



Revistă tehnico-științifică editată de Societatea „Progresul Silvic”

COLEGIUL DE REDACȚIE

Redactor responsabil:

Prof. Dr. Ing. Stelian A. Borz

Membri:

Prof. Dr. Ing. Ioan V. Abrudan

Ing. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Ing. Alexandru L. Curtu

Conf. Dr. Ing. Mihai Daia

Conf. Dr. Ing. Gabriel Duduman

Prof. Dr. Ing. Ion I. Florescu

Ing. Olga Georgescu

Conf. Dr. Ing. Sergiu Horodnic

Dr. Ing. Maftai Leșan

Ing. Teodor Țigan

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

CUPRINS

Răzvan V. Câmpu, Marius D. Iftime

Muncitorii forestieri la recoltarea arborilor și colectarea lemnului - caracterizare, calificare, competențe.....1

Avram Cicșa, Gheorghe M. Tudoran, Maria Boroeanu, Alexandru C. Dobre, Gheorghe Spârchez

Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag.....25

Ioan Bitir, Elena C. Mușat, Valentina D. Ciobanu

Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea suprastructurii drumurilor forestiere.....41



Journal edited by the “Progresul Silvic” Society

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief:

Prof. Dr. Stelian A. Borz

Editorial Members:

Prof. Dr. Ioan V. Abrudan

Eng. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Alexandru L. Curtu

Assist. Prof. Dr. Mihai Daia

Assist. Prof. Dr. Gabriel Duduman

Prof. Dr. Ion I. Florescu

Eng. Olga Georgescu

Assist. Prof. Dr. Sergiu Horodnic

Dr. Maftai Leșan

Ing. Teodor Țigan

CONTENTS

Răzvan V. Câmpu, Marius D. Iftime

Forest workers in tree felling and logging - characterization, qualification and competences.....1

Avram Cișă, Gheorghe M. Tudoran, Maria Boroeanu, Alexandru C. Dobre, Gheorghe Spârchez

Productivity indicators for mixed beech-coniferous stands.....25

Ioan Bitir, Elena C. Mușat, Valentina D. Ciobanu

Economic analysis of the technical solutions used in the rehabilitation of forest road pavement systems.....41

ISSN: 1583-7890

ISSN (ONLINE): 2067-1962

Indexed by:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPPIO



Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului - caracterizare, calificare, competențe

Răzvan V. CÂMPU^a, Marius D. IFTIME^b

^aDepartamentul Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Brașov, România, vasile.campu@unitbv.ro

^bDirecția Silvică Bacău, Hemeiuși, România, m_fantanele@yahoo.com

REPERE

- Creșterea calității calificării muncitorilor forestieri trebuie să reprezinte o prioritate pentru sectorul forestier.
- Îmbătrânirea și migrația forței de muncă sunt probleme acute.
- Revizuirea standardelor ocupaționale trebuie să răspundă nevoilor din sectorul forestier.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:

Manuscris primit la: 26 august 2021

Primit în forma revizuită: 02 septembrie 2021

Acceptat: 06 septembrie 2021

Număr de pagini: 24 pagini.

Tipul articolului:

Cercetare

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:

Calificare

Standard ocupațional

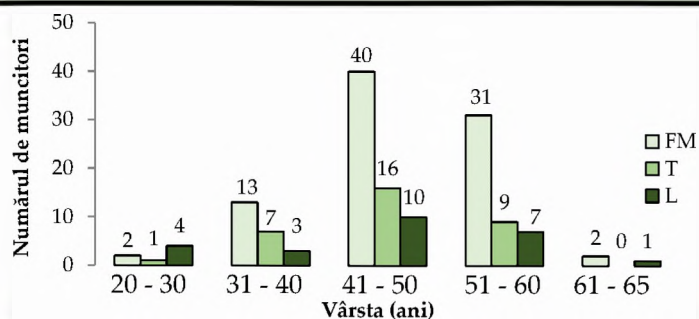
Fasonatori mecanici

Conducători de utilaje

Recoltarea arborilor

Colectarea lemnului

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

Calitatea calificării muncitorilor forestieri este foarte importantă pentru atingerea obiectivelor lucrărilor de gospodărire, limitarea prejudicierii solului, semințișului și arborilor, a calității lemnului la recoltare și colectare și nu în ultimul rând pentru recunoașterea riscurilor de accidentare existente în șantierele de exploatare și alegerea acelor metode, tehnici, procedee de lucru care să permită muncitorilor să lucreze în siguranță. Lucrarea de față prezintă o analiză a calității calificării muncitorilor forestieri care desfășoară lucrări de exploatare a lemnului și în același timp o caracterizare a acestora raportată la nevoile sectorului forestier. Au fost luați în studiu 88 de fasonatori mecanici, 33 de operatori de utilaje și 25 de muncitori legători. Pentru culegerea datelor s-au conceput chestionare pentru fiecare calificare în parte. Analiza datelor arată nevoia urgentă de a crește calitatea calificărilor prin armonizarea standardelor ocupaționale naționale cu cele europene, prin rigoare din partea firmelor de formare profesională, la autorizarea/reautorizarea firmelor de formare profesională și prin conștientizarea angajatorilor și a muncitorilor.

1. INTRODUCERE

Conform principiului integrării lucrărilor de exploatare în cerințele de gospodărire a pădurilor [1], soluțiile de lucru adoptate la nivelul unui parchet trebuie să corespundă cerințelor de gospodărire astfel încât după executarea acestor lucrări să se obțină, în arboretele în care s-a intervenit, condiții de dezvoltare sau regenerare optime. Soluțiile de lucru adoptate pentru recoltarea arborilor și colectarea lemnului sunt puse în practică de muncitori forestieri grupați în echipe de lucru care cuprind, în general, la recoltare un fasonator mecanic și un muncitor ajutor, iar la colectare un operator de utilaj și un muncitor legător. Aceste echipe sunt dirijate în activitatea lor de un șef de formație, șef de echipă sau maistru de parchet, reprezentat de o persoană cu experiență, capabilă să ia deciziile cele mai bune în ceea ce privește adoptarea metodelor de lucru care să ducă la realizarea sarcinilor de muncă în siguranță, la eficiență economică și nu în ultimul rând la limitarea prejudiciilor aduse componentelor ecosistemului forestier. În acest context, realizarea condițiilor optime de dezvoltare sau regenerare a arboretelor în care se desfășoară lucrări de exploatare este, în mare parte, dependentă de calitatea calificării muncitorilor forestieri.

Un alt aspect care este puternic influențat de calitatea calificării muncitorilor forestieri îl reprezintă frecvența și gravitatea accidentelor de muncă. În prezent, raportarea accidentelor de muncă se face pe domeniul silvicultură și exploatare forestiere. În anul 2017 la nivelul UE în silvicultură și exploatare forestiere activau 499720 de angajați din care 47750 (9,56%) în România. Astfel, România se situează pe locul al II-lea după Polonia cu 52700 de angajați [2]. În ceea ce privește rata anuală a accidentelor de muncă aceasta diferă în funcție de sursa citată astfel, în anul 2017, în România s-au produs: 121 [2], 92 [3], sau 111 [4] accidente de muncă. Dintre acestea, în raport cu sursele citate anterior, între 22 – 35% au fost accidente mortale [5]. Domeniul silvicultură și exploatare forestiere ocupă locul al II-lea între ramurile economiei naționale, după cel al construcțiilor, în ceea ce privește numărul de accidente mortale și a celor care au produs invaliditate și locul al III-lea, în ceea ce privește frecvența accidentelor mortale (8,6% în 2014; 7,7% în 2015) din totalul persoanelor accidentate [5]. Klun și Medved (2007) [6] afirmă că frecvența accidentelor mortale este foarte mare, fiind comparabilă cu cea din minerit și construcții. În general, în foarte multe țări este recunoscut faptul că exploatarea lemnului este una dintre cele mai periculoase ocupații, lucrul cu fierăstrăul mecanic fiind indicat ca cea mai periculoasă activitate [7-10].

Efectul practic al calificării deficitare a muncitorilor forestieri a fost evidențiat și în timpul vizitei de monitorizare a managementului forestier desfășurată în luna octombrie 2016 de către organismul de certificare Soil Association Woodmark Programme din Marea Britanie în cuprinsul celor 27 de direcții silvice certificate la acea dată. Astfel, raportul de audit și circulara internă a Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva nr. 21175/22.02.2017 [11] arată condiția majoră (identificată și în anul 2015 ca și condiție minoră) care putea duce la suspendarea sau chiar retragerea certificatului FSC ca fiind reprezentată tocmai de tehnicile deficitare de doborâre a arborilor. Au fost menționate și condițiile minore care au făcut referire la prejudicierea excesivă a arborilor ce mărginesc căile de colectare și la protejarea necorespunzătoare a cursurilor de apă traversate de căile de scos-apropiat. De asemenea, au fost făcute observații cu privire la păstrarea unei cantități

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

insuficiente de lemn mort în parchet și la continuarea lucrărilor de colectare în condițiile unui sol îmbibat cu apă datorită ploilor abundente.

Așa cum s-a arătat în cele menționate anterior, calitatea calificării muncitorilor forestieri este foarte importantă pentru atingerea obiectivelor lucrărilor de gospodărire, limitarea prejudicierii solului, semințișului și arborilor, a calității lemnului la recoltare și colectare și nu în ultimul rând pentru recunoașterea riscurilor de accidentare existente în șantierul de exploatare și alegerea acelor metode, tehnici, procedee de lucru care să permită muncitorilor să lucreze în siguranță. Prin urmare, lucrarea de față prezintă o analiză a calității calificării resursei umane care desfășoară lucrări de exploatare a lemnului și în același timp o caracterizare a acesteia raportată la nevoile sectorului forestier.

2. MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au desfășurat odată cu derularea contractului dintre Universitatea Transilvania din Brașov și Direcția Silvică Bacău nr. 3238/2021 [12], care a avut ca scop instruirea muncitorilor forestieri cu privire la recoltarea arborilor și colectarea lemnului. Au fost luați în studiu 88 de fasonatori mecanici, 33 de operatori de utilaje și 25 de muncitori legători, toți angajați, în timpul efectuării cercetărilor, la Direcția Silvică Bacău.

Pentru culegerea datelor ce caracterizează resursa umană implicată în lucrări de exploatarea lemnului (fasonator mecanic, operator utilaj și muncitor legător) s-au conceput chestionare pentru fiecare calificare în parte. Astfel, chestionarul pentru fasonatorul mecanic a inclus trei părți și anume:

1 – prima parte, cu întrebări referitoare la caracterizarea fasonatorilor mecanici (vârsta, calificarea obținută, accidentele de muncă suferite și bolile de muncă diagnosticate, primul ajutor și costumul de protecție);

2 – a doua parte, cu întrebări specifice activității desfășurate, cu un nivel redus de dificultate, referitoare la evaluarea riscurilor existente la locul de muncă, doborârea și dezaninarea arborilor, secționarea lemnului și întreținerea fierăstrăului mecanic;

3 – a treia parte, care a presupus verificarea echipamentelor de protecție și verificarea componentelor de siguranță pentru fierăstrăul mecanic conform standardului european de lucru cu fierăstrăul mecanic ECC1 dezvoltat de International Awarding Body Association (ABA) [13].

Chestionarul pentru conducătorul de utilaje a inclus două părți și anume:

1 - prima parte, la fel ca și în cazul fasonatorului mecanic, a inclus întrebări referitoare la vârsta, calificarea obținută, accidentele de muncă suferite și bolile de muncă diagnosticate, primul ajutor și costumul de protecție;

2- a doua parte, a cuprins verificarea unor cunoștințe elementare referitoare la evaluarea riscurilor existente la locul de muncă, formarea și legarea sarcinii, cursa în plin, verificarea utilajului și a dispozitivelor de protecție a acestuia, conform instrucțiunilor de securitate și sănătate în muncă;

Pentru muncitorul legător chestionarul a fost același ca și pentru conducătorul de utilaje, urmând să răspundă numai la întrebările referitoare la legarea-dezlegarea sarcinii.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

3.1. Caracterizarea muncitorilor forestieri în funcție de vârstă

Pe baza datelor înregistrate în chestionare s-a întocmit **Tabelul 1**, care prezintă structura resursei umane implicate în procesele tehnologice de recoltare și colectare a masei lemnoase pe clase de vârstă de 10 ani. Deși media ponderată pe clase de vârstă indică o vârstă mijlocie (între 44 și 47 de ani) a resursei umane pe cele trei calificări, o analiză mai atentă asupra distribuției numărului de muncitori pe clasă de vârstă (**Figura 1**) indică următoarele:

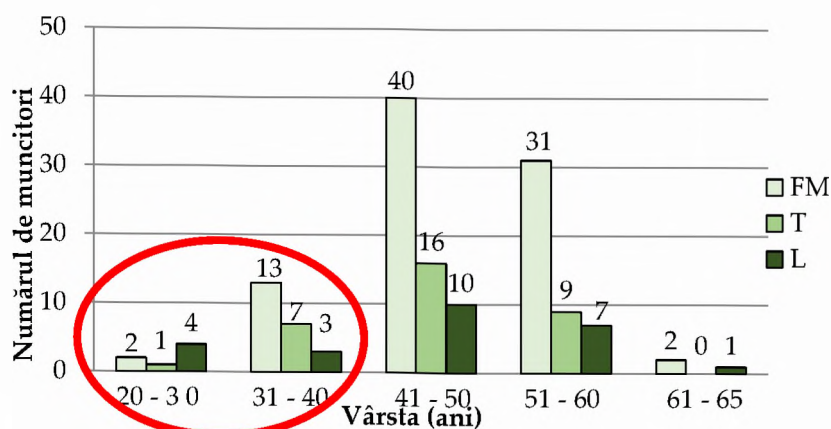


Figura 1. Distribuția resursei umane pe calificări și clase de vârstă: FM – utilizator fierăstrău mecanic; T – conducător utilaj; L – muncitor legător

- distribuția este neuniformă, 81% dintre utilizatorii de fierăstraie mecanice, 76% dintre conducătorii de utilaje și 68% dintre muncitorii legători sunt grupați în clasele de vârstă cuprinse între 40 și 60 de ani;
- se înregistrează un deficit pronunțat de muncitori în primele două clase de vârstă, cuprinse între 20 și 40 de ani, aceștia reprezentând 17% în cazul utilizatorilor de fierăstraie mecanice, 24% în cazul conducătorilor de utilaje și 28% în cazul muncitorilor legători;
- în ultima clasă de vârstă (61-65 de ani), practic aproape nu mai există muncitori, aceștia reprezintă 2% din totalul muncitorilor pe cele trei calificări. Aproximativ, apropierea de vârsta de pensionare, condițiile grele de muncă și creșterea incidenței bolilor profesionale și nu numai, fac ca aceștia să se retragă din activitate odată cu trecerea pragului vârstei de 60 de ani [21].

Tabelul 1. Statistici privind vârsta muncitorilor forestieri

Calificare*	Clasa de vârstă										Total	Media ponderată (ani)	
	20-30		31-40		41-50		51-60		61-65				
	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%			
FM	2	2	13	15	40	46	31	35	2	2	88	100	47
T	1	3	7	21	16	49	9	27	0	0	33	100	45
L	4	16	3	12	10	40	7	28	1	4	25	100	44
Total	7	5	23	16	66	45	47	32	3	2	146	100	45

*Notă: FM – utilizator fierăstrău mecanic; T – conducător utilaj; L – muncitor legător

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

Ponderea mică a muncitorilor din primele două clase de vârstă este cu adevărat îngrijorătoare, întrucât poate fi un indicator al migrației forței de muncă tinere în afara țării sau spre alte sectoare, ori arată că în prezent sectorul forestier nu este suficient de atractiv sub raportul venituri/condiții de muncă. Pe de altă parte, îmbătrânirea forței de muncă în sectorul forestier poate reprezenta un impediment în ceea ce privește actualizarea informațiilor și adaptarea la tehnicile noi de lucru cerute de sistemele de certificare a pădurilor, de evoluția tehnologică existentă și de instrucțiunile SSM care trebuie adaptate evoluției riscurilor existente.

3.2. Analiza calificării resursei umane de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului

3.2.1. Utilizatorii profesioniști de fierăstraie mecanice

La noi în țară, calificarea utilizatorilor profesioniști de fierăstraie mecanice se face în baza a două standarde ocupaționale menite să dezvolte competențele specifice menționate în **Tabelul 2**. Certificatele sunt emise de furnizori de formare profesională autorizați și au valabilitate nelimitată. O altă modalitate de pregătire a utilizatorilor profesioniști este prin ucenicie la locul de muncă, în unitățile în care își desfășoară activitatea (Ordonanța nr. 129/2000) [14]. În această situație calificarea obținută este valabilă numai în unitatea în care s-a făcut ucenicia.

Tabelul 2. Calificările și competențele specifice dezvoltate de standardele ocupaționale – cazul utilizatorilor de fierăstraie mecanice

Calificarea - Standardul ocupațional	
Fasonator mecanic Cod NC 8141.1.6. [15]	Operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri Cod COR 814136 [16]
Locul de muncă	
Platforma parchetelor, centre de sortare și prelucrare, depozite de bușteni	Parchete de exploatare, arborete parcurse cu lucrări de elagaj, zone urbane (aliniamente stradale, parcuri, grădini), platforma parchetelor, centre de sortare și prelucrare, depozite de bușteni
Competențe specifice	
<ul style="list-style-type: none"> - presortarea materialului lemnos; - secționarea materialului lemnos; - oprirea crăpării pieselor; - întreținerea corespunzătoare a fierăstrielor mecanice. 	<ul style="list-style-type: none"> - întreținerea uneltelor și a echipamentului de lucru; - executarea lucrărilor de doborâre a arborilor din exploatarea forestiere; - doborârea arborilor din zone populate, aliniamente stradale, parcuri și consolidarea arborilor valoroși; - sortarea masei lemnoase; - elagarea arborilor; - toaletarea ornamentală a coroanelor arborilor din parcuri și aliniamente; - determinarea volumului brut și pe sortimente industriale la masa lemnoasă prelucrată.

În cadrul Direcției Silvice Bacău cei 88 de utilizatorii profesioniști de fierăstraie mecanice dețin 95 de calificări (**Tabelul 3**), însemnând că 7 utilizatori au o dublă calificare. Distribuția utilizatorilor de fierăstraie mecanice în funcție de calificarea deținută este următoarea: 84 (89%) dintre calificări sunt de fasonator mecanic, 5 (5%) de operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri și câte 3 (3%) pentru calificare la locul de muncă, respectiv alte situații (școli profesionale).

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

Tabelul 3. Calificările deținute de resursa umană de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului

Utilizatori profesioniști de fierăstraie mecanice										
Fasonator mecanic		Operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri		Calificare la locul de muncă		Altă situație		Total		
nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	
84	89	5	5	3	3	3	3	95	100	
Conducători de utilaje										
Operator la colectarea și manipularea lemnului				Motorist la motoagregate și mașini în silvicultură				Total		
nr.		%		nr.		%		nr.		%
13		39		20		61		33		100
Muncitori legători										
nr.				%						
25				100						

Se observă că cei mai mulți utilizatori de fierăstraie mecanice sunt calificați după standardul ocupațional de fasonator mecanic. Acest lucru reprezintă un semnal de alarmă pentru că utilizatorii profesioniști de fierăstraie mecanice calificați după standardul ocupațional – Fasonator Mecanic – Cod NC 8141.1.6. nu au competențele potrivite pentru lucrul în parchetele de exploatare (vezi **Tabelul 2** locul de muncă și competențe specifice). Pentru a se proteja de situații neplăcute, angajatorii trebuie să acorde o mai mare atenție competențelor atunci când angajează un fasonator. Fișa postului trebuie să cuprindă atribuții care reies din competențele dobândite. Situația este cu atât mai neplăcută când se produce un accident de muncă și se constată că fasonatorul lucra în parchet la recoltare, deși, conform calificării pe baza standardului ocupațional nu avea competențele necesare [17]. O altă explicație pentru situația prezentată este necunoașterea de către muncitori a calificării deținute și declararea calificării de fasonator mecanic. Acest lucru subliniază calitatea redusă a organizării calificării și a implicării cursanților în activitățile pe care calificarea le presupune (participare la cursuri, activități practice demonstrative, examene teoretice și practice etc.). Existența unui sistem normal și firesc de calificare ar trebui să asigure utilizatorilor de fierăstraie mecanice o calificare graduală, mai întâi după standardul de calificare – fasonator mecanic și mai apoi, o a doua calificare după standardul de operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri. În prezent se află în procedura de revizuire numai standardul de operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri [18], ceea ce înseamnă că nu vor fi armonizate cele două standarde referitoare la utilizatorii profesioniști de fierăstraie mecanice din punct de vedere al competențelor dezvoltate și, prin urmare, acestea vor continua să producă efecte. Deși neajunsurile sistemului actual de calificare a utilizatorilor profesioniști de fierăstraie mecanice, a conținutului, denumirii standardelor ocupaționale au făcut subiectul altui articol [17], nu putem trece cu vederea faptul că standardele de calificare ar fi trebuit aliniate cu cele europene după aderarea la Uniunea Europeană.

3.2.2. Conducătorii de utilaje

În România calificarea operatorilor de pe tractoare se face în baza a două standarde ocupaționale și anume:

- COR 833106 – Operator la colectarea și manipularea lemnului [19];

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

- COR 833103 – Motorist la motoagregate și mașini în silvicultură [20].

Competențele specifice pe care trebuie să le dezvolte operatorul utilajelor folosite la colectarea lemnului, conform standardelor ocupaționale menționate sunt prezentate în **Tabelul 4**.

Tabelul 4. Competențele specifice dezvoltate de standardele ocupaționale

Calificarea - Standardul ocupațional	
COR 833106 – Operator la colectarea și manipularea lemnului	COR 833103 – Motorist la motoagregate și mașini în silvicultură
Competențe specifice	
- utilizează mijloacele de colectare pe pneuri;	- executarea lucrărilor de colectare a materialului lemnos în parchete;
- adună materialul lemnos;	- exploatarea motoagregatelor și mașinilor;
- scoate materialul lemnos;	- întreținerea și repararea motoagregatelor;
- apropie materialul lemnos;	- diagnosticarea defecțiunilor apărute la motoagregate;
- manipulează materialul lemnos în platforma parchetului;	- conducerea motoagregatelor și mașinilor pe drumurile forestiere.
- întreține utilajele și echipamentele de lucru.	

Din analiza competențelor specifice ale celor două standarde ocupaționale se observă că acestea nu sunt identice. Competențele operatorului de la colectarea și manipularea lemnului sunt punctuale, adaptate domeniului de lucru. Cele de la motorist sunt mai generale întrucât standardul ocupațional califică și conducătorii de utilaje pentru pepiniere și culturi forestiere. Important este ca cele două standarde să fie armonizate, să asigure aceeași pregătire teoretică cât și practică cursanților (de reținut că ambele standarde ocupaționale sunt într-un proces de revizuire [18]).

În cadrul Direcției Silvice Bacău, 20 (61%) din conducătorii de utilaje sunt calificați pe baza standardului - motorist la motoagregate și mașini în silvicultură și 13 (39%) pe baza standardului - operator la colectarea și manipularea lemnului (**Tabelul 3**).

3.2.2. Muncitorii legători

În sistemul actual de calificare nu există standard ocupațional pentru muncitorii legători de la colectarea lemnului. Aceștia nu pot fi asimilați legătorilor de sarcină din domeniul construcțiilor. Prin urmare, ar trebui să existe o preocupare urgentă de a elabora un standard de calificare pentru muncitorii legători întrucât și aceștia trebuie să facă dovada că înțeleg sarcinile de muncă, riscurile la care se expun în timpul muncii și instrucțiunile de securitate și sănătate în muncă.

3.3. Vechimea în calificarea obținută

În ceea ce privește vechimea în calificarea obținută, se poate observa în **Tabelul 5** că un număr important de muncitori au calificarea obținută în ultimii 10 ani (49% în cazul utilizatorilor profesioniști de fierăstraie mecanice, 36% în cazul conducătorilor de utilaje și 48% în cazul muncitorilor legători). Aceste date coroborate cu vârsta muncitorilor indică o discrepanță majoră existență între vechimea în calificarea deținută și vârsta muncitorilor.

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

Tabelul 5. Distribuția muncitorilor în funcție de vechimea în calificarea deținută

Vechimea în calificarea deținută															Total		
< 5 ani		5-10		10-15		15-20		20-25		25-30		30-35		> 35 ani		nr.	%
nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%	nr.	%		
Utilizatori profesioniști de fierăstraie mecanice																	
23	26	20	23	14	16	7	8	11	12	8	9	4	5	1	1	88	100
Conducători de utilaje																	
7	21	5	15	1	3	4	12	9	28	4	12	2	6	1	3	33	100
Muncitori legători																	
9	36	3	12	7	28	1	4	2	8	2	8	1	4	0	0	25	100

Astfel, deși cea mai mare parte din forța de muncă are vârste mai mari de 40 de ani (83% în cazul utilizatorilor profesioniști de fierăstraie mecanice, 76% în cazul conducătorilor de utilaje și 72% în cazul muncitorilor legători), vechimea în calificarea deținută este mai mică de 10 ani. Aceasta situație se poate explica prin faptul că mare parte dintre muncitori nu sunt la prima meserie (au urmat un program de reconversie profesională), mulți dintre aceștia provenind din mediul rural unde disponibilitatea locurilor de muncă este destul de limitată, ei optând pentru o meserie în sectorul forestier.

3.4. Accidente de muncă

Analiza accidentelor de muncă s-a făcut având în vedere două aspecte și anume: (i) accidentele suferite de propria persoană (**Figura 2**); (ii) accidentele suferite de colegii din echipa de lucru (**Figura 3**). S-a ales această metodă întrucât, în astfel de studii, există tendința de a declara mai multe aspecte ce țin de producerea unui accident de muncă atunci când este vorba de alte persoane.

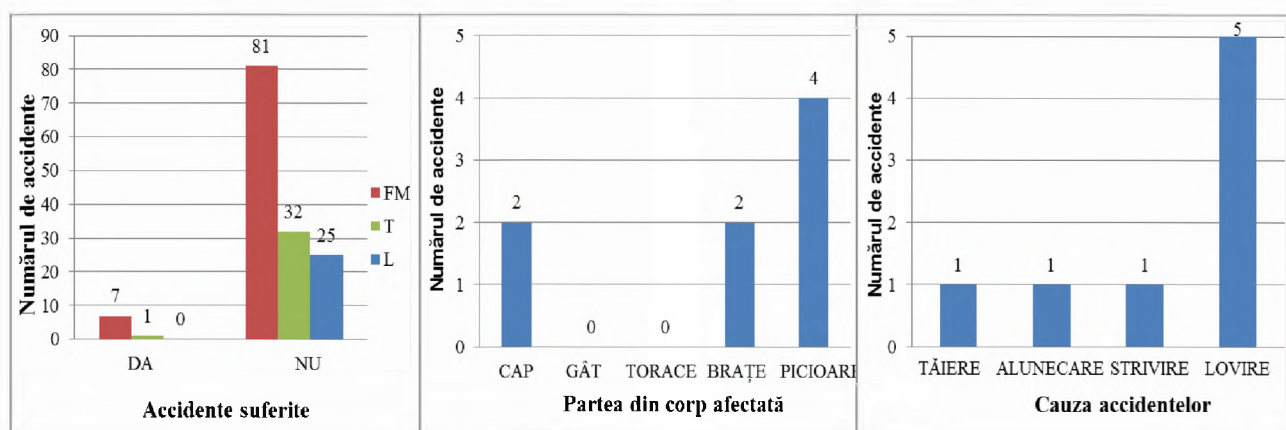


Figura 2. Accidente suferite de propria persoană: FM – utilizator fierăstrău mecanic; T – conducător utilaj; L – muncitor legător

Din analiza **Figurilor 2 și 3** reiese că 7 utilizatori de fierăstraie mecanice și un conducător de utilaje au declarat că au suferit accidente de muncă. Dintre acestea cele mai multe (4) au afectat picioarele, principala cauză de producere fiind lovirea cauzată de părți ale arborilor (crăci, trunchi

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

etc.). În ceea ce privește accidentele suferite de colegii de echipă, s-au înregistrat 20 de accidente de muncă, 16 au fost declarate de utilizatori de fierăstraie mecanice, 2 de conducătorii de utilaje și 2 de muncitorii legători. Dintre accidentele declarate predomină cele mortale (6) și cele cu incapacitate temporară de muncă (6), iar principala cauză de producere a accidentelor a fost indicată, de asemenea, lovirea cu părți ale arborilor (crăci, trunchi etc.).

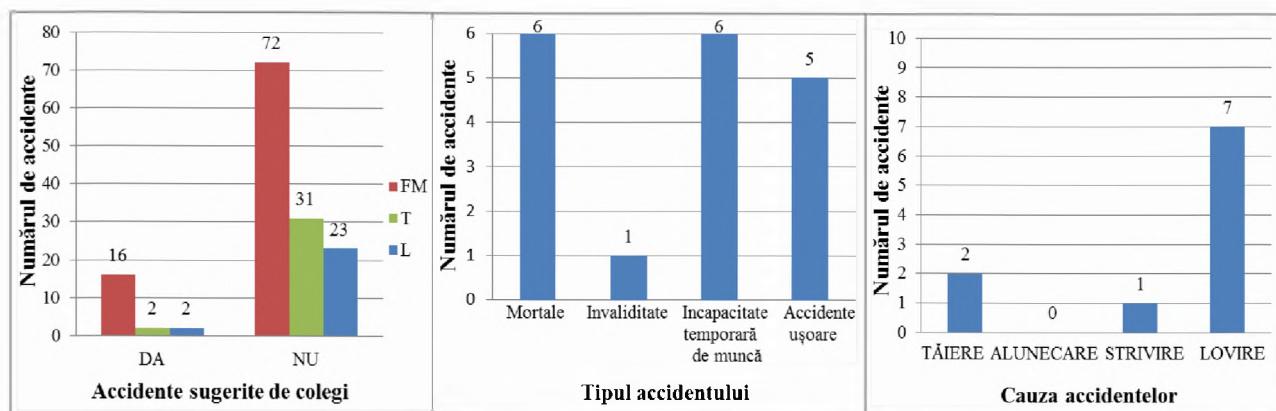


Figura 3. Accidente suferite de colegii din echipa de lucru: FM – utilizator fierăstrău mecanic; T – conducător utilaj; L – muncitor legător

Studiul lui Iftime [21], pe baza datelor furnizate de către ITM Bacău, pentru cele două categorii profesionale (fasonatori mecanici și conducători de utilaje), a analizat accidentele de muncă produse în perioada 2007-2018. Astfel, în perioada amintită s-au produs 26 de accidente de muncă; în 15 dintre ele au fost implicați fasonatori mecanici, iar în 11 conducători de utilaje. În ceea ce privește gravitatea accidentelor la fasonatorii mecanici, în cele mai multe cazuri (40%) acestea s-au soldat cu incapacitate temporară de muncă, iar în 20% din cazuri accidentele au fost mortale. La conducătorii de utilaje proporția cea mai mare o reprezintă accidentele mortale (45%), urmate de cele cu incapacitate temporară de muncă cuprinsă între 45-180 zile (27%) [21]. În ceea ce privește repartitia accidentelor pe operații ale procesului de recoltare, 47% se întâlnesc la doborâre, 13% la secționare, iar restul de 40% la alte activități legate de procesul de muncă (sarcini neprevăzute în fișa postului, altercații, consum alcool). În cursul anilor 2012 - 2016, pe primele 5 poziții în clasamentul cu cele mai multe accidente de muncă se aflau județele: Harghita (18 accidente mortale și 3 accidente cu invaliditate), Caraș-Severin (16 accidente mortale și 3 accidente cu invaliditate), Argeș (13 accidente mortale și 2 accidente cu invaliditate), Neamț (12 accidente mortale și 8 accidente cu invaliditate) și Suceava (12 accidente mortale și 3 accidente cu invaliditate) [22-24]. În perioada menționată, pentru cca 20% din accidente, cauza producerii accidentelor a fost atribuită unor factori dependenți de sarcina de muncă, de mijloacele de producție și de mediul de muncă. Pentru circa 80% din accidentele înregistrate, cauza de producere a fost atribuită victimei (conducător de utilaj sau fasonator mecanic). Potrivit aceluiași surse, principalele cauze care au stat la baza producerii accidentelor au fost:

- efectuarea lucrărilor specifice meseriei de fasonator mecanic de către lucrători care nu au calificarea necesară;
- lipsa, starea necorespunzătoare sau neutilizarea echipamentului individual de protecție sau a dispozitivelor de protecție din dotare;

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

- neefectuarea sau omiterea unor lucrări și operații anterior începerii exploatării propriu-zise, în parchetele de exploatare;
- neefectuarea la timp sau omisiuni în efectuarea unor operații, faze, comenzi și manevre indispensabile securității muncii;
- instruirea necorespunzătoare în domeniul securității și sănătății în muncă;
- neevaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională;
- expunerea, în afara sarcinii de muncă, prin deplasare sau staționare în zone cu pericol temporar sau permanent de accidentare;
- consumul de alcool de către lucrătorii din echipa de exploatare.

Un studiu întreprins de Robb și Cocking [25] arată care sunt cauzele de producere a accidentelor mortale în țări din Europa (Germania, Spania, Cehia, Slovacia și Anglia):

- 63% dintre fasonatori au murit fiind loviți de arborii doborâți, de crăci sau părți de arbori, în special la dezaninare, în doborâturi de vânt și zăpadă sau în incendii;
- 13% dintre fasonatori au murit din cauza hemoragiilor severe cauzate de tăierea cu fierăstrăul mecanic ca urmare a producerii reculului și a lipsei de acordare a primului ajutor la locul de muncă;
- 11% au murit din cauza căderii fasonatorului peste fierăstrăul mecanic cu lanțul în mișcare ca urmare a alunecării, împiedicării în condițiile unui teren accidentat și alunecos;
- 7% au murit în urma accidentelor cu utilajele folosite la colectare;
- 6 % au murit ca urmare a căderii de la înălțime.

Din statisticile prezentate putem trage concluzia că, oriunde în lume, munca în exploatarea lemnului expune muncitorii la accidentare și îmbolnăvire profesională, nu de puține ori accidentare mortală sau soldată cu invaliditate, mai ales în condițiile unei pregătiri profesionale precare.

3.5. Boli profesionale

Legea securității și sănătății în muncă (legea nr: 319/14 iulie 2006) [26] definește boala profesională ca fiind afecțiunea care se produce ca urmare a exercitării unei meserii sau profesii, cauzată de agenți nocivi fizici, chimici ori biologici caracteristici locului de muncă, precum și de suprasolicitarea diferitelor organe sau sisteme ale organismului, în procesul de muncă. Bolile profesionale specifice domeniului includ discopatia (inclusiv hernia de disc), sindromul de tunel carpian, sindromul Raynaud (boala degetelor albe), tulburări ale sistemului muscular și osos [24].

Analiza datelor obținute arată că 29 dintre utilizatorii de fierăstraie mecanice, 7 dintre conducătorii de utilaje și 5 dintre muncitorii legători au declarat că suferă de boli profesionale (**Figura 4**). Se observă însă, că nu toate bolile declarate sunt boli profesionale. Astfel, doar afecțiunile spatelui (discopatie, hernie de disc, coxartroză) și ale picioarelor (afecțiuni ale articulației genunchiului) pot fi considerate ca făcând parte din categoria bolilor profesionale. Se poate astfel, concluziona că doar 28 de muncitori suferă de boli profesionale, majoritatea de afecțiuni ale spatelui, incluzând discopatia lombară și hernia de disc.

Studiul [21] arată că un număr de 107 fasonatori mecanici și 37 de conducători de utilaje prezintă simptomatologii profesionale specifice domeniului forestier. Astfel, investigațiile amănunțite în Clinica Universitară de Medicina Muncii București au semnalat, la nivelul

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

grupurilor analizate, boli profesionale osteomusculoarticulare (27,10% fasonatori mecanici și 16,22% conducători utilaje), sindromul Raynaud (3,74% fasonatori), hipoacuzie bilaterală (1,87% fasonatori). Totodată au fost semnalate și următoarele boli legate de profesie: O.R.L. (13,08% fasonatori), dermatologice (6,54% fasonatori și 13,51% conducători utilaje), osteomusculoarticulare (19,63% fasonatori, 13,51% conducători utilaje), respiratorii (3,74% la fasonatori, 2,70% conducători utilaje), cardiologice (11,21% fasonatori, 10,81% conducători utilaje). Datele medicale evidențiază că toți fasonatorii investigați au fost diagnosticați cu mai multe patologii profesionale sau legate de profesie (de la 2 până la 5 afecțiuni), situație întâlnită și la 90% din conducătorii de utilaje. Pe lângă bolile profesionale și cele legate de profesie, toți lucrătorii evaluați în clinică au fost depistați și cu alte tipuri de afecțiuni care nu sunt în legătură cu profesia.

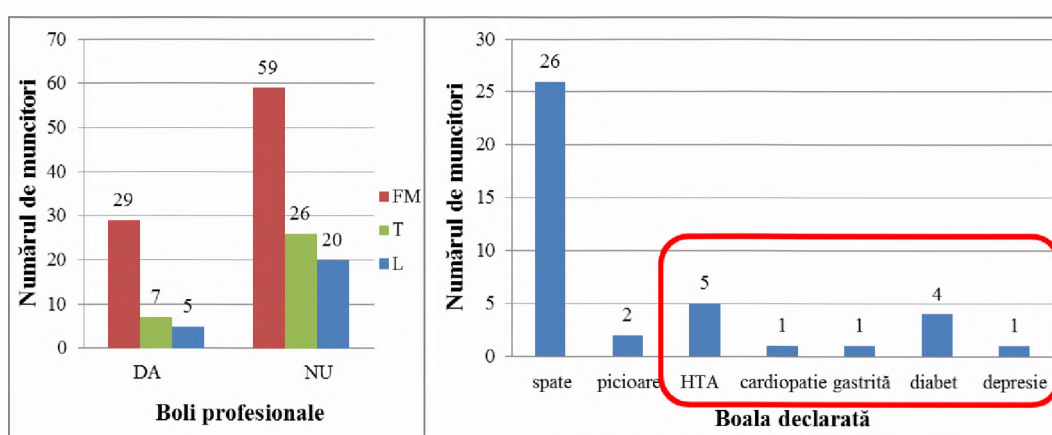


Figura 4. Incidența bolilor profesionale: FM – utilizator fierăstrău mecanic; T – conducător utilaj; L – muncitor legător

Spectrul afecțiunilor profesionale, precum și procentul fasonatorilor mecanici afectați este mai mare comparativ cu cel al conducătorilor de utilaje forestiere, fapt ce evidențiază atât gama numeroasă de riscuri profesionale, cât și nivelul ridicat al acestora. Astfel, în categoria bolilor profesionale, cele osteomusculoarticulare sunt preponderente, iar proporția lucrătorilor crește cu vârsta, vechimea în muncă și vechimea în meserie. În cazul fasonatorilor, la categoriile de vechime în meserie ≥ 26 ani și 16-25 ani, se observă că 75%, respectiv 56% din lucrători sunt afectați de boli profesionale, comparativ cu categoriile similare de vechime în muncă, unde proporția este de 43%, respectiv 42%. Se concluzionează că riscurile meseriei sunt cele care conduc la o pondere mai mare a lucrătorilor afectați comparativ cu vechimea în muncă, care înglobează riscurile parcursului profesional ale angajatului. De menționat este faptul că lucrătorii din categoria de vârstă 18-35 ani nu au fost diagnosticați cu boli profesionale, fapt ce arată că acțiunea factorului de risc este determinată de timp. Practic, factorul timp este cel care este în legătură directă cu vârsta și vechimea în muncă și/sau meserie a muncitorului și reprezintă o condiție de bază pentru caracterul de profesionalitate al bolii. La conducătorii de utilaje, afecțiunile profesionale depistate au fost bolile osteomusculoarticulare. În ceea ce privește bolile legate de profesie s-au diagnosticat următoarele afecțiuni: dermatologice (onicomicoza), respiratorii (bronșita cronică), cardiovasculare (hipertensiunea arterială esențială), cât și cele osteomusculoarticulare. Astfel, atât fasonatorii cât și conducătorii de utilaje, deși sunt un grup eterogen în ceea ce privește parametrii antropometrici, vârsta, vechimea în meserie și vechimea în muncă, au ca principale afecțiuni musculo-scheletale,

patologiile de spate inferior și superior datorită efectelor cumulative ale factorilor de risc - poziții vicioase prelungite, manevrarea de greutate, expunerea la vibrații și zgomot, factorii climatici etc.

3.6. Trusa de prim ajutor și primul ajutor

Se recomandă ca fiecare fasonator mecanic să dețină o calificare în domeniul acordării primului ajutor la locul de muncă. Toți fasonatorii mecanici trebuie să fie instruiți în acordarea primului ajutor la locul de muncă, în special în cazul hemoragiilor majore și a leziunilor rezultate prin tăiere, lovire, strivire și înjunghiere. Nu trebuie neglijată nici predispoziția fasonatorului mecanic la reacții alergice [24,27]. În cercetarea întreprinsă, dintre utilizatorii de fierăstraie mecanice 12 (14%) au declarat că dețin o calificare în acordarea primului ajutor în caz de accident. În aceeași categorie au fost incluși 4 (12%) dintre conducătorii de utilaje și 4 (16%) dintre muncitorii legători. Calificarea de acordare a primului ajutor se poate obține prin participarea la cursul de prim ajutor organizat de Crucea Roșie. Acest curs are o durată de 12 ore iar certificatul și legitimația obținute au valabilitate de un an de zile. Fiecare fasonator mecanic trebuie să aibă propria trusă de prim ajutor; aceasta trebuie purtată în timpul lucrului în centura cu scule sau în jacheta de protecție. În locuri izolate, caracteristică a parchetelor de exploatare, persoanele accidentate prezintă un risc ridicat de hipotermie. Prin urmare, în trusa de prim ajutor trebuie să se regăsească, pe lângă pansamente sterile de diferite mărimi și folie izotermă pentru conservarea căldurii corpului [24]. În ceea ce privește existența unei truse de prim ajutor personale, s-a constatat că aceasta lipsește la toți muncitorii luați în studiu. Echipele de exploatare sunt dotate cu trusă tip rucsac, care respectă componența necesară de materiale. În general, trusa tip rucsac este păstrată în utilajul folosit la colectare. Sunt situații când această trusă este păstrată de șeful de echipă/formație în autovehicul; în felul acesta, când acesta este plecat din parchet, trusa medicală nu mai este la disponibilitatea echipei de lucru, ceea ce reprezintă un neajuns ce trebuie îndepărtat.

3.7. Echipamentul de protecție

În cazul utilizatorilor de fierăstraie mecanice s-a constatat că aceștia sunt dotați cu costume personale de protecție care respectă standardele de protecție în vigoare (EN 381). O excepție o reprezintă bocancii care, deși au bombeu metalic, nu protejează piciorul și laba piciorului de acțiunea lanțului tăietor. Potrivit datelor înregistrate, 85 (97%) dintre fasonatori declară că poartă zilnic costumul de protecție (**Figura 5**). În același timp, cele mai puțin folosite componente ale costumului de protecție au fost antifoanele și vizorul. La inspectarea echipamentului de protecție cele mai multe neconformități s-au înregistrat la antifoane (12) și vizor (11) unde acestea erau rupte sau lipseau. O atenție deosebită trebuie acordată respectării termenului de valabilitate a căștii de protecție. În cazurile inspectate pentru 27 (31%) de căști nu s-a putut verifica valabilitatea, o cască era crăpată și una avea curelele de amortizare rupte. Se recomandă dotarea cu echipamente de protecție de calitate superioară. În cazul fasonatorilor mecanici echipamentele de protecție trebuie să aibă inscripționate pe părțile componente marcajul „CE”, sigla Euro Test și sigla standardului EN381 [24]. Astfel, se recomandă utilizarea unor sisteme de protecție a capului, auzului, la nivelul ochilor și feței în bună stare de funcționare și cu perioada de utilizare nedepășită. Îmbrăcămintea trebuie să asigure vizibilitate maximă în parchet și protecție împotriva tăierii la viteze ale lanțului

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

fierăstrăului mai mari de 20 m/s; în același timp, trebuie să fie comodă, cu greutate specifică a materialului redusă și să asigure respirabilitate mai ales în perioadele calde [21].

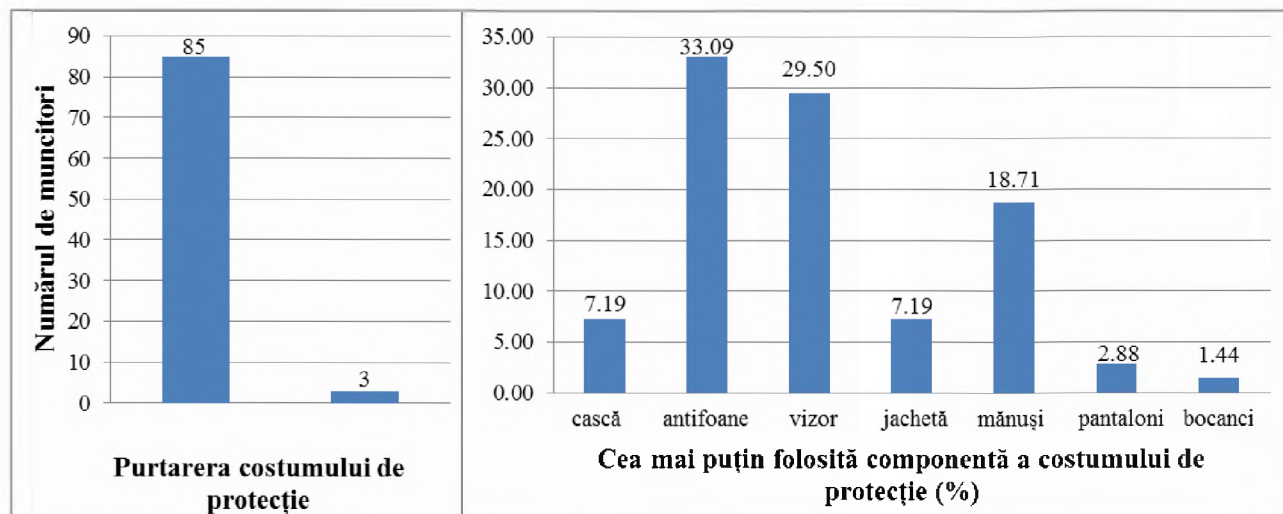


Figura 5. Purtarea echipamentului de protecție în cazul utilizatorilor de fierăstraie mecanice

Bocancii trebuie să asigure protecția împotriva umidității, temperaturilor scăzute, să asigure aderență bună la sol și să protejeze piciorul în partea din față la lovituri, strivire prin protecție metalică la nivelul bombeului, cât și de lanțul tăietor prin inserții de materiale rezistente, iar mănușile să asigure confortul termic pe timp de iarnă și să limiteze vibrațiile transmise sistemului mână-braț. O descriere completă a costumului de protecție pentru fasonatorii mecanici, corespunzătoare standardelor europene de lucru cu fierăstrăul mecanic, cu indicarea standardelor pe care trebuie să le îndeplinească părțile componente ale costumului de protecție este făcută în lucrarea „Ghidul utilizatorilor de fierăstraie mecanice” [24].

3.8. Evaluarea condițiilor de lucru și a riscurilor existente

O caracteristică a exploatării pădurilor, deosebit de importantă sub aspectul riscurilor, este reprezentată de caracterul pasager al lucrărilor. Trebuie reținut faptul că începerea lucrărilor de exploatare într-un parchet nou presupune expunerea muncitorilor la noi riscuri de accidentare, corespunzătoare condițiilor concrete de lucru din parchetul respectiv. Prin urmare, o nouă evaluare a riscurilor este obligatorie. De altfel, legislația în domeniul securității și sănătății în muncă menționează, referitor la instruirea lucrătorilor, că aceasta trebuie să fie adaptată evoluției riscurilor sau apariției unor noi riscuri, periodică și ori de câte ori este necesară [26]. În acest sens, atunci când se modifică condițiile de lucru, trebuie făcută o nouă evaluare a riscurilor, chiar și de la o zi la alta [24]. Datele prelucrate au arătat că 71 (81%) dintre utilizatorii de fierăstraie, 30 (91%) dintre conducătorii de utilaje și 23 (92%) dintre muncitorii legători au declarat că fac o evaluare a condițiilor de muncă și a riscurilor (Figura 6).

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

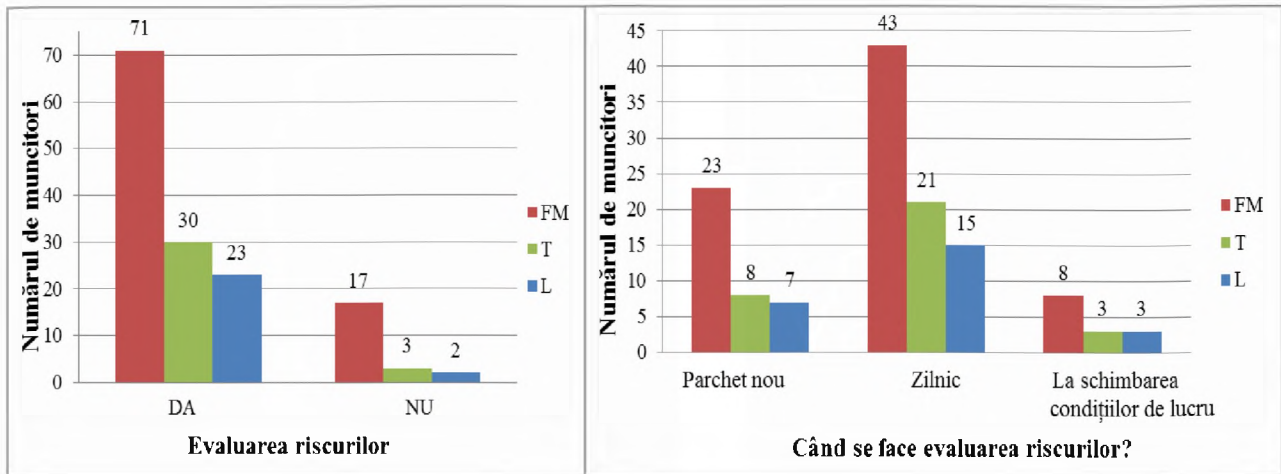


Figura 6. Evaluarea riscurilor la locul de muncă

Cei mai mulți, 49% dintre utilizatorii de fierăstraie, 64% dintre conducătorii de utilaje și 60% dintre muncitorii legători au declarat că fac zilnic evaluarea riscurilor la locul de muncă. Pe durata pregătirii profesionale, muncitorii trebuie învățați să evalueze condițiile de lucru din șantierul de exploatare, să identifice situațiile periculoase care reprezintă riscuri iminente de producere a accidentelor și să ia măsurile de pentru evitarea producerii accidentelor.

3.9. Evaluarea competențelor corespunzătoare calificării deținute

3.9.1. Utilizatorii de fierăstraie mecanice

În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele centralizării răspunsurilor la întrebările din chestionar. Cu scris verde este indicat numărul răspunsurilor corecte sau care ar fi trebuit să fie conforme cu calificarea deținută de utilizatorul de fierăstraie mecanice, cu scris roșu este indicat numărul răspunsurilor incorecte, iar cercul roșu indică numărul răspunsurilor corecte care ridică semne de întrebare legate de veridicitatea lor (acest lucru a fost testat prin lucru în parchet cu utilizatorii de fierăstraie mecanice, ulterior completării chestionarului).

- Sunteți obișnuit să folosiți tăierea în berbec la doborârea arborilor?

DA	NU
45	43

Deși 45 de fasonatori declară că folosesc, în mod curent, tăierea în berbec la doborârea arborilor, în realitate un număr mult mai mic utilizează această tehnică. Un impediment în realizarea tăieturilor de doborâre și deci, a elementelor specifice doborârii în cioată (tapa, tăietura din partea tapei, zona de frânare și pragul) îl reprezintă executarea cu greutate a tăieturilor în plan orizontal, astfel că, pragul este inegal, tăietura din partea opusă tapei la un capăt al zonei de frânare este situată deasupra tapei iar în celălalt capăt sub tapă. Tăieturile tapei nu se întâlnesc, frecvent una o depășește pe cealaltă, tăind astfel zona de frânare. Mai mult, mare parte din fasonatori nu cunosc rolul zonei de frânare, de ce este important ca aceasta să aibă aceeași lățime. Practic, posibilitatea de a asigura o lățime uniformă a zonei de frânare este unul din avantajele folosirii tăierii în berbec la doborârea arborilor.

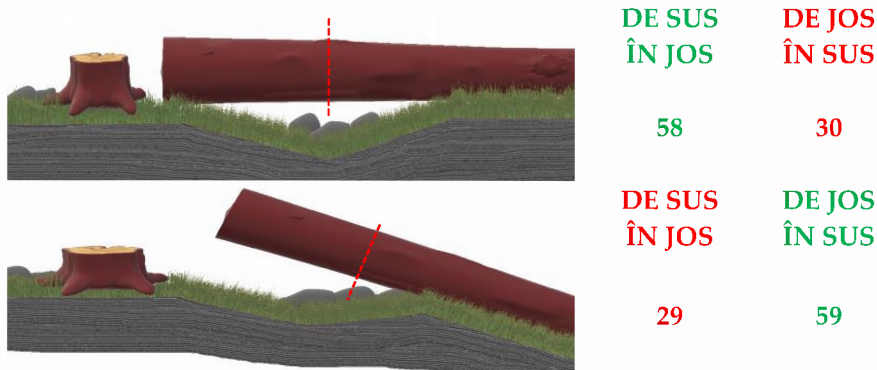
Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

- Folosiți dispozitivul de tracțiune cu cablu la dezaninarea arborilor?

DA	NU
18	70

Lucrările de dezaninare a arborilor din parchet au arătat că puțini fasonatori au mai văzut un dispozitiv de tracțiune cu cablu și că niciunul nu cunoaște modul de lucru cu acest dispozitiv. De asemenea, instalarea unei linii de tracțiune formată din dispozitivul de tracțiune, rolă de direcție (modul cum aceasta poate fi folosită pentru a mări forța de tracțiune), centuri de legare (modalități de legare cu influență asupra forței de rezistență a centurilor), alegerea punctelor de ancorare și adaptarea schemelor de instalare a liniei de tracțiune în funcție de condițiile concrete de lucru, zonele periculoase de la baza arborelui, de lângă linia de tracțiune sau dispozitivul de tracțiune au fost aspecte cu totul necunoscute. Toate aceste aspecte neconforme au fost dublate de tehnicile periculoase de tăiere a zonei de frânare sau chiar netăierea acesteia atunci când pentru dezaninare s-a folosit tractorul. În toate cazurile, tractorul nu avea pe tamburul troliului o lungime a cablului egală cu cel puțin două înălțimi de arbore, pentru a permite poziționarea acestuia în afara zonelor de risc [27]. Structura fazelor de lucru la dezaninarea arborilor cu dispozitivul de tracțiune cu cablu, tehnicile de tăiere a zonei de frânare, avantajele și dezavantajele folosirii acestei tehnici dar și a dezaninării arborilor cu tractorul sunt în detaliu descrise în lucrarea [5].

- În cazurile de mai jos din ce parte începeți să secționați piesa de lemn?



La secționarea lemnului au fost identificate probleme în ceea ce privește neidentificarea corectă a zonelor cu fibre comprimate la 30 de fasonatori din cei luați în studiu. Acest lucru crește riscul de accidentare a muncitorilor, de așchiere a pieselor de lemn și în felul acesta de prejudiciere a calității lemnului fasonat.

- Folosiți suportul pentru pilă la ascuțirea lanțului tăietor?

DA	NU
17	71

În ceea ce privește ascuțirea lanțului tăietor, 17 fasonatori mecanici au declarat că folosesc suportul pentru pilă. În realitate niciunul nu avea suport în parchet, pila fiind purtată cel mai adesea în bocanc/cizmă sau buzunarul pantalonului mărind în acest fel riscul de accidentare prin înjunghiere. La verificarea fierăstraielelor mecanice, cei mai mulți fasonatori aveau montate pe lamele de ghidare lanțuri noi. Pentru cei care aveau montate lanțurile cu care lucrau, neutilizarea suportului pentru pilă a condus la evidențierea neconformităților din **Tabelul 6**, punctul 3. În **Tabelul 6** sunt redată toate neconformitățile identificate la verificarea componentelor de siguranță

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

ale fierăstrăul mecanic. Oricare dintre neconformitățile identificate, menționate în **Tabelul 6**, contribuie la creșterea riscului de accidentare și la creșterea uzurii fierăstrăului mecanic. Cu toate acestea, de departe se remarcă faptul că la 7 fierăstraie mecanice frâna de lanț nu funcționa, fasonatorii continuând lucrul cu fierăstrăul. De asemenea, în 12 cazuri pârghia de blocare a accelerației a fost îndepărtată sau lipită cu bandă izolatoare împiedicând în felul acesta utilizarea în siguranță a fierăstrăului mecanic. Standardele europene de lucru cu fierăstrăul mecanic dezvoltate de asociații profesionale precum Awarding Body Association International (ABA) [28], European Forestry and Environmental Skills Council (EFESC) [29], National Proficiency Tests Council (NPTC) [30] și instrucțiunile de securitate și sănătate în muncă [31] impun verificarea fierăstraielor mecanice înainte de începerea lucrului și interzic începerea lucrului cu un fierăstrău mecanic la care există componente de siguranță nefuncționale.

Tabelul 6. Neconformități identificate la verificarea componentelor de siguranță ale fierăstrăul mecanic

Componentele de siguranță ale fierăstrăului mecanic	-	Neconformități
1. Frâna de lanț (Funcțională)	!	7 (pârghia de acționare ruptă, banda metalică ruptă, arcuri sărite etc.)
2. Sistemul anti-vibrare (Funcțional)	!	2 (amortizoare)
3. Lanț sigur (cu dinții tăietori mai mari decât marcajul de siguranță; cu limitatori de avans corect ajustați)	!	1 eclisă de legătură ruptă; 6 eclise pilite; 6 dinți inegali; 1 dinte rupt; 14 limitatori neajustați sau incorect ajustați
4. Pârghia de blocare a accelerației (funcțională)	!	12 lipită cu bandă izolatoare/lipsă/ruptă
5. Eșapament (bine fixat, nelovit, spart etc.)	!	14 eşapament lovit/deformat
6. Captator de lanț (existența, funcțional)	!	18 rupt
7. Simboluri legale (prezența)	√	-
8. Apărătoare pentru mâna dreaptă (necrăpată, spartă)	√	-
9. Apărătoare pentru mâna stângă (funcțională)	!	3 ruptă/legată cu sârmă
10. Apărătoare pentru lanț și lama de ghidare (funcțională)	!	8 lipsă
11. Butonul pornit/oprit (funcțional)	√	-
Alte neconformități constatate		
Capac ambreiaj	!	5 sparte/crăpate
Capac demaror	!	1 crăpat
Capotă superioară	!	1 crăpată; 3 siguranțe neconforme
Ghiară de fixare	!	1 strâmbă
Lamă de ghidare	!	1 ciupită
Pila și cheia fierăstrăului	!	Purtate în buzunarul pantalonului sau cizmă/bocanc

3.9.2. Conducătorii de utilaje și a muncitorii legători

- Folosiți des utilajul pentru a împinge la doborâre arborii pe o anumită direcție de cădere?

DA NU OCAZIONAL
1 32 -

Folosirea utilajului pentru impulsionearea și orientarea căderii arborilor prin împingere cu lama frontală este o practică total greșită care nu trebuie să se mai regăsească în activitatea de exploatare. În aceste cazuri, riscul de accidentare a muncitorilor este foarte mare, arborele poate să

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

- S-a întâmplat să folosiți cabluri înnodate?

Conducătorii de utilaje		Muncitorii legători	
DA	NU	DA	NU
5	27	5	20

- Cât de des verificați uzura cablurilor (1)? Când verificați gradul de uzură al cablurilor (2)?

(1)			(2)	
ZILNIC	SĂPTĂMÂNAL	LUNAR	LA ÎNCEPUTUL PROGRAMULUI	LA SFÂRȘITUL PROGRAMULUI
32	-	-	25	6

Înainte de începerea lucrului, operatorul utilajului conform instrucțiunilor de securitate și sănătate în muncă [31] trebuie să verifice starea tehnică de funcționare a utilajului și în mod special a următoarelor:

- comenzile troliului;
- gradul de uzură al cablurilor;
- funcționarea corectă a sapei de sprijin, a sapei scut și a lamei;
- rolele consolei pentru dirijarea cablurilor și pentru semi-suspendarea sarcinii în timpul deplasării la scos-apropiat.

Pentru verificarea comenzilor troliului, a funcționării sapei de sprijin, a sapei scut, a lamei frontale și a rolor de dirijare a cablurilor există informații în cartea tehnică a utilajului, unde sunt instrucțiuni clare date de producător. Nu același lucru se întâmplă în cazul verificării gradului de uzură al cablurilor, ciochinarelor, lanțurilor și cârligelor folosite la legarea, trasul și semi-suspendarea sarcinii, deși uzura acestora este indicată ca risc de producere a accidentelor.

Alegerea cablurilor, ciochinarelor și cârligelor trebuie să se facă având în vedere recomandările din cartea tehnică a utilajului. Sursa [27] spune că la alegerea cablurilor, ciochinarelor, cârligelor și a tuturor elementelor de ancorare (incluzând rola de direcție, centuri pentru ancorarea rolei de direcție etc.) folosite în exploatarea forestieră trebuie să se țină seama de un factor de siguranță care să fie de cel puțin două ori mai mare decât forța maximă dezvoltată de troliu. Altfel spus, pentru un troliu care dezvoltă o forță de tracțiune de 4 t, cablul ales și celelalte elemente de prindere (cârlig, ciochinar, rolă de direcție, centură pentru ancorarea rolei de direcție) trebuie să reziste la o forță de cel puțin 8 t. Având în vedere cele menționate, în niciun caz nu se admite folosirea cablurilor înnodate, fixarea cârligelor prin înnodarea cablurilor (situație prezentă la toate tractoarele verificate deși numai 5 conducători de utilaje și numai 5 muncitori legători au răspuns că folosesc și cabluri înnodate) [32-34].

În realitate nu există o procedură clară de verificare a cablurilor de la tractoarele forestiere și de monitorizare a stării de uzură a acestora menționată în instrucțiunile de securitate și sănătate în muncă. Prescripția tehnică PT R 3-2010 [32], precum și standardul internațional ISO4309:2017 [33] sau cel american ASME-B30.7-2016 [34], fac referire la persoane special instruite pentru verificarea cablurilor și stabilirea momentului când înlocuirea cablurilor este necesară.

- La ce distanță de capătul buștenilor se leagă sarcina?

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

Conducătorii de utilaje				
< 30 cm	30 – 70 cm	70 – 100 cm	100 – 150 cm	> 150 cm
11	19	1	-	-
Muncitorii legători				
< 30 cm	30 – 70 cm	70 – 100 cm	100 – 150 cm	> 150 cm
4	17	3	-	1

Legarea sarcinii trebuie făcută la o distanță de circa 0,5 m față de capătul buștenilor [1, 31], în funcție de variabilitatea dimensională a pieselor ce o compun, astfel încât să se asigure o strângere bună a acesteia pentru a nu se desface pe traseu. Legarea sarcinii la o distanță mai mică poate duce la scăparea pieselor de lemn din sarcină, precum și legarea la distanțe mai mari poate conduce la forțe de rezistență suplimentare, la trasul mecanic cu troliu, la riscul de a intra capătul pieselor de lemn din sarcină sub scut, la cursa în plin. Din răspunsurile date de conducătorii de utilaje și muncitorii legători putem să observăm că numai 19 (58%) dintre conducătorii de utilaje au dat răspunsul corect, respectiv 17 (68%) dintre muncitorii legători.

4. CONCLUZII

1. Studiul s-a efectuat în cadrul Direcției Silvice Bacău, având ca subiecți muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului. Acest lucru nu înseamnă că neconformitățile identificate se regăsesc doar la aceștia. Ele sunt caracteristice și pentru muncitorii forestieri angajați ai firmelor de exploatare, calificarea făcându-se în baza acelorași standarde ocupaționale; mai mult, o parte din muncitorii luați în studiu au lucrat și în sectorul privat.
2. Prelucrarea datelor înscrise în chestionare a permis caracterizarea muncitorilor forestieri din punct de vedere al vârstei, calificării, vechimii în calificarea deținută, a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale diagnosticate. În același timp, răspunsurile furnizate de muncitorii forestieri la întrebările de specialitate a permis conturarea unei imagini de ansamblu referitoare la calitatea pregătirii profesionale a acestora în ceea ce privește purtarea echipamentului de protecție, capacitatea de a acorda primul ajutor în caz de accident, evaluarea condițiilor de lucru și a riscurilor existente și evaluarea competențelor corespunzătoare calificărilor deținute.
3. Migrația forței de muncă în sectorul forestier, atât în străinătate cât și de la un angajator la altul, este un lucru bine cunoscut, motiv pentru care, pentru fiecare angajator, elaborarea unei strategii de atragere a forței de muncă tinere, calificate, către sectorul forestier trebuie să constituie o prioritate.
4. Din analiza răspunsurilor se desprinde, încă odată, nevoia urgentă de a crește calitatea calificărilor prin armonizarea standardelor ocupaționale naționale cu cele europene, prin rigoare din partea firmelor de formare profesională, prin rigoare la autorizarea/reautorizarea firmelor de formare profesională, prin conștientizarea angajatorilor dar și a muncitorilor că obținerea ușoară a unei calificări vine adesea la

pachet cu o slabă pregătire profesională ceea ce duce inevitabil la creșterea riscului de accidentare precum și la pierderi economice.

5. În cazul utilizatorilor de fierăstraie mecanice, existența unui sistem normal și firesc de calificare ar trebui să asigure utilizatorilor de fierăstraie mecanice o calificare graduală (similară standardelor europene), mai întâi după standardul de calificare - fasonator mecanic și mai apoi, o a doua calificare după standardul de operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri. Însă, acest lucru nu este posibil dacă nu se revizuiesc în același timp standardele ocupaționale naționale (în prezent se află în proces revizuire numai standardul de operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri).
6. În cazul conducătorilor de utilaje, important este ca cele două standarde să fie armonizate, să asigure aceeași pregătire teoretică cât și practică cursanților (de reținut că ambele standarde ocupaționale sunt într-un proces de revizuire).
7. Elaborarea unui standard ocupațional de calificare a muncitorilor legători trebuie, de asemenea, să reprezinte o preocupare urgentă a sectorului forestier.
8. Revizuirea standardelor ocupaționale trebuie făcută astfel încât să răspundă nevoilor existente în sectorul forestier și să fie adaptată evoluției tehnologice existente. În standardele ocupaționale naționale trebuie menționat clar nivelul minim al cunoștințelor corespunzătoare fiecărei competențe (cu menționarea clară a conținutului cursurilor) care trebuie însușite de muncitorii forestieri și care însușire trebuie demonstrată prin evaluare teoretică și practică pentru fiecare competență în parte. De asemenea, standardul ocupațional trebuie să facă referire la metode, tehnici, procedee de lucru agreate de sistemele de certificare a pădurilor, instruirea trebuie să cuprindă evaluarea condițiilor de lucru și identificarea riscurilor existente la locul de muncă, acordarea primului ajutor în caz de accident, elaborarea și aplicarea planului de urgență pe baza unor scenarii. Dezvoltarea unui plan de urgență, cu atribuții clare pentru fiecare membru din echipă, ca urmare a accidentelor simulate, poate ajuta la dobândirea încrederii muncitorilor în forțele proprii că pot face față unei urgențe.

FINANȚARE

Chestionarea muncitorilor forestieri și observațiile efectuate în șantierele de exploatare s-au derulat în cadrul contractului încheiat între Direcția Silvică Bacău și Universitatea Transilvania din Brașov intitulat - „Contract de prestări servicii de asistență pedagogică necesară instruirii muncitorilor forestieri cu privire la recoltarea arborilor și colectarea lemnului”.

MULȚUMIRI

Autorii mulțumesc reprezentanților Direcției Silvice Bacău care au arătat o disponibilitate exemplară în organizarea activităților din teren. De asemenea, autorii mulțumesc pentru discuțiile referitoare la calitatea calificării muncitorilor și la problemele existente în ceea ce privește atragerea forței de muncă. Acestea au beneficiat de transparența și profesionalismul atât de necesare pentru a putea reda o imagine

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

actuală, reală, a pregătirii profesionale a muncitorilor forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

REZUMAT EXTINS - EXTENDED ABSTRACT

Title in English: Forest workers in tree felling and logging - characterization, qualification and competences

Introduction: The quality of forest workers' qualification is very important for meeting objectives in terms of management, of minimizing soil, seedling and tree damage, of wood quality during the logging and harvesting process and also for assessing injury risk in a certain landing and selecting the methods, techniques and procedures that would allow operators to work safely. Therefore, this paper presents an analysis of the qualification quality in those who are involved in tree felling and logging operations and, at the same time, a characterization of this qualification as opposed to the needs of forestry.

Materials and Methods: A number of 88 mechanical chainsaw operators, 33 equipment operators and 25 equipment assistant workers have been part of this study. During this research they all worked for the Forest Directorate of Bacău County. Questionnaires have been developed for each qualification with the purpose of collecting data regarding the personnel involved in the timber harvesting process.

Results and Discussions: Questionnaire data processing allowed the characterization of forest workers in terms of age, qualification, seniority in the respective qualification, work accidents and occupational diseases. At the same time, the answers provided by forest workers to technical questions enabled the creation of an overview regarding the quality of their professional training with respect to protection equipment, to the ability to provide first aid in case of injury, to work conditions and risk assessment and, also, the evaluation of competences corresponding to the qualifications obtained. There is a marked shortage of workers in the first two age categories, between the ages 20 and 40. The latter represent 17% in the case of mechanical chainsaw operators, 24% in equipment operators and 28% in 25 equipment assistant workers. The distribution of mechanical chainsaw operators according to their qualification was the following: 84 (89%) were qualified as mechanical chainsaw operators, 5 (5%) were qualified as arborists and 3 (3%) were entitled to on-the-job training or other cases (vocational schools). In the case of equipment operators, 20 (61%) were qualified based on the standard - motorist in silviculture and timber harvesting and 13 (39%) were qualified based on the standard - operator in logging and timber handling. There is no standard for equipment assistant workers in the current occupational standard. As far as seniority in a certain qualification is concerned, it can be noticed that an important number of workers obtained their qualification in the past 10 years (49% in chainsaw operator professionals, 36% in the case of equipment operators and 48% in equipment assistant workers). When it comes to work accidents reported, fatal ones (6) and those resulting in temporary incapacity for work (6) prevail. The main cause leading to these accidents is getting hit by various tree parts (branches, stem, etc.). The analysis of data regarding occupational diseases indicates that 29 mechanical chainsaw operators, 7 equipment operators and 5 equipment assistant workers declared that they currently suffer from occupational diseases. But not all diseases reported are in fact occupational diseases. Thus, only back (discopathy, discus hernia and coxarthrosis) and leg (knee injuries) problems can be considered occupational diseases. Therefore, it could be said that only 28 workers suffer from occupational diseases, most of which are back problems including lumbar discopathy and discus hernia. In this study, 12 (14%) chainsaw operators, 4 (12%) equipment operators and 4 equipment assistant workers declared that they are qualified in providing first aid in case of injury. Workers do not have a personal first aid kit but there is a backpack one for each work team. The data processed indicated that 71 (81%) chainsaw operators, 30 (91%) equipment operators and 23 (92%) equipment assistant workers declared that they do make an assessment of work conditions and potential risks. Most of them, 49% of chainsaw operators, 64% of equipment operators and 60% of equipment assistant workers declared that they evaluate risks in the workplace on a daily basis. According to the data collected, 85 (97%) chainsaw operators said that they wear protective equipment daily. At the same time, the least used components of the protective costume were the earmuffs and the visor. When verifying the personal protective equipment, it was noticed that most problems were

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

related to earmuffs (12) and visors (11) as these were either broken or missing entirely. Special attention must be paid to the term of validity when it comes to the helmet. In this study, 27 (31%) helmets had no visible date of validity, one was broken and one had broken straps. The evaluation of competences corresponding to qualifications obtained, based on questions characteristic of every qualification, emphasized, once again, the lack of skills with respect to using methods, techniques and correct work procedures with a mechanical chainsaw (in felling, felling of hung-up trees and cross-cutting) or with a piece of equipment used in the logging process (the use of equipment for pushing trees in felling, not using the pulley in forming and attaching the load, the maximum workload that can be moved by the respective equipment, binding the logs and the workload as well as checking the equipment). Also, the verification of safety features in mechanical chainsaws (in accordance with ECC1 developed by the International Awarding Body Association - ABA) showed that operators continued to work with them despite the fact that there was a malfunction in the chain brake or changes had been made in the throttle lock. In the case of equipment operators and equipment assistant workers, observations in the landing showed that, in all pieces of equipment, the hooks used for the load attachment were attached to cables by tying the cables in a knot.

Conclusions: The analysis of the answers provided, indicates, once again, that there is an urgent need to increase the quality of qualifications by updating national occupational standards in order to match European standards. Professional training companies need to be very strict. Authorizing or not authorizing these companies should be a very responsible act and both employers and workers need to understand that getting a certain qualification very easily often translates into poor professional training which inevitably leads to increased injury risk and economic loss. The revision of occupational standards must be made in such a way that all needs in forestry are met and it must be adapted to current technological evolution. National occupational standards must mention clearly the minimum level of knowledge corresponding to each competence (by clearly stating the content of courses) that forest workers need to have. Knowledge must be tested by theoretical and practical evaluation for each competence separately. Also, occupational standards must contain methods, techniques and work procedures that are in agreement with forest certification systems. The training must include the assessment of work conditions and risk identification in the workplace, first aid provision in case of injury as well as drawing up and putting into practice the emergency plan based on different scenarios.

Keywords: qualification, occupational standard, chainsaw operators, equipment operators, tree felling, timber logging

REFERINȚE

1. Ciubotaru A., 1998. Exploatarea pădurilor. Editura Lux Libris, Brașov, pp 351. ISBN 973-9240-73-9.
2. Eurostat, 2020. Annual work units in forestry and logging. Disponibil online la: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do> (accesat în 18.07.2020).
3. INS, 2020. Institutul Național de Statistică. Baza de date statistice Tempo-Online. Disponibil online la: <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insse-table> (accesat în 27.05.2020).
4. ASFOR, 2019. Accidentele de muncă în silvicultură și în exploatarea forestiere. Meridiane Forestiere, nr.6, p. 49.
5. Câmpu V.R., Bratu A.M., Ciocirlan M., 2020: The felling of hung up trees - a work safety and productivity issue. Forests, 11(11), 1225; DOI:10.3390/f11111225.
6. Klun J., Medved M., 2007: Fatal accidents in forestry in some European countries. Croatian Journal of Forest Engineering, 28(1):55-62.
7. Peters P.A., 1991: Chainsaw felling fatal accidents. Transactions of the ASAE, 34(6):2600-2608.

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

8. Newman S. M., Keefe R. F., Brooks R. H., Ahonen E. Q., Wempe A. M., 2018: Human factors affecting logging injury incidents in Idaho and the potential for real-time location-sharing technology to improve safety. *Safety* 2018, 4, 43.
9. Jankovský M., Allman M., Allmanová Z., 2019: What are the occupational risks in forestry? Results of a long-term study in Slovakia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 1-17; DOI:10.3390/ijerph16244931.
10. Nikooy M., Ghomi A., Tavankar F., 2019: The effect of forest management on the frequency of dangerous trees in the Northern forests of Iran. *Journal of Forest Science* 65(8):301-308; DOI: 10.17221/51/2019-JFS.
11. RNP, 2017: Circulara Regiei Naționale a Pădurilor - Romsilva nr. 21175/22.02.2017.
12. Contract Unitby, 2021: Contract de prestări servicii de asistență pedagogică necesară instruirii muncitorilor forestieri cu privire la recoltarea și colectarea lemnului nr.3238/23.03.2021.
13. Awarding Body Association International (ABA), 2021: European Chainsaw Certificate: ECC1 Chainsaw Maintenance and Cross-Cutting. Disponibil online la: <https://www.aba-skills.com> (accesat în 01.08.2021).
14. OG 129/2000 privind formarea profesională a adulților. Monitorul Oficial, Partea I nr. 110 din 13 februarie 2014.
15. SO, 2009a: Standard ocupațional - Fasonator mecanic. Cod NC 8141.1.6.
16. SO, 2009b: Standard ocupațional - Operator la recoltarea și toaletarea arborilor forestieri. Cod COR 814136.
17. Câmpu V.R., 2019: Calificarea fasonatorilor mecanici, o problemă de actualitate a sectorului forestier din România. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, anul 24, nr.44:98-102.
18. ANC, 2021: Caiet de sarcini pentru servicii intelectuale pentru elaborarea/revizuirea a 97 de standarde ocupaționale. Autoritatea Națională pentru Calificări. Disponibil online la: http://www.anc.edu.ro/wp-content/uploads/2021/08/Caiet-de-sarcini_lot-97_SO_final.pdf (accesat în 23.08.2021)
19. SO, 2009c: Standard ocupațional - Operator la colectarea și manipularea lemnului. Cod COR 833106.
20. SO, 2006: Standard ocupațional - Motorist la motoagregate și mașini în silvicultură. Cod COR 833103.
21. Iftime M.D., 2020: Riscurile resursei umane din cadrul Direcției Silvice Bacău. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania din Brașov, pp. 263.
22. MMFPSPV, 2014: Metodologie pentru derularea acțiunii sectoriale în domeniul silvicultură și exploatare forestiere. Verificarea respectării modului de utilizare a echipamentelor de muncă și a tehnologiilor de exploatare în parchetele forestiere, inclusiv la transportul tehnologic al masei lemnoase pe drumurile forestiere. Ministerul Muncii, Familiei, Protecției Sociale și Persoanelor Vârstnice, Inspekția Muncii, Direcția de Control Securitate și Sănătate în Muncă, nr.141/IGSA-SSM.
23. ITM Brașov, 2017: Anexa 1 - Lista județelor care au înregistrat accidente de muncă în perioada 2012-2016.

Câmpu & Iftime: Muncitorii forestieri de la recoltarea arborilor și colectarea lemnului...

24. Câmpu V.R., 2018: Ghidul utilizatorilor de ferăstraie mecanice. Editura Universității Transilvania din Brașov, pp. 145, ISBN 978-606-19-0988-9.
25. Robb W., Cocking J., 2014: Review of European chainsaw fatalities, accidents and trends. *Arboricultural Journal. The International Journal of Urban Forestry*, pp. 24, DOI: 10.1080/03071375.2014.913944.
26. Legea 319/14 iulie 2006 a securității și sănătății în muncă. Monitorul Oficial nr.646 din 26 iulie 2006.
27. ILO, 1998: Safety and health in forestry work. International Labour Office Geneva, 166 p.
28. Awarding Body Association International (ABA), 2021: Disponibil online la: <https://www.aba-skills.com> (accesat în 01.08.2021).
29. European Forestry and Environmental Skills Council (EFESC), 2021: Disponibil online la: <https://efesc.org> (accesat în 19.08.2021).
30. National Proficiency Tests Council (NPTC), 2021: Disponibil online la: <https://www.nptc.org.uk> (accesat în 19.08.2021).
31. RNP, 2015: Instrucțiuni proprii de securitate și sănătate în muncă. Regia Națională a Pădurilor - Romsilva.
32. ISCIR, 2010: Prescripția tehnică PT R 3-2010. Verificarea în utilizare a elementelor de transmitere a mișcării, a elementelor/dispozitivelor de legare/prindere și a elementelor de tracțiune a sarcinii utilizate la instalații de ridicat: cabluri, cârlige, lanțuri, benzi textile, funii și altele asemenea. Ministerul Economiei, Comerțului și Mediului de Afaceri. Inspekția de stat pentru controlul cazanelor, recipientelor sub presiune și instalațiilor de ridicat. MO nr. 634 bis/09.09.2010.
33. ISO, 2017: International Standard 4309. Cranes - Wire ropes - Care and maintenance, inspection and discard. International Organization for Standardization.
34. ASME, 2016: American National Standard B30.7-2016: Winches. Safety Standard for Cableways, Cranes, Derricks, Hoists, Hooks, Jacks, and Slings. The American Society of Mechanical Engineers.



Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

Avram CICȘA^{a,b}, Gheorghe Marian TUDORAN^{b*}, Maria BOROEANU^b, Alexandru Claudiu DOBRE^{a,b}, Gheorghe SPÂRCHEZ^c

^a Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", B-dul Eroilor 128, 077190, Voluntari, România, cicsa_avram@yahoo.co.uk (A.C.), dobre.alexandruclaudiu@gmail.com (A.C.D.)

^b Universitatea „Transilvania” din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Departamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Șirul Beethoven 1, 500123, Brașov, România, tudoran.george@unitbv.ro (G.M.T.), maria_boroeanu@yahoo.com (M.B.).

^c Universitatea „Transilvania” din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Departamentul de Silvicultură, Șirul Beethoven 1, 500123, Brașov, România, sparchez@unitbv.ro (G.S.)

REPERE

- În amestecuri, maximul creșterii medii a producției principale se realizează la 65 ani.
- Creșterea și producția amestecurilor sporesc pe măsură ce crește proporția rășinoaselor.
- Amestecurile sunt mai favorabile fagului sub raportul creșterii și producției.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:

Manuscris primit la: 24 iulie 2021

Primit în forma revizuită: 06 septembrie 2021

Acceptat: 07 septembrie 2021

Număr de pagini: 16 pagini.

Tipul articolului:

Cercetare

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:

Amestecuri de rășinoase cu fag

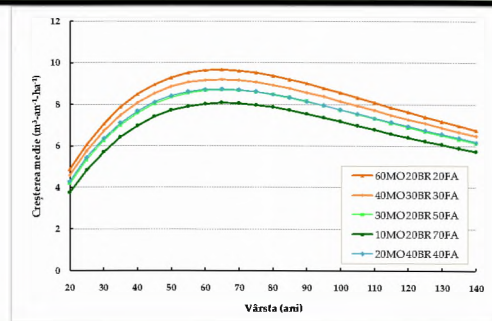
Producție principală

Productivitatea arboretului

Înălțimea arboretului

Creștere medie în volum

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

Arboretele amestecate au legi proprii de dezvoltare, astfel că structura lor și dinamica principalelor caracteristici biometrice conduc la indici de producție diferiți de cei ai arboretelor pure. Prin aceste cercetări s-a urmărit stabilirea relațiilor dintre aceste caracteristici și dezvoltarea de modele pentru principalii indicatori care pot estima productivitatea arboretelor amestecate de fag cu rășinoase. Cercetările s-au efectuat în păduri de amestec de fag cu rășinoase multietajate din Munții Gurghiu din România. S-au inclus în studiu 115 arborete reprezentative în care s-au amplasat suprafețe de probă de 0.25 – 1.0 ha, în care s-au inventariat integral 15,75 ha. Bonitatea stațiilor forestiere s-a determinat pe cale directă, pe baza cercetării elementelor edificice ale stațiilor și indirect prin tipul de pătură erbacee și prin indicatori precum înălțimea medie (h_g) și înălțimea superioară (h_{dom}), producția principală (V) și creșterea medie a producției principale (I_m). Pentru caracterizarea productivității arboretelor s-au generat 60 de modele care exprimă relația dintre acești indicatori și vârsta (T), diametrul (d_g) sau înălțimea medie a arboretelor. Modelele explică 80 – 98% din variația valorilor indicatorilor respectivi.

* Autor corespondent. Tel.: +40-727-201-608.

Adresa de e-mail: tudoran.george@unitbv.ro

1. INTRODUCERE

Modul în care biocenozele forestiere reușesc să utilizeze resursele energetice, trofice și hidrice ale stațiunii este o consecință a stabilității lor ca urmare a relației dintre structura arboretelor și condițiile staționale. Capacitatea stațiunii de a întreține o anumită vegetație forestieră se reflectă în vigoarea de creștere și în comportamentul speciilor și exprimă potențialul ei productiv [1] astfel că, indiferent de funcția pădurii sau de țelurile urmărite prin gospodărire, stațiunea forestieră devine o condiție pentru asigurarea stabilității pădurii, întrucât ea influențează starea de sănătate și vitalitatea arborilor și arboretelor.

Producția și productivitatea arboretelor este determinată de structura propriu-zisă a stațiunii. Toate elementele componente care contribuie la constituirea stațiunilor cum sunt cele geomorfologice, edafice și climatice determină gradul de favorabilitate al stațiunilor pentru vegetația forestieră. Elementele edafice și climatice exprimă măsura în care stațiunea satisface cerințele ecologice ale arborilor și, ca urmare, prezintă o importanță mai mare în determinarea gradului de favorabilitate al stațiunilor [2]. Potențialul productiv al stațiunilor poate fi determinat indirect pe baza unor caracteristici dendrometrice ale arboretelor. Întrucât înălțimea medie a arboretelor prezintă o corelație strânsă în raport cu volumul lor, ea poate fi un indicator reprezentativ al bonității staționale, recunoscut pentru managementul arboretelor echiene [3, 4]. Înălțimea medie dominantă (înălțimea medie a celor mai mari 100 de arbori la hectar la o vârstă dată) [5] raportată la vârsta arboretului nu este influențată de densitatea arboretului și de măsurile de gospodărire aplicate. De aceea este considerată un indicator relevant al productivității stațiunilor [6-9]. În practica gestionării pădurilor sunt cunoscute modelele bazate pe înălțimea arboretului la o anumită vârstă [3, 10], ca o măsură a productivității potențiale a stațiunilor. Studii recente evidențiază și creșterea în suprafața de bază ca fiind un indicator pentru cuantificarea productivității stațiunilor din arborete amestecate de vârste diferite [11].

În România, dintre pădurile amestecate, amestecurile de rășinoase cu fag montane realizează cea mare răspândire (22.38%) [12], ele fiind strâns legate de relieful muntos. Datorită condițiilor naturale, etajul amestecurilor de fag cu rășinoase prezintă o neuniformitate destul de accentuată. Arboretele sunt alcătuite din specii (molid, brad, fag) care, în mod natural, tind spre structuri complexe, de tip pluriene și îndeplinesc multiple funcții de protecție și producție [13-18]. Relația strânsă ce există între stațiune și structura arboretelor conduce la necesitatea dezvoltării cunoștințelor privind potențialul stațiunilor specifice unor astfel de structuri. Înălțimea este recunoscută ca un criteriu relevant pentru estimarea productivității stațiunilor, precum și creșterea medie a producției totale la vârsta exploatabilității absolute sau la o vârstă reper. De asemenea, este cunoscut faptul că în cazul în care structurile arboretelor amestecate tind spre cele pluriene, înălțimea arborilor cu diametrul de 50 cm (h_{50}) este un criteriu după care se diferențiază productivitatea acestor arborete [19-21]. Cercetările recente efectuate în arboretele amestecate și cu structuri apropiate de cele pluriene din nordul Carpaților Orientali [22] au evidențiat că alături de diametrul de 50 cm este foarte important să fie luat în considerare și diametrul de 25 cm, considerat diametru de referință în cazul acestor structuri. Structura arboretelor amestecate este însă mult mai dinamică [23-25]. Se impune a fi modelați indicatori cu capacitate predictivă care să

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

fie folosiți pentru estimarea bonității stațiunilor în diferite condiții de structură ale arboretelor. Dacă modelele predictive sunt dezvoltate pentru specii individuale care provin din arborete amestecate, atunci valorile prognozate de modelele pentru fiecare specie din compoziția arboretelor ar trebui să reflecte amestecul de specii. Dintre indicatori, creșterea medie în volum a arboretelor ar putea fi modelată pentru diferite tipuri de amestec întrucât ea însumează complexul tuturor factorilor staționali [26-28]. De asemenea, producția principală a arboretelor ar putea fi diferențiată pe tipuri de amestec și ar putea estima bonitatea stațiunilor caracteristice amestecurilor. Se impune a fi analizată însă și posibilitatea exprimării indicatorilor respectivi și în raport cu înălțimea sau cu diametrul arboretului, pentru anumite valori de referință ale acestora.

Prin acest studiu ne-am propus dezvoltarea de modele pentru principalele caracteristici biometrice ale arboretelor, care pot estima potențialul productiv al stațiunilor forestiere din etajul montan de amestecuri. Modelele care prognozează indicatorii se bazează pe măsurători directe în arborete amestecate parcurse cu intervenții și sunt exprimate prin ecuații simple și ușor de aplicat.

2. MATERIALE ȘI METODE

Cercetările s-au efectuat în păduri de amestec de fag cu rășinoase din unitatea de producție IV Fâncel din Ocolul silvic Fâncel. Pădurile cercetate sunt situate în Carpații Orientali la altitudini cuprinse între 700 și 1600 m, pe roci vulcanice (46°47'59" N, 25°09'22" E). În cuprinsul arboretelor se întâlnește o mare varietate a factorilor geomorfologici (**Tabelul 1**). În studiu s-au inclus arborete amestecate reprezentative (115 arborete) de pe raza unității de producție IV Fâncel. Această unitate de producție cuprinde în mare parte diversitatea de condiții staționale care se întâlnesc în pădurile montane de amestec de rășinoase cu fag din zona cercetată și tipurile de amestecuri cele mai întâlnite (**Tabelul 1**).

Tabelul 1. Distribuția speciilor și a expoziției versanților în funcție de altitudine

Altitudine (m)	Specia (%)				Expoziția (%)			Total (%)
	Fag	Brad	Molid	Alte specii	Umbrită	Însorită	Parțial-însorită	
600 – 800	10	5	1	14	2	4	7	6
801 – 1000	42	39	10	38	53	22	21	27
1001 – 1200	36	37	24	18	19	25	40	30
1201 – 1400	12	18	42	20	25	32	22	26
1401 – 1600	-	1	23	10	1	17	10	11
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Total proporție (%)	43	6	45	6	19	39	42	100
Înclinare (grade)	<5	6 – 15	16 – 25	26 – 30	31 – 35	36 – 40	41 – 45	Total
Suprafață (%)	-	1	13	32	37	17	-	100

Pentru simplificarea lucrărilor s-a avut în vedere organizarea pădurii pe unități amenajistice. Acestea au fost asimilate cu unitățile staționale elementare. Toate unitățile amenajistice existente au fost parcurse și verificate, urmărindu-se ca în cuprinsul lor să se mențină aceleași condiții staționale. Unitățile amenajistice s-au grupat în unități omogene sub raport climatic, trofic și hidric.

Acestea au alcătuit unitățile staționale elementare la nivelul cărora s-a amplasat rețeaua de profile principale de sol. În funcție de factorii de solificare și de proprietățile fizice și chimice ale solurilor (determinate prin analizele de laborator și de teren) în teritoriul cercetat s-au identificat eutricambosoluri și districambisoluri andice precum și andosoluri tipice și districe. Bonitatea stațiunilor forestiere s-a determinat pe cale directă, pe baza cercetării elementelor edafice ale stațiunilor [1, 2, 29] din cuprinsul unității de producție și indirect, în funcție caracteristicile dendrometrice ale arboretelor (înălțimea medie și înălțimea dominantă, producția și creșterea medie a producției principale) și tipul de pătură erbacee [24].

În cadrul suprafeței experimentale s-a parcurs integral fiecare arboret pentru a se obține o imagine de ansamblu asupra structurii lui. În fiecare arboret s-au amplasat suprafețe de probă de 0,05 ha pentru cercetarea structurii sub raportul compoziției, densității, vârstei, etajării, originii, dimensiunilor arborilor medii pe specii și capacității de regenerare (compoziția și vitalitatea semințșului) [14, 27]. La nivelul arborilor s-au măsurat dimensiunile, s-a evaluat poziția lor cenotică și starea de sănătate. În cadrul fiecărui arboret, pentru fiecare specie, arborii s-au grupat pe clase dimensionale (așa încât să se surprindă generațiile de arbori). La nivelul acestora s-a stabilit arborele mediu al suprafeței de bază și s-a determinat diametrul și înălțimea lui. Diametrul și înălțimea arborelui mediu dominant s-au determinat ca medie a diametrelor, respectiv înălțimilor a celor mai înalți 15 - 20 de arbori aleși de pe întreaga suprafață a arboretului. Atunci când în cadrul speciei s-au identificat două generații, vârsta s-a determinat pentru fiecare generație în parte pe carote de creștere extrase din arbori medii care caracterizează fiecare generație. La nivelul arboretului, vârsta s-a determinat în raport cu specia preponderentă, urmărită ca țel prin gospodărirea arboretului. În cazul arboretelor pentru care vârsta actuală era concludentă, ea s-a preluat din amenajament. În prelucrările de date s-au inclus generații de arbori, cu vârstele și caracteristicile lor dendrometrice. În suprafața experimentală au fost incluse arborete provenite din regenerare naturală, cu vârste de cel puțin 10 ani. În 40 de arborete, cu vârste și structuri diferite, s-au amplasat suprafețe de probă cuprinse între 0,25 și 1,0 ha, acestea însumând în total 15,75 ha. În aceste suprafețe s-au inventariat 7976 de arbori pentru caracterizarea structurii amestecurilor. La fiecare arbore s-a măsurat diametrul și înălțimea.

Relațiile dintre parametrii biometrici ai arboretelor și vârsta, diametrul sau înălțimea au fost exprimate prin modele de tip polinomial, simple și ușor de aplicat, care au estimat productivitatea arboretelor. Pentru evaluarea calității modelelor s-au analizat valorile indicatorilor statistici: eroarea medie pătratică (RMSE), eroarea absolută medie (MAE), eroarea absolută medie (MAPE) și coeficientul de determinare (R^2).

3. REZULTATE

3.1. Indicatori ai bonității stațiunilor și productivității arboretelor

3.1.1. Înălțimea medie (h_g) și înălțimea dominantă (h_{dom})

La vârsta de referință de 100 de ani, în stațiuni de bonitate superioară, în arborete în care speciile de amestec au proporții variabile cuprinse între 30 și 70%, molidul realizează înălțimi medii de 30,7 m, bradul de 28,5 m, iar fagul de 26,9 m. Aceste valori sunt caracteristice arboretelor din zona cercetată parcurse sistematic cu intervenții (**Figura 1**). Înălțimea dominantă, comparativ

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

cu înălțimea medie, la vârsta de referință de 100 de ani, prezintă valori cu 2 - 4 m mai mari, la molid de 33,3 m, la brad 32,6 m, iar la fag 30,2 m (Figura 1).

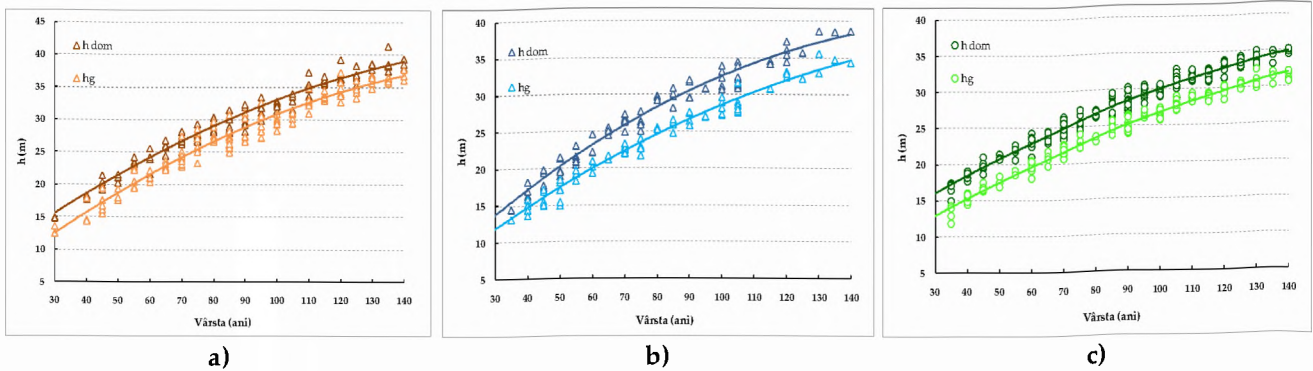


Figura 1. Relația dintre înălțimea medie și înălțimea dominantă a arborilor de molid (a), brad (b) și fag (c) din arborete amestecate și vârsta lor medie. Vârsta medie corespunde speciei sau generației de arbori din cadrul arboretului, reprezentată prin h_g sau h_{dom}

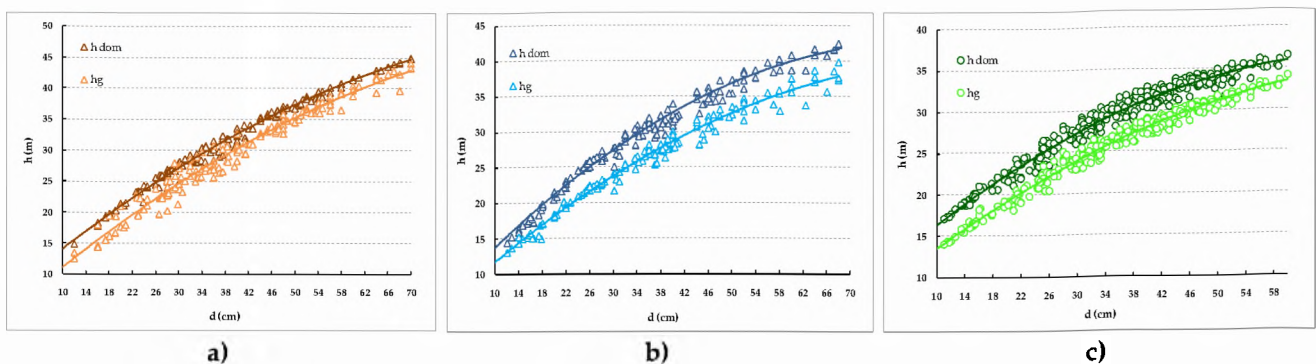


Figura 2. Relația dintre înălțimea medie și înălțimea dominantă a arborilor de molid (a), brad (b) și fag (c) din arborete amestecate și diametrul mediu corespunzător. Diametrul mediu (d) este diametrul speciei/generației de arbori din cadrul arboretului care are înălțimea h_g sau h_{dom}

Relațiile dintre înălțimea medie și vârstă, respectiv dintre înălțimea dominantă și vârstă s-au exprimat prin ecuații de tip polinomial. Acestea explică 97 - 98 % din variația înălțimilor în condițiile staționale caracteristice zonei studiate. De asemenea, la un diametru de referință de 50 cm, înălțimea medie la brad prezintă valori de 32,9 m, la molid de 35,2 și la fag de 31,1 m, iar înălțimea dominantă prezintă valori de 37,1 m la brad, de 37,8 la molid, iar la fag de 34,2 m (Figura 2). Pentru vârstă sau diametru pot fi alese diferite valori de referință, în raport cu diferite stadii de dezvoltare ale arboretelor.

3.1.2. Creșterea medie a producției principale

Creșterea medie în volum a producției principale reflectă influența condițiilor staționale și a măsurilor de gospodărire aplicate asupra structurii arboretelor. Maximul creșterii medii în arboretele amestecate cercetate se realizează la vârste cuprinse între 65 și 70 de ani și în condițiile unui arboret cu densitate normală este de $10,6 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ la molid, $9,2$ la brad și de $7,4$ la fag (Figura 3a-c).

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

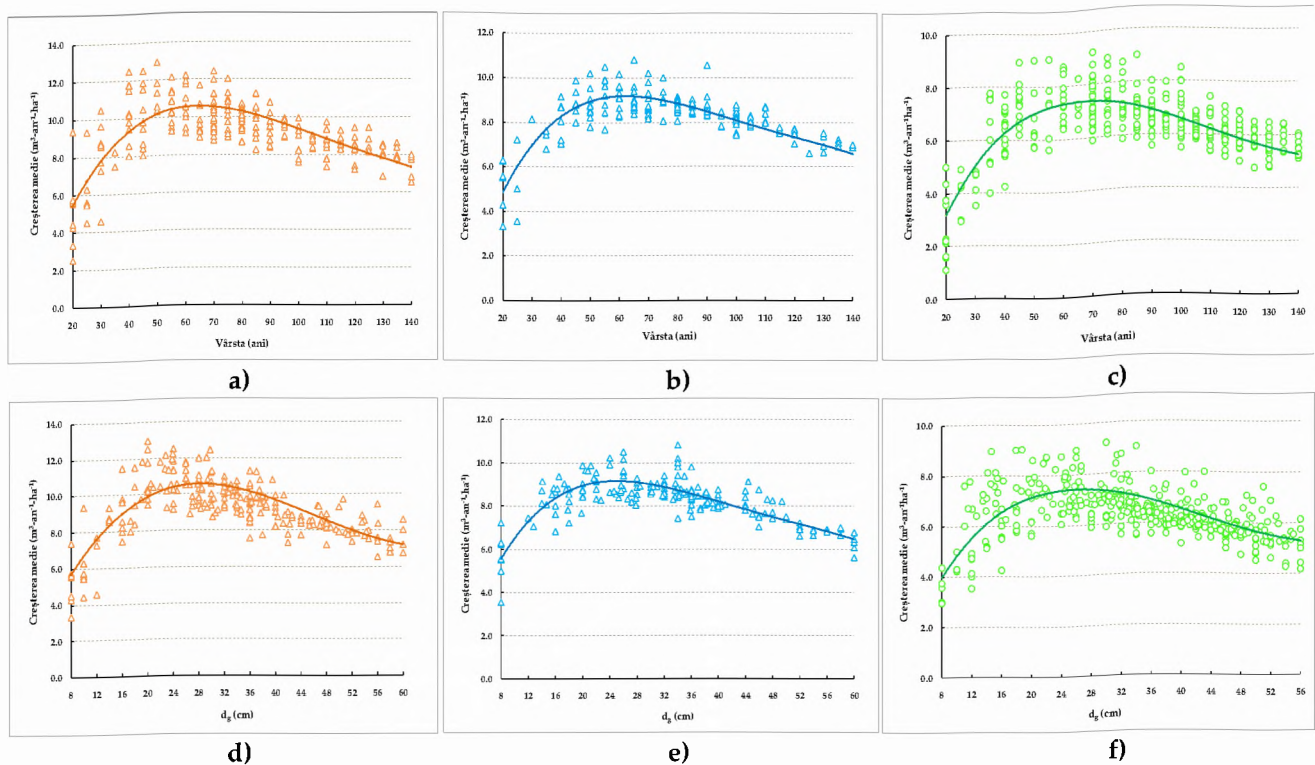


Figura 3. Variația creșterii medii a producției principale în raport cu vârsta, pentru speciile molid (a), brad (b) și fag (c), și în raport cu diametrul mediu pentru molid (d), brad (e) și fag (f) din arborete amestecate situate în stațiuni de bonitate superioară. Diametrul mediu (d_g) este diametrul speciei/generației de arbori din cadrul arboretului care are înălțimea h_g

Maximului creșterii medii îi corespunde un diametru mediu de 28 cm la molid și de 26 cm la brad și fag (Figura 3d-f). La vârsta de 100 ani, creșterea medie a producției principale este de $9,4 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ la molid, $8,1$ la brad și de $6,6$ la fag.

3.1.3. Producția principală a arboretelor amestecate

Producția principală a arboretelor amestecate este influențată de structura arboretelor și de productivitatea speciilor. La vârsta de referință de 100 de ani, molidul din arboretele amestecate, în condițiile de structură ale arboretelor surprinse în tabelele de producție (arborete pure, echien și de densitate normală) realizează la hectar 936 m^3 , bradul 808 m^3 și fagul 660 m^3 (Figura 4). La diametrul de 26 cm la care se realizează maximul creșterii medii în volum, considerat diametru de referință, molidul realizează 616 m^3 , bradul 590 m^3 și fagul 472 m^3 . Volumul la hectar este strâns corelat cu înălțimea (Figura 5). Modelele generate redau volumul mediu la hectar și explică 89 - 95% din variația volumelor arboretelor. La o înălțime medie de 30 m, volumul la hectar din arborete amestecate, în condițiile unui arboret pur, echien și cu densitate normală, este de 869 m^3 la molid, 829 m^3 la brad și 686 m^3 la fag. La înălțimi dominante în jur de 33 m, modelele producției principale redau aceleași volume.

Ciçşa et al.: Indicatori ai productivităţii arboretelor amestecate de răşinoase cu fag

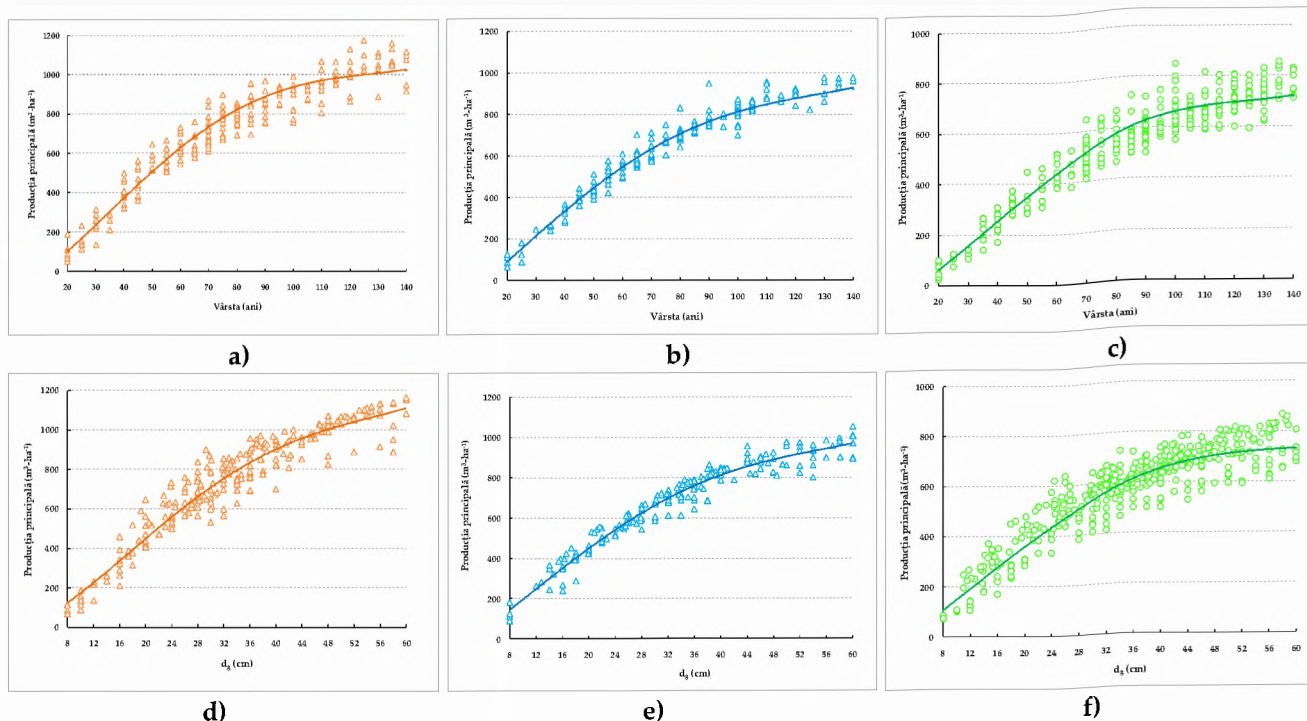


Figura 4. Variaţia producţiei principale în raport cu vârsta, pentru speciile molid (a), brad (b) şi fag (c), şi în raport cu diametrul pentru molid (d), brad (e) şi fag (f) în arborete amestecate, situate în staţiuni de bonitate superioară

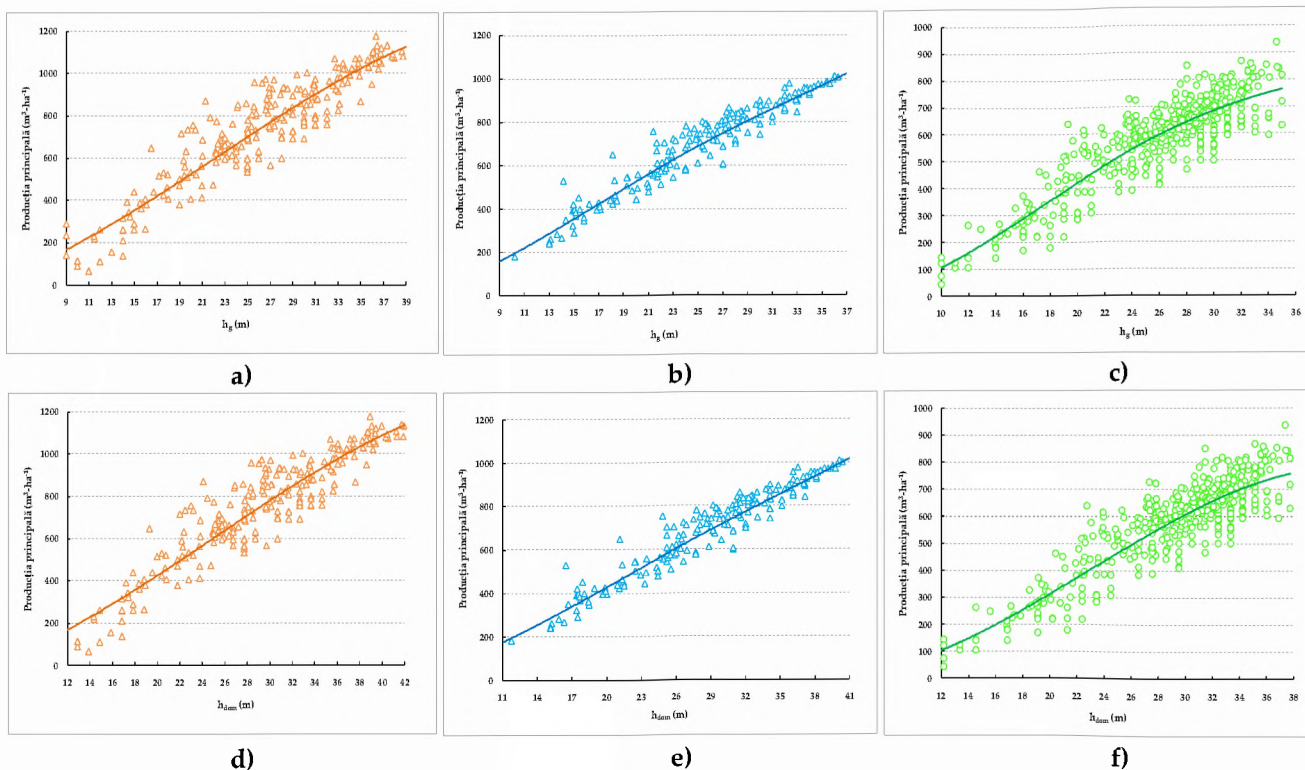


Figura 5. Variaţia producţiei principale în raport cu înălţimea medie, pentru speciile molid (a), brad (b) şi fag (c), şi în raport cu înălţimea dominantă pentru molid (d), brad (e) şi fag (f) în arborete amestecate.

3.2. Creșterea medie și producția principală a arboretelor amestecate în raport cu proporția de participare a speciilor de amestec

Creșterea medie a producției principale și producția principală a amestecurilor se diferențiază în raport cu proporția de participare a speciilor în compoziția arboretelor. Modelele generate pentru arborete amestecate permit determinarea valorilor creșterii medii și producției principale în raport cu vârsta, diametrul sau înălțimea arboretelor. Astfel de modele se exemplifică pentru cinci tipuri de amestec (Figura 6).

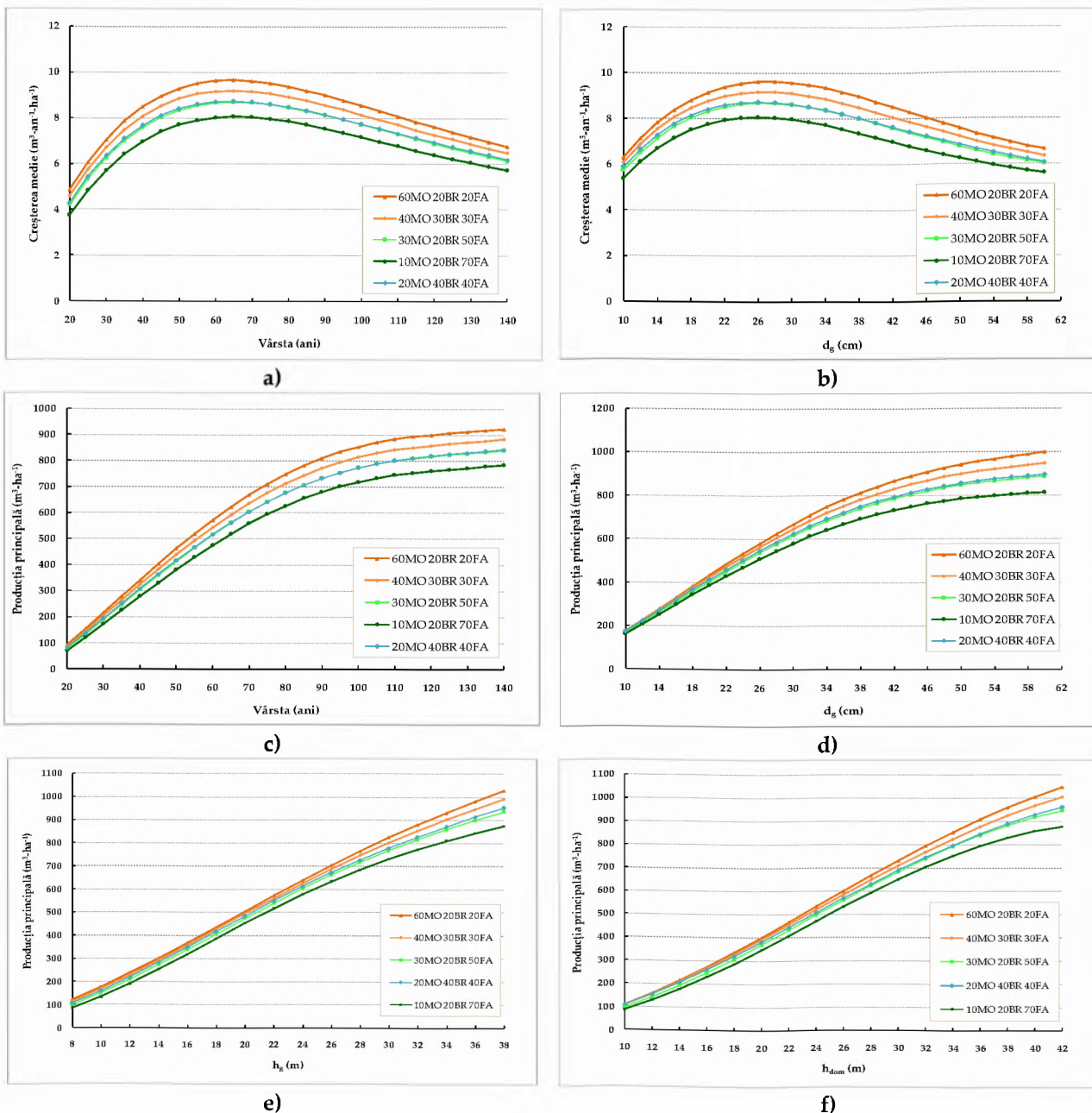


Figura 6. Variația creșterii medii în raport cu vârsta (a) și diametrul mediu (b) și a producției principale în raport cu vârsta (c), diametrul mediu (d), și înălțimea medie (e) și înălțimea dominantă (f) pentru arborete de amestec în care molidul, bradul și fagul participă în proporție de 10 - 70%. Modelele redau valori ale indicatorilor pentru arborete cu densitate normală.

Ciçaș et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

Pentru determinarea creșterii medii și producției arboretelor amestecate, în care molidul, bradul și fagul participă în diferite proporții, valorile indicatorilor respectivi determinate prin modelele creșterii și producției principale pentru speciile individuale (paragrafele 3.1.2 și 3.1.3) se pot reduce cu proporția de participare a speciilor. De exemplu, pentru un arboret amestecat având compoziția 60%FA 20%MO 20%BR, maximul creșterii este de 8,4 m³an⁻¹ha⁻¹, iar pentru unul având compoziția 60%MO 20%BR 20%FA, maximul creșterii este de 9,7 m³an⁻¹ha⁻¹. Pentru aceleași amestecuri, la 100 de ani se obțin producții la hectar de 745 m³ și respectiv de 855 m³.

3.3. Precizia modelelor

Modelele au fost selectate cu ajutorul valorilor parametrilor statistici. Ele estimează în jur de 95% din varianța variabilelor și sunt semnificative (p < 0.05).

Tabelul 2. Parametrii statistici ai modelelor pentru specii individuale

Specie	Variabile		Nr.	Ecuatie					R²	RMSE	MAE	MAPE (relativ)
	y	x		a	b	c	d	e				
Fag	h _g (m)	T (ani)	(1)	5.062	0.282	-0.0006	-	-	0.974	0.678	0.517	0.021
Brad			(2)	2.240	0.339	-0.0007	-	-	0.978	0.921	0.780	0.035
Molid			(3)	1.460	0.396	-0.0010	-	-	0.956	1.386	1.074	0.041
Fag	h _{dom} (m)	(ani)	(4)	7.784	0.294	-0.0007	-	-	0.984	3.229	2.850	0.095
Brad			(5)	2.306	0.416	-0.0011	-	-	0.978	1.147	1.030	0.041
Molid			(6)	5.190	0.371	-0.0009	-	-	0.971	1.079	0.869	0.030
Fag	h _g (m)	d (cm)	(7)	6.946	0.694	-0.0042	-	-	0.965	3.316	3.245	0.129
Brad			(8)	4.455	0.768	-0.0040	-	-	0.985	2.773	2.371	0.077
Molid			(9)	3.358	0.819	-0.0036	-	-	0.990	2.922	2.643	0.103
Fag	h _{dom} (m)	(ani)	(10)	6.570	0.794	-0.0034	-	-	0.979	3.281	3.163	0.110
Brad			(11)	5.235	0.902	-0.0053	-	-	0.984	3.622	3.466	0.121
Molid			(12)	6.570	0.794	-0.0034	-	-	0.972	2.508	2.390	0.082
Fag	Creșterea medie în volum m³·an⁻¹·ha⁻¹	T (ani)	(13)	-3.009	0.408	-0.00547	2.91x10⁻⁵	-55.96x10⁹	0.820	0.722	0.548	0.133
Brad			(14)	-2.818	0.522	-0.00790	4.89x10⁻⁵	-1.12x10⁻⁷	0.865	0.626	0.469	0.069
Molid			(15)	-2.567	0.530	-0.0073	4.00x10⁻⁵	-8.07x10⁻⁸	0.862	1.108	0.857	0.214
Fag	m³·an⁻¹·ha⁻¹	d _g (cm)	(16)	-1.123	0.838	-0.0275	-3.41x10⁻⁴	-1.44x10⁻⁵	0.807	0.763	0.611	0.123
Brad			(17)	-2.818	0.522	-0.0079	-4.89x10⁻⁵	-1.12x10⁻⁷	0.854	0.620	0.445	0.059
Molid			(18)	-0.088	0.900	-0.0240	-2.03x10⁻⁴	-3.20x10⁻⁷	0.894	0.966	0.743	0.128
Fag	Producția principală m³·ha⁻¹	d _g (cm)	(19)	45.67	16.42	0.433	-0.014	9.70x10⁻⁵	0.924	61.96	47.83	0.128
Brad			(20)	-47.87	21.77	0.404	-0.014	9.80x10⁻⁵	0.978	42.98	32.92	0.060
Molid			(21)	-19.84	10.98	1.098	-0.027	1.81x10⁻⁴	0.971	81.70	60.39	0.095
Fag	m³·ha⁻¹	T (ani)	(22)	-77.27	4.038	0.173	-0.002	6.08x10⁻⁵	0.948	55.91	44.35	0.107
Brad			(23)	-152.6	11.28	0.063	-11.94x10⁻⁴	3.90x10⁻⁵	0.973	48.01	36.16	0.068
Molid			(24)	-109.9	7.596	0.199	-24.51x10⁻⁴	7.48x10⁻⁵	0.967	71.18	55.29	0.216
Fag	Producția principală m³·ha⁻¹	h _g (m)	(25)	59.54	-25.03	4.003	-0.112	9.60x10⁻⁵	0.890	73.11	56.97	0.244
Brad			(26)	8.374	0.225	2.521	-0.077	77.06x10⁻⁵	0.958	50.98	39.32	0.075
Molid			(27)	-32.85	14.95	0.924	-0.014	-	0.949	80.93	58.99	0.379
Fag	m³·ha⁻¹	h _{dom} (m)	(28)	39.75	-13.86	1.926	-0.027	2.00x10⁻⁵	0.889	73.40	56.61	0.211
Brad			(29)	12.36	0.705	1.722	-0.043	3.71x10⁻⁴	0.958	50.97	39.096	0.072
Molid			(30)	72.91	9.086	1.072	-0.0144	-	0.949	81.001	59.01	0.410

Tabelul 3. Parametrii statistici ai modelelor pentru arborete amestecate (speciile de amestec au o proporție de participare de 10 - 70%)

Compoziția arboretului	Variabile		Nr.	Ecuatie					Ecuatie							
	y	x		a	b	c	d	e	Variable y	x	Nr.	a	b	c	d	e
60MO 20BR 20FA	Producția principală m³·ha⁻¹	T (ani)	(31)	-111.7	7.621	0.166	-20.80x10⁻⁴	-6.30x10⁻⁶	Producția principală m³·ha⁻¹	d _g (cm)	(36)	-30.00	14.22	0.826	-0.02140	1.41x10⁻⁴
40MO 30BR 30FA			(32)	-112.6	7.633	0.150	-19.40x10⁻⁴	-6.00x10⁻⁶			(37)	-35.99	15.84	0.690	-0.01945	1.35x10⁻⁴
30MO 20BR 50FA			(33)	-101.6	6.553	0.158	-19.60x10⁻⁴	-6.00x10⁻⁶			(38)	-38.36	15.85	0.626	-0.01800	1.25x10⁻⁴
10MO 30BR 70FA			(34)	-94.89	5.842	0.153	-18.70x10⁻⁴	-5.70x10⁻⁶			(39)	-43.52	16.94	0.493	-0.0157	1.13x10⁻⁴
20MO 40BR 40FA			(35)	-113.5	7.646	0.134	-17.50x10⁻⁴	-5.37x10⁻⁶			(40)	-41.38	17.47	0.554	-0.0164	1.10x10⁻⁴
60MO 20BR 20FA	Creșterea producției principale m³·an⁻¹·ha⁻¹	T (ani)	(41)	-2.705	0.504	-0.007	3.89x10⁻⁵	-8.00x10⁻⁸	Creșterea producției principale m³·an⁻¹·ha⁻¹	d _g (cm)	(46)	-0.381	0.913	-0.0271	-2.91x10⁻⁵	1.00x10⁻⁶
40MO 30BR 30FA			(42)	-2.774	0.491	-0.007	4.09x10⁻⁵	-9.00x10⁻⁸			(47)	-0.528	0.919	-0.0291	-3.50x10⁻⁵	1.50x10⁻⁶
30MO 20BR 50FA			(43)	-2.838	0.467	-66.5x10⁻⁴	-3.90x10⁻⁵	-8.60x10⁻⁸			(48)	-0.692	0.894	-0.0280	-3.30x10⁻⁵	1.34x10⁻⁶
10MO 30BR 70FA			(44)	-2.926	0.443	-62.0x10⁻⁴	3.51x10⁻⁶	-7.32x10⁻⁸			(49)	-0.899	0.882	-0.0290	-3.65x10⁻⁵	1.61x10⁻⁶
20MO 40BR 40FA			(45)	-2.844	0.478	-68.5x10⁻⁵	4.00x10⁻⁵	-8.70x10⁻⁸			(50)	-0.675	0.926	-0.0310	-4.10x10⁻⁵	2.00x10⁻⁶
60MO 20BR 20FA	Producția principală m³·ha⁻¹	h _g (m)	(51)	-75.68	19.30	0.731	-0.0125	-	Producția principală m³·ha⁻¹	h _{dom} (m)	(56)	-51.65	6.640	1.109	-0.0153	-
40MO 30BR 30FA			(52)	-97.09	21.48	0.635	-0.0117	-			(57)	-41.03	5.416	1.128	-0.0158	-
30MO 20BR 50FA			(53)	-106.4	20.18	0.706	-0.0135	-			(58)	-16.29	-0.570	1.388	-0.0198	-
10MO 30BR 70FA			(54)	-127.0	20.77	0.690	-0.0142	-			(59)	7.283	-5.377	1.574	-0.0227	-
20MO 40BR 40FA			(55)	118.5	23.66	0.539	-0.0110	-			(60)	-30.4	4.193	1.147	-0.0162	-

Deși în cazul creșterii medii s-au înregistrat valori mai mici ale lui R^2 (0,80 - 0,89), modelele au fost acceptate pe baza analizei valorilor celorlalți indicatori statistici. În **Tabelul 2** se prezintă modele ale indicatorilor (h_g , h_{dom} , I_M și V) la nivelul speciilor individuale, iar în **Tabelul 3** pentru cinci tipuri de amestec. Pentru toți indicatorii valorile predictive se înscriu în variația normală a creșterilor în raport cu vârsta și cu condițiile staționale și reflectă procesele de creștere și dezvoltare ale arboretelor.

4. DISCUȚII

Stabilitatea arboretelor este un obiectiv esențial urmărit în managementul gestionării pădurilor. Aceasta presupune cunoașterea în detaliu a componentelor stațiunii așa încât, prin deciziile de proiectare, să se stabilească cele mai bune măsuri de management. În acest studiu s-au analizat mai mulți parametri care pot oferi informații cu privire la favorabilitatea stațiunii pentru speciile care alcătuiesc arboretelor amestecate din etajul amestecurilor de rășinoase cu fag, cu structuri echine, relativ echine și relativ relativ-pluriene. O particularitate a amestecurilor o reprezintă și faptul că, în amestec, speciile de molid, brad și fag se pot comporta diferit comparativ cu arboretelor pure ca urmare a relațiilor care apar între arbori [30]. Relația specifică dintre stațiune și caracteristicile dendrometrice ale arboretelor depinde însă și de alți factori decât cei staționali și specie. În amestec se pot înregistra pierderi de volum la o specie, dar ele se pot compensa prin majorarea volumului celorlalte specii [31, 32].

Înălțimea medie raportată la o vârstă reper constituie un indicator frecvent utilizat pentru determinarea productivității arboretelor [3, 4]. Deși este un indicator aplicat îndeosebi în cazul arboretelor pure [20, 21], totuși, înălțimea medie s-a dovedit a fi relevantă și în cazul arboretelor amestecate și poate fi folosită pentru diferențierea productivității acestora, dar în condiții normale de densitate. În arborete neparcursă la timp cu intervenții, dense, poate conduce la o supraestimare a productivității, după cum în cele cu densități reduse poate conduce la o subestimare. Alte cercetări realizate în arborete amestecate au evidențiat că amestecurile de rășinoase cu fag, în aceleași condiții staționale, sunt mai productive cu 20% comparativ cu arboretelor pure [33] sau au evidențiat o productivitate mai mare a molidului și bradului în amestecuri [34, 35].

Prin aceste cercetări s-au determinat valori ale producției fagului din arboretelor amestecate cu până la 13,5% mai mari decât în cazul arboretelor pure de fag. Prin alte cercetări efectuate în arborete amestecate echine și pluriene naturale s-a ajuns la concluzia că producția molidului și bradului din arboretelor amestecate echine este mai mică decât cea a arboretelor pure de molid sau de brad cu 17 respectiv 12%, iar producția fagului este mai mare decât a arboretelor pure de fag cu cca 30% [36]. Modelele elaborate permit determinarea valorilor înălțimii, creșterii medii și producției arboretelor la diferite vârste, diametre și înălțimi. În **Tabelul 4** se prezintă valori ale acestor indicatori în diferite momente considerate de referință în dezvoltarea arboretelor. Comparativ cu tabelele de producție elaborate pentru arborete pure [21] aceste cercetări au evidențiat următoarele diferențe:

- valori ale înălțimii medii la vârsta de 100 ani mai mici cu 4,9% la molid, 3,5% la brad și 11,5% la fag și ale înălțimii dominante mai mici cu 3,9% la molid, 0,6% la brad și 8,6% la fag;

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

- valori ale producției principale la vârsta de 100 ani mai mari cu 3,1% la molid și brad și cu 7,4% la fag;
- maximul creșterii medii a producției principale mai mare cu 2,8% la molid, 9,8% la brad și cu 13,5% la fag iar la diametrul reper de 26 cm creșterea medie a producției principale prezintă valori mai mari cu de 4,8% la molid, la celelalte specii menținându-se aceleași diferențe ca și cele de la vârsta de 100 ani.

Tabelul 4. Indici de producție pentru speciile molid, brad și fag din arborete amestecate în condițiile de structură specifice arboretelor exprimate în tabelele de producție (arborete pure, echiene și de densitate normală)

Specie	Molid	Brad	Fag
Vârsta (ani)	65	65	65
Înălțimea medie (m)	22,8	21,1	20,7
Înălțimea dominantă (m)	25,5	24,6	23,9
Producția principală (m ³)	688	596	481
Vârsta (ani)	100	100	100
Înălțimea medie (m)	30,7	28,5	26,9
Înălțimea dominantă (m)	33,3	32,6	30,2
Producția principală (m ³)	936	808	660
Diam. mediu (cm)	26	26	26
Înălțimea medie (m)	22,2	21,7	22,2
Înălțimea dominantă (m)	24,9	25,1	25,5
Producția principală (m ³)	616	590	472
Diam. mediu (cm)	40	40	40
Producția principală (m ³)	912	824	656
Înălțimea medie (m)	25	25	25
Producția principală (m ³)	590	691	455
Înălțimea medie (m)	30	30	30
Producția principală (m ³)	869	829	686

Deși înălțimea surprinsă de modele este mai redusă decât cea a arboretelor pure prezentate în tabelele de producție românești, arboretele amestecate cercetate înregistrează un spor de creștere și implicit de producție. Aceasta se justifică prin introducerea în studiu a arboretelor parcurse cu intervenții silviculturale, care au stimulat creșterea în diametru și în volum a arboretelor. Rezultatele obținute arată că amestecurile sunt mai favorabile fagului sub raportul creșterii și producției, comparativ cu rășinoasele.

Modelele elaborate în acest studiu permit evaluarea potențialului arboretelor de productivitate superioară în raport cu speciile prezente în amestec, molid, brad sau fag. Amestecurile din zona cercetată nu acoperă însă întreaga variație a productivității stațiunilor în care sunt prezente arboretele amestecate, de aceea aceste modele sunt caracteristice zonei studiate și trebuie folosite doar pentru condiții de structură similare arboretelor care au stat la baza cercetării. Pentru determinarea indicatorului creșterii medii a producției principale s-a considerat relevantă producția principală existentă la un anumit moment în dezvoltarea arboretului și nu producția totală, întrucât în cazul arboretelor amestecate structura este mult mai dinamică, astfel că pentru un arboret la o anumită vârstă, productivitatea arboretului trebuie evaluată pe baza compoziției arboretului principal stabilită ca țel prin gospodărirea arboretelor. Indicatorii

proгноzați de modele pentru specii individuale, se pot folosi pentru estimarea productivității arboretelor amestecate de diferite compoziții și densități, deoarece valorile indicate de modele pentru speciile individuale încorporează influența unui amestec de specii la nivelul unității de producție cu compoziția 40%MO 40%FA 20%BR(DT). De asemenea, studiul se bazează pe arborete cu densități cuprinse între 60 și 100% parcurse cu intervenții silviculturale. Prin urmare, modelele se pot aplica în arborete amestecate gospodărite, parcurse sistematic cu intervenții silviculturale, care prezintă densități în jur de 0.8. Modelele creșterii medii și ale producției pentru diferite tipuri de amestec s-au generat pe baza modelelor stabilite pentru speciile individuale. Aceste modele (atât cele pentru speciile individuale cât și cele pentru cele trei amestecuri de specii) prognozează valori ale indicatorilor în condițiile unor arborete cu densitatea 1.0. În cazul în care se folosesc pentru arborete cu alte densități, valorile indicate de modele trebuie corectate cu densitatea reală a fiecărei specii. Folosirea modelelor creșterii medii și producției în cazul arboretelor pure ar putea subestima productivitatea arboretelor după cum cele bazate pe înălțime ar putea conduce la supraestimarea acesteia. Se știe că reducerea densității arboretelor determină creșteri în suprafața de bază și implicit în volum. De aceea, în cazul arboretelor pure modelele ar putea fi folosite doar în cazul celor parcurse cu intervenții. Maximul creșterii medii, diametrul mediu de 26 cm corespunzător acesteia precum și vârsta de 100 ani sunt considerate repere la care se pot determina valorile indicatorilor pentru estimarea productivității arboretelor. Modelele permit însă stabilirea valorii indicatorilor la vârste cuprinse între 20 și 140 ani, la diametre cuprinse între 8 și 56 (60) cm sau înălțimi medii cuprinse între 8 și 36(40) m, respectiv înălțimi dominante cuprinse între 12 și 38 (42) m. În **Tabelul 4** se exemplifică și alte valori ale caracteristicilor arboretelor, considerate de referință, precum diametrul mediu de 40 cm sau înălțimi medii de 25 m și de 30 m. Indicatorii analizați estimează indirect bonitatea stațiunilor. Utilizarea lor nu exclude însă posibilitatea estimării bonității pe cale directă, prin analiza componentelor acestora de natură edafică.

5. CONCLUZII

Bonitatea stațiunilor se reflectă în caracteristicile dendrometrice ale arborilor și arboretelor. Calitatea unei stațiuni forestiere de a fi mai mult sau mai puțin favorabilă dezvoltării arboretelor poate fi evidențiată prin principalele caracteristici dendrometrice ale acestora cum sunt: înălțimea medie, înălțimea dominantă, creșterea medie a producției principale și producția principală a arboretelor. În cazul amestecurilor, speciile din compoziția arboretelor valorifică potențialul stațiunii și se comportă diferit ca urmare a complexului de condiții pe care stațiunea le oferă, dar și a cerințelor lor ecologice astfel că, în diferite structuri ale arboretelor, stațiunea poate fi mai favorabilă pentru unele specii în detrimentul altora. În timp ce înălțimea unei specii reflectă favorabilitatea stațiunii pentru specia respectivă, celelalte specii pot indica un nivel mai redus al productivității, deși pe ansamblu astfel de arborete au organizare superioară și prezintă o mare stabilitate astfel că, pentru exprimarea bonității stațiunilor arboretelor amestecate de rășinoase cu fag multietajate, trebuie avut în vedere întregul amestec de specii din arboret. Indicatorii pentru specii individuale încorporează însă efectul acestor relații, respectiv caracteristicile structurale ale amestecurilor. Dintre acestea, înălțimea în raport cu vârsta sau la un diametru de referință rămâne indicatorul cel mai folosit pentru evaluarea productivității arboretelor. Creșterea medie a

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

producției principale și producția principală sunt de asemenea indicatori relevanți pentru estimarea productivității stațiunilor la o vârstă, diametru sau înălțime de referință.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

FINANȚARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

MULȚUMIRI

Această lucrare nu ar fi fost posibilă fără sprijinul acordat de către Direcția silvică Mureș (Ocolul silvic Fâncel) în desfășurarea lucrărilor de teren cu prilejul amenajării pădurilor. Pe această cale îi aducem mulțumiri.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

ANEXE

Nu este cazul

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *Productivity indicators for mixed beech-coniferous stands*

Introduction: *In Romania, among the mixed forests, mixed beech-coniferous stands have the highest distribution (22.38%), which is closely related to the mountainous topography. The forests fulfill multiple functions of protection and production, and the stands are made up of species (i.e., Norway spruce, silver fir, European beech) that naturally tend toward complex structures. Through this study, we aimed to develop models for the indicators like average height and dominant height, mean volume increment of standing volume and standing volume with predictive capacity in different structural conditions of stands that can estimate their productivity in relation to different variables (age, diameter and height of stands).*

Materials and Methods: *The research was carried out in mixed beech-coniferous stands in the management unit IV Fâncel from the Fâncel Forest District. The forests are located in Eastern Carpathians at altitudes between 700–1600 m, on volcanic rocks (46°47'59" N, 25°9'22" E). In this study 115 representative stands were used. These formed the elementary site units at the level of which the network of main soil profiles was located. In the stands were placed sample plots of 0.25–1.0 ha, summing up 15.75 ha, in which their structure was researched in terms of composition, density, age, storey, origin, size of average trees by species and generations of trees. The relationships between the biometric parameters of the stands and age, diameter or height were expressed by polynomial models, which estimated the productivity of the stands. The models that forecast the indicators are based on direct measurements in mixed stands managed for production. To evaluate the quality of the models, the values of statistical indicators were analyzed: root mean squared error (RMSE), mean absolute error (MAE), mean absolute error (MAPE) and coefficient of determination (R^2).*

Results: *60 models were generated. They relate the values of the indicators such as the average height, dominant height, mean volume increment of standing volume and standing volume in relation to variables such as the age or diameter, for individual species and for five types of mixed beech-coniferous formations. The mean increment and*

Cicșa et al.: Indicatori ai productivității arboretelor amestecate de rășinoase cu fag

standing volume were expressed in relation to age, average diameter, average height and dominant height. The models were selected using the values of statistical parameters. They estimate around 95% of the variance of the variables and are significant ($p < 0.05$). In the case of the mean increment, the lower values of R^2 (0.80–0.89) were registered. For all indicators, the predictive values are part of the normal variation of increments in relation to age and sites conditions and reflect the growth and development processes of the stands.

Discussion: This research has determined standing volume values up to 13.5%, higher than in the case of pure beech stands. Other research carried out in mixed even-aged and uneven-aged natural stands concluded that the production of mixed even-aged stands is lower than that of pure spruce or fir stands by 17 and 12% respectively and higher than that of pure beech stands by about 30%. Compared to yield tables developed for pure stands in Romania, these researches highlighted the following differences: values of average height at the age of 100 years lower by 4.9% for spruce, 3.5% for fir and 11.5% for beech and dominant height lower by 3.9% for spruce, 0.6% for fir and 8.6% for beech; values of standing volume at the age of 100 years higher by 3.1% for spruce and fir and by 7.4% for beech; the maximum of the mean volume increment of standing volume higher by 2.8% for spruce, 9.8% for fir and by 13.5% for beech and at the reference diameter of 26 cm; mean volume increment of standing volume presents values higher by 4.8% in spruce, in the other species maintaining the same differences as those at the age of 100 years.

Conclusions: The models allow the evaluation of the potential of higher productivity sites for individual species present in the mixture, spruce, fir or beech and for five types of mixtures. The models allow the evaluation of the potential of higher productivity sites in relation to the individual species present in the mixture, spruce, fir or beech and for five types of mixtures. When applying the models, the proportion of participation of the species in the composition of the stands must be taken into account. The models are characteristic to the study area and should only be used for similar stand structures. The maximum of the mean increment, the diameter of 26 cm corresponding to it as well as the age of 100 years are considered to be reference values at which the values of the indicators for estimating the productivity of the stands can be determined. However, the models allow determining the value of the indicators at ages between 20 and 140 years, at diameters between 8 and 56 (60) cm or average heights between 8 and 36 (40) m, respectively dominant heights between 12 and 38 (42) m.

Keywords: mixed beech-coniferous stands, standing volume, stand productivity, stand height, mean volume increment.

REFERINȚE

1. Chiriță C., Vlad I., Păunescu C., Pătrășcoiu N., Roșu C., Iancu I., 1977: Stațiuni forestiere, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, România, pp. 23-79.
2. Târziu D., Spârchez G., 2013: Soluri și stațiuni forestiere, Editura Universității Transilvania din Brașov, România, pp. 155-207.
3. Skovsgaard J.P., Vanclay J.K., 2008: Forest site productivity: A review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry*, 81, 13-31.
4. Skovsgaard J.P., Vanclay J.K., 2013: Forest site productivity: a review of spatial and temporal variability in natural site conditions. *Forestry*, 86, 305-315.
5. Kobal M., Grčman H., Zupan M., Levanic T., Simoncic P., Kadunc A., Hladnik D., 2015: Influence of soil properties on silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in the Dinaric Mountains. *Forest Ecology and Management*, 337, 77-87.
6. Scharenbroch B.C., Bockheim J.G., 2007: Pedodiversity in an old-growth northern hardwood forest in the Huron Mountains, Upper Peninsula, Michigan. *Canadian Journal of Forest Research*, 37, 1106-1117.

7. Berrill J., O'Hara K.L., 2014: Estimating site productivity in irregular stand structures by indexing the basal area or volume increment of the dominant species. *Canadian Journal of Forest Research*, 44, 92-100.
8. Jiang H., Radtke P.J., Weiskittel A.R., Coulston J.W., Guertin P.J., 2015: Climate- and soil-based models of site productivity in eastern US tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 45, 325-342.
9. Del Río M., Pretzsch H., Alberdi I., Bielak K., Bravo F., Brunner A., Condés S., Ducey M.J., Fonseca T., Von Lüpke N., Pach M., Peric S., Perot T., Souidi Z., Spathelf P., Sterba H., Tijardovic M., Tomé M., Patrick V., Bravo-Oviedo A., 2016: Characterization of the structure, dynamics, and productivity of mixed-species stands: Review and perspectives. *European Journal of Forest Research*, 135, 23-49.
10. Socha J., Tyminska-Czabanska L., 2019: A method for the development of dynamic site index models using height-age data from temporal sample plots. *Forests*, 10(7), 542, doi.org/10.3390/f10070542.
11. Fu L., Sharma R.P., Zhu G., Li H., Hong L., Guo H., Duan G., Shen C., Lei Y., Li Y., Lei X., Tang S. A., 2017: Basal Area Increment-Based Approach of Site Productivity Evaluation for Multi-Aged and Mixed Forests. *Forests*, 8, 119, doi:10.3390/f8040119.
12. IFN, 2018: Informații rezultate din al doilea ciclu (2013 - 2018) al IFN. Disponibil online la: <http://roifn.ro/site/ifn-ciclul-ii/> (accesat în iulie 2021).
13. Tudoran G.M., 2013: Regulations regarding the management of forests included in natural protected areas. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II*, 6 (1) 33-38.
14. Tudoran G.M., Cicșa A., Boroceanu M., Dobre A.C., Pascu I.S., 2021: Forest Dynamics after Five Decades of Management in the Romanian Carpathians. *Forests*, 12(6), 783, <https://doi.org/10.3390/f12060783>.
15. Tudoran G.M., 2016: Implications of the new Romanian Forest Code in the forest management planning. *Revista Pădurilor*, 131 (1/2) 29-35.
16. Carcea F., Tudoran G.M., Florescu I.I., 2012: Aspecte noi privind amenajarea și gospodărirea pădurilor incluse în ariile naturale protejate. Editura Universității Transilvania, Braşov, România, 25-26.
17. Florescu I.I., Tudoran G.M., 2013: Considerations on special conservation works. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 18 (32) 17-20.
18. Carcea F., Tudoran G.M., 2012: Functional zoning of the forests included in protected natural areas. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II*, 7-14.
19. Giurgiu V., 1979: Dendrometrie și auxologie forestieră, Editura Ceres, București, România, 175-196.
20. Leahu I., 1994: Dendrometrie, Editura Didactică și Pedagogică, București, România, 110-367.
21. Giurgiu V., Drăghiciu D., 2004: Modele matematico-auxologice și tabele de producție pentru arborete, Editura Ceres, București, România, 26-48, 103-142.
22. Vlad R., Sidor C.G., Ispravnic A., Pei G., 2018: Productivitatea în amestecuri de molid, brad și fag din nordul Carpaților Orientali. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, (42) 44-50.

23. Mihai R.G., Mihăilă V.V., Cicșa A., Dobre A.C., Tudoran G.M., 2016: Features of the structure of sessile oak stands located at the superior range border. Proceedings of the Biennial International Symposium. Forest and Sustainable Development, Brașov, Romania, 7-8th October, 79-86.
24. Cicșa A., Tudoran G.M., Boroeanu M., Dobre A.C., Spârchez G., 2021: Estimation of the Productivity Potential of Mountain Sites (Mixed Beech-Coniferous Stands) in the Romanian Carpathians. Forests, 12(5), 549, <https://doi.org/10.3390/f12050549>.
25. Cicșa A., Tudoran G.M., Dobre A.C., Mihăilă V.V., Mihai R.G., Mărgălinescu A.M., Farcaș C.Ș., Comaniță I., Boroeanu M., 2018: Structure models for beech-conifers stands with protective functions. Proceedings of the Biennial International Symposium. Forest and Sustainable Development, 8th Edition, Brașov, Romania, 25th - 27th of October, 93-106.
26. Tudoran G.M., Cicșa A., Ciceu A., Dobre A.C., 2021: Growth Relationships in Silver Fir Stands at Their Lower-Altitude Limit in Romania. Forests, 12(4), 439, <https://doi.org/10.3390/f12040439>.
27. Tudoran G.M., Zotta M., 2020: Adapting the planning and management of Norway spruce forests in mountain areas of Romania to environmental conditions including climate change. Science of The Total Environment, 698, 133761. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.133761
28. Tudoran G.M., Dobre A.C., Cicșa A., Pascu I.S., 2021: Development of mathematical models for the estimation of dendrometric variables based on unmanned aerial vehicle optical data: A Romanian case study. Forests, 12(2), 200, <https://doi.org/10.3390/f12020200>.
29. Spârchez G., Târziu D.R., Dincă L., 2011: Pedologie, Editura Lux Libris, Brașov, România, pp. 134-135.
30. Seceleanu I., 2012: Amenajarea pădurilor. Organizare și conducere structurală, Editura Ceres, București, România, p. 96.
31. Rucăreanu N., Leahu I., 1982: Amenajarea pădurilor, Editura Ceres, București, România, pp. 60-98.
32. Leahu I., 2001: Amenajarea pădurilor, Editura Ceres, București, pp. 66-174.
33. Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dauber E., 2015: Long-term stand dynamics of managed spruce-fir-beech mountain forests in Central Europe: Structure, productivity and regeneration success. Forestry, 88, 407-428.
34. Forrester D.I., Kohnle U., Albrecht A.T., Bauhus J., 2013: Complementarity in mixed-speciesstands of *Abies alba* and *Picea abies* varies with climate, site quality and stand density. Forest Ecology and Management, 304, 233-242.
35. Hilmers T., Avdagić A., Bartkowicz L., Bielak K., Binder F., Bončina A., Dobor L., Forrester D.I., Hobi M.L., Ibrahimpahic A. et al., 2019: The productivity of mixed mountain forests comprised of *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, and *Abies alba* across Europe. Forestry, 92, 512-522.
36. Decei I., 1986: Cercetări privind determinarea indicilor de producție și productivitate a arboretelor amestecate de rășinoase cu fag în vederea stabilirii compozițiilor optime, Ministerul Silviculturii, ICAS, București, 8-50.



Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea suprastructurii drumurilor forestiere

Ioan BITIR^{a,b}, Elena Camelia MUȘAT^{a,*}, Valentina Doina CIOBANU^a

^aDepartamentul de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, strada Șirul Beethoven nr. 1, Brașov, 500123, România, bitirioan@yahoo.com (I.B.); elena.musat@unitbv.ro (E.C.M.); ciobanudv@unitbv.ro (V.D.C.).

^bDirecția Silvică Bacău, Regia Națională a Pădurilor RNP-Romsilva, Comuna Liliaci - Hemeiuș, județul Bacău, România.

REPERE

- Pentru a susține traficul actual, drumurile forestiere dimensionate după vechiul normativ trebuie reabilitate.
- Ca obiective de investiții, drumurile forestiere asigură atât beneficii silviculturale, sociale și ecologice, cât și economice.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 08 septembrie 2021
Primit în forma revizuită: 10 septembrie 2021
Acceptat: 10 septembrie 2021
Număr de pagini: 20 pagini.

Tipul articolului:
Cercetare

Editor: Stelian Alexandru Borz

Cuvinte cheie:

Drumuri forestiere

Reabilitare

Analiză economică

Sustenabilitatea investiției

REZUMAT GRAFIC

Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Balast de împănare	
Piatră spartă poligranulară 0...90 mm	h=10...15 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=10...25 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=15...25 cm
Balast	h=10 cm			Prundiș sau balast	h=10...25 cm

REZUMAT

Modernizarea drumurilor forestiere și, implicit, a suprastructurii acestora se impune ca o necesitate în asigurarea circulației autovehiculelor în condiții de siguranță și eficiență economică, motiv pentru care articolul are ca scop analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice pretabile pentru reabilitarea unui drum forestier principal. Metodologia de cercetare a presupus alegerea și dimensionarea a trei structuri rutiere tip care pot fi utilizate pentru reabilitarea drumului forestier Ciobănuș, administrat de Direcția Silvică Bacău. Ca orice obiectiv de investiții, drumurile forestiere trebuie să fie rentabile, iar acest aspect încă se evaluează printr-o analiză cost-eficacitate, aplicabilă proiectelor care nu generează venituri directe. Cu toate acestea, drumurile forestiere asigură numeroase efecte benefice atât pentru fondul forestier și pentru mediu, cât și pentru comunitățile locale. Raportat la durabilitatea financiară a proiectelor de drumuri, aceasta este pozitivă doar dacă se ia în considerare un orizont de timp îndelungat.

1. INTRODUCERE

Gestionarea eficientă a suprafețelor păduroase nu poate fi asigurată decât printr-un management durabil [1-5], care să includă și planificarea traficului primar, adică a celui de pe drumurile forestiere [6]. Cu alte cuvinte, atingerea obiectivelor unui management durabil este posibilă doar printr-o accesibilizare sporită a fondului forestier, asigurată printr-o rețea de transport bine gândită, planificată și repartizată cât mai uniform la nivel teritorial [3, 5, 7, 8], care să țină seama nu numai de considerentele economice [9-12], ci și de aspectele silviculturale [7, 13, 14], ecologice și sociale [6, 13, 15-18]. Pe de altă parte, o slabă accesibilizare nu permite valorificarea superioară a resurselor forestiere [6, 19], conduce la suprasolicitarea zonelor accesibile [7, 13, 16, 19] și împiedică deplasarea rapidă dintr-un loc în altul, în condiții de siguranță și confort [8, 20, 21], ridicând probleme mari cel puțin în cazul apariției incendiilor forestiere [22-24].

Interpretată în sens larg, rețeaua forestieră de transport cuprinde totalitatea căilor special amenajate pentru transportul materialului lemnos, indiferent dacă acestea sunt folosite și pentru transportul altor bunuri sau pentru transportul persoanelor [1, 2, 25]. Comparativ cu alte țări, unde transportul lemnului se efectuează atât pe drumuri forestiere, cât și pe căi ferate sau chiar pe apă [26-28], la nivel național, rețeaua de transport forestier este compusă aproape în întregime din drumuri forestiere [7, 29], excepție făcând calea ferată forestieră de pe Valea Vaserului și transportul pe apă din Lunca și Delta Dunării.

Conform normativelor în vigoare [25, 30], în România, drumurile forestiere sunt drumuri de utilitate privată, restricționate circulației publice, fiind diferențiate în trei categorii (magistrale, principale și secundare) în funcție de suprafața păduroasă deservită și traficul anual, ceea ce face ca structurile rutiere să fie dimensionate în relație directă cu acești factori sub raportul grosimii, numărului de straturi și materialelor folosite. O particularitate a rețelei de transport forestier constă în aceea că ea este folosită intens doar în anumite perioade ale anului [1, 2, 25, 31, 32] și majoritar într-un singur sens - dinspre pădure spre beneficiar [1, 2, 33]. Cu toate acestea, drumurile forestiere, după darea lor în folosință, suferă unele transformări și încep să se degradeze [33, 34] ca urmare a acțiunii unor factori diverși care țin fie de tipurile de vehicule care circulă pe drumul respectiv [35] și de încărcăturile acestora [29, 36-41], fie de componența și materialele care intră în alcătuirea structurilor rutiere [34, 36, 42], de acțiunea factorilor climatici [35, 43] sau de utilizarea drumului în perioadele cu exces de umiditate sau primăvara, în timpul dezghețului [35, 40]. Pentru a preîntâmpina și a remedia aceste degradări, drumurile forestiere trebuie parcurse sistematic cu lucrări de întreținere, reparații curente și reparații capitale [25, 34, 44-49]. Toate aceste lucrări revin administratorului drumurilor forestiere, care are obligația de a le menține în stare de funcționare și de a le parcurge cu lucrări de întreținere anuale, indiferent dacă într-un an au fost sau nu circulat [49]. Pentru a susține din punct de vedere financiar aceste lucrări, administratorul poate percepe o serie de taxe pentru a permite accesul pe drum [5, 50, 51] și are obligația de a crea un fond de accesibilizare [52, 53], constituit din până la 10% din valoarea masei lemnoase vândute în condițiile legii, provenite din produse principale sau accidentale I, aprobat prin Ordin al conducătorului

autorității publice care răspunde de silvicultură. Cu toate că dimensionarea structurilor rutiere se face în acord cu importanța drumului și cu traficul preconizat pe viitorul drum [25], cele mai multe drumuri forestiere de la nivel național prezintă o structură rutieră subdimensionată pentru traficul actual [29, 37, 38, 40, 41, 54]. Cea mai mare parte a rețelei de transport forestier a fost construită înainte de 1989 [17], fiind compusă din drumuri cu îmbrăcămînți de tipul împietruirilor, din unul sau mai multe straturi, care nu rezistă la fel de bine sub acțiunea solicitărilor din trafic ca drumurile cu îmbrăcămînți moderne. În plus, evoluția tehnică și tehnologică a condus la extinderea, în transportul lemnului, a autovehiculelor de tonaj sporit [29, 40, 54], ceea ce suprasolicită drumurile forestiere, majoritatea fiind dimensionate în acord cu prevederile normativului de proiectare AND-582/2002 [55], unde se lua în considerare un tonaj maxim admis de 25 tone, și nu cel de 38 tone, admis în prezent pe drumurile forestiere, așa cum se menționează în normativul de proiectare în vigoare [25]. Astfel, în unele cazuri, devine imperios necesară reabilitatea drumurilor care încearcă, printr-o serie de lucrări complexe, să le mărească capacitatea portantă și să refacă elementele geometrice astfel încât acestea să corespundă noilor solicitări din trafic [30], cunoscut fiind faptul că masa maximă total admisă și masa maximă admisă pe osie joacă un rol deosebit de important în proiectarea căilor de transport [56]. Conform literaturii de specialitate, lucrările de execuție și întreținere de pe drumurile forestiere se reflectă cel mai mult în costurile de producție a lemnului [10, 12], iar costurile cu transportul lemnului din pădure până la beneficiar se ridică la milioane de dolari [33], activitatea de transport fiind una dintre cele mai costisitoare din toate cele realizate în sectorul forestier [9].

Coroborând toate informațiile prezentate, din care rezidă importanța rețelei permanente de transport forestier, ca dezvoltare și menținere în condiții optime pentru circulația autovehiculelor, se ajunge la scopul cercetării de față, și anume acela de a realiza o analiză a soluțiilor tehnice ce pot fi utilizate la reabilitarea sau modernizarea suprastructurii unui drum forestier, din perspectivă economică și financiară. Pentru atingerea scopului propus s-au fixat următoarele obiective, respectiv: *i*) conceperea a trei structuri rutiere tip, pretabile pentru reabilitarea unui drum forestier principal; *ii*) estimarea costurilor pentru cele trei structuri rutiere tip propuse pentru reabilitarea suprastructurii drumului forestier; *iii*) evaluarea sustenabilității investiției și *iv*) analiza economică și financiară a lucrărilor de reabilitare a suprastructurii drumului forestier principal luat în studiu.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1. Locul cercetărilor

Cercetările s-au desfășurat pe drumul forestier Ciobănuș, aflat în administrarea Regiei Naționale a Pădurilor RNP-Romsilva prin Direcția Silvică Bacău [57], drum principal, de vale, dat în folosință în anul 1973, și supus doar unor lucrări sumare de întreținere, nefiind aplicate pe drumul în cauză lucrări de reparații curente sau capitale, așa cum precizează normativele în vigoare [25, 30, 49]. Alegerea acestui drum pentru determinări se bazează pe starea tehnică a drumului, ce poate fi caracterizată succint prin faptul că drumul prezintă o capacitate portantă

necorespunzătoare actualelor condiții de trafic (zone cu împietruire slabă, zone colmatate cu materiale aluvionare, suprastructura contaminată cu resturi de exploatare și aluviuni). Structura rutieră este puternic degradată și frământată datorită stagnării apei pe platforma drumului, șanțurile fiind colmatate în proporție de minim 50%. În plus, obiectivul nu prezintă lucrări de apărare-consolidare, ceea ce îl face vulnerabil la viiturile torențiale, cea mai însemnată, din 2005, calamitând obiectivul în proporție de 50%. De menționat este și faptul că elementele geometrice ale drumului nu mai asigură desfășurarea traficului în condiții de siguranță, lățimea părții carosabile fiind mult redusă datorită viiturilor torențiale, făcând-o necorespunzătoare unui drum principal.

2.2. Dimensionarea structurilor rutiere necesare reabilitării drumului forestier

Dimensionarea unor structuri rutiere noi, care să corespundă necesităților actuale de trafic, s-a realizat în baza Normativului privind proiectarea drumurilor forestiere [25] prin alegerea unor structuri rutiere tip. Astfel, s-au selectat trei tipuri de sisteme rutiere, care să asigure portanța necesară condițiilor actuale de trafic (drum forestier principal), dar care să țină cont și de condițiile locale de punere în operă (materiale locale pietroase, balastiere și cariere de piatră în proximitate), urmărindu-se atingerea unor parametri tehnici corespunzători, dar la costuri optime. Astfel, s-a decis adoptarea următoarelor structuri rutiere tip (**Figura 1**):

Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Piatră spartă poligranulară 0...70 mm	h=8...12 cm	Balast de împănare	
Piatră spartă poligranulară 0...90 mm	h=10...15 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=10...25 cm	Piatră brută 0/150...0/200	h=15...25 cm
Balast	h=10 cm			Prundiș sau balat	h=10...25 cm

Figura1. Structuri rutiere adoptate

- **structură rutieră de tip I:** piatră spartă amestec optimal (12 cm), piatră spartă sortul 63/90 mm (15 cm) și balast optimal (10 cm);
- **structură rutieră de tip II:** piatră spartă amestec optimal (12 cm) și blocaj piatră brută (15cm);
- **structură rutieră de tip III:** balast amestec optimal (10 cm) și blocaj piatră brută (25 cm).

2.3. Estimarea costurilor lucrărilor de reabilitare

Promovarea investițiilor se realizează pe baza unor documentații tip, reglementate prin acte normative [58]. Documentațiile reglementate prin lege se elaborează pe etape, după cum urmează: notă conceptuală, temă de proiectare, studiu de fezabilitate, studiu de fezabilitate S.F. (lucrări noi), documentație de avizare lucrări de intervenție D.A.L.I.

(reabilitări/modernizări), proiect pentru autorizarea lucrărilor, proiect tehnic de execuție. În studiile de fezabilitate/documentațiile de avizare a lucrărilor de intervenție se prezintă scenariile tehnico-economice stabilite de proiectant (minim două), scenariul tehnico-economic optim, unde se recomandă atât soluția tehnică, cât și principalii indicatori tehnico-economici (indicatori maximali, indicatori de performanță cantitativi și calitativi, indicatori financiari, socio-economici, de impact, de rezultat, durată de execuție). Valoarea totală estimată a cheltuielilor necesare realizării unui obiectiv de investiție se stabilește în devizul general, parte a studiului de fezabilitate sau a documentației de avizare a lucrărilor de intervenție, în care se înscriu toate cheltuielile necesare, pe capitole și subcapitole de cheltuieli. Valorile rezultate pentru cheltuielile de construcții-montaj (C+M) s-au fundamentat pe bază de antemăsurători, în care au fost evaluate fizic toate operațiile necesare punerii în operă a lucrărilor propuse, luând în calcul distanțele reale de transport (de la prestatorii de servicii - utilaje) și furnizorii de materiale de balastieră (piatră spartă, balast etc.) la amplasamentul lucrării, baza de prețuri utilizată fiind cea aferentă anului 2020. Analiza financiară presupune determinarea următorilor indicatori:

- venitul actualizat net (VANF/C) - valoarea care rezultă scăzând valoarea actualizată a costurilor previzionate ale unui proiect de investiții din valoarea estimată a veniturilor;
- rata internă de rentabilitate financiară (RIRF/C) - rata de actualizare la care un flux de costuri și beneficii (exprimate în termeni monetari) are valoare actualizată zero; se compară cu rata de actualizare a proiectului, în vederea evaluării performanței acestuia;
- raportul beneficii actualizate/costuri actualizate (B/C) - evidențiază măsura în care beneficiile proiectului acoperă costurile acestuia; în condițiile în care acest raport este subunitar, proiectul de investiții nu generează suficient venit și se impune finanțarea acestuia din alte surse.

2.4. Analiza economică a proiectelor de investiții

Proiectele de investiții sunt supuse unei analize economice cu scopul de a identifica, cuantifica și măsura, în termeni monetari, beneficiile generate de proiect, precum și costurile acestuia. Cea mai utilizată metodă pentru evaluarea economică a proiectelor de investiții este analiza cost/beneficiu. Totuși, în cazul proiectelor în care decizia de finanțare este deja luată (prin efectul legii sau pentru conformarea cu diferite reglementări) sau în cele în care cuantificarea și exprimarea în termeni monetari a tuturor beneficiilor sociale, economice sau de mediu este dificilă sau prea costisitoare, se întocmește o analiză cost-eficacitate. Analiza cost-eficacitate este utilizată pentru a realiza o comparație a proiectelor cu aceleași obiective sau pentru a realiza comparații între soluțiile tehnice ale aceluiași proiect, fiind utilă, în special, proiectelor de mediu, care nu generează venituri directe. Astfel, în cazul de față, se vor compara cele trei soluții tehnice adoptate (trei structuri rutiere tip), obiectivul fiind unul singur, respectiv modernizarea drumului forestier Ciobănuș în vederea asigurării capacității portante necesare condițiilor actuale de trafic.

La întocmirea analizei cost-eficacitate sunt utilizați termeni și noțiuni care se referă la orizontul de timp, actualizarea și rata de actualizare, tipurile de costuri, valoarea actualizată a

costurilor, raportul cost-eficacitate. Raportul cost-eficacitate este, în fapt, raportul dintre costuri și beneficii, acestea din urmă fiind exprimate în termeni fizici. Valorile rezultate pentru valoarea actualizată a proiectului (VAN), precum și pentru rata internă a rentabilității proiectului (RIR) sunt specifice proiectelor de investiții unde este necesară alocarea de fonduri publice sau din alte surse de finanțare, extrabugetare administratorului. Deși aceste proiecte nu au indicatori financiari favorabili, aceștia sunt compensați prin efectele sociale, economice și de mediu pe care le oferă proiectul în urma dezvoltării lui. Analiza economică și financiară se axează pe evaluarea în scenariul cu proiect, în trei variante, respectiv în funcție de cele trei structuri rutiere tip selectate, care au fost verificate sub aspectul asigurării portanței. Punerea în operă a celor trei structuri rutiere tip presupune costuri diferite, așa cum a rezultat în urma evaluărilor financiare și a întocmirii devizelor generale.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

4.1. Estimarea costurilor lucrărilor de reabilitare a drumului forestier Ciobănuș

Estimarea valorică a celor trei suprastructuri tip s-a realizat pe baza antemăsurătorilor operațiilor necesare punerii în operă a celor trei tipuri de structuri rutiere; acestea sunt redată în **Tabelele 1 - 3**. Cele trei antemăsurători, aferente celor trei suprastructuri tip, au fost estimate, din punct de vedere valoric, prin aplicarea bazei de prețuri aferente anului 2020, costurile lucrărilor fiind cele redată în **Tabelul 4**. Ulterior întocmirii devizelor financiare corespunzătoare componenței lucrărilor de bază (capitolul 4 din devizul general), s-au întocmit devizele generale, aferente fiecărei suprastructuri tip, celelalte cheltuieli fiind determinate procentual, în raport cu lucrările de bază sau prin alocarea de sume fixe, după cum urmează:

- 3.1. Studii = 5000 lei;
- 3.2. Cheltuieli avize, acorduri, autorizații = 3.000 lei;
- 3.3. Expertiză tehnică = 2.000 lei;
- 3.5. Proiectare = 2,5%;
- 3.7. Consultanță = 0,5%;
- 3.8. Asistență tehnică = 1,5%;
- 5.1. Organizare de șantier = 2,5%;
- 5.2. Comisioane, cote, taxe = 1,2%;
- Cheltuieli diverse și neprevăzute = 2,5% din capitolele 3.5, 3.8 și 4.

Devizele generale au forma și conținutul reglementat prin H.G. 907/2016 [58].

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea...

Tabelul 1. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip I (12 cm piatră spartă, 15 cm piatră spartă 63...90, 10 cm balast optimal)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
STRAT 1: BALAST OPTIMAL (grosime 10 cm)								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
3.	DA06B1	Strat de fundație balast cu grosimea de 10 cm, cu așternere mecanică	15.000	6,4	0,1	9.600	m ³	9.600
4.	TRA01A70	Transportul la o distanță de 70 km				21.840	tone	21.840
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				960	tone	960
STRAT 2: PIATRĂ SPARTĂ 63...90 mm (grosime 15 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	2.677,5	m ³	2.678
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	10.710	m ³	10.710
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				26.106	tone	26.106
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				4.644,8	tone	4.645
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.339	tone	1.339
STRAT 3: PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL (grosime 12 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire (20%)	15.000	5,7	0,12	2.052	m ³	2.052
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire (80%)	15.000	5,7	0,12	8.208	m ³	8.208
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				20.007	tone	20.007
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				3.560	tone	3.560
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.026	tone	1.026

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea...

Tabelul 2. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip II (12 cm piatră spartă, 15 cm blocaj piatră brută)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
PREGĂTIREA PLATFORMEI DRUMULUI								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
STRAT 1: BLOCAJ PIATRĂ BRUTĂ (grosime 15 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	2.677,5	m ³	2.678
2.	DA12A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 15 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,15	10.710	m ³	10.710
3.	TRA02A110	Transportul pietrei brute la distanța de 110 km				26.105,6	tone	26.106
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				4.644,8	tone	4.645
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.339	tone	1.339
STRAT 2: PIATRĂ SPARTĂ AMESTEC OPTIMAL (grosime 12 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,12	2.052	m ³	2.052
2.	DA12A1	Împietruire din piatră spartă, în grosime de 12 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,12	8.208	m ³	8.208
3.	TRA02A110	Transportul pietrei sparte la distanța de 110 km				20.007	tone	20.007
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				3.560	tone	3.560
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				1.026	tone	1.026

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

Tabelul 3. Antemăsurătoarea lucrărilor la structura rutieră tip III (10 cm balast optimal, 25 cm blocaj piatră brută)

Nr. crt.	Articol deviz	Descrierea articolului de deviz	Cantități			U.M.	Cantități	
			L	I	H			
PREGĂTIREA PLATFORMEI DRUMULUI								
1.	TSE06B1	Pregătirea platformei drumului în vederea aplicării stratului de fundație	15.000	6,7		100.500	100 m ²	1.005
2.	DA04A1	Scarificarea mecanică a platformei drumului, cu autogrederul, pe adâncimea minimă de 5 cm	15.000	4,0	0,05	60.000	100 m ³	600
STRAT 1: BLOCAJ PIATRĂ BRUTĂ (grosime 25 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 25 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,25	4.462,5	m ³	4.463
2.	DA12A1	Împietruire din piatră brută, în grosime de 25 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,95	0,25	17.850	m ³	17.850
3.	TRA02A110	Transportul pietrei brute la distanța de 110 km				43.509,38	tone	43.509
4.	TRA02A110	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				7.741,3	toea	7.741
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				2.231	tone	2.231
STRAT 2: BALAST AMESTEC OPTIMAL (grosime 10 cm)								
1.	DA11A1	Împietruire din balast, în grosime de 10 cm, după cilindrare, cu așternere manuală, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,1	1.710	m ³	1.710
2.	DA12A1	Împietruire din balast, în grosime de 10 cm, după cilindrare, cu așternere mecanică, cu împănare și înnoroire	15.000	5,7	0,1	6.840	m ³	6.840
3.	TRA02A70	Transportul balastului la distanța de 70 km				18.895,5	tone	18.895,5
4.	TRA02A70	Transportul nisipului pentru înnoroire la 110 km				2.966	tone	2.966
5.	TRA05A10	Transportul apei de la 10 km				855	tone	855

Tabelul 4. Valorile lucrărilor aferente celor trei tipuri de suprastructură

Tipul de suprastructură	Straturi de materiale pietroase	Valori [lei]	Lungime drum [km]	Preț unitar [lei/km]
Tip I	piatră spartă amestec optimal	3.342.408,70	15	743.131,62
	piatră spartă 63...90 mm	4.361.344,89		
	balast optimal (10 cm)	3.443.220,67		
	TOTAL	11.146.974,26		
Tip II	piatră spartă amestec optimal	3.342.408,70	15	595.260,94
	blocaj piatră brută	4.361.344,00		
	pregătirea platformei	1.225.161,39		
	TOTAL	8.928.914,09		
Tip III	balast amestec optimal	2.503.544,00	15	529.151,86
	blocaj piatră brută	4.208.572,58		
	pregătirea platformei	1.225,161,39		
	TOTAL	7.937.277,97		

3.2. Sustenabilitatea investiției

Investițiile în rețeaua de drumuri forestiere, în general, precum și reabilitarea suprastructurii drumului forestier Ciobănuș, generează efecte sociale pozitive asupra comunităților locale, atât prin crearea de locuri de muncă, cât și prin facilitarea accesului în bazinul forestier [16, 20]. Astfel, în cazul de față, se vor crea locuri de muncă în mod direct (reabilitare, întreținere drum), dar și indirect, în activitățile de exploatare forestieră, regenerarea și îngrijirea pădurilor, creșterea animalelor și chiar turism. De asemenea, prin modernizarea drumului, activitățile economice specifice zonei montane, respectiv creșterea animalelor, apicultura și turismul vor cunoaște o dezvoltare semnificativă, fiind binecunoscut faptul că aceste activități, existente pe valea Ciobănușului, au ca principală piedică în dezvoltarea lor accesul deficitar. Așa cum s-a menționat anterior, prin realizarea de investiții în modernizarea drumului forestier Ciobănuș, se vor crea locuri de muncă în mod direct, atât în faza de execuție a lucrărilor, pe o perioadă de 24 luni (20 locuri de muncă), precum și în activitatea de întreținere a drumului forestier (1 loc de muncă). Totodată, prin reabilitarea obiectivului, activitățile curente economice existente pe valea Ciobănușului vor cunoaște un imbold în dezvoltarea lor, prin facilitarea accesului [20, 21], dar și printr-o mai bună circulație a bunurilor, serviciilor și persoanelor, fiind binecunoscut faptul că starea actuală a drumului forestier constituie o piedică semnificativă în dezvoltarea activităților economice existente, precum și în apariția altora noi. Așadar, prin reabilitarea drumului forestier Ciobănuș se vor crea locuri de muncă și în mod indirect, prin activitățile economice specifice zonei montane.

Prin execuția lucrărilor la drumul forestier Ciobănuș se vor produce anumite efecte negative temporare asupra factorilor de mediu [18, 59], dar beneficiile pentru mediu, după finalizarea lucrărilor, vor fi de lungă durată și cu un impact puternic în sănătatea pădurilor, în ceea ce privește protecția împotriva incendiilor de pădure [22, 24], dar și în gospodărirea fondului forestier [3, 6, 19], în general. În timpul execuției lucrărilor se pot produce efecte negative temporare [18] asupra calității apelor (creșteri temporare ale turbidității apei) și asupra calității aerului (utilajele folosite la

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

execuția lucrărilor pot duce la deteriorarea locală și temporară a calității aerului prin aportul de noxe generate de motoarele cu ardere internă și prin angrenarea în aer de particule solide - praf). Efectele negative asupra florei și faunei sunt nesemnificative, drumul nefiind amplasat în arii naturale protejate sau situri de importanță comunitară. Ulterior finalizării lucrărilor, efectele de mediu generate de reabilitarea drumului forestier Ciobănuș vor avea un impact direct asupra stării fitosanitare a pădurii, precum și în calitatea arboretelor. Astfel, printre efectele pozitive de mediu se numără:

- creșterea vitezei de intervenție în caz de incendii sau atacuri de dăunători biotici și abiotici;
- diminuarea perioadei necesare extragerii lemnului provenit (în special, pentru rășinoase) din tăieri accidentale în arborete afectate de doborâturi de vânt, rupturi de zăpadă sau atacuri de insecte;
- creșterea mobilității echipelor de muncitori angrenați în lucrări de regenerare a pădurilor, întreținerea plantațiilor, lucrările de îngrijire a arboretelor tinere, cu impact direct în calitatea și cantitatea lucrărilor executate.

În **Tabelul 5** sunt prezentate cheltuielile investiționale (pe cele trei tipuri de structuri rutiere), precum și beneficiile directe.

Tabelul 5. Calcul pentru estimarea efectului economic al obiectivului

Parametri	Structura rutieră		
	tip I	tip II	tip III
Lungime drum [km]	15	15	15
Suprafață de fond forestier deservită [ha]	10.068	10.068	10.068
Volumul total de masă lemnoasă pe picior [m ³]	2.421.430	2.421.430	2.421.430
din care exploatabil și preexploatabil [m ³]	432.166	431.266	432.166
Cota anuală totală posibil de recoltat [m ³]	18.750	18.750	18.750
Valoarea medie a producției [lei/m ³]	200	200	200
Valoarea totală a producției [lei]	3.750.000	3.750.000	3.750.000
Valoarea medie a profitului anual din masă lemnoasă (cota profit minimă - 9%)	337.500	337.500	337.500
Venituri din alte surse	326.020	326.020	326.020
produse accesorii [15 lei/ha]	151.020	151.020	151.020
taxa peiaj [lei]	175.000	175.000	175.000
Venit anual total [lei]	663.520	663.520	663.520
Cheltuieli de întreținere anuale [lei]	156.000	156.000	156.000
Profit anual (venituri minus cheltuieli) [lei]	507.520	507.520	507.520
Valoarea totală a investiției (cu TVA) [lei]			
TOTAL cu TVA	14.670.278	11.753.416	10.921.633
TOTAL fără TVA	12.349.801	9.894.407	9.193.529
Construcție + montaj cu TVA	13.596.523	10.891.042	9.917.628
Construcție + montaj fără TVA	11.425.649	9.152.136	8.334.141
Valoarea unitară a investiției [lei/km]			
Total (fără TVA)	823.320,09	659.627,11	612.901,97
Construcție + montaj (fără TVA)	761.709,96	610.142,39	555.609,39
Investiția specifică (valoare totală fără TVA/volum total)	0,34	0,27	0,25
Durata de realizare a investiției [luni]	36	36	36

Tabelul 6. Indicatorii de performanță financiară ai capitalului propriu investit

Indicator al proiectului	Valori obținute	Concluzii
Structura rutieră tip I		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	-0,46%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar VANF/C < 0
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-7.793	Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție B/C < 1
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,42	Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Structura rutieră tip II		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	1,09%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar VANF/C < 0
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-5.358	Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție B/C < 1
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,52	Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție
Structura rutieră tip III		
Rata de rentabilitate financiară a investiției totale (RIRF/C)	1,95%	RIRF/C < 5% (rata de actualizare) Rezultă că proiectul nu este rentabil financiar VANF/C < 0
Valoarea actualizată netă financiară a investiției totale (VANF/C)	-4.283	Rezultă că veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție B/C < 1
Raportul beneficiu/cost al capitalului (B/C)	0,57	Veniturile nete nu au capacitatea de a acoperi costurile de investiție

Având în vedere că, în cazul drumurilor forestiere, analiza cost-eficacitate constă în compararea efectelor a două sau a mai multor soluții tehnice, indiferent de soluția aleasă, finalitatea fiind identică (reabilitarea/modernizarea unui număr de kilometri de drum forestier), în fapt, aceasta se rezumă la costul pe kilometru al soluțiilor tehnice propuse. În Tabelul 7 se prezintă, analiza cost-eficacitate pentru cele trei structuri rutiere tip.

Tabelul 7. Analiza cost-eficacitate pentru cele trei structuri rutiere tip

Structura rutieră tip	VAN - NPV [mii lei]	RIR - IRR [%]	Cost investiție [mii lei]	Beneficii (lungime reabilitată) [km]	Raport A.C.E. [mii lei/km]	Verificare Caldeom la ATF 40 (vehicule speciale)		
						ATF 25	ATF 30	ATF 40
I	6.627,96	-0,46%	14.670	15	978	verificat	verificat	verificat
II	4.024,42	1,09%	11.753	15	784	verificat	neverificat	neverificat
III	2.874,00	1,95%	10.922	15	728	verificat	verificat	verificat

Bitir et al.: Analiza economică și financiară a soluțiilor tehnice utilizate în reabilitarea ...

Astfel, având datele analizei cost-eficacitate (Tabelul 7), pentru cele trei structuri rutiere tip, se poate adopta cea mai bună decizie privind soluția tehnică aleasă. În fapt, costul pe kilometrul de drum forestier reabilitat este un indicator util în optimizarea soluțiilor adoptate în proiecte, acest lucru fiind coroborat și cu traficul de calcul (sarcina utilă maximă adoptată). Durata de implementare a proiectului care se va utiliza în analiza economică și financiară este de 36 luni (din care 24 luni sunt aferente perioadei efective de execuție), iar perioada de referință utilizată va fi de 30 de ani (conform prevederilor în vigoare - PD-003-11 [25]), referitoare la analiza cost-beneficiu) care reprezintă orizontul de previziune al costurilor și veniturilor.

Tabelul 8. Sinteza beneficiilor actualizate pentru structura rutieră de tip I

An	Costuri [lei]	Beneficii [lei]	Beneficii din reducerea timpului de parcurs	Beneficii din reducerea ratei de incidență a accidentelor	Beneficii nete totale neactualizate [lei]	Beneficii nete actualizate [lei]	Beneficii nete actualizate cumulate [lei]
1	871,00				-871,00	-829,52	-829,52
2	6895,00				-6895,00	-6253,97	-6253,97
3	6904,00				-6904,00	-5963,93	-12217,90
4	156,00	663,50			507,50	417,52	-11800,38
5	156,00	663,50			507,50	397,64	-11402,74
6	156,00	663,50			507,50	378,70	-11024,04
7	156,00	663,50			507,50	360,67	-10663,37
8	156,00	663,50			507,50	343,50	-10319,87
9	156,00	663,50			507,50	327,14	-9992,73
10	156,00	663,50			507,50	311,56	-9681,17
11	156,00	663,50			507,50	296,72	-9384,45
12	156,00	663,50			507,50	282,59	-9101,85
13	156,00	663,50			507,50	269,14	-8832,71
14	156,00	663,50			507,50	256,32	-8576,39
15	156,00	663,50			507,50	244,12	-8332,27
16	156,00	663,50			507,50	232,49	-8099,78
17	156,00	663,50			507,50	221,42	-7878,36
18	156,00	663,50			507,50	210,88	-7667,49
19	156,00	663,50			507,50	200,83	-7466,65
20	156,00	663,50			507,50	191,27	-7275,38
21	156,00	663,50			507,50	182,16	-7093,22
22	156,00	663,50			507,50	173,49	-6919,73
23	156,00	663,50			507,50	165,23	-6754,50
24	156,00	663,50			507,50	157,36	-6597,14
25	156,00	663,50			507,50	149,87	-6447,27
26	156,00	663,50			507,50	142,73	-6304,54
27	156,00	663,50			507,50	135,93	-6168,61
28	156,00	663,50			507,50	129,46	-6039,15
29	156,00	663,50			507,50	123,30	-5915,86
30	156,00	663,50			507,50	117,42	-5798,43
TOTAL							
	18.882,00	17.914,50			-967,50	-6.627,96	
	Rata economică de actualizare a capitalului:				5,0%		
	NPV =				(6.627,96)		
	EIRR =				-0,46%		

Scopul realizării analizei financiare a proiectelor de investiții este de a cuantifica veniturile (cash-flow-ul) generate de proiect pe baza costurilor investiționale estimate și a cheltuielilor pentru mentenanța obiectivului, precum și a veniturilor directe (beneficii financiare) generate de acesta. Dacă estimarea cheltuielilor investiționale s-a realizat pe bază de devize, beneficiile directe financiare au fost estimate pe plusul de valoare rezultat din valorificarea masei lemnoase, a produselor accesorii, precum și din taxa de peiaj, încasată de la utilizatorii drumului forestier, care transportă materialul lemnos provenit din fond forestier privat. În cazul studiat, orizontul de timp este identic cu perioada de referință utilizată în analiza economică, și anume 30 de ani. Actualizarea și rata de actualizare urmăresc ca veniturile și costurile din ani diferiți să poată fi comparate, prin actualizarea lor cu o cotă procentuală care să acopere devalorizarea monetară. Pentru analiza cost-eficacitate se recomandă utilizarea unei rate de actualizare standard de 5%. Din analiza **Tabelului 8**, în care este prezentată - spre exemplificare - sinteza beneficiilor pentru structura rutieră de tip I, pentru un orizont de timp de 30 de ani (3 ani de implementare proiect și 27 de ani de exploatare a obiectivului), a rezultat o valoare actualizată netă a proiectului (VAN) de 6.627,96 mii lei și o rată internă a rentabilității proiectului de -0,46%, mai mică decât rata de actualizare a proiectului (de 5%).

4. CONCLUZII

Neefectuarea lucrărilor de reparații pe drumul forestier Ciobănuș poate fi pusă pe seama surselor limitate pentru finanțarea lucrărilor care, în mare parte, sunt doar lucrări de întreținere minimale și sunt executate doar în anii în care se exploatează masă lemnoasă din bazinele accesibilizate de acest drum, ceea ce duce, inevitabil, la drumuri impracticabile. Pe de altă parte, sursele de finanțare aferente investițiilor sunt, în mare parte, direcționate pentru refacerea drumurilor ca urmare a efectelor calamităților și mai puțin pentru reabilitări. Analiza cost-eficacitate este oportună în adoptarea celor mai economice soluții, verificate din punct de vedere tehnic, investițiile în infrastructura de transport nefiind aducătoare de beneficii financiare directe, finanțarea acestora fiind condiționată de accesarea de diverse fonduri de investiții (bugetul de stat, fond de accesibilizare, P.N.D.R., credite externe B.D.C.E., B.E.I., Banca Mondială etc). Valorile rezultate pentru valoarea actualizată a proiectului (VAN), precum și pentru rata internă a rentabilității proiectului (RIR) sunt specifice proiectelor de investiții unde este necesară alocarea de fonduri publice sau din alte surse de finanțare, extrabugetare administratorului. Chiar dacă din punct de vedere economic investiția nu pare rentabilă pe termen scurt, aceasta aduce o serie de beneficii silviculturale, sociale și ecologice care nu pot fi cuantificabile imediat în valori monetare, dar care, pe orizontul de timp de 30 de ani, își justifică pe deplin eficacitatea.

MATERIALE SUPLIMENTARE

Nu este cazul.

FINANȚARE

Această lucrare nu a fost finanțată din exteriorul organizației.

MULȚUMIRI

Autorii doresc să mulțumească Universității Transilvania din Brașov pentru furnizarea dispozitivelor și materialelor utilizate în studiu, precum și Departamentului de Exploatare Forestiere, Amenajarea Pădurilor și Măsurători Terestre pentru sprijinul logistic acordat în realizarea studiului. Nu în ultimul rând, autorii doresc să mulțumească Regiei Naționale a Pădurilor - RNP Romsilva pentru acordul de a efectua studiul și pentru ajutorul oferit în colectarea de date.

CONFLICT DE INTERESE

Autorii nu declară niciun conflict de interese.

REZUMAT EXTINS – EXTENDED ABSTRACT

Title in English: *Economic analysis of the technical solutions used in the rehabilitation of forest road pavement systems*

Introduction: *The accessibility of the forests is an essential condition for its sustainable management, which can be ensured at two levels, respectively by building new forest roads and by modernizing the existing forest road network. In Romania, forest roads are the dominant permanent transportation infrastructure which ensures the transit of timber from the forests to the public transportation network and subsequently to the beneficiaries. Also, the development of small local communities in the mountain area is related to the existence of a network of forest roads. A forest road is, in addition to a fixed mean, also a service provider, and its quality depends on the technical condition of the objective. Thus, the modernization of the roads ensures the placing on the market of a significant volume of wood, the transport of goods in safe conditions and at low costs, as well as short-term interventions. However, at national level most of the forest roads were dimensioned and built according to the old design regulations, which took into account a maximum total allowable mass of 25 tons/vehicle, while the current regulations indicate an increment to 38 tons/vehicle; as such, the majority of forest roads need to be modernized to meet the new traffic requirements. The aim of this research was to analyse, from an economic and financial perspective, the technical solutions that can be used to rehabilitate a main forest road.*

Materials and Methods: *The research methodology involved the design of three standard roading systems, suitable for the rehabilitation of the Ciobănuș forest road, the main road under the administration of the Bacău Forestry Department. The choice of this road was based on its degraded condition, caused by the undersizing of the road structure, the heavy traffic and the torrential floods that affected it. Simulations were carried out on the specific pre-measurements of the three chosen road structures, as well as on the general estimates. Based on them, each project was evaluated in terms of economic effects, while performing cost-effectiveness and benefit analysis. From an economic point of view, the profitability was seen as the unit price (lei/km), the aspects being analyzed comparatively for the three types of road structures.*

Results and Discussions: *Although the accessibility of a territory and the quality of transport routes are directly reflected in the production price of wood, the transport activity being one of the most expensive in the forestry sector, investments in forest road transport infrastructure do not ensure financial profitability, because the investment objective does not generate sufficient direct income. In this study, all the performance indicators of the invested capital have indicated that the project is not financially profitable, as the revenues cannot cover the investments. On the other hand, the applied cost-benefit analysis indicates a positive impact on local communities, improved access to the forest facilitates and a better protection of forests against harmful biotic and abiotic factors.*

Conclusions: *Even if the investments in forest transport infrastructure are considered unprofitable in the short term, they provide various silvicultural, social and economic benefits which are difficult to quantify in money. On the other hand, if the time horizon for which a road is built is taken into account, the investment is fully justified, in that the cumulative net flow is never negative, the income generated by the project covering all outgoing financial flows.*

Keywords: *forest roads, rehabilitation, economic analysis, investment sustainability.*

REFERINȚE

1. Olteanu N., 1995: Drumuri forestiere. Proiectare. Editura Universității Transilvania din Brașov, 173 p.
2. Olteanu N., 1996: Proiectarea drumurilor forestiere. Editura Lux Libris, Brașov, 236 p.
3. Enache A., Stampfer K., Ciobanu V., Brânzea O., Duță C., 2011: Forest road network planning with state of the art tools in a private forest district from Lower Austria. Bulletin of the Transilvania University of Brașov. Series II - Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, vol. 4(53)2, 33-40.
4. Grulois S., Pellegrini M., Lingua E., Grignolato S., Protti F., Vitali A., Rebolj L., Grum A., Ginet C., Corette T., Hairzer E., Stöhr D., 2014: General presentation of the wood transport sector in the alpine space. Interreg Alpine Space Project, project no. 2-3-2-FR.
5. Derczeni R.A., Salcă E.A., Ciobanu D.V., Bitir I., Musat E.C., 2019: Research on establishing criteria for calculating the tax/road tolling for vehicles used of timber transport on forest roads. Proceeding of the International Symposium „Forest and Sustainable Development”. The 8th Edition, 25 - 27 octombrie 2018, Brașov, 161-170.
6. Potočnik I., Pentek T., Pičman D., 2005: Impact of traffic characteristics on forest roads due to forest management. Croatian Journal of Forest Engineering, 26(1), 51-57.
7. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., Musat E.C., Dumitrașcu A.E., Antoniadă C., Vișan J., 2015: The density index of the forest road network managed by the National Forest Administration (RNP). Proceedings of the Biennial International Symposium Forest and Sustainable Development, 196-203.
8. Mușat E.C., Iancu B.I., Derczeni R.A., Ciobanu V.D., 2019: Analysis of transport distances and wood volumes purchased by a woodworking company. 19th International Multidisciplinary Scientific Conference SGEM 2019, Conference Proceedings – vol. 19, issue 3.2 – Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems, 617-624.
9. Layton D.A., LeDoux C.B., Hassler C.C., 1992: Cost estimators for construction of forest roads in Central Appalachians. Research paper NE-665, United State Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 8 p.
10. Akay A.E., 2006: Minimizing total costs of forest roads with computer-aided design model. Asdhana, 31(5), 621-633. DOI: 10.1007/BF02715918.
11. Holzleitner F., Kanzian C., Stampfer K., 2011: Analyzing time and fuel consumption in road transport of round wood with an onboard fleet manager. European Journal of Forest Reserach, 130, 293-301.
12. Ghajar I. Nakafi A., Karimimajd A.M., Boston K., Torabi S.A., 2013: A program for cost estimation of forest road construction using engineer’s method. Forest Science and Technology, 9(3), 1-7. DOI: 10.1080/21580103.2012.759163.

13. Popovici V., Bereziuc R., Clinciu I., 2003: Extinderea rețelei de drumuri pentru accesibilizarea fondului forestier și, în general, a pădurii. *Bucovina Forestieră*, 9(2), 36-40.
14. Bereziuc R., 2004: Realizări și perspective în domeniul căilor forestiere de transport. *Analele Universității "Ștefan cel Mare" Suceava, Secțiunea Silvicultură*, 2, 9-14.
15. Kochenderfer J.N., Wendel G.W., Clay Smith H., 1984: Cost of and soil loss on "Minimum-Standard" forest truck road constructed in the Central Appalachians. Research paper NE-544, United State Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 12 p.
16. Southworth J., Tucker C., 2001: The influence of accessibility, local institution and socioeconomic factors on forest cover change in the mountains of Western Honduras. *Mountain Research and Development*, 21(3), 276-283.
17. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., 2013: Accesibilizarea pădurilor în condiții ecologice, în vederea valorificării masei lemnoase. *Revista Pădurilor*, 128(6), 28-34.
18. VișanJ., Alexandru V., Ciobanu V.D., Mușat E.C., 2017: The impact of forest roads on the environment: a short review. *Proceedings of the Biennial International Symposium Forest and Sustainable Development*, 133-138.
19. Navarro Maroto P.J., Rodriques Bayo J., Codina i Palou M., Dominquez i Tores G., Lopes Vicens Y., 2010: Prospects for the market supply of wood and other forest products from areas with fragmented forest ownership structure. Task II. Case study: Catalonia, Spain. *Centre Tecnologic Forestal de Catalunya*, 93 p.
20. DeClercq E.M., De Wulf R., Van Herzele A., 2007: Relating spatial pattern of forest cover to accessibility. *Landscape and Urban Planning*, 80, 14-22.
21. Pădure F., 2001: Verificarea calității și prioritizarea lucrărilor la drumuri. *Revista Drumuri și Poduri*, 60, pp. 30.
22. Ciobanu V., Ioraș F., 2007: Incendii forestiere. Editura Universității Transilvania din Brașov, 131 p.
23. Ciobanu V., Mușat E.C., Pandrea B.N., 2013: Incendiile de pădure la nivelul județului Brașov. *Meridiane Forestiere*, 5, 28-29.
24. Akay A.E., Wing M.G., Zengin M., Kose O., 2017: Determination of fire-access zones along road networks in fire-sensitive forests. *Journal of Forest Research*, 28(3), 557-564.
25. *** 2011a: Normativ privind proiectarea drumurilor forestiere. Indicativ PD-003-11. Aprobata prin Ordinul Ministrului Mediului și Pădurilor nr. 1374 din 04.05.2012.
26. Asikainen A., 2001: Simulation of logging and barge transport of wood from forests on islands. *International Journal of Forest Engineering*, 12(2), 43-50.
27. Epstein R., Karlsson J., Rönnqvist M., Weintraub A., 2007: Forest Transportation. *Handbook on Operations Research in Natural Resources*. Springer, New York, 391-403.

28. Tahvanainen T., Anttila P., 2011: Supply chain cost analysis of long-distance transportation of energy wood in Finland. *Biomass and Bioenergy*, 35, 3360-3375.
29. Mușat E.C., Alexandru V.M., Ciobanu V.D., Săceanu S.C., Antoniadă C., Vișan J., 2014: The type and the extension of degradations caused by the introduction in the timber transportation of the increased weight vehicles. *Revista Pădurilor*, 5-6, 38-43.
30. *** 2011b: Normativ pentru reabilitarea drumurilor forestiere. Indicativ RD-001-11. Aprobă prin Ordinul Ministrului Mediului și Pădurilor nr. 1373 din 2012.
31. Horodnic S.A., 2003: Bazele exploatării lemnului. Editura Universității Suceava, 296 p.
32. Zanuncio A.J.V., Carvalho A.G., da Silva M.G., Lima J.T., 2017: Importance of wood drying to the forest transport and pulp mill supply. *Cerne*, 23(2), 147-152.
33. Acuna M., 2017: Timber and biomass transport optimization: a review of planning issue, solution techniques and decision support tools. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 38(2), 279-290.
34. Alexandru V., 2000: Construcția și întreținerea drumurilor forestiere. Editura Infomarket, Brașov, 397 p.
35. Akgul M., Akburak S., Yurtseven H., Akay A.O., Cigizoglu H.K., Demir M., Ozturk T., Eksi M., 2019: Potential impacts of weather and traffic conditions on road surface performance in terms of forest operations continuity. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2533-2550.
36. Șerbulea M., 2002: Certificarea de conformitate a calității produselor. Calitatea construcțiilor. Legea 10/18 ianuarie 1995. *Revista Drumuri și Poduri*, 65, 31-33.
37. Săceanu S.C., 2014: Contribuții privind comportarea drumurilor forestiere în condițiile extinderii transportului lemnului cu autovehicule de tonaj sporit. Teză de doctorat. Universitatea Transilvania din Brașov, 180 p.
38. Antoniadă C.C., 2015: Contribuții privind majorarea capacității portante a drumurilor forestiere, în vederea extinderii transportului lemnului cu autovehicule de tonaj sporit. Teză de doctorat. Universitatea Transilvania din Brașov, 144 p.
39. *** 2018: Research Report 148: Infrastructure: Road construction cost on infrastructure procurement benchmarking: 2017 update. Australian Government. Department of Infrastructure, Regional Development and Cities. Bureau Infrastructure, Transport and Regional Economics, Canberra, Australia, 54 p.
40. Bitir I., Mușat E.C., Derczeni R.A., Ciobanu V.D., 2019: The influence of the increased tonnage upon the superstructure of forest roads. 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2019, Conference Proceedings vol. 19, nr. 3.2 - Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems, 853-860.
41. Bitir I., Mușat E.C., Lunguleasa A., Ciobanu V.D., 2021: Monitoring the transport on the Ciobănuș forest road within the Bacău Forestry Department. *Recent*, 1(63), 10-16.

42. Constantinescu Ș., Suciu D., 2002: Strategii de întreținere și reparații pentru structuri rutiere la drumuri noi. *Revista Drumuri și Poduri*, 67, 13-17.
43. Olsson L., Lohmander P., 2005: Optimal forest transportation with respect to road investments. *Forest Policy and Economics*, 7, 369-379. DOI: 10.1016/j.forpol.2003.07.004.
44. *** 1995: Legea 10 din 18 ianuarie 1995 (republicată) privind calitatea în construcții. Publicată în *Monitorul Oficial* nr. 765 din 30 septembrie 2016. Disponibil online la: <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/5729> (accesat în 15.02.2021).
45. *** , 1997a: Ordonanța nr. 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor. Emisă de Guvernul României și publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 237 din 29 iunie 1998.
46. *** 1997b: Hotărârea Guvernului nr. 766 din 21 noiembrie 1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții. Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 352 din 10 decembrie 1997.
47. Bereziuc R., Alexandru V., Ciobanu V., Ignea G., 2008: Elemente de fundamentare a normativului de proiectare a drumurilor forestiere. Editura Universității Transilvania din Brașov, 393 p.
48. *** 2008: Legea nr. 46 - Codul Silvic din 19 martie 2008 (reactualizată). Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 611 din 12 august 2015.
49. *** 2015: Normativ pentru întreținerea și repararea drumurilor forestiere. Indicativ ID-001-15. Aprobabil prin Ordinul Ministrului Mediului, Apelor și Pădurilor nr. 482 din 19.03.2015.
50. Li L., Sandu C., 2002: On the impact of cargo weight, vehicle parameters, and terrain characteristics on the prediction of traction for off-road vehicles. *Journal of Terramechanics*, 44, 221-238.
51. Lauridsen H., 2011: The impact of road tolling: A review of Norwegian experience. *Transport Policy*, 18, 85-91.
52. *** 2010: Legea nr. 56 din 19 martie 2010 (republicată) privind accesibilizarea fondului forestier național. Publicată în *Monitorul Oficial al României* nr. 770 din 6 septembrie 2018.
53. Miron-Onciul M., Roibu C.C., 2005: Considerații asupra Ghidului de bună practică pentru drumurile forestiere din România. *Analele Universității „Ștefan cel Mare” Suceava, Secțiunea Silvicultură, Serie Nouă*, 2, 37-46.
54. Mușat E.C., Ciobanu V.D., Vișan J., Antoniadă C., Săceanu S.C., 2016: Analiza variantelor de structuri rutiere în contextul sporirii capacității portante a drumurilor forestiere. *Revista Pădurilor*, 3-4, 91-99.
55. *** 2002: Normativ privind proiectarea și execuția împietruirilor drumurilor de pământ. Condiții de calitate. Indicativ AND-582/2002.

56. Zhu X.Q., Law S.S., 2016: Recent development in inverse problems of vehicle-bridge interaction dynamics. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 6, 107-128.
57. *** 1994: Amenajamentul Unității de Producție II - Ocolul Silvic Comănești.
58. *** 2016: Hotărârea de Guvern nr. 907 din 29 noiembrie 2016 privind etapele de elaborare și conținutul-cadru al documentațiilor tehnico-economice aferente obiectivelor/proiectelor de investiții finanțate din fonduri publice. Publicată în Monitorul Oficial nr. 1061 din 29 decembrie 2016. Disponibil online la: <http://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/185166> (accesat în 15.02.2021).
59. Thompson M., Sessions J., Boston K., Skaugset A., Tomberlin D., 2010: Forest road erosion control using multiobjective optimization. *Journal of the American Water Resources Association - JAWRA*, 46(4), 712-723.