	2
Mycetophagidae	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i>	4
Nitidulidae	<i>Cyllodes ater</i>	8
	<i>Glischrochilus quadriguttatus</i>	1
	<i>Ipidea binotata</i>	1
Prostomidae	<i>Prostomis mandibularis</i>	1
Ptinidae	<i>Anobium punctatum</i>	9
	<i>Hemicolus costatus</i>	7
	<i>Ptilinus pectinicornis</i>	26
	<i>Ptinomorphus imperialis</i>	3
	<i>Ptinus dubius</i>	7
	<i>Ptinus fur</i>	4
Rhysodidae	<i>Rhysodessulcatus</i>	3
Salpingidae	<i>Salpingus ruficollis</i>	67
	<i>Vincenzellus ruficollis</i>	4
Scarabaeidae	<i>Aphodius fimetarius</i>	1
	<i>Ontophagus verticicornis</i>	1
Scaptiidae	<i>Anaspis rufilabris</i>	17
Silphidae	<i>Nicrophorus vespilloides</i>	2
Staphylinidae	<i>Atrecus affinis</i>	1
	<i>Atrecus pilicornis</i>	5
	<i>Lordithon lunulatus</i>	2
	<i>Philonthus laevicollis</i>	1
	<i>Quedius plagiatus</i>	1
	<i>Sepedophilus constans</i>	3

	<i>Xylodromus testaceus</i>	4
Tenebrionidae	<i>Bolitophagus reticulatus</i>	1
	<i>Corticeus unicolor</i>	21
Throscidae	<i>Trixagus atticus</i>	5
Trogossitidae	<i>Peltis ferruginea</i>	4
	<i>Thymalus limbatus</i>	1
Zopheridae	<i>Nosodromodes tuberculatus</i>	1
	<i>Pycnomerus terebrans</i>	2
Zopheridae	<i>Synchita variegata</i>	1
TOTAL	85	762

Concluzii preliminare

- Majoritatea speciilor capturate în acest interval de timp sunt preponderent montane, caracteristice pentru habitatul forestier;
- La capcanele aripă spectrul de specii diferă fundamental față de spectrul de specii de la capcanele Barber (specii de vegetație erbacee vs. specii tericole);
- La capcanele tip Barber, numărul de specii este relativ redus dar abundă în indivizi;
- La capcanele aripă numărul de specii este crescut dar numărul de indivizi este relativ scăzut;
- Principalele specii xilobionte aparțin familiilor Curculionidae, Cerambycidae și Melandryidae;
- Apariția speciilor necrofage (ex. speciile genului *Nicrophorus*) și abundența celor coprosaprofage (*Anoplotrupes stercorosus*) se datorează acumulării de material descompus în capcane;
- Prezența speciilor din familiile Prostomidae, Zopheridae și Trogossitidae, prin caracterul lor relictar, ne indică o stare favorabilă de conservare.

(IV) Diseminarea rezultatelor

1. Articole științifice

- 1.1. Petritan AM, Petritan IC, Hevia A, Walentowski H, Bouriaud O, Sánchez-Salguero R. 2021. Climate warming predispose sessile oak forests to drought-induced tree mortality regardless of management legacies. *Forest Ecology and Management* 491, 119097, IF=3.558
- 1.2. Duduman M.L., Jakus, R., Hradecky, J., Jirosova, A., 2021. Activity and durability of pheromone dispensers for *Ips duplicatus* (Coleoptera: Curculionidae) as function of dispenser design impact to released volatiles amount and composition. *Forests* (under review). IF=2.634

2. Conferințe internaționale

- 2.1. Duduman M.L., Jakus, R., Hradecky, J., Jirosova, A., 2021. Development of dispenser with activity for offspring generations of invasive bark beetle *Ips duplicatus*; response to synthetic pheromone dispensers with the volatiles releases by wick versus polyethylene foil. Joint meeting of IUFRO Working Groups 7.03.12 - Alien Invasive Species and International Trade, 7.03.07 - Population Dynamics of Forest Insects, 8.02.04 - Ecology of Alien Invasives Biological Invasions in Forests: Trade, Ecology & Management, 20-24 September, Prague (<https://iufro.czu.cz/en>).
- 2.2. Duduman M.L., Jakus, R., Hradecky, J., Jirosova, A., 2021. Comparison of the synthetic pheromone lures for *Ips duplicatus*, depending on the used solution for the release of the volatile mixtures. 5 th Edition of the International Conference "Integrated Management of Environmental Resources", 29 October, Suceava, Romania (<http://www.silvic.usv.ro/imer2021/>).
- 2.3. Dragomir. I.M., Isaia, G., et Duduman, M-L.-Study on the diversity of beetles captured in unbaited traps in Codrul secular Șinca, Brașov County, Romania-Preliminary results". 5 th Edition of the International Conference "Integrated Management of Environmental Resources", 29 October, Suceava, Romania (<http://www.silvic.usv.ro/imer2021/>).
- 2.4. Petritan AM, Mihaila V, Braga I. Petritan IC. Species-specific deadwood density and its controlling factors in a virgin European beech-silver fir mixed forest in the Southern Carpathians. 5 th Edition of the International Conference "Integrated Management of Environmental Resources", 29 October, Suceava, Romania (<http://www.silvic.usv.ro/imer2021/>).

3. Teza de disertație/licență.

- 3.1. Ghinea Nicolae Paul. Dewood decomposition of silver fir (*Abies alba*) and growth patterns in the last years of life. Master program: Multiple purpose forestry. Faculty of silviculture and forest engineering, Transilvania University of Brasov. Iunie 2021.

Bibliografie selectivă

- Bütler R, Patty L, Le Bayon RC, Guenat C, Schlaepfe R (2007). Log decay of *Picea abies* in the Swiss Jura Mountains of Central Europe. *Forest Ecology and Management* 242 (2-3): 791- 799. - doi: 10.1016/j.foreco.2007.02.017
- Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E.P., Odor, P., Standovar, T., Rozenbergar, D., Diaci, J., Wijdeven, S., Meyer, P., Win- ter, S. & Vrska, T. 2005. Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management* 210: 267–282
- Di Cosmo, L., Gasparini, P., Paletto, A. and Nocetti, M., 2013. Deadwood basic density values for national-level carbon stock estimates in Italy. *Forest ecology and management*, 295, pp.51-58.
- Harmon, M.E., Ferrell, W.K., Franklin, J.F., 1990. Effects on carbon storage of conversion of old-growth forests to young forests. *Science* 247, 699– 702.
- Harmon, M.E., Fasth, B., Woodall, C.W., Sexton, J., 2013. Carbon concentration of standing and downed woody detritus: effects of tree taxa, decay class, position, and tissue type. *Forest Ecol. Manage.* 291, 259–267
- Herrmann S, Kahl T, Bauhus J (2015) Decomposition dynamics of coarse woody debris of three important central European tree species. *Forest Ecosystems* 2:27
- Keller, M. (Ed.), 2011. Swiss National Forest Inventory. Manual of the Field Survey 2004–2007. Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf, CH.
- Knohl A, Schulze ED, Kolle O, Buchmann N (2003) Large carbon uptake by an unmanaged 250-year-old deciduous forest in Central Germany. *Agric For Meteorol* 118:151– 167
- Luyssaert, S., Schulze, E., Börner, A., Knohl, A., Hessenmöller, D., Law, B., Ciais, P., Grace, J., 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455 (7210), 213–215
- Merganičová, K. & Merganič, J. (2010). Coarse woody debris carbon stocks in natural spruce forests of Babia hora. *Journal of Forest Science*, Vol., 56, No. 9, p. 397-405, ISSN: 1212- 4834
- Ódor, P., Heilmann-Clausen, J., Christensen, M., Aude, E., van Dort, K.W., Piltaver, A., Siller, I., Veerkamp, M.T., Walley, R., Standovár, T., van Hees, A.F.M., Kosec, J., Matocec, N., Kraigher, H., Grebenc, T., 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131, 58–71
- Paletto, A. and Tosi, V., 2010. Deadwood density variation with decay class in seven tree species of the Italian Alps. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(2), pp.164-173.
- Petritan, I.C., Commarmot, B., Hobi, M.L., Petritan, A.M., Bigler, C., Abrudan, I.V. and Rigling, A., 2015. Structural patterns of beech and silver fir suggest stability and resilience of the virgin forest Sinca in the Southern Carpathians, Romania. *Forest Ecology and Management*, 356, pp.184-195.
- Přívětivý, T., Janík, D., Unar, P., Adam, D., Král, K. and Vrška, T., 2016. How do environmental conditions affect the deadwood decomposition of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Forest Ecology and Management*, 381, pp.177-187.
- Seedre, M., Taylor, A.R., Chen, H.Y. and Jogiste, K., 2013. Deadwood density of five boreal tree species in relation to field-assigned decay class. *Forest Science*, 59(3), pp.261-266.
- Teodosiu, M. and Bouriaud, O.B., 2012. Deadwood specific density and its influential factors: a case study from a pure Norway spruce old-growth forest in the Eastern Carpathians. *Forest ecology and management*, 283, pp.77-85.
- Wegglar, K., Dobbartin, M., Jüngling, E., Kaufmann, E., Thürig, E., 2012. Dead wood volume to dead wood carbon: the issue of conversion factors. *Eur. J. For. Res.* <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-012-0610-0>.

Director proiect,

Ion Cătălin Petrițan

