

## Efectele tehnologiilor de exploatare a lemnului asupra unor parametri fizici ai solurilor forestiere montane

I. Barbu

**Barbu I.** 2020. Research concerning the effects of wood harvesting techniques on the physical parameters of forest soils. Bucov. For. 20(1): 23-31

**Abstract.** The paper deal with the impacts of different wood logging techniques on the soil parameters in the spruce forests of Eastern Carpathians-Romania. Experiments were made in soils formed on two geological substrates (crystalline schist's and flish) and shows the changes induced in the bulk density, moisture %, and time of infiltration of 100 mm water column, in two kinds of wood harvesting: heavy tractors and logging with horses. Measurements made with standardizes methods shows increasing of bulk density of the soils until 30-40 cm deep. On the loamy - sandy soils the bulk density increase from 0.6 g/cm<sup>3</sup> to 1.15 g/cm<sup>3</sup> in the first 15 cm. On the soils developed on flisch, the bulk density increase in the first 5 cm from 0.6 g/cm<sup>3</sup> to 0.84 g/cm<sup>3</sup>. The infiltration time of a 100 mm water column increase of 10-15 times, mainly on the soils developed on flish at 1-10 cm. At 20 cm in the soil deep the infiltration time increase of 3-3.6 times under the tractors extraction roads and 1-1.2 times under the horses extraction roads. The consequences of soil compaction on the functioning of soils and forest are discussed and some measures for the reduction of the impacts are proposed.

**Keywords:** soil compaction, bulk density, soil moisture, infiltration, wood harvesting, Bukovina.

**Author.** Barbu Ion (ionbarbu51@gmail.com) - "Marin Drăcea" National Research-Development Institute in Forestry, Station Câmpulung Moldovenesc, 73bis, Calea Bucovinei, 725100 Câmpulung Moldovenesc, Romania

**Manuscript** received December 26, 2019; revised May 02, 2020; accepted May 27, 2020; online first July 20.

### Introducere

Dintre activitățile de exploatare a pădurilor, colectarea lemnului este cea care crează cele mai acute conflicte, de natură să pună în discuție problema mecanizării în raport conflictual cu conservarea capacității de producție a pădurii (Barbu, 1979; Ciobanu, 1979; Constantinescu,

1973). Mecanizarea lucrărilor de colectare nu poate fi extinsă decât cu luarea în considerare a legilor de creștere și dezvoltare a pădurilor. Pe plan general, este necesar un acord bilateral silvicultură – exploatare mecanizată, potrivit căruia, o parte (silvicultura) trebuie să aplice formule de gospodărire cât mai adecvate utilizării tehnologiilor mecanizate, iar cealaltă (ex-

ploatarea) să insiste mai mult pentru crearea și folosirea unor utilaje și instalații mecanice perfecționate corespunzătoare unor tehnologii noi și cu impact redus pentru ecosistemul forestier (Barbu, Cenușă, 1984; Copăceanu, ș.a., 1983).

Echilibrul dintre cerințele tehnicii de cultură silvică intensivă și cerințele tehnologiilor de exploatare - cu alte cuvinte armonizarea celor două categorii de interese - se poate realiza în mod satisfăcător doar în condițiile unor adaptări tehnologice care să permită creșterea productivității muncii la exploatarea lemnului concomitent cu reducerea pagubelor produse solului, semințișului și arborilor rămași în pădure (Ciobanu, 1979; Vlad, 1957; Vlad, Petrescu, 1977).

Nivelul de eficiență ecologică a exploatării forestiere și eficacitatea tehnico-economică sunt condiționate de realizarea următoarelor obiective:

- i) sporirea accesibilității încă nesatisfăcătoare pentru unele păduri, prin construirea de drumuri auto principale și secundare (Bereziuc, 1987; Barbu, Cenușă, 1987, 2001);
- ii) reducerea distanțelor de colectare a lemnului (în interiorul arboretului) prin crearea și folosirea căilor secundare, inclusiv a drumurilor de coastă (Ciobanu, 1979; Barbu, Cenușă, 2001);
- iii) înzestrarea unităților de exploatare cu mijloace tehnice corespunzătoare (trolii, funiculare) pentru colectarea lemnului (Copăceanu, 1983);
- iv) limitarea folosirii tractoarelor forestiere în perioadele ploioase (Ciobanu, 1979; Barbu, Cenușă, 2001);
- v) extinderea tehnologiilor de exploatare cu ajutorul instalațiilor cu cablu, care nu prezintă dezavantajele tractoarelor sub raportul impactului asupra solurilor și semințișului (Copceanu, 1983; Oprea, 1995).

Cercetările efectuate în cadrul Laboratorului de Ecologie din Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”, asupra tehnologiilor de exploatare folosite în prezent în arboretele de molid, au condus la concluzia că, printr-o analiză detaliată a fiecă-

rei operațiuni și faze pe principii ergonomice și silviculturale, se pot aduce perfecționări care să permită, pe de o parte, diminuarea vătămarilor produse solului, puieților și arborilor rămași, iar pe de altă parte, să contribuie la mai buna organizare a procesului tehnologic în ansamblu și la creșterea productivității muncii, concomitent cu reducerea consumurilor de carburant (Barbu și Cenușă, 2001).

Cercetări similare din lume au relevat efectul activităților de exploatare realizate cu tractoare de tip articulat asupra greutateii volumetrică a solului, în sensul creșterii valorilor acesteia, și, respectiv, scăderea valorilor porozității totale ale solului (Proto et al., 2015; Solgi și Najafi, 2014, Jang et al. 2015, Lacey et al., 1994).

Rezultatele pe care le prezentăm în continuare fac parte dintr-un program mai complex de investigare a impactului tehnologiilor de exploatare a lemnului asupra ecosistemului forestier și au ca obiectiv final soluții tehnice și tehnologice de diminuare a acestui impact.

## Material și metodă

Pentru studierea impactului tehnologiilor de exploatare a lemnului în păduri montane de molid s-au realizat cercetări complexe care au vizat următoarele aspecte:

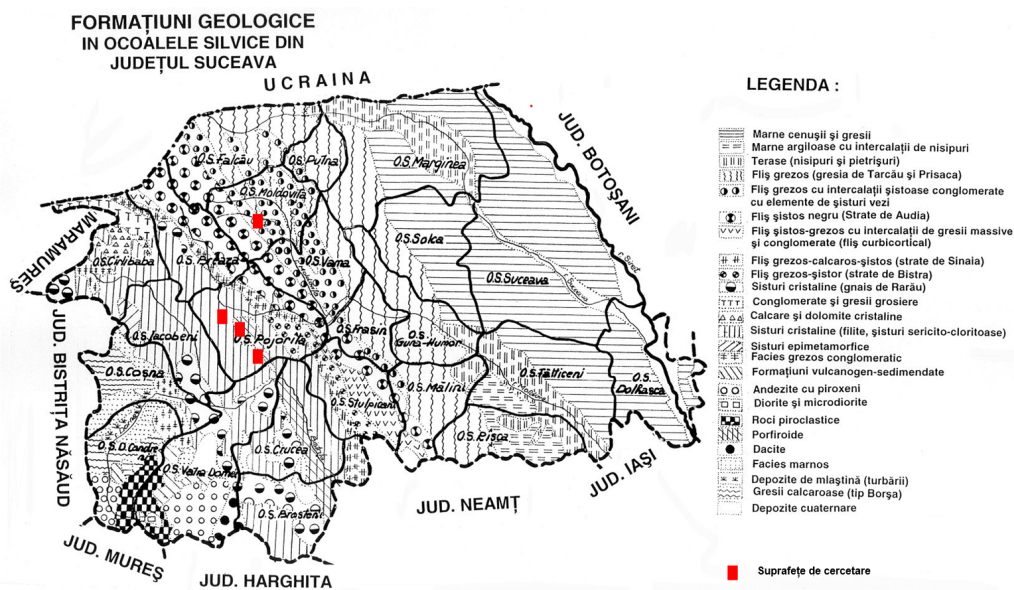
- i) evaluarea pagubelor produse la doborârea și colectarea lemnului asupra arborilor rămași și semințișurilor instalate; precum și a
- ii) pagubelor produse la colectarea lemnului asupra litierei și solurilor.

Principalii parametri de cuantificare a impactului asupra solurilor au urmărit evidențierea modului de degradare a solurilor forestiere, precum și frecvența și intensitatea de manifestare a acestora. Rezultatele au servit la cartarea degradării solurilor în scopul optimizării proceselor tehnologice.

Pentru stabilirea suprafeței afectate de diferite forme de degradare s-a conceput un sistem de eșantionaj geometric, aplicat după o rețea raster (25 x 25 m), pe toată suprafața arboretelor studiate. Datele au fost recoltate din su-

**Tabel 1** Principalele caracteristici ale suprafețelor experimentale în care s-a determinat influența utilajelor folosite la colectarea lemnului asupra parametrilor fizici ai solurilor de pe traseele de colectare  
*Main characteristics of experimental plots installed in wood collection pathways where were determined the influence of forest machines used in wood harvesting on soil physical characteristics*

Ocolul silvic	U.P.	u.a.	Substrat geologic	Panta (°)	Depozit de suprafață	Nr. treceri	Grosimea fiziologică a solului (cm)	Nr. profile analizate			Nr. repețiții	Nr. orizonturi	Nr. probe analiz.
								Martor	TAF	Atelaje			
Tomnatic	I	37B	Fliș	10	Depozit de versant argilo-lutos	10	> 60	1	1	1	3	4	36
Pojorâta	III	167E	Șisturi cristaline	15	Depozit de versant luto-nisipos	10	> 60	3	2	2	3	4	84
	III	168		10		> 60	2	1	-	3	4	36	
	II	129	18	> 60	1	1	1	3	4	36			



**Figura 1** Localizarea cercetărilor pentru studierea influenței tehnologiilor de exploatare asupra compactării solurilor forestiere în județul Suceava

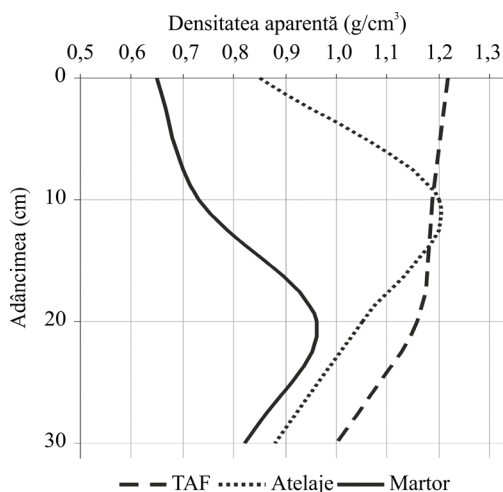
*Study location of experimental plots where were analyzed the influence of harvesting technologies on forest soil compaction at Suceava Forest Directorate level*

prafețe de probă de 10 m<sup>2</sup> (5 x 2 m), orientate pe curba de nivel și au fost sintetizate în fișe de teren special concepute.

Pentru determinarea impactului asupra caracteristicilor fizice ale solurilor la trecerea tractoarelor și atelajelor s-au ales patru arbori reprezentative din Ocolul silvic Tomnatic (U.P. I Demacușa, u.a. 37B) din cadrul INCDS

„Marin Drăcea” și Ocolul silvic Pojorâta (U.P. III Valea Putnei, u.a. 167 E, 168; U.P. II Giumalău, u.a. 129) din cadrul Direcției Silvice Suceava (tabelul 1, figura 1).

Pentru probele recoltate, s-a determinat densitatea aparentă considerând masa unității de volum de sol uscat (în g/cm<sup>3</sup>) a solului la adâncimi standard: 0 cm (0-5 cm), 10 cm



**Figura 2** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra densității aparente a solului format pe șisturi cristaline. Depozit de versant luto-nisipos. Ocolul silvic Pojorâta, U.P. III Valea Putnei, u.a. 167 E.

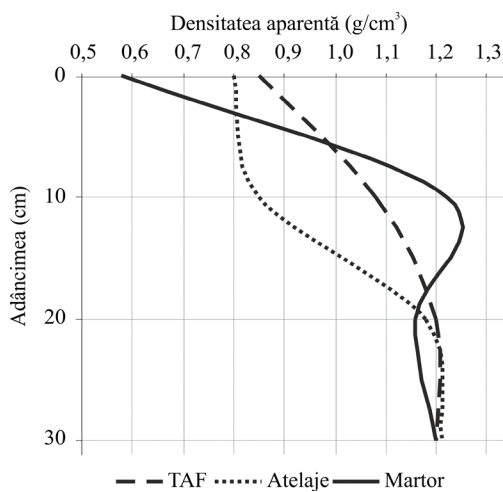
*The influence of forest tractors and machines used in wood collection on soil bulk density formed on crystalline schists. Deposit on the clay-sandy slope. Pojorâta Forest District, UP III, Valea Putnei, u.a. 167 E.*

(10–15 cm), 20 cm (20–25 cm) și 30 cm (30–35 cm). Determinarea umidității solului s-a făcut în laborator, pentru probe recoltate cu cilindrul, după metoda standardizată (ICPA). Viteza de infiltrare a apei s-a determinat in-situ, pe profilul de sol săpat în trepte din 10 în 10 cm. Infiltrometrul folosit a fost conceput în laboratorul INCDS „Marin Drăcea” și constă dintr-un cilindru cu diametrul de 100 mm. Măsurătorile constau în înregistrarea timpului de infiltrare a unei coloane de apă de 100 mm în orizonturile standard, în condițiile experimentale date.

## Rezultate

### Influența utilajelor asupra densității aparente a solurilor

Măsurarea densității aparente a solului la diferite adâncimi, după 10 treceri ale tractorului



**Figura 3** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra densității aparente a solului format pe substrat de flîș. Depozit de versant argilo-lutos. Ocolul silvic Tomnatic, U.P. I Demacusa, u.a. 37 B.

*The influence of forest tractors and machines used in wood collection on soil bulk density formed on flysch. Deposit on the clay slope. Tomnatic Forest District, UP I, Demăcușa, u.a. 37B.*

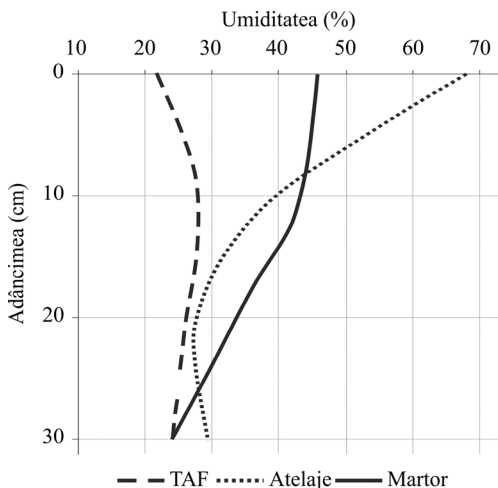
forestier sau ale atelajelor, a scos în evidență o modificare a acesteia comparativ cu solul situat în suprafața martor, indiferent că substratul este de flîș sau șisturi cristaline. Se constată astfel că în zonele nederanjate de trecerea tractorului sau vitelor, densitatea în primii 10 cm are valori 0,65–0,75  $\text{g/cm}^3$  în solurile formate pe șisturi cristaline și 0,58 – 1,23  $\text{g/cm}^3$  în solurile formate pe substrat de flîș tipice în Obcina Feredeului. La aceeași adâncime, după 10 treceri ale TAF-ului, densitatea crește la 1,18–1,23  $\text{g/cm}^3$  pe soluri formate pe șisturi cristaline și la 0,8–0,9  $\text{g/cm}^3$  pe soluri formate pe flîș. Pe traseele de colectare cu atelajele compactarea este mai redusă și a condus la densități de 0,85–1,2  $\text{g/cm}^3$  pe cristalin și 0,85–1,08  $\text{g/cm}^3$  pe flîș. La adâncimi mai mari de 20 cm, diferențele se mențin pe profilul solului de pe substrat cristalin și se estompează pe profilul solului format pe flîș. Pe solurile formate pe depozitul luto-nisipos din Munții

Giurnală, diferența de densitate se menține chiar și la adâncimi de 30 cm fiind de 0,82 g/cm<sup>3</sup> în profilul martor, 0,89 g/cm<sup>3</sup> sub traseul de tractor și 1,0 g/cm<sup>3</sup> pe traseul de tras colectare cu vitele (figurile 2 și 3).

### Influența utilajelor asupra umidității solului

Cercetările s-au făcut în timpul sezonului de vegetație (luna iulie) într-o perioadă cu precipitații apropiate de media lunară (80-100 mm), la 8-10 zile după ultima ploaie mai mare de 5 mm.

Din analiza rezultatelor măsurătorilor s-a constatat că efectele tehnicilor de colectare experimentate sunt diferite în funcție de substrat, dar și în funcție de structura solului și a caracteristicilor orizontului humifer. Astfel, în zona nederanjată (martor), umiditatea la adâncimea de 0-5 cm este de 46%, de 23% în porțiunea afectată de colectarea cu animalele, iar pe traseul de colectare cu tractorul, de 68%.



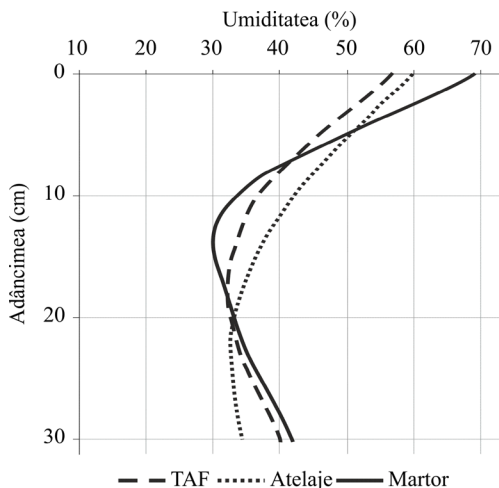
**Figura 4** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra umidității solului format pe șisturi cristaline. Depozit de versant luto-nisipos. Ocolul silvic Pojorâta, U.P. III Valea Putnei, u.a. 167 E.

*The influence of forest tractors and machines used in wood collection on the soil moisture formed on crystalline schists. Deposit on the clay-sandy slope. Pojorâta Forest District, UP III, Valea Putnei, u.a. 167 E.*

Probabil că stagnarea apei în urma trecerii repetate a tractorului explică valoarea înregistrată în cazul respectiv, la fel cum cea înregistrată la trecerea vitelor s-ar putea explica prin reducerea porozității solului. La adâncimi de 10-20 cm, influența sistemelor de colectare asupra umidității solurilor se menține, dar la cu diferențe mai mici. Astfel, la 10-15 cm adâncime, umiditatea solului în suprafața martor este de 43%, pe traseul de tractor 40%, iar pe cel de colectare cu animalele, de 28% (figurile 4 și 5).

La adâncimea de 20-25 cm, în suprafața martor umiditatea a fost de 34%, iar pe traseele de colectare cu tractorul, de 28%. Pe traseul de colectare cu vitele, umiditatea medie a fost de 22%. La adâncimi de peste 30 cm, practic diferențele se estompează.

Se poate concluziona că pe solurile formate pe substrat de șisturi cristaline, diferențele în ceea ce privește capacitatea de reținere a apei sunt foarte mari în primii 20-30 cm și scad pro-



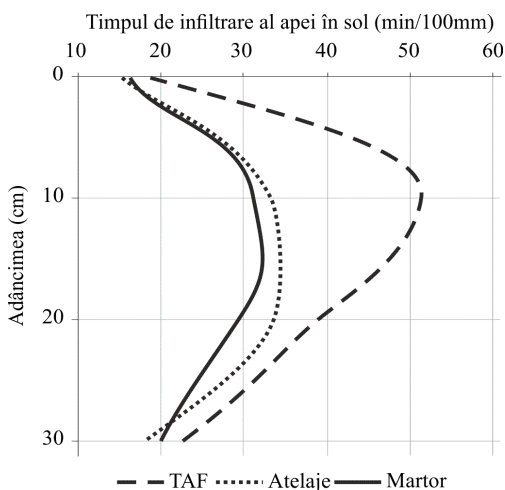
**Figura 5** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra umidității solului format pe substrat de fliș. Depozit de versant argilo-lutos. Ocolul silvic Tomnatic, U.P. I Demăcușa, u.a. 37 B.

*The influence of forest tractors and machines used in wood collection on the soil moisture formed on flysch. Deposit on the clay slope. Tomnatic Forest District, UP I, Demăcușa, u.a. 37B.*

gresiv de la suprafață spre adâncime.

Pe solurile formate pe substrat de fliș (figura 5), diferențele induse de trecerea TAF-urilor și a atelajelor la colectarea lemnului sunt mai puțin marcante asupra umidității solurilor. Valorile umidității solului sunt mai mari la suprafață pe teren nederanjat și mai mici pe traseele de colectare. După adâncimea de 20 cm, practic diferențele se estompează.

O concluzie generală se desprinde din analiza prezentată: pe traseele de colectare a lemnului capacitatea de reținere a apei pe profil este mult mai mică decât în restul suprafeței. Adesea, datorită compactării solului în orizonturile superioare, dispar porii mari care rețin apa gravitațională, iar apa din precipitații stagnează la suprafața solurilor, favorizând apariția unor fenomene de pseudogleizare și colonizarea acestor trasee cu specii higrofile (*Deschampsia* sp., *Molinia coerulea*, *Juncus* sp.).

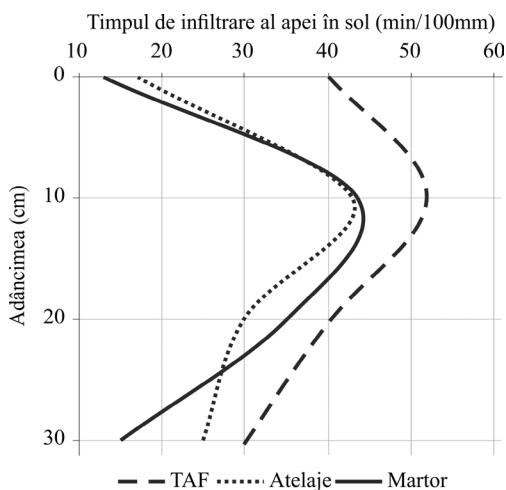


**Figura 6** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra vitezei de infiltrare a apei în solul format pe șisturi cristaline. Depozit de versant luto-nisipos. Ocolul silvic Pojorâta, U.P. III Valea Putnei, u.a. 167 E. *The influence of forest tractors and machines used in wood collection on the infiltration speed of water in soil formed on crystalline schists. Deposit on the clay-sandy slope. Pojorâta Forest District, UP III, Valea Putnei, u.a. 167 E.*

### Influența tehnologiilor de colectare a lemnului asupra vitezei de infiltrare a apei în sol

Rolul pădurii și al solurilor forestiere în modificarea bilanțului hidrologic este binecunoscut prin efectele favorabile asupra retenției apei în coronament și în litieră, dar mai ales prin infiltrarea unei importante cantități de apă din precipitații în sol, de unde aprovizionează arborii și pânza freatică. Cu cât viteza de infiltrare a apei în sol este mai mare, cu atât scurgerea la suprafața solului este mai redusă și, ca urmare, se reduce și se întârzie debitul de viitură la apariția unor episoade de precipitații abundente. Invers, cu cât timpul de infiltrare al unei coloane de apă este mai lung, cu atât mai mult crește scurgerea la suprafața solului și riscul de inundații.

Cercetările noastre au vizat determinarea experimentală a timpului de infiltrare a unei



**Figura 7** Influența tractoarelor și atelajelor folosite la colectarea lemnului asupra vitezei de infiltrare a apei în solul format pe substrat de fliș. Depozit de versant argilo-lutos. Ocolul silvic Tomnatic, U.P. I Demăcușa, u.a. 37 B. *The influence of forest tractors and machines used in wood collection on the infiltration speed of water in soil formed on flysch. Deposit on the clay slope. Tomnatic Forest District, UP I, Demăcușa, u.a. 37 B.*

coloane de apă de 100 mm în porțiuni de pădure afectate și neafectate (martor) de trecerea repetată a utilajelor folosite la colectarea lemnului. În figurile 6 și 7 au fost reprezentate grafic rezultatele experimentale ale determinărilor timpului de infiltrare a unei coloane de apă de 100 mm la diferite adâncimi în sol pe teren nederanjat de trecerea utilajelor și pe traseele de colectare. Pe substrat de sisturi cristaline, la adâncimea de 0-5 cm, timpul de infiltrare a apei pe traseul de colectare cu tractorul este cu 20% mai lung, iar pe traseul de colectare cu vitele a fost comparabil cu cel din suprafața martor. La aceeași adâncime (0-5 cm), pe substrat de fliș, timpul de infiltrare a unei coloane de apă de pe traseul de colectare cu tractorul a fost de 10 ori mai mare decât în suprafața martor. Pe traseul de colectare a lemnului cu atelajele a fost în medie de 2 ori mai lung decât în suprafața martor.

La adâncimea de 10-15 cm, pe substrat de sisturi cristaline, timpul de infiltrare al coloanei de apă este de 4 ori mai lung pe traseul de colectare cu tractorul și nu diferă semnificativ de martor pe traseul de colectare cu vitele. Pe substrat de fliș, la aceeași adâncime pe profilul solului, timpul de infiltrare a apei pe traseul de colectare cu tractorul a fost de 1,3 ori mai lung decât timpul de infiltrare în suprafața martor și sau pe traseul de colectare cu vitele.

Diferențele între vitezele de infiltrare se mențin și la adâncimi de 20-25 cm, fiind, în medie, cu 30% mai lungi pe traseele de colectare cu tractorul decât în suprafața martor.

Ca o remarcă generală, se poate aprecia că timpul de infiltrare a apei crește mult mai intens în orizonturile superioare ale solurilor formate pe fliș decât în solurile formate pe substrat cristaline. Concluzia este de mare importanță și explică, în mare măsură în primul caz, creșterile de debite și procesele de eroziune în adâncime a traseelor de colectare a lemnului din porțiunile de versant înclinate. În același mod se explică suprafețele orizontale mult mai mari afectate de procesele de stagnare a apei și modificarea regimului aero-hidric în solurile formate pe substrat de fliș din Obcinile Bucovinei.

## Discuții și concluzii

În toate suprafețele experimentale cercetate s-a constatat vătămarea solului în orizonturile superioare ca urmare a colectării lemnului. Silvicultural, prin tratamentele aplicate, se urmărește regenerarea naturală a molidului și a speciilor de amestec, însă vătămarea solului are efecte negative asupra regimului apei și aerului din sol și, implicit, asupra regenerării naturale. Principalele modificări morfologice ale solului determinate de trecerea repetată a utilajelor folosite la colectarea lemnului sunt:

- i) distrugerea orizontului de litieră și a unei părți din orizontul humifer în interiorul arboretelor (5-10% din suprafață), în special pe traseele de colectare a lemnului;
- ii) tasarea și compactarea solului până la adâncimea de 25 – 30 cm, în cazul unor treceri repetate cu utilajele;
- iii) formarea unui orizont subțire cu caractere de pseudogleizare (pete ruginii pe particule de sol) în partea superioară (12-15 cm) a solurilor cu textură luto-argiloasă formate pe depozite de fliș;
- iv) apariția unor suprafețe cu exces de umiditate pe traseele căilor de colectare a lemnului, înierbate puternic cu *Juncus sp.*, *Deschampsia caespitosa* și *Molinia coerulea* (3-5% din suprafață pe substrat cristaline și 5-15% pe substrat de fliș);
- v) declanșarea unor procese de eroziune în suprafață și în adâncime în special pe versanți.

Cercetările efectuate și-au propus cuantificarea modificărilor morfo-funcționale ale solurilor pe traseele folosite pentru colectarea lemnului în pădure. Rezultatele obținute permit formularea unor concluzii cu caracter general:

- i) trecerea tractoarelor cu sarcină peste solul forestier determină creșterea densității aparente a solului în primii 30-40 cm. Pe solurile luto-nipoase creșterea este de la 0,6 g/cm<sup>3</sup> la 1,0 g/cm<sup>3</sup> în primii 5 cm de la suprafață și de la 0,95 g/cm<sup>3</sup> la 1,15 g/cm<sup>3</sup> la adâncimea de 30 cm;
- ii) pe solurile argilo-lutoase formate pe fliș, la o singură trecere a TAF-ului, densitatea solului în primii 5 cm a crescut de la 0,6 g/cm<sup>3</sup> la 0,84 g/cm<sup>3</sup>;

- iii) colectarea lemnului cu vitele determină creșterea densității aparente a solului doar în primii 10-20 cm; tasările cele mai puternice se înregistrează la suprafața solului (0-10 cm);
- iv) pe traseele de colectare cu tractorul, creșterea densității aparente se transmite în sol până la adâncimea de 30 cm pe soluri formate pe substrat de șisturi cristaline și până la 20 cm pe fliș;
- v) pe căile de colectare cu TAF și vite timpul de infiltrare a unei coloane de apă de 100 mm rămâne aproape constant în primii 10 cm la solurile formate pe șisturi cristaline și crește de 10-15 ori pe solurile argiloase formate pe depozite de fliș;
- vi) la adâncimea de 20 cm timpul de infiltrare a unei coloane de apă de 100 mm crește în medie de 3-3,6 ori pe traseele de colectare cu TAF și de 1-1,2 ori pe traseele de colectare cu vitele, comparativ cu solul nederanjat.

Efectul trecerii repetate a utilajelor folosite în exploatarea masei lemnoase asupra proprietăților solului, a fost analizat și în munții din sudul Italiei, în arborete cu *Fagus sylvatica* și *Abies alba*, ajungându-se la rezultate similare celor din România, în sensul că, la un număr de 15 treceri consecutive, densitatea solului a crescut cu 53 % în primii 10 cm ai profilului (de la 0,75 g/cm<sup>3</sup> la suprafețele martor la 1,15 g/cm<sup>3</sup> la cele circulate repetat) (Proto et al., 2015).

Rezultate asemănătoare au fost înregistrate și în arborete cu *Fagus orientalis* din nordul Iranului, unde trecerea repetată a tractoarelor pe același traseu (de 13 ori) a condus la creșterea valorilor densității solului în primii 10 cm cu 57% și scăderea valorilor porozității totale cu 35% (Solgi & Najafi, 2014). Creșteri de peste 50% a valorilor densității aparente s-au înregistrat și în experimente similare în arborete din SUA (Lacey, et al., 1994)

Consecințele ecologice ale tasărilor determinate de trecerea tractoarelor și vitelor la colectarea lemnului din pădure sunt următoarele: modificarea structurii solului; reducerea porozității de aerație în primii 20-30 cm; stagnarea apelor din precipitații; pseudogleizarea

solului și înierbarea cu specii hidrofile (*Juncus* sp., *Deschampsia caespitosa*, *Molinia coerulea*); înrăutățirea condițiilor pentru instalarea și dezvoltarea regenerării naturale. Pe această bază, este necesară stabilirea și marcarea vizibilă a căilor de colectare cu vitele și cu tractorul și interzicerea accesului utilajelor grele (TAF) în interiorul arboretelor, în afara traseelor stabilite.

Luând în considerare și experimentările efectuate în colaborare cu Institutul Național al Lemnului (Copăceanu et al., 1983), se recomandă anumite sisteme de colectare a masei lemnoase în condițiile aplicării tratamentelor cu tăieri de regenerare la margine de masiv în molidișuri și amestecuri de rășinoase cu fag (Barbu, Cenușă, 2001).

Astfel, pentru tăierile unice (rase) se recomandă liniile tehnologice:

- i) colectarea completă cu funicularul sau tractorul, în benzi late de 40 m sau 60 m și lungime variabilă (în funcție de lungimea versantului);
- ii) colectare mixtă; adunatul și scosul cu atelaje și apropiatul cu funicularul sau tractorul, în benzi late de până la 80 m și de lungime variabilă (în funcție de lungimea versantului).

Pentru tăieri combinate și succesive se recomandă următoarele linii tehnologice de colectare:

- i) colectare completă cu funicularul sau tractorul, în benzi late de 40 m și de lungime variabilă (în funcție de lungimea versantului);
- ii) colectare mixtă; adunatul și scosul cu atelaje și apropiatul cu funicularul sau tractorul, în benzi late de 60 sau 80 m și de lungime variabilă (în funcție de lungimea versantului).

Alegerea liniilor principale de colectare se va face cu respectarea indicațiilor prevăzute în „Normele de aplicare a tratamentelor”, după o analiză detaliată în teren.

O altă soluție de perspectivă, care trebuie realizată încă din cadrul lucrărilor de amenajare, este tipizarea tehnologică a arboretelor în legătură cu tehnologia de exploatare, ca acțiune de planificare a aplicării tratamentelor de regenerare. Bazată pe criterii mixte (tehnico-culturale și funcționale), divizarea tehnologică a spațiului pădurii are și menirea deosebită de

a crea posibilități pentru adaptarea pădurii la condițiile mecanizării lucrărilor de exploatare. Aceasta se poate realiza prin gruparea suprafețelor păduroase în unități de gospodărire permanente (în legătură cu exploatarea), respectiv în complexe tehnologice, fiecare unitate fiind omogenă în ceea ce privește condițiile naturale (caracteristici ale arboretelor, tipul de sol, declivitatea etc.) și de producție (rețele de drumuri, locuri pentru depozite etc.). Fiecare entitate sau complex tehnologic, constituit dintr-un parchet (cupon) sau din mai multe parchete de exploatare, în care s-a autorizat același tip de mijloace de colectare, în cadrul acelorași soluții tehnologice, ar prezenta un caracter de independență tehnică în raport cu aplicabilitatea practică (în funcție de formă, mărime, accesibilitate etc.), dar și un caracter de permanență derivat din aspecte fizice care asigură aplicarea în timp a măsurilor de gospodărire preconizate.

Necesitatea unei tipizări tehnologice se accentuează odată cu creșterea exigențelor privind modalitățile de gospodărire intensivă a pădurilor (tratamente cu tăieri la margine de masiv pe suprafețe mici, grădinărite etc.), care impun o atenție deosebită în ceea ce privește colectarea, atât sub raportul cerințelor producției (volum de muncă, productivitate, eficiență economică etc.), cât și sub cel al efectuării lucrărilor respective cu prejudicii minime aduse semințișurilor, arborilor rămași în picioare și solului. Din acest punct de vedere, tipizarea tehnologică capătă importanță și mai mare pentru arboretele din aflate în perioada de regenerare din planul decenal de recoltare pentru produse principale și poate conduce la creșterea ponderii suprafețelor regenerate natural și la reducerea daunelor produse solului.

## Bibliografie

- Barbu I., 1979. Unele aspecte ecologice privind lucrările de exploatare a rupturilor și doborâturilor de zăpadă în pădurile din Bucovina. *Revista Pădurilor* 94(3):150-155
- Bereziuc R., Oprița V., Olteanu N., 1987. Rețele de drumuri forestiere. Editura Ceres, București, 246 p.
- Barbu I., Cenușă R., 1987. Asigurarea protecției arboretelor de molid împotriva doborâturilor și rupturilor produse de vânt și zăpadă. ICAS Seria II, București, 1987, 71 p.
- Barbu I., Cenușă R., 2001. Regenerarea naturală a molidului. Ed. Tehnică Silvică, București, 238 p.
- Cenușă R., Barbu I., 1984 - Asigurarea protecției arboretelor de molid prin aplicarea blocurilor și succesionilor de tăieri și a tăierilor de îngrijire. ICAS referat științific final. Manuscris ICAS București.
- Ciobanu P.ș.a., 1979. Tehnologii și tratamente intensive de regenerare naturală în molidișuri, amestecuri de rășinoase cu fag și făgete în condițiile mecanizării lucrărilor de exploatare a lemnului. ICAS București.
- Constantinescu, N., 1973. Regenerarea arboretelor. Editura Ceres, București, 670 p.
- Copacean D., Balanescu, Ghica, Rusu G., 1983. Tehnologia exploatării lemnului. Editura Ceres, București, 347 p.
- Jang W., Keyes Ch., Page-Dumroese D., 2015. Impact of Biomass Harvesting on Forest Soil Productivity in the Northern Rocky Mountains. Gen. Tech. Rep. RMR-SGTR- 341. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 35 p. <https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-341>
- Lacey S.T., Ryan P.J., Huang J., Weiss, D.J., 1994. Soil physical property change from forest harvesting in New South Wales. Research division state forests of New South Wales sydney research paper no. 25, August, 1994, 80 p.
- Oprea I., 1995 - Organizarea șantierelor de exploatare a lemnului. Editura Didactică și Pedagogică București, 124 p.
- Proto, A. R., Macri, G., Sorgonă, A., Zimbalatti, G., 2016. Impact of Skidding Operations on Soil Physical Properties in Southern Italy. *Contemporary Engineering Sciences*, 23(9), 1095 - 1104. <https://doi.org/10.12988/ces.2016.68132>
- Solgi A. Najafi A., 2014. The impacts of ground-based logging equipment on forest soil. *Journal of Forest Science*, 60, 2014 (1): 28-34. <https://doi.org/10.17221/76/2013-JFS>.
- Vlad I., 1957. Regenerarea naturală a molidului. Editura Agrosilvică, București, 144p.
- Vlad I., Petrescu L., 1977. Cultura molidului în România. Editura Ceres, București, 359 p.
- ICPIL, 1985 - Tehnici și metode de lucru în exploatările forestiere în scopul creșterii productivității muncii. București
- Barbu I., 1979. Unele aspecte ecologice privind lucrările de exploatare a rupturilor și doborâturilor de zăpadă în pădurile din Bucovina. *Revista Pădurilor* 94(3):150-155
- Bereziuc R., Oprița V., Olteanu N., 1987. Rețele de drumuri forestiere. Editura Ceres, București, 246 p.
- Barbu I., Cenușă R., 1987. Asigurarea protecției arborete-