



Revistă tehnico-științifică editată de Societatea „Progresul Silvic”

COLEGIUL DE REDACȚIE

Redactor responsabil:

Dr. Ing. Marius Teodosiu

Membri:

Prof. Dr. Ing. Ioan V. Abrudan

Ing. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Ing. Stelian A. Borz

Prof. Dr. Ing. Alexandru L. Curtu

Conf. Dr. Ing. Mihai Daia

Conf. Dr. Ing. Gabriel Duduman

Conf. Dr. Ing. Sergiu Horodnic

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

CUPRINS

Marius Petrila, Florin Capalb, Adrian Lorent, Bogdan Apostol, Cristiana Marcu, Nicolae-Ovidiu Badea

Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi produse de vânt în ecosisteme forestiere montane3

Gheorghe Novac

Analiza eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova26

Stelian Alexandru Borz

Întâlnirea consorțiului proiectului Small4Good în Brașov, România48

Adrian Lorent, Marius Petrila, Bogdan Apostol, Florin Capalb, Claudiu-Ionuț Bibarț, Ion Burlui

Sébastien Lahaye, Domingos Xavier Viegas, Luis Mario Ribeiro, Miguel Almeida, Tiago Rodrigues, Antonio Jorge Ferreira, Ana Isabel Miranda, Diogo Lopes, Tobias Osswald, Johan Sjöström, Rick McRae, Kiki Yunianti, Fanny Verhilac, 2024. MANUAL CU INSTRUCȚIUNI PENTRU POMPIERI PENTRU A FACE FAȚĂ INCENDIILOR EXTREME, INCENDIILOR ÎN ZONA DE INTERFAȚĂ NATURAL – CONSTRUIT ȘI INCENDIILOR LA LATITUDINI/ALTITUDINI MARI (Livrabil D2.6, Proiect H2020 FirEUrisk), 93 p.53



Journal edited by the “Progresul Silvic” Society

EDITORIAL BOARD

Editor in Chief:

Dr. Marius Teodosiu

Editorial Members:

Prof. Dr. Ioan V. Abrudan

Eng. Codruț Bîlea

Prof. Dr. Stelian A. Borz

Prof. Dr. Alexandru L. Curtu

Assist. Prof. Dr. Mihai Daia

Assist. Prof. Dr. Gabriel Duduman

Assist. Prof. Dr. Sergiu Horodnic

ISSN: 1583-7890

ISSN (Varianta online): 2067-1962

Indexare în baze de date:

CABI

DOAJ

Google Academic

SCIPIO

CONTENTS

Marius Petrila, Florin Capalb, Adrian Lorenț, Bogdan Apostol, Cristiana Marcu, Nicolae-Ovidiu Badea

Method for assessing the degree of vulnerability to windthrows in mountain forest ecosystems3

Gheorghe Novac

Analysis of the efficiency of forestry and hunting enterprises in the Republic of Moldova26

Stelian Alexandru Borz

Small4Good project consortium meeting in Brașov, Romania48

Adrian Lorenț, Marius Petrila, Bogdan Apostol, Florin Capalb, Claudiu-Ionuț Bibarț, Ion Burlui

Sébastien Lahaye, Domingos Xavier Viegas, Luis Mario Ribeiro, Miguel Almeida, Tiago Rodrigues, Antonio Jorge Ferreira, Ana Isabel Miranda, Diogo Lopes, Tobias Osswald, Johan Sjöström, Rick McRae, Kiki Yunianti, Fanny Verhilac, 2024. HANDBOOK WITH GUIDELINES FOR FIRE FIGHTERS TO FACE TO EXTREME FIRES, FIRES IN WUI AND FIRES IN HIGH LATITUDES/ALTITUDES (D2.6, Project H2020 FirEUrisk), 93 p53



METODĂ DE EVALUARE A GRADULUI DE VULNERABILITATE LA DOBORÂTURI PRODUSE DE VÂNT ÎN ECOSISTEME FORESTIERE MONTANE

Marius Petrilă^{a,*}, Florin Capalb^{a,b}, Adrian Lorenț^a, Bogdan Apostol^a,
Cristiana Marcu^a, Nicolae-Ovidiu Badea^{a,b}

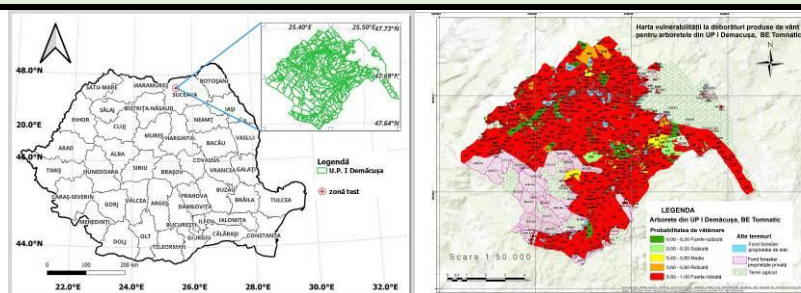
^a Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea”, Bd. Eroilor 128, Voluntari 077190, România, marius.petrila@icas.ro

^b Universitatea “Transilvania” din Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, B-dul Eroilor nr. 29, 500036, Brașov, România.

REPERE

- Studiul propune o metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate a arboretelor la doborâturi produse de vânt.
- Metoda confirmă vulnerabilitatea ridicată a arboretelor din zona test.

REZUMAT GRAFIC



INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:
Manuscris primit la: 10 Septembrie 2025
Primit în forma revizuită: 15 Septembrie 2025
Acceptat: 15 Septembrie 2025
Număr de pagini: 23 pagini.

Tipul articolului:
Cercetare originală

Editor: Marius Teodosiu

Cuvinte cheie:

Dezastre naturale,
Doborâturi de vânt,
Vulnerabilitate forestieră,
ForestGALES,
Ecosisteme montane

REZUMAT

Doborâturile de vânt constituie o perturbare majoră a ecosistemelor forestiere montane, cu impact asupra structurii și funcționalității pădurilor. Scopul studiului a fost elaborarea unei metode de evaluare gradului de vulnerabilitate a arboretelor montane la doborâturi de vânt prin estimarea vitezelor critice și a probabilităților de vătămare, pe baza datelor disponibile. Analiza a integrat date de amenajarea pădurilor și date meteorologice, iar calculele numerice au fost efectuate în mediul R, utilizând modulul ForestGALES. Metodologia adoptată confirmă informațiile privitoare la sensibilitatea sporită la doborâturi produse de vânt, majoritatea arboretelor de molid din zona analizată prezintă probabilități foarte ridicate de vătămare, mai ales în stadiile mature. Pentru reducerea vulnerabilității se recomandă diversificarea compoziției arboretelor nou create și încurajarea regenerărilor naturale cu brad și fag de proveniență locală. Metoda utilizată poate fi îmbunătățită prin integrarea unor parametri suplimentari, însă aceștia presupun seturi de date mai detaliate.

* Autor corespondent. Tel.: +40-21-3503238; fax: +40-21-3503245.

Adresa de e-mail: marius.petrila@icas.ro

1. INTRODUCERE

Factorii climatici (mișcarea maselor de aer, fenomenele climatice extreme, precipitațiile extreme sau lipsa lor) produc perturbări în coronamentul pădurilor și în substratul pe care acestea sunt instalate, și anume solul. Fenomenele meteorologice severe apar pe fondul trecerii circulației zonale în circulația maritimă tropicală, care contribuie la destabilizarea maselor de aer cald și umed și care generează furtuni puternice la nivel național [1].

Ecosistemele montane sunt afectate permanent de doborâturi endemice (dispersate), acestea fiind acele doborâturi care se produc an de an ca urmare a unor vânturi de intensitate medie. Din punctul de vedere al efectelor, cel mai mare impact îl au doborâturile produse de vânt în masă, cu efecte catastrofale [2]. Acestea sunt acele doborâturi masive, datorate unor condiții meteorologice particulare, vânturi de intensitate foarte mare, ce afectează o suprafață întinsă și care duc la pierderi de volum lemnos, fragmentarea ecosistemelor, cu risc de diminuare a rolului ecosistemelor forestiere montane legate de biodiversitate, protecția solurilor și apei, stabilitate climatică.

Studii recente au evidențiat apariția efectelor în cascadă, cum ar fi influența doborâturilor produse de vânt asupra infestărilor cu gândaci de scoarță [3] sau influența incendiilor de pădure asupra stabilității la doborâturi de vânt a ecosistemelor forestiere [4]. Doborâturile de vânt în pădurile de molid oferă substratul de bază pentru creșterea populației de gândaci de scoarță (*Ipidae*) care pot duce la gradații [5]. Acestea pot fi urmate de uscări și incendii de pădure dacă condițiile meteo sunt favorizante, hazarde care produc perturbări naturale majore în ecosistemele forestiere, care pot afecta materia organică de la suprafață și stratul mineral al solului forestier, iar rezultatele cercetărilor au arătat că au avut loc schimbări semnificative în caracteristicile acizilor humici din solurile forestiere afectate de aceste calamități [6]. Un studiu pentru pădurile din România a constatat că factorii abiotici duc la modificarea proprietăților chimice și biologice ale solurilor forestiere: pH-ul solului a fost mai mare în zonele afectate de doborâturi de vânt, în timp ce cantitățile de humus și azot au fost mai scăzute în aceste zone [7].

Principala problemă în modelarea stabilității arboretelor forestiere împotriva vântului este găsirea unei combinații adecvate de factori cu cea mai mare influență asupra apariției doborâturilor de vânt, care au variabilitate mare în funcție de caracteristicile solului, expunerea topografică, condițiile meteo și caracteristicile arboretului, ca rezultat al tipului de ecosistem combinate cu măsurile de management silvic [8]. Sunt numeroase abordări care urmăresc determinarea vulnerabilității arboretelor legate de expunerea topografică, acesta fiind o caracteristică care reprezintă gradul de protecție al unui anumit sit față de peisajul înconjurător. Combinând expunerea topografică cu direcția și viteza vântului, putem obține gradul de expunere sau de protecție a unui sit față de o direcție dată [9].

La noi în țară majoritatea studiilor privitoare la doborâturi produse de vânt s-au concentrat pe evaluarea efectelor acestora, mai puțin pe evaluarea gradului de vulnerabilitate la acest tip de hazard. Un studiu care și-a propus să analizeze legăturile dintre condițiile staționare și caracteristicile arboretelor din Ocolul Silvic Comandău (județul Covasna, România) și intensitatea doborâturilor de vânt, în perioada 2000–2009, concluzionează că condițiile staționale, precum solurile cu umiditate excesivă, densitatea scăzută a arboretelor și predominanța arboretelor pure sau aproape pure de molid, favorizează apariția doborâturilor de vânt [10]. Alt studiu din Carpații

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

Orientali evidențiază necesitatea ajustării strategiilor silviculturale locale de management forestier, propunând un model pentru estimarea riscului de doborâturi endemice, pe baza datelor disponibile de la nivelul ocolului silvic, pentru adaptarea la condițiile specifice staționare [11]. Un studiu recent pentru Carpații de Curbură a evidențiat că arboretele pure de molid situate pe pante de 16-30°, la altitudini între 1300-1500 m, pe soluri umede, au fost cele mai afectate de fenomenele de doborâturi de vânt [12].

Un studiu realizat în 2014, privind vulnerabilitatea pădurilor pluriene la pagubele provocate de furtuni din Regiunea Jura din Elveția de Vest, a evaluat vulnerabilitatea pădurilor neregulate la daunele provocate de furtuni utilizând un model de regresie logistică, luând în considerare 15 predictorii inițiali, ca variabile care descriu caracteristicile arboretului, situația topografică, condițiile solului și distribuția spațială a pagubelor. Rezultatele au indicat că variabilele precum structura pădurii, momentul recoltării și variabilele topografice au fost semnificative în prezicerea daunei, în timp ce altele, cum ar fi densitatea pădurii sau intensitatea tăierilor, nu au avut un impact semnificativ. Aceste constatări sugerează că structura neregulată a pădurilor poate contribui la o rezistență mai mare la daunele provocate de furtuni [13].

Cercetări mai recente au testat performanța unor tehnici de *machine learning* (rețele neuronale artificiale și Random Forest), comparativ cu regresia logistică, pentru a prezice arborii cei mai expuși la daune produse de furtuni, folosind date dintr-o zonă afectată de furtuna Martin din 1999 și furtuna Klaus din 2009, în pădurile Landes de Gascogne, Franța. Modelele Random Forest s-au dovedit cele mai precise și discriminatorii, iar eliminarea unor date de sit sau arboret a redus performanța, ceea ce sugerează importanța caracteristicilor de stațiune [14].

Din necesitatea unui management forestier care să permită predicția acestor evenimente, au fost dezvoltate modele și instrumente specifice (ForestGALES) care urmăresc simularea efectelor produse de doborâturi de vânt asupra arboretelor, în vederea evaluării gradului de vulnerabilitate în raport cu condițiile staționale și de arboret [15, 16]. Instrumentul computerizat de asistență pentru decizie - ForestGALES le permite administratorilor de pădure să estimeze probabilitatea apariției doborâturilor provocate de vânt pentru mai multe specii de arborete de conifere.

ForestGALES calculează viteza critică a vântului la care un arboret ar fi de așteptat să fie afectat, gradul actual de vulnerabilitate la răsturnare ori rupere a trunchiului (tije), precum și evoluția riscului pe parcursul ciclului de producție a arboretului. Totodată ForestGALES ia în considerare influența lucrărilor silvotehnice, inclusiv crearea unor margini vulnerabile ale arboretului (pădurii), permițând estimarea simultană riscului pentru mai multe arborete. Modelul ForestGALES, adaptat pentru speciile de rășinoase precum molid sau brad, arată că riscul de doborâturi crește odată cu vârsta arboretelor, productivitatea stațiunii, expunerea la vânt și existența marginilor [17].

În acest context, obiectivul studiului a constatat în evaluarea gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt în ecosisteme forestiere montane pe baza datelor disponibile în amenajamentele silvice și a datelor climatice, utilizând instrumentul ForestGALES.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1. Zona test

Pentru testarea metodei de evaluare a vulnerabilității cu privire la doborâturile de vânt s-a ales zona cea mai afectată de acest tip de calamități din cadrul Bazelor Experimentale (BE) ale INCDS, fiind selectat BE Tomnatic, mai specific U.P. I Demăcușa, județul Suceava. Zona este situată în zona externă a flișului din Carpații Orientali, pe Obcina Feredeului, în bazinul superior al râului Moldovița, cu o altitudine care variază între 630-1479 metri, sectorul cu climă de munte, clima munților mijlocii, amplasată în etajele fitoclimatice montan de molidișuri (FM3) și montan de amestecuri (FM2).

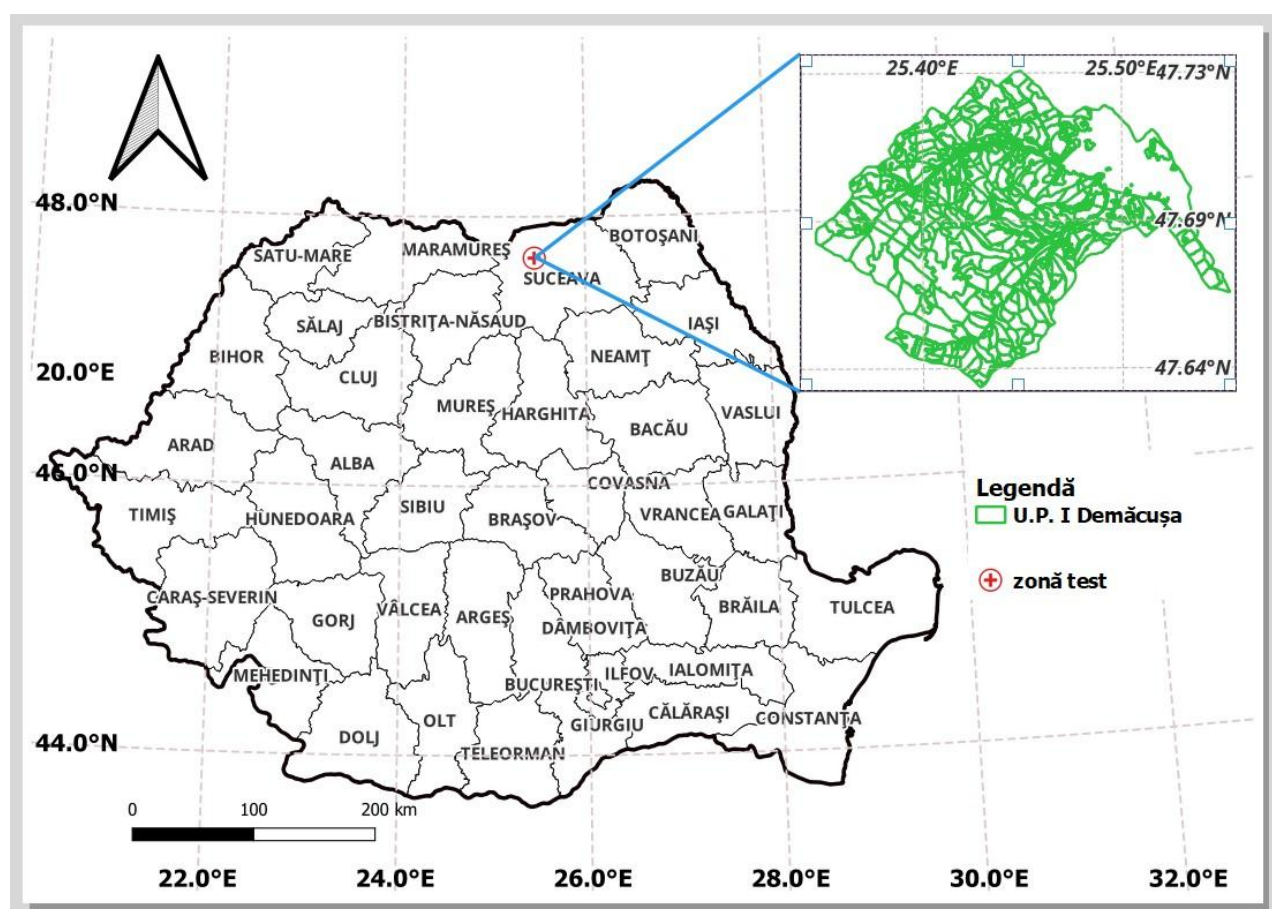


Figura 1. – Zona test U.P. I Demăcușa, BE Tomnatic, județul Suceava

Istoric, în aria studiată, în anul 1899 între vegetația forestieră și biotop era o corespondență foarte strânsă, influența antropică fiind resimțită pe spații restrânse (Figura 2a). Acțiunile antropice au înlocuit majoritatea arboretelor de amestec (molid+brad+fag) cu arborete pure de molid (monoculturi), multe arborete artificiale având proveniențe care nu sunt locale, deci mai puțin adaptate genetic biotopului. Harta ce prezintă compoziția arboretelor la revizuirea din 1923 pune în evidență extinderea molidișurilor pure, în detrimentul amestecurilor de rășinoase cu fag și a molideto-brădetelor (Figura 2b). În anul 1993 (Figura 2c) se remarcă o reducere foarte puternică a amestecurilor de rășinoase și fag și o extindere puternică a molidișurilor pure, ceea ce face foarte dificilă delimitarea clară a etajelor de vegetație FM2 și FM3 [18]. În anul 2019 se remarcă o revenire

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

parțială a arboretelor amestecate și a amestecurilor de rășinoase (Figura 2d), mai ales pe seama arboretelor tinere care au compoziții mai apropiate de tipul natural fundamental.

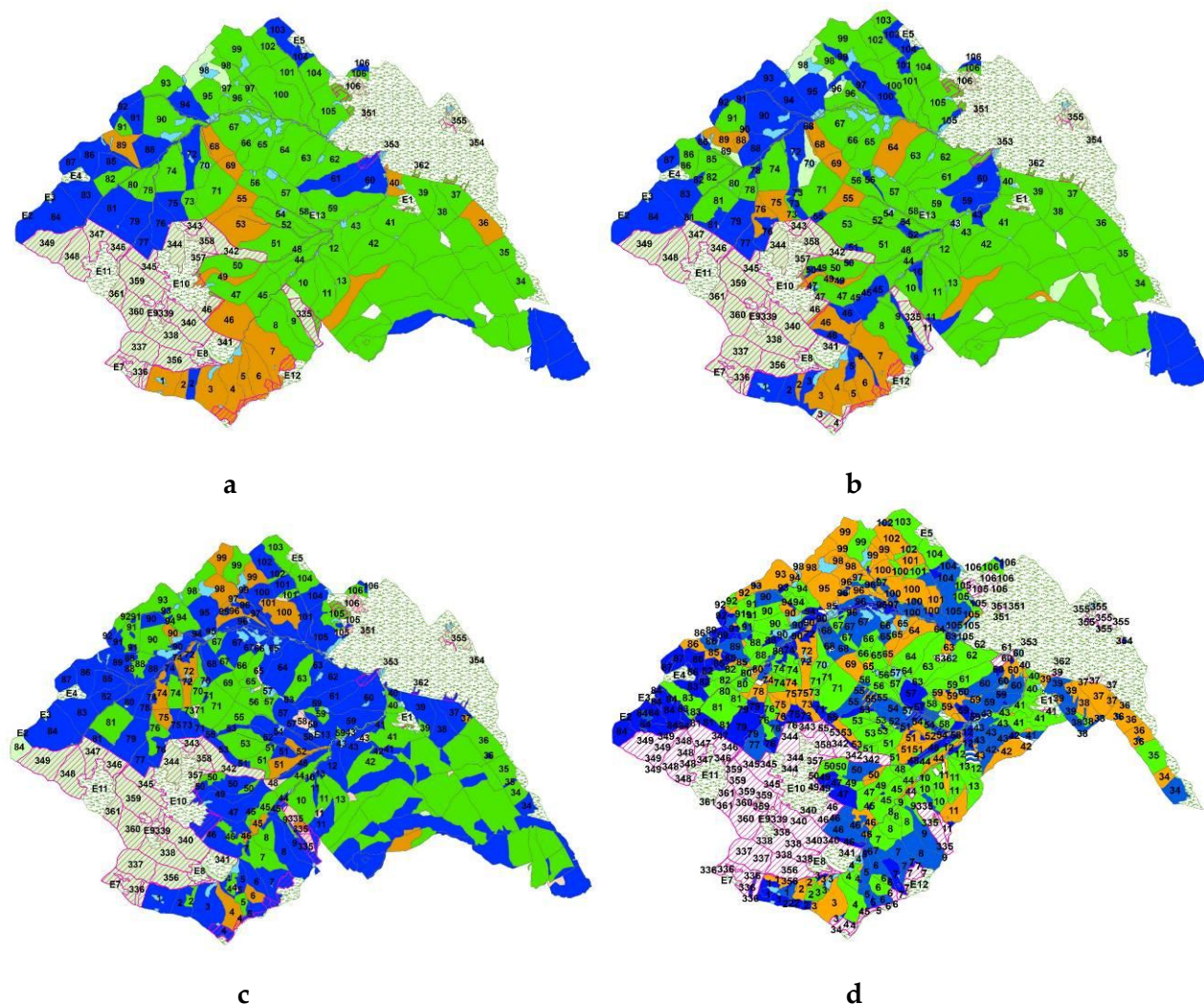


Figura 2. – Evoluția compoziției arboretelor pe teritoriul UP I Demăcușa BE Tomnatic a) anul 1899 b) anul 1923 c) anul 1993 d) anul 2019 (cu albastru - molidișuri pure, ocru - molideto-brădetete, verde - amestecuri de molid-brad-fag, verde deschis - terenuri în afara fondului forestier de stat).

Această situație, combinată cu substratul de fliș și productivitatea superioară, a dus la o vulnerabilitate ridicată a arboretelor din UP I Demăcușa la doborâturi produse de vânt, fapt dovedit și practic prin suprafețele ridicate afectate de doborâturi provocate de vânt în masă din ultimele decenii. Date istorice privind doborâturile de produse de vânt menționează doborâturi în masă în anii 1947, 1948, 1957, 1958, 1961, 1962, 1964, 1969, 2002 și 2016.

2.2. Metodologia de cercetare

În vederea evaluării gradului de vulnerabilitate la doborâturi produse de vânt, s-a optat pentru testarea și adaptarea unei metode implementată în prezent, la nivel internațional, bazat pe modelul ForestGALES [19]. Acesta este folosit pentru evaluarea probabilității apariției rupturilor și doborâturilor produse de vânt și zăpadă în arborete, fiind aplicat în Marea Britanie și testat în alte zone din Europa. Acest model reprezintă o integrare statistică, implementată informatic, a

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

factorilor implicați în stabilirea gradului de vulnerabilitate la vânt, în modelul **fgr** din pachetul ForestGALES R (care se utilizează cu limbajul de programare R). Modelul este rezultatul celor mai recente cercetări și reprezintă o îmbunătățire față de abordarea tradițională la nivel de arboret utilizată în versiunile anterioare [20] (Figura 3).

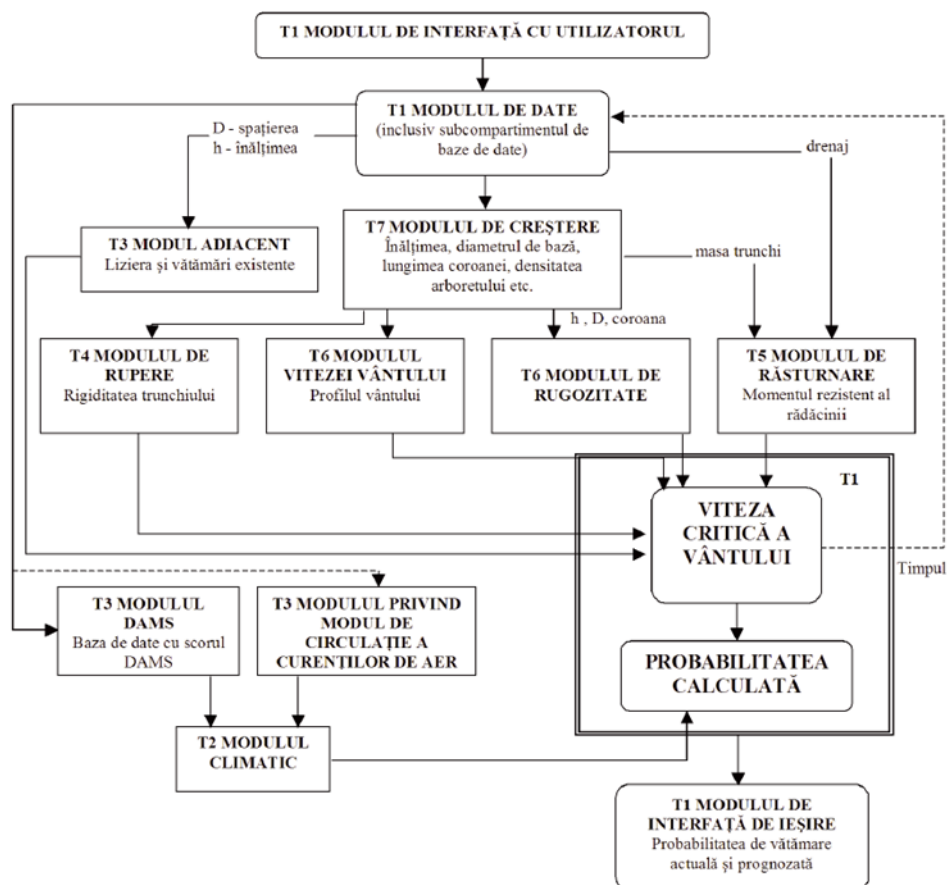


Figura 3. – Diagrama modelului FORESTGALES

Limbajul R este utilizat pe scară largă în cercetare forestieră, multe modele și aplicații fiind disponibile ca pachete R, oferind astfel oportunitatea de integrare relativ simplă între diferite instrumente în cadrul unei platforme comune. Pachetele R pot fi folosite și ca *plugin* în cadrul programului de analiză a datelor geospațiale QGIS.

ForestGALES 3.0/fgr este cea mai recentă versiune a modelului ForestGALES, disponibilă pentru utilizare de către cercetători și specialiști în silvicultură, ecologiști, economiști și meteorologi, într-un format care este flexibil și complet personalizabil și care este conceput pentru a satisface nevoile utilizatorilor în orice tip de arborete și pentru a încuraja colaborarea națională și internațională în cercetarea riscului la doborâturi produse de vânt în pădure. Versiunea actuală a programului ForestGALES modelează efectul vântului asupra arboretelor care se presupune că sunt formate din arbori identici. Se sugerează ca în arborete amestecate riscul de modificare a parametrilor vântului pentru fiecare componentă să fie calculat separat, folosind înălțimea superioară și diametrul mediu al componentei și distanța medie bazată pe întregul arboret. Riscul pentru arboretul în ansamblu poate fi considerat a fi cel mai mare risc pentru orice componentă,

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

deoarece dacă o specie este afectată, golurile rezultate vor crește riscul de doborâre/rupere a arborilor rămași.

ForestGALES calculează probabilitatea de apariție a doborâturilor produse de vânt și zăpadă asupra unui arboret în două etape, analizând informațiile despre arbori (specie, înălțime, diametru, vârstă) și despre amplasament (tipul de sol, adâncimea de înrădăcinare, distanța dintre arbori, lucrări de îngrijire efectuate). ForestGALES calculează inițial viteza critică a vântului la care arborii vor fi afectați, fie prin smulgerea rădăcinilor (doborâre), fie prin ruperea trunchiurilor și perioada probabilă de revenire a hazardului pe baza locației arboretului [21].

În cadrul ForestGALES, au fost dezvoltate două metode pentru aceste calcule (Hale et al., 2015). Metoda inițială „roughness” (a „rugozității”) este concepută pentru a calcula vulnerabilitatea și riscul pentru un arboret omogen. Metoda „coeficientului momentului de întoarcere” (*turning moment coefficient* – „TMC”) permite, în schimb, calcularea vulnerabilității și riscului pentru arborii individuali sau elementele dintr-un arboret. Prin urmare, metoda TMC se pretează foarte bine la evaluările riscului de daune ale vântului ale arboretelor eterogene [22].

Indiferent de metoda folosită, ForestGALES poate fi împărțit conceptual în două module. Principalul modul, GALEs, calculează viteza critică a vântului (*critical wind speeds* - CWS) care ar provoca daune vântului prin smulgerea sau ruperea tulpinii. Acest CWS este calculat la vârful coroanei. Profilul logaritm al vântului este apoi utilizat pentru a ridica această viteză a vântului la vitezele critice ale vântului corespunzătoare la o înălțime compatibilă cu standardele anemometrelor și modelele de flux de aer. Această viteză „ascensionată” a vântului este necesară în al doilea modul pentru estimarea probabilităților de deteriorare.

Diferențele dintre metodele „roughness” și TMC sunt specifice modulului GALEs. Al doilea modul calculează probabilitatea depășirii vitezelor critice ale vântului, adică probabilitatea producerii daunelor [23]. Probabilitatea depășirii CWS calculată este derivată din informațiile despre regimul vântului din zona de interes. În mod obișnuit, parametrii de formă și scară (A și k , respectiv) ai unei distribuții Weibull a vitezei medii ale vântului sunt utilizați pentru a descrie clima predominantă a vântului într-o locație dată [24]. În Marea Britanie, regimul localizat al vântului este de obicei descris cu scoruri DAMS (*Detailed Aspects Method of Scoring*). Acestea descriu vântul unui sit pe baza caracteristicilor topografice și sunt disponibile numai pentru Marea Britanie [25]. ForestGALES funcționează cu parametrii distribuției de tip Weibull. Pentru pădurile din Marea Britanie, când parametrii distribuției de tip Weibull nu sunt disponibili, ForestGALES utilizează o valoare standard a distribuției de tip Weibull (Weibull- k) (1,85, implicită în pachetul **fgr**) și convertește scorurile DAMS în valori ale distribuției de tip Weibull (Weibull- A), folosind o relație derivată din măsurătorile vitezei vântului deasupra pădurii.

Pachetul **fgr** este construit într-un mod modular, astfel încât nu numai funcțiile integratoare pentru cele două metode („roughness” și „TMC”) sunt disponibile pentru utilizare standard, dar toate funcțiile individuale sunt disponibile și utilizatorilor avansați. Simulările sunt complet particularizabile, respectiv toți parametrii speciilor pot fi modificați (inclusiv proprietățile mecanice ale lemnului, densitatea lemnului etc.), seturi de parametri pentru specii noi pot fi adăugate, totodată fiind stocate și valorile constantelor fizice (de exemplu, densitatea aerului, densitatea zăpezii).

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

Metodele „*roughness*” și „TMC” sunt implementate în pachetul **fgR** prin două funcții integratoare: **fg_rou** și, respectiv, **fg_tmc**. În manipularea variabilelor de intrare, ambele funcții le împart în trei categorii: „Esențiale”, „Dezirabile” și „Avansate”. Variabilele „Esențiale” includ acele intrări fără de care modelul nu poate estima CWS care produce daune și pentru care nu sunt posibile sau adecvate valori implicite. De obicei, acestea includ speciile de arbori, înălțimea lor, diametru de bază și distanța medie dintre arbori. Atunci când sunt furnizate doar aceste intrări, precizia predicțiilor modelului este de așteptat să fie limitată, deoarece arboretele/arborele nu sunt pe deplin caracterizate. Codurile unice de identificare (ID) ale arboretului/elementului de arboret sunt incluse la „Esențiale” pentru elimina confuziile și a facilita păstrarea înregistrărilor. Când unul sau mai multe elemente esențiale nu sunt furnizate, simulările se vor opri și modelul va returna o eroare.

Variabilele „Dezirabile” oferă informații suplimentare despre arboretele care sunt simulate. În mod obișnuit, această categorie include valorile medii ale coroanelor (înălțime și lățime), tipul de sol, adâncimea de înrădăcinare, dimensiunea oricăror goluri expuse la vânt precum și natura marginilor arboretului. Furnizarea acestor date va reduce erorile de predicție pentru metodele de rugozitate și TMC. Când oricare dintre aceste date de intrare nu sunt disponibile, ele fie sunt calculate din parametri specifici speciei (de exemplu, pentru dimensiunile coroanei), fie sunt setate la o valoare implicită nominală (de exemplu, pentru tipul de sol, adâncimea de înrădăcinare și dimensiunea și tipul golului). Când cel puțin una dintre intrările din această categorie nu este furnizată, ieșirile modelului vor include un avertisment că au fost utilizate unele valori implicite. Parametrul climatic al vântului Weibull-A este o excepție în această categorie, deoarece dacă nu este furnizat, nu este utilizată nicio valoare implicită și este raportată ca NA (*Not Applicable*). Parametrii distribuției de tip specifici pentru zona de interes se pot calcula pe baza datelor climatice disponibile [26].

Variabilele „Avansate” permit utilizatorilor să își personalizeze simulările prin modificarea valorilor parametrilor (atât constante specifice speciei, cât și constante generale) în simulările lor.

În cazul metodei elaborate s-a optat ca fiind cea mai potrivită o variantă simplificată a metodei „TMC”, care ia în considerare, pe lângă variabilele de intrare din categoria „Esențiale”, și câteva variabile din categoria celor „Dezirabile” care a fost posibil să fie extrase din datele disponibile în descrierea parcelară.

Ca sursă de informații pentru **variabilele de intrare** în acest model de evaluarea vulnerabilității la doborâturi de vânt a fost utilizată baza de date descriptivă din descrierea parcelară a amenajamentului silvic, care a fost atașată bazei de date GIS actualizată cu ocazia reamenajării din anul 2019. Datele de teren se înregistrează într-un format codificat în fișa de descriere parcelară, codurile fiind standardizate conform normelor de amenajarea pădurilor (MMAF, 2022). Baza de date descriptivă rezultată din programul informatic dedicat pentru amenajarea pădurilor AS2007 a fost exportată sub forma a două tabele în format Excel, unul cu descrierea generală a arboretului (GE) și unul cu descrierea elementelor de arboret (EL). Acestea au fost apoi corelate cu poligoanele din baza de date geospațială pe seama indicativului de unitate amenajistică, tabelul GE fiind legat în relație de unu-la-unu, adică fiecărui poligon din baza de date geospațială îi corespunde o înregistrare din tabelul GE, iar tabelul EL este legat în relație unu-la-mai-mulți, adică fiecărui poligon din baza de date geospațială pot să îi corespundă mai multe înregistrări din tabelul EL, deoarece elementele de arboret pot fi mai multe într-o unitate

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

amenajistică. Pentru evaluarea vulnerabilității arboretelor prin metoda dezvoltată în ForestGALES, pot fi preluate și utilizate ca date de pornire unele informații din descrierea parcelară, cum sunt specia, vârsta, clasa de producție, înălțimea medie și diametrul mediu al elementului de arboret, precum și tipul de sol și consistența arboretului.

În vederea obținerii unor **date meteorologice** specifice necesare pentru evaluarea vulnerabilității la doborâturi produse de vânt din zona test, a fost accesat site-ul cu date gratuite:

<https://www.visualcrossing.com/weather/weather-data-services#>

Acesta oferă date meteorologice zilnice și orare estimate cu privire la o zonă aleasă, date care pot fi descărcate în diferite formate, inclusiv date cu privire la viteza și direcția vântului, care sunt de interes pentru modelarea hazardului la doborâturi produse de vânt [27] (Figura 4).

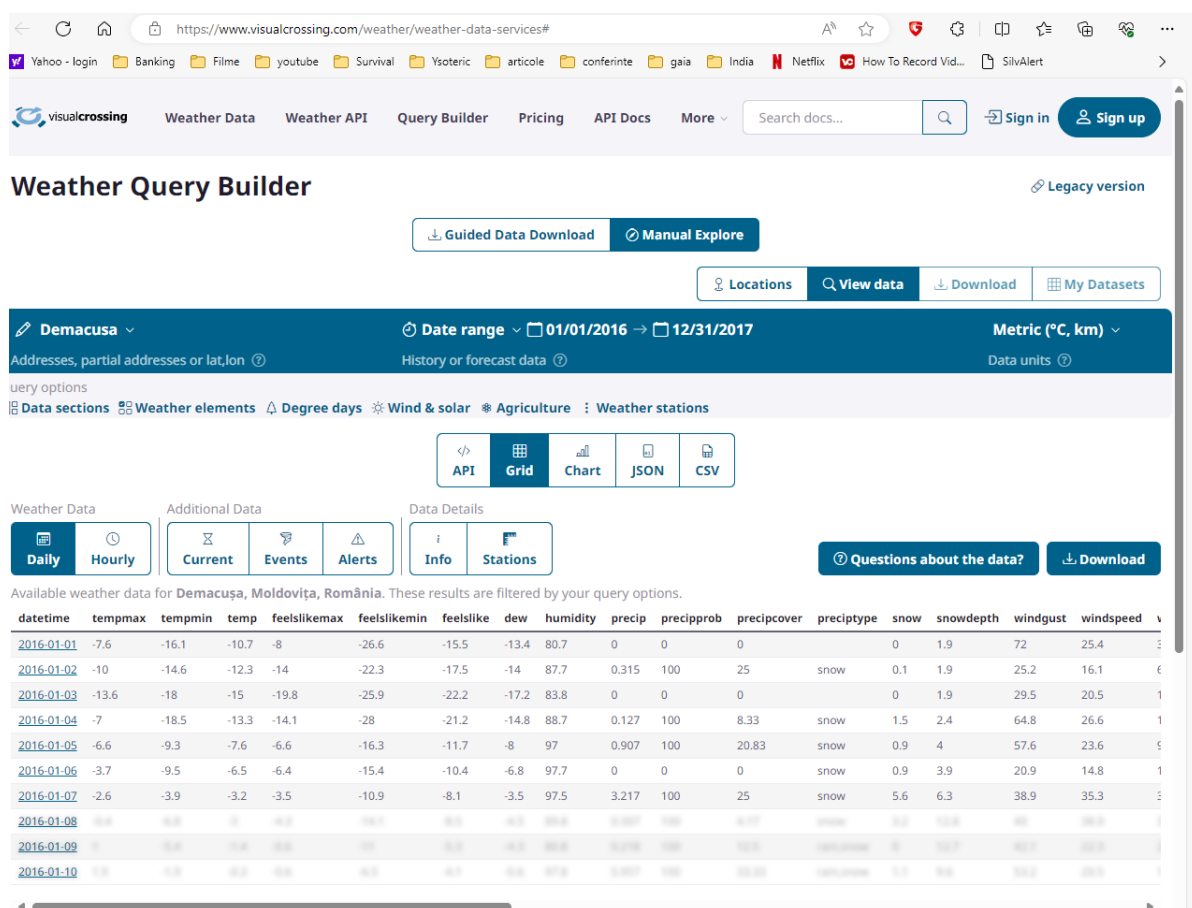


Figura 4. – Selectarea și descărcarea datelor meteorologice pentru zona UP I Demăcușă pentru perioada cu doborâturi de vânt studiată

Metoda propusă de evaluare a vulnerabilității la doborâturi produse de vânt presupune utilizarea datelor din descrierea parcelară și a datelor meteorologice ca date de intrare pentru calcul în modelul *fgR*, utilizând funcția TMC. În acest scop este necesară parcurgerea mai multor etape pentru a obține datele de intrare în model, într-un format compatibil cu acesta.

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

Ca **etapă pregătitoare** este necesară instalarea programului R pentru calcule statistice și grafică precum și mai multe pachete de lucru care îndeplinesc diferite funcții. **Programul R** [28] poate fi descărcat gratuit de la adresa: <https://www.r-project.org/>

Ca mediu de lucru integrat și mai prietenos pentru **R** recomandăm instalarea **RStudio** [29]. Acesta include o consolă, un editor cu evidențierea sintaxei care permite executarea directă a codului, precum și instrumente pentru generarea de grafice, gestionarea istoricului, depanare și administrarea spațiului de lucru. **RStudio** este disponibil în ediții open-source și comerciale și poate fi utilizat pe desktop (Windows, Mac și Linux). Acesta poate fi descărcat gratuit de la adresa <https://posit.co/products/open-source/rstudio/>

Se descarcă gratuit și se instalează pachetul **ForestGALES R** (ForestGALES 3.0/fgr) de la adresa: <https://github.com/tom-locatelli/fgr>

Se recomandă și instalarea suplimentară a pachetelor:

- **readxl** – utilizat pentru Importul fișierelor Excel (.xls și .xlsx) în R
- **tidyr** – utilizat pentru restructurarea și organizarea datelor în formate ușor de procesat
- **openxlsx** - utilizat pentru crearea, editarea și salvarea fișierelor Excel (.xlsx)
- **readr** - utilizat pentru importul fișierelor text (.csv, .tsv) rapid și eficient
- **MASS** – este o colecție extinsă de funcții pentru statistici și regresie. Include tehnici avansate, cum ar fi regresia logistică multinomială, analiza componentelor principale etc.
- **fitdistrplus** - utilizat pentru ajustarea și evaluarea distribuțiilor statistice pe un set de date. Este foarte util pentru a identifica distribuția probabilistică care descrie cel mai bine datele tale (de exemplu, normală, Poisson, gamma, etc.).

Sunt necesare mai multe **etape de pregătire a datelor pentru procesare** și apoi de **procesare propriu zisă**, după cum urmează:

Calcularea Codului Forestier Unic și a Codului de Element Unic. Pentru integrarea într-o bază de date a tabelelor cu elemente de arboret (EL) și cel cu descrierea parcellară generală (GE) din baza de date GIS a UP I Demăcușa (BE Tomnatic) se calculează un Cod Forestier Unic (CFU) care concatenează codurile de direcție silvică (DS), ocol silvic (OS), Unitate de Producție (UP) și cel de unitate amenajistică (UA). Formula de calcul pentru CFU pentru bazele experimentale INCDS a fost definită în mai multe moduri, după caz:

- **[DS]& "0" & [OS]& "0"& [UP] & [UA]** – pentru bazele experimentale în care codul bazei precum și numărul UP este format dintr-o singură cifră
- **[DS]& "0"& [OS] & [UP] & [UA]** – pentru bazele experimentale în care codul bazei este format dintr-o singură cifră și numărul UP din două cifre
- **[DS] & [OS] & "0"& [UP] & [UA]** – pentru bazele experimentale în care codul bazei este format din două cifre și numărul UP dintr-o singură cifră
- **[DS] & [OS] & [UP] & [UA]** – pentru bazele experimentale în care codul bazei precum și numărul UP este format din două cifre

Pentru elementele de arboret din tabelul EL rezultat se calculează Codul de Element Unic (CEU), care concatenează codul speciei cu indicativul de subparcelă, astfel ca fiecare u.a. și fiecare element de arboret să aibă un cod unic în cadrul unității de producție.

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

Asocierea tabelelor EL și GE pe baza CFU. Tabelul cu elementele de arboret EL modificat pentru UP I Demăcușa din BE Tomnatic se asociază în mediu GIS cu funcția *join* pe baza CFU cu tabelul ce include descrierea parcelară generală GE pentru a putea atașa pentru fiecare element de arboret datele u.a. privitoare la tipul de sol și consistență medie a u.a.

Echivalarea speciilor din descrierea parcelară cu cele din ForestGALES. Metoda consideră echivalenți parametri din baza de date care conține descrierea parcelară cu variabilele din tabelul *fg_tmc* (specia, diametrul mediu, înălțimea medie, vârsta). Pentru simplificare se păstrează doar 4 specii care există în modelul de calcul *fgr*, și anume molid, brad, fag și mestecăn, iar alte specii și elemente de arboret foarte puțin reprezentate se echivalează cu una dintre aceste patru specii. Programul permite și personalizarea suplimentară a parametrilor locali pentru specii sau definirea parametrilor pentru specii noi, atunci când există date suficiente pentru definirea lor.

Echivalarea tipurilor de sol și de înrădăcinare pe baza datelor din descrierea parcelară. Se echivalează datele existente în descrierea parcelară privind clasa de producție și tipul de sol cu grupurile de sol și modul de înrădăcinare utilizate în ForestGALES (Tabelul 1). Înrădăcinarea descrie adâncimea solului din arboret, opțiunile fiind: 1. Superficial <80 cm și 2. Profund ≥80 cm.

Tabelul 1. Grupuri de sol disponibile în Forest GALES, indicând tipurile de sol din fiecare grupă

Soluri minerale cu drenaj liber	B. Soluri minerale gleizate	C. Soluri minerale turboase	D. Turbă adâncă
Soluri brune	Fragipane gleizate	Fragipane turboase	Mlastini și turbarii
Fragipane/cu orizonturi fragipane	Podzoluri gleizate	Podzoluri turboase	Soluri
Podzoluri	Soluri brune gleizate	brune turboase	
Soluri calcaroase			
Soluri scheletice			
Soluri litorale			
Soluri create de om			

Extragerea înălțimilor dominante și a numărului de arbori la hectar din tabele de producție. Se extrag înălțimile dominante în coloane noi, pe baza datelor amenajistice (specie, vârstă, clasă de producție, înălțime medie), corelat cu tabelele de producție pe clase de producție relative [30] și numărul de arbori la hectar corespunzând consistenței pline pentru speciile și elementele de arboret luate în calcul. Numărul de arbori la hectar se recalculează pe baza consistenței arboretului.

Calculul distanței medii dintre arbori. Se calculează distanța medie dintre arbori (coloana **Spacing** – Figura 8), conform formulei următoare [31].

$$l \text{ (m)} = \sqrt{((10\,000)/N \cdot 2/\sqrt{3})} \quad (1)$$

Unde: *l* - distanța medie dintre arbori, în metri;

N - numărul de arbori la hectar ajustat în funcție de consistența arboretului

Filtrarea elementelor de arboret pentru care lipsesc date. Se sortează arboretele după vârstă și se elimină din fișierul de calcul înregistrările care nu intră în procesare (arborete cu vârste sub 15 ani, pentru care nu sunt date suficiente în tabelele de producție și care în mod obișnuit nici nu sunt afectate de doborâturi produse de vânt).

Calculul parametrilor distribuției de tip Weibull. Parametrii distribuției de tip Weibull) specifici pentru zona de interes se calculează pe baza datelor meteorologice locale privind viteza vântului [32]. Datele se adăugă în tabel la viteza vântului, ajustând distribuția Weibull la datele de viteză a vântului prin utilizarea pachetului *fitdistrplus* în mediul R.

Încărcarea datelor în ForestGALES. Se utilizează interfața RStudio și se încarcă datele din tabelul echivalent `fg_tmc` pregătit pentru procesare, se specifică metoda de calcul (TMC) și echivalența numelor coloanelor din acesta cu numele coloanelor din modul de calcul al pachetului ForestGALES din R.

Calculul vitezelor critice și a probabilităților de vătămare. Se rulează în modulul ForestGALES din R datele din tabelul optimizat pentru calculul vitezei critice a vântului pentru variabilele luate în considerare. După rularea modelului TMC rezultă un tabel `out_tmc_df` care conține coloane cu valorile vitezelor critice de rupere și doborâre, probabilitățile de vătămare și tipul de efect rezultate la nivelul elementului de arboret.

Integrarea rezultatelor în mediul GIS. Tabelul `out_tmc_df` cu rezultatele vulnerabilității la doborâturi produse de vânt pentru elemente de arboret se leagă în mediu GIS cu ajutorul funcției `join` pe baza CFU cu poligoanele în format vectorial cu unitățile amenajistice din baza de date GIS.

Elaborarea hărților de vulnerabilitate. Se elaborează hărți, la nivel de unitate amenajistică, cu rezultatele vulnerabilității la doborâturi produse de vânt, pe baza vitezelor critice de vătămare ale vântului sau cu tipul de efect, pentru a obține harta probabilității de vătămare.

3. REZULTATE

Pentru calculul vulnerabilității arboretelor la doborâturi produse de vânt, după parcurgerea etapei pregătitoare de instalare a programului R, s-a procedat la parcurgerea etapelor de pregătire a datelor pentru procesare și apoi de procesare propriu zisă specificate în metodologie.

Calcularea Codului Forestier Unic și a Codului de Element Unic. În tabelele cu elemente de arboret (EL) și cel cu descrierea parcellară generală (GE) din baza de date GIS a UP I Demăcușa (BE Tomnatic) s-a calculat Codul Forestier Unic (CFU) și Codul de Element Unic (CEU), conform metodologiei, astfel ca fiecare u.a. și fiecare element de arboret să aibă un cod unic în cadrul unității de producție (Figura 5).

adm	up	ua	stand_id	elm	tree_id	species	mrg	prov	prp	spf	vrt	ams	elg	vit	tel	cal	pex1	pex2	pex3	dm	hm	m	hsi	cp	vol	crs	crsc
1	1	1A	400401001A	MO	MO_001A	NS	1	RN	8	8,7	110	0	6	3	1	80	0	0	0	46	34	0	0	2	496	0,0	3,6
1	1	1A	400401001A	BR	BR_001A	NF	1	RN	2	2,2	110	7	6	3	0	80	0	0	0	46	33	0	0	2	125	0,0	1,1
1	1	1B	400401001B	MO	MO_001B	NS	1	RN	5	2,3	110	0	6	3	1	80	99	0	0	48	33	0	0	2	159	0,0	1,3
1	1	1B	400401001B	BR	BR_001B	NF	1	RN	3	1,4	110	7	6	3	0	80	99	0	0	48	32	0	0	2	95	0,0	1,0
1	1	1B	400401001B	MO	MO_001B	NS	3	NEC	1	0,5	75	7	5	3	0	80	99	0	0	36	29	0	0	2	38	0,0	0,5
1	1	1B	400401001B	BR	BR_001B	NF	1	RN	1	0,5	75	7	5	3	0	80	99	0	0	36	28	0	0	2	20	0,0	0,5
1	1	1C	400401001C	MO	MO_001C	NS	1	RN	5	3,0	135	0	6	3	0	80	10	0	0	46	33	0	0	2	214	0,0	1,2
1	1	1C	400401001C	BR	BR_001C	NF	1	RN	1	0,6	135	7	6	3	0	80	10	0	0	50	32	0	0	2	43	0,0	0,3

Figura 5. Extras din calculul Codului Forestier Unic (CFU - coloana `stand_id`) și al Codului de Element Unic (CEU - coloana `tree_id`) pentru tabelul EL

Asocierea tabelelor EL și GE pe baza CFU. Tabelul cu elementele de arboret EL modificat pentru UP I Demăcușa din BE Tomnatic s-a asociat în mediu GIS cu funcția `join` pe baza CFU cu

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

tabelul ce include descrierea parcelară generală GE pentru a putea atașa pentru fiecare element de arboret datele u.a. privitoare la tipul de sol și consistență medie a u.a. (Figura 6).

stand_id	elm	tree_id	specie	mrg	prov	prp	spf	vrt	ams	elg	vlt	tel	cal	pex1	pex2	pex3	sol	cns
400401007F	PAM	PAM_007	PA	3	B2401	1	0,04	5	1	0	3	0	0	0	0	0	3201	0,80
400401050D	BR	BR_050D	NF	1	RN	1	0,44	5	7	0	3	0	0	0	0	0	3101	0,70
400401051K	BR	BR_051K	NF	3	CV82	1	0,41	5	7	0	3	0	0	0	0	0	3101	0,90
400401057E	BR	BR_057E	NF	3	B1206	1	0,78	5	7	0	3	0	0	0	0	0	3101	0,70
400401060B	BR	BR_060B	NF	3	R1206	2	0,36	5	7	0	3	0	0	0	0	0	3107	0,80
400401070C	BR	BR_070C	NF	1	RN	1	0,34	5	1	0	3	0	0	0	0	0	3101	0,70
400401001D	MO	MO_001D	NS	3	A2219	8	2,60	5	0	0	3	1	0	0	0	0	3205	0,70
400401001D	LA	LA_001D	LA	3	BC67	2	0,65	5	7	0	3	0	0	0	0	0	3205	0,70
400401001G	MO	MO_001G	NS	3	A2211	1	0,38	5	0	0	3	0	0	0	0	0	3205	0,90

Figura 6. Extras din tabelul cu elemente de arboret EL modificat pe baza asocierii pe baza CFU cu datele din tabelul GE privitoare la tipul de sol (coloana sol) și consistența medie (coloana cns)

Echivalarea speciilor din descrierea parcelară cu cele din ForestGALES. Metoda consideră echivalenți parametri din baza de date care conține descrierea parcelară cu variabilele din tabelul *fg_tmc*. Pentru simplificare s-au păstrat doar 4 specii care există în modelul de calcul *fg_r*, și anume molid, brad, fag și mestecăn, iar alte specii și elemente de arboret foarte puțin reprezentate se echivalează cu una dintre aceste patru specii (Figura 7).

stand_id	elm	tree_id	specie	mrg	prov	prp	spf	vrt	dm	hm	cp	sol	cns	elmp
400401001G	MO	MO_001G	NS	3	NEC	9	3,41	15	4	4	2	3205	0,90	MO
400401003C	MO	MO_003C	NS	1	RN	7	1,80	15	6	6	2	3201	0,90	MO
400401005D	MO	MO_005D	NS	1	RN	3	0,41	15	8	7	2	3201	0,90	MO
400401005A	FA	FA_005A	BE	1	RN	1	1,72	15	40	27	3	3201	0,60	MO
400401012E	FA	FA_012E	BE	1	RN	1	0,08	15	4	4	2	3210	0,90	MO
400401005D	BR	BR_005D	NF	1	RN	2	0,27	15	6	5	2	3201	0,90	MO
400401011B	BR	BR_011B	NF	1	RN	3	5,42	15	4	3	2	3201	1,00	BR
400401038D	FA	FA_038D	BE	1	RN	1	0,50	15	4	5	3	3108	0,90	MO
400401012E	BR	BR_012E	NF	1	RN	1	0,08	15	6	6	2	3210	0,90	MO

Figura 7. Extras din tabelul calcul cu parametri necesari echivalenți cu cei din baza de date descriptivă (specia - elm cu coloana specie, diametrul mediu - dm, înălțimea medie - hm, vârsta - vrt).

Echivalarea tipurilor de sol și de înrădăcinare pe baza datelor din descrierea parcelară. S-au echivalat grupurile de sol și modul de înrădăcinare care se utilizează în ForestGALES pe baza datelor existente în descrierea parcelară privind tipul de sol și clasa de producție (Tabelul 1). Înrădăcinarea descrie adâncimea solului din arboret, opțiunile fiind: 1. Superficial <80 cm și 2. Profund ≥80 cm (Figura 8). În cadrul UP I Demăcușa din BE Tomnatic majoritatea solurilor se încadrează în categoria A (soluri brune, calcaroase, scheletice sau podzoluri) și o mică parte în categoria B (subtipuri gleice). Majoritatea sunt soluri profunde, permițând o înrădăcinare profundă, dar există și soluri litice, care aduc o înrădăcinare superficială.

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

stand_id	elm	tree_id	specie	mrg	prov	prp	spf	vrt	dm	hm	cp	sol	soil_group	rooting	cns	elmp	predc
400401001G	MO	MO_001G	NS	3	NEC	9	3,41	15	4	4	2	3205	1	2	0,90	MO	NS
400401003C	MO	MO_003C	NS	1	RN	7	1,80	15	6	6	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005D	MO	MO_005D	NS	1	RN	3	0,41	15	8	7	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005A	FA	FA_005A	BE	1	RN	1	1,72	15	40	27	3	3201	1	2	0,60	MO	NS
400401012E	FA	FA_012E	BE	1	RN	1	0,08	15	4	4	2	3210	2	2	0,90	MO	NS
400401005D	BR	BR_005D	NF	1	RN	2	0,27	15	6	5	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401011B	BR	BR_011B	NF	1	RN	3	5,42	15	4	3	2	3201	1	2	1,00	BR	NF
400401038D	FA	FA_038D	BE	1	RN	1	0,50	15	4	5	3	3108	2	2	0,90	MO	NS

Figura 8. Exemplu cu parametri echivalați din baza de date descriptivă în descrierea parcellară privind tipul de sol (coloana sol) și clasa de producție (coloana cp) necesari pentru calcul grupurilor de sol (coloana soil_group) și a modului de înrădăcinare (coloana rooting)

Extragerea înălțimilor dominante și a numărului de arbori la hectar din tabele de producție. Se extrag din tabelele de producție pe baza datelor amenajistice (specie, vârstă, clasă de producție, înălțime medie), înălțimile dominante, și numărul de arbori la hectar corespunzând consistenței pline pentru speciile și elementele de arboret luate în calcul, iar numărul de arbori la hectar se recalculează pe baza consistenței arboretului (Figura 9). Această operațiune de extragere a înălțimilor dominante este posibil a fi efectuată deocamdată doar la modul manual, deci este consumatoare de timp și necesită multă atenție.

stand_id	elm	tree_id	specie	prp	spf	vrt	dm	hm	stand_top_ht	N arb 1.0	NarbxCor	cp	sol	soil_group	rooting	cns	elmp	predc
400401001G	MO	MO_001G	NS	9	3,41	15	4	4	7,3	3287	2958	2	3205	1	2	0,90	MO	NS
400401003C	MO	MO_003C	NS	7	1,80	15	6	6	7,3	3287	2958	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005D	MO	MO_005D	NS	3	0,41	15	8	7	7,3	3287	2958	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005A	FA	FA_005A	BE	1	1,72	15	40	27	7,3	3400	2040	3	3201	1	2	0,60	MO	NS
400401012E	FA	FA_012E	BE	1	0,08	15	4	4	6,0	3400	3060	2	3210	2	2	0,90	MO	NS
400401005D	BR	BR_005D	NF	2	0,27	15	6	5	8,5	4197	3777	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401011B	BR	BR_011B	NF	3	5,42	15	4	3	8,5	4197	4197	2	3201	1	2	1,00	BR	NF
400401038D	FA	FA_038D	BE	1	0,50	15	4	5	6,0	3400	3060	3	3108	2	2	0,90	MO	NS
400401012E	BR	BR_012E	NF	1	0,08	15	6	6	8,5	4197	3777	2	3210	2	2	0,90	MO	NS

Figura 9. Extras din calculul parametrilor extrași din tabele de producție privind înălțimile dominante, (coloana stand_top_ht), numărul de arbori la hectar corespunzând consistenței pline (coloana N arb 1.0) și numărul de arbori la hectar se recalculează (coloana NarbxCons)

Calculul distanței medii dintre arbori. Se calculează distanța medie dintre arbori, conform formulei specificate în metodologie (Figura 10).

stand_id	elm	tree_id	specie	prp	spf	vrt	dm	hm	stand_top_ht	N arb 1.0	NarbxCor	Spacing	cp	sol	soil_group	rooting	cns	elmp	predc
400401001G	MO	MO_001G	NS	9	3,41	15	4	4	7,3	3287	2958	2,0	2	3205	1	2	0,90	MO	NS
400401003C	MO	MO_003C	NS	7	1,80	15	6	6	7,3	3287	2958	2,0	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005D	MO	MO_005D	NS	3	0,41	15	8	7	7,3	3287	2958	2,0	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005A	FA	FA_005A	BE	1	1,72	15	40	27	7,3	3400	2040	2,4	3	3201	1	2	0,60	MO	NS
400401012E	FA	FA_012E	BE	1	0,08	15	4	4	6,0	3400	3060	1,9	2	3210	2	2	0,90	MO	NS
400401005D	BR	BR_005D	NF	2	0,27	15	6	5	8,5	4197	3777	1,7	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401011B	BR	BR_011B	NF	3	5,42	15	4	3	8,5	4197	4197	1,7	2	3201	1	2	1,00	BR	NF
400401038D	FA	FA_038D	BE	1	0,50	15	4	5	6,0	3400	3060	1,9	3	3108	2	2	0,90	MO	NS
400401012E	BR	BR_012E	NF	1	0,08	15	6	6	8,5	4197	3777	1,7	2	3210	2	2	0,90	MO	NS

Figura 10. Exemplu de calcul privind distanța medie dintre arbori (coloana Spacing)

Filtrarea elementelor de arboret pentru care lipsesc date. Se sortează arboretele după vârstă și se elimină din fișierul de calcul înregistrările care nu intră în procesare (arborete cu vârste sub 15 ani, pentru care nu sunt date suficiente în tabelele de producție și care în mod obișnuit nici nu sunt afectate de doborâturi produse de vânt).

Calculul parametrilor distribuției de tip Weibull. S-au calculat parametrii distribuției de tip Weibull specifice pentru zona Demăcușa pe baza datelor climatice din anul 2016 (Figura 11). Datele se adaugă în tabel (Figura 12) la viteza vântului, ajustând distribuția Weibull la datele de viteză a vântului prin utilizarea pachetului *fitdistrplus* în mediul R.

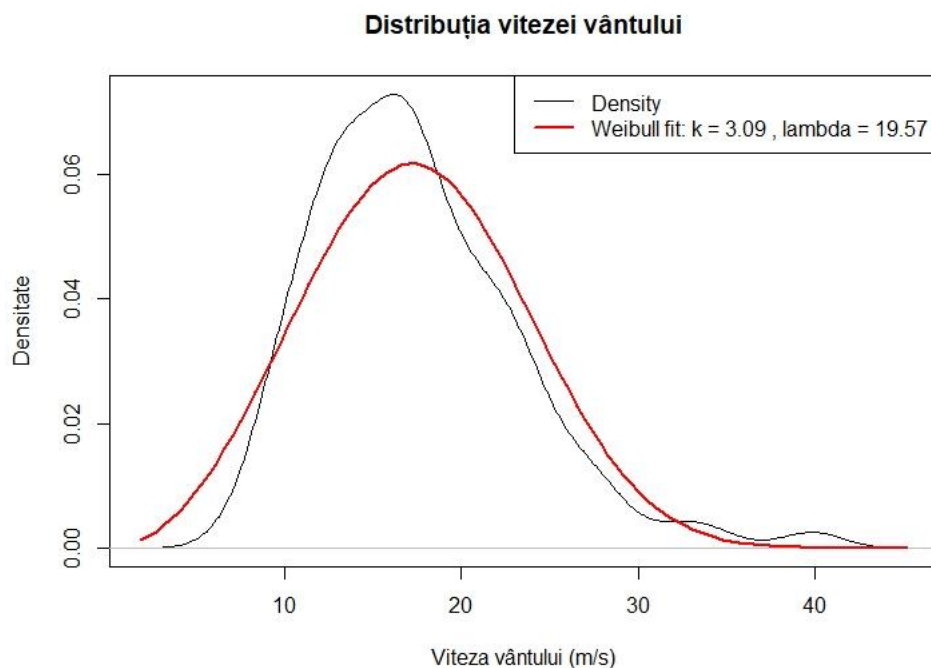


Figura 11. Graficul privind calculul valorilor distribuției de tip Weibull pentru zona Demăcușa.

stand_id	elm	tree_id	specie	prp	spf	vrt	dm	hm	stand_top_ht	Narb1.0	NarbxCor	Spadng	weib_a	weib_k	cp	sol	soil_group	rooting	cns	elmp	predc
400401001G	MO	MO_001G	NS	9	3,41	15	4	4	7,3	3287	2958	2,0	19,57	3,09	2	3205	1	2	0,90	MO	NS
400401003C	MO	MO_003C	NS	7	1,80	15	6	6	7,3	3287	2958	2,0	19,57	3,09	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005D	MO	MO_005D	NS	3	0,41	15	8	7	7,3	3287	2958	2,0	19,57	3,09	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401005A	FA	FA_005A	BE	1	1,72	15	40	27	7,3	3400	2040	2,4	19,57	3,09	3	3201	1	2	0,60	MO	NS
400401012E	FA	FA_012E	BE	1	0,08	15	4	4	6,0	3400	3060	1,9	19,57	3,09	2	3210	2	2	0,90	MO	NS
400401005D	BR	BR_005D	NF	2	0,27	15	6	5	8,5	4197	3777	1,7	19,57	3,09	2	3201	1	2	0,90	MO	NS
400401011B	BR	BR_011B	NF	3	5,42	15	4	3	8,5	4197	4197	1,7	19,57	3,09	2	3201	1	2	1,00	BR	NF
400401038D	FA	FA_038D	BE	1	0,50	15	4	5	6,0	3400	3060	1,9	19,57	3,09	3	3108	2	2	0,90	MO	NS
400401012E	BR	BR_012E	NF	1	0,08	15	6	6	8,5	4197	3777	1,7	19,57	3,09	2	3210	2	2	0,90	MO	NS

Figura 12. Calculul parametrilor distribuției Weibull pentru datele de viteză a vântului în zona Demăcușa pentru anul 2016 (Weibull-k - coloana weib_k și Weibull-A - coloana weib_a)

Încărcarea datelor în ForestGALES. Se utilizează interfața RStudio și se încarcă datele din tabelul echivalent **fg_tmc** pregătit pentru procesare, se specifică metoda de calcul (TMC) și echivalența numelor coloanelor din acesta cu numele coloanelor din modul de calcul al pachetului ForestGALES din R. S-a optat pentru varianta de rezultat cu număr redus de parametri (12).

Calculul vitezelor critice și a probabilităților de vătămare. Se rulează în modulul ForestGALES din R datele din tabelul optimizat pentru calculul vitezei critice a vântului doar pentru o parte din calculele posibile, pentru care au fost disponibile date, deoarece o parte din date au fost considerate cu valori nule și nu au fost luate în calcul. După rularea modelului TMC rezultă un tabel **out_tmc_df** care conține coloane cu valorile vitezelor critice de rupere și doborâre, probabilitățile de vătămare și tipul de efect rezultate la nivelul elementului de arboret (Figura 13).

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

stand_id	tree_id	date	species	u_elev_dam	mode_of_da	u_elev_b	u_elev_o	prob_damag	prob_b	prob_o	Warnings
400401001G	MO_001G	15	NS	30,5472345	Breakage	30,5472345	32,2014813	0,98179606	0,98179606	0,93147115	defw_NA
400401003C	MO_003C	15	NS	33,3901494	Breakage	33,3901494	37,7527981	0,86223027	0,86223027	0,4490718	defw_NA
400401005D	MO_005D	15	NS	36,741186	Breakage	36,741186	39,3582759	0,54980785	0,54980785	0,30869309	defw_NA
400401005A	FA_005A	15	BE	51,3083221	Overturning	58,5849327	51,3083221	0,00555304	0,00025197	0,00555304	defw_msw
400401012E	FA_012E	15	BE	45,6190255	Breakage	45,6190255	47,3738995	0,04598655	0,04598655	0,02471948	defw_msw
400401005D	BR_005D	15	NF	39,4743903	Overturning	42,0683638	39,4743903	0,29975101	0,14540126	0,29975101	defw_NA
400401011B	BR_011B	15	NF	32,9153402	Overturning	38,6626593	32,9153402	0,89344283	0,36585642	0,89344283	defw_NA
400401038D	FA_038D	15	BE	39,9506565	Breakage	39,9506565	51,6046758	0,26492552	0,26492552	0,00493619	defw_msw
400401012E	BR_012E	15	NF	35,4580226	Breakage	35,4580226	36,1706527	0,68092849	0,68092849	0,6084025	defw_msw
400401040C	FA_040C	15	BE	43,6400431	Breakage	43,6400431	53,0903467	0,08905945	0,08905945	0,00270636	defw_NA
400401010C	MO_010C	15	NS	31,5441592	Breakage	31,5441592	33,236325	0,95725607	0,95725607	0,87285048	defw_NA
400401036D	BR_036D	15	NF	30,7703142	Overturning	32,4981119	30,7703142	0,97761825	0,91697204	0,97761825	defw_msw
400401040D	FA_040D	15	BE	39,6348392	Overturning	42,051991	39,6348392	0,28768482	0,14611876	0,28768482	defw_NA
400401037D	BR_037D	15	NF	35,0894112	Overturning	39,0355921	35,0894112	0,71728611	0,33445629	0,71728611	defw_msw
400401041B	FA_041B	15	BE	39,4396939	Breakage	39,4396939	54,0924716	0,30240461	0,30240461	0,00178653	defw_NA
400401042C	FA_042C	15	BE	46,5642538	Breakage	46,5642538	48,3554889	0,03304085	0,03304085	0,01724714	defw_msw

Figura 13. Extras din tabelul de calcul cu valorile vitezelor critice de rupere și doborâre, probabilitățile de vătămare și tipul de efect rezultate pe baza datelor inițiale despre arboret și elementul de arboret (*u_elev_damage* – viteza critică de vătămare a arboretului (m/s) (cea mai mică dintre vitezele critice de rupere și de doborâre, *mode_of_damage* – modul de vătămare (rupere/ doborâre (răsturnare), *u_elev_b* – viteza critică de rupere, *u_elev_o* – viteza critică de doborâre (răsturnare), *prob_damage* – probabilitatea de vătămare arboretului (cea mai mică dintre probabilitatea de rupere și cea de doborâre), *prob_b* – probabilitatea de rupere, *prob_o* – probabilitatea de doborâre (răsturnare))

Integrarea rezultatelor în mediul GIS. Tabelul *out_tmc_df* cu rezultatele vulnerabilității la doborâturi produse de vânt pentru elemente de arboret se leagă în mediul GIS cu ajutorul funcției *join* pe baza CFU cu poligoanele în format vectorial cu unitățile amenajistice din baza de date GIS pentru UP I Demăcuș, BE Tomnatic (Figura 14).

OBJECTID	PARCELA	SUBPAR	UA	UP	UP UA	CUF up1	stand_id	tree_id	date	speci	u_elev da	mode of d	u_elev b	u_elev o	prob dama	prob b	prob o	Warnings
2219	59	O	59O	1	1_59O	400401059O	400401059O	BR_059O	15	NF	35,458023	Breakage	35,458023	38,266711	0,680928	0,680928	0,400992	defw_NA
2221	54	A	54A	1	1_54A	400401054A	400401054A	FA_054A	15	BE	47,06153	Breakage	47,06153	51,906801	0,027668	0,027668	0,004375	defw_NA
2240	58	C	58C	1	1_58C	400401058C	400401058C	FA_058C	15	BE	45,619026	Breakage	45,619026	50,315781	0,045987	0,045987	0,008195	defw_NA
2241	84	L	84L	1	1_84L	400401084L	400401084L	MO_084L	15	NS	33,390149	Breakage	33,390149	33,708985	0,86223	0,86223	0,838723	defw_NA
2247	38	D	38D	1	1_38D	400401038D	400401038D	FA_038D	15	BE	39,950656	Breakage	39,950656	51,604676	0,264926	0,264926	0,004936	defw_msw
2248	75	E	75E	1	1_75E	400401075E	400401075E	FA_075E	15	BE	43,611912	Overturning	46,271608	43,611912	0,08987	0,08987	0,08987	defw_NA
2249	79	B	79B	1	1_79B	400401079B	400401079B	MO_079B	15	NS	35,476199	Overturning	44,519027	35,476199	0,679109	0,66677	0,679109	defw_NA
2250	43	B	43B	1	1_43B	400401043B	400401043B	MO_043B	15	NS	37,94365	Overturning	40,583993	37,94365	0,430916	0,22325	0,430916	defw_msw
2255	57	E	57E	1	1_57E	400401057E	400401057E	MO_057E	15	NS	35,920644	Breakage	35,920644	36,317465	0,634053	0,634053	0,593302	defw_NA
2257	36	D	36D	1	1_36D	400401036D	400401036D	BR_036D	15	NF	30,770314	Overturning	32,498112	30,770314	0,977618	0,91697	0,977618	defw_msw
2258	84	D	84D	1	1_84D	400401084D	400401084D	MO_084D	15	NS	33,390149	Breakage	33,390149	33,708985	0,86223	0,86223	0,838723	defw_NA
2266	37	D	37D	1	1_37D	400401037D	400401037D	BR_037D	15	NF	35,089411	Overturning	39,035592	35,089411	0,717286	0,33445	0,717286	defw_msw
2274	55	E	55E	1	1_55E	400401055E	400401055E	FA_055E	15	BE	47,06153	Breakage	47,06153	51,906801	0,027668	0,027668	0,004375	defw_NA
2275	76	H	76H	1	1_76H	400401076H	400401076H	MO_076H	15	NS	33,390149	Breakage	33,390149	37,752798	0,86223	0,86223	0,449072	defw_NA
2290	39	D	39D	1	1_39D	400401039D	400401039D	MO_039D	15	NS	30,471701	Breakage	30,471701	33,133925	0,963063	0,963063	0,879652	defw_NA
2292	55	E	55E	1	1_55E	400401055E	400401055E	FA_055E	15	BE	47,06153	Breakage	47,06153	51,906801	0,027668	0,027668	0,004375	defw_NA
2297	59	A	59A	1	1_59A	400401059A	400401059A	MO_059A	15	NS	36,741186	Breakage	36,741186	36,984438	0,549808	0,549808	0,525055	defw_NA
2304	40	D	40D	1	1_40D	400401040D	400401040D	FA_040D	15	BE	39,634839	Overturning	42,051991	39,634839	0,287685	0,14611	0,287685	defw_NA
2311	55	E	55E	1	1_55E	400401055E	400401055E	FA_055E	15	BE	47,06153	Breakage	47,06153	51,906801	0,027668	0,027668	0,004375	defw_NA
2316	55	E	55E	1	1_55E	400401055E	400401055E	FA_055E	15	BE	47,06153	Breakage	47,06153	51,906801	0,027668	0,027668	0,004375	defw_NA
2338	56	D	56D	1	1_56D	400401056D	400401056D	FA_056D	15	BE	43,250264	Breakage	43,250264	47,703142	0,100885	0,100885	0,02193	defw_NA
2340	78	F	78F	1	1_78F	400401078F	400401078F	FA_078F	15	BE	46,564254	Breakage	46,564254	51,358327	0,033041	0,033041	0,005444	defw_NA
2347	40	F	40F	1	1_40F	400401040F	400401040F	MO_040F	15	NS	29,671152	Breakage	29,671152	31,292369	0,992655	0,992655	0,984973	defw_NA
2358	80	A	80A	1	1_80A	400401080A	400401080A	BR_080A	15	NF	26,943439	Overturning	30,937383	26,943439	0,999868	0,97403	0,999868	defw_NA
2370	74	L	74L	1	1_74L	400401074L	400401074L	FA_074L	15	BE	41,519233	Breakage	41,519233	45,79389	0,171116	0,171116	0,043288	defw_NA

Figura 14. Extras din baza de date geospațiale GIS din UP I Demăcuș, BE Tomnatic, cu elementele de arboret având atașate valorile vitezelor critice de rupere și doborâre, probabilitățile de vătămare și tipul de efect rezultate

Elaborarea hărților de vulnerabilitate. S-au elaborat hărți, la nivel de unitate amenajistică, cu rezultatele vulnerabilității la doborâturi produse de vânt, în cazul de față pentru UP I Demăcuș, BE Tomnatic. Deși vitezele critice de vătămare ale vântului (Figura 15) oferă anumite

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

informații utile despre rezistența arboretelor la doborâturi produse de vânt, adică am putea să avem o estimare cum s-ar comporta în anumite condiții atmosferice, ceea ce ne interesează de fapt este dacă ele vor fi vătămate sau nu, în condițiile specifice ale UP I Demăcușa din BE Tomnatic. Prin integrarea ambelor tipuri de daune (rupturi și doborâturi) a fost elaborată harta probabilității de vătămare (Figura 16).

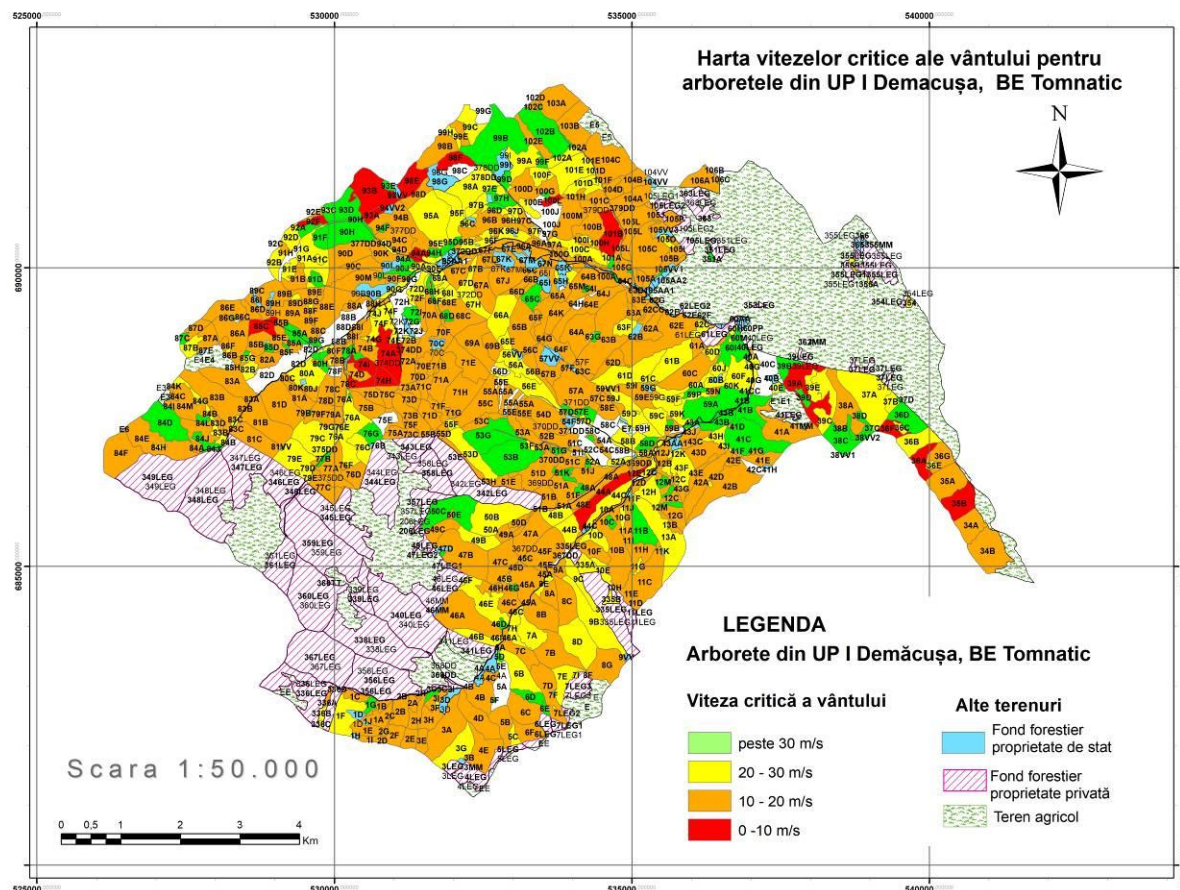


Figura 15. Harta vitezelor critice de vătămare pentru arborele din UP I Demăcușa, BE Tomnatic prin utilizarea metodei de calcul TMC din aplicația ForestGALES.

Rezultatele indică faptul că din punctul de vedere al probabilității de vătămare 89% din arborele din UPI Demăcușa prezintă o valoare foarte ridicată, 3 % ridicată, 2% medie, 2% scăzută și 4 % foarte scăzută, ultimele două categorii fiind constituite în principal din arborele tinere.

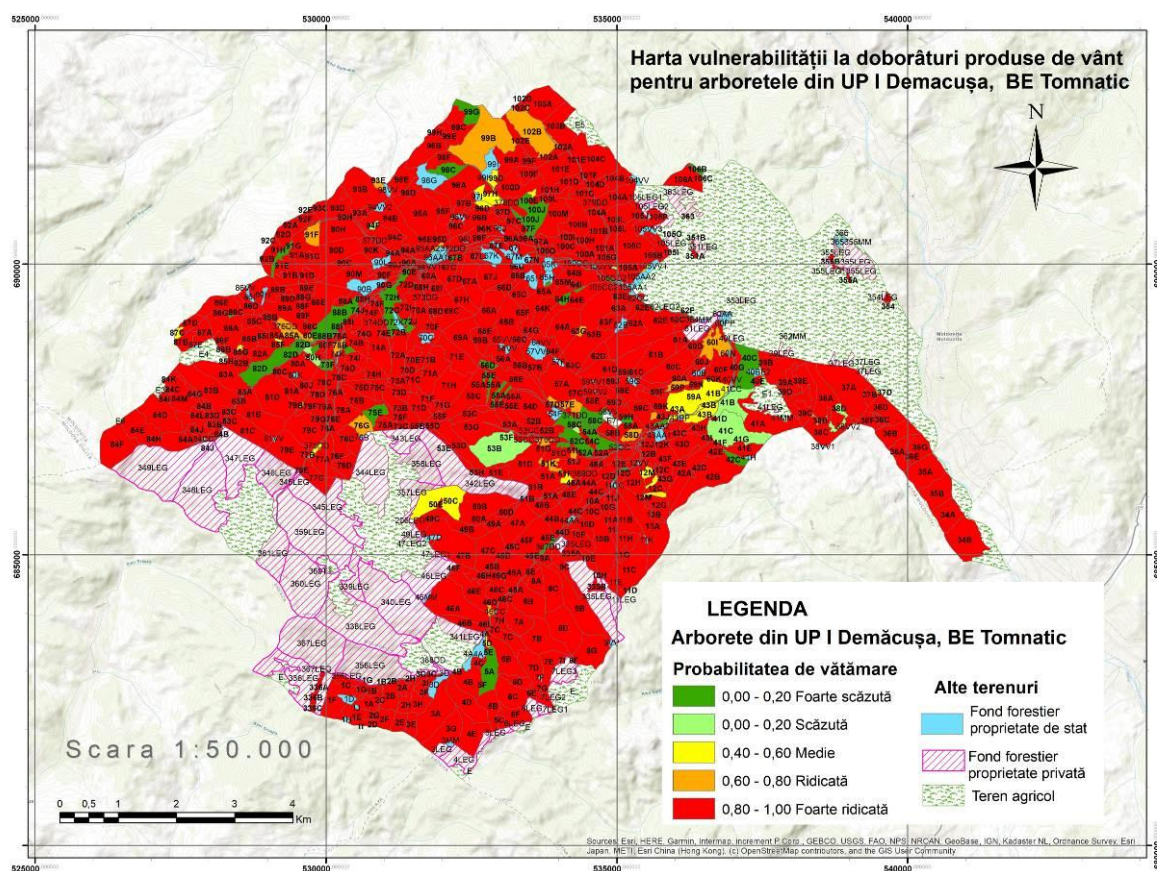


Figura 16. Harta vulnerabilității arboretelor din UP I Demăcușa, B.E Tomnatic la doborâturi produse de vânt rezultate prin utilizarea metodei de calcul TMC din aplicația ForestGALES.

4. DISCUȚII

Rezultatele obținute prin utilizarea modelului ForestGALES pentru UP I Demăcușa confirmă vulnerabilitatea ridicată a arboretelor la doborâturi produse de vânt, în special în cazul molidului și al arboretelor mature. Analiza evidențiază faptul că probabilitatea de vătămare crește odată cu înălțimea arborilor, ceea ce este în deplin acord cu literatura de specialitate, unde arborii înalți și o densitate redusă a arboretului prezintă o rezistență mai scăzută la solicitările mecanice [33, 34].

Comparând rezultatele obținute cu alte cercetări similare, se remarcă faptul că vulnerabilitatea crescută a molidului a fost documentată și în alte regiuni europene, unde această specie este frecvent asociată cu riscul ridicat de doborâturi [35, 36]. De asemenea, studiile recente care integrează tehnici de modelare statistică sau de învățare automată au confirmat că factorii determinanți ai vulnerabilității sunt legați nu doar de caracteristicile biometrice ale arborilor, ci și de condițiile staționale și climatice [14].

Un alt element confirmat de prezentul studiu este legătura dintre tipul de sol și rezistența mecanică a arboretelor. Solurile profunde permit o înrădăcinare mai stabilă, reducând riscul de doborâturi, în timp ce solurile umede, superficiale sau litice determină un grad mai mare de vulnerabilitate, fenomen observat și în alte studii efectuate în zona montană a Carpaților [10]. Totuși, în cadrul cercetării de față, influența terenului asupra distribuției vitezelor vântului nu a fost inclusă, ceea ce reprezintă o limitare notabilă. În condițiile reale, microrelieful și expunerea

Petrila et al.: Metodă de evaluare a gradului de vulnerabilitate la doborâturi de vânt

versanților pot modifica semnificativ riscul de doborâturi chiar și pentru arborete cu caracteristici similare [37].

Din punct de vedere practic, hărțile de vulnerabilitate realizate oferă un instrument valoros pentru managementul forestier. Ele permit identificarea celor mai expuse arborete și prioritizarea lucrărilor de reducere a densității sau de promovare a speciilor mai rezistente. Concluziile acestui studiu susțin recomandările existente privind menținerea unor densități echilibrate și promovarea foioaselor în amestec cu rășinoasele, pentru creșterea rezilienței arboretelor la fenomenele extreme de vânt [36].

Totuși, metoda aplicată se confruntă cu limitări legate de datele disponibile. Unele elemente de arboret nu au putut fi procesate din lipsa informațiilor complete, iar parametri suplimentari, precum rezistența individuală la rupere a arborilor sau efectele de margine, nu au fost integrați. De asemenea, distribuția Weibull utilizată pentru estimarea riscului de vânt a fost calibrată doar pe baza unui an climatic (2016), ceea ce reduce robustețea concluziilor pentru scenarii climatice variabile sau extreme.

În perspectivă, integrarea unor date suplimentare (serii climatice multianuale, modelări de microrelief, caracteristici structurale detaliate ale arboretelor) ar putea îmbunătăți precizia predicțiilor. De asemenea, aplicarea unor metode avansate bazate pe teledetecție radar și *deep learning*, recent validate pentru detectarea rapidă a doborâturilor [38], ar putea contribui la consolidarea acestui tip de analiză.

Rezultatele confirmă atât relevanța utilizării modelelor de tip ForestGALES pentru evaluarea riscului cât și vulnerabilitatea ridicată a arboretelor de molid din zona Demăcușa, având în vedere că zonele identificate ca foarte vulnerabile au fost afectate de doborâturi în deceniile trecute. Totodată, ele subliniază necesitatea unei abordări integrate, care să combine modelarea biometrică, datele climatice pe termen lung și efectele terenului, pentru a sprijini un management forestier adaptat la noile condiții climatice și la frecvența tot mai mare a fenomenelor extreme de vânt.

5. CONCLUZII

Metoda propusă evidențiază arboretele cu vulnerabilitate ridicată din cadrul UP I Demăcușa, acestea corespunzând cu zona afectată de doborâturi în masă în deceniile trecute.

După cum era de așteptat, se confirmă că arboretele devin din ce în ce mai vulnerabile la doborâturi produse de vânt pe măsură ce crește înălțimea arborilor. Acest factor are o influență importantă în cazul UP I Demăcușa, având în vedere productivitatea ridicată a arboretelor care ajung la înălțimi considerabile și care sunt conduse până la vârste înaintate, molidișurile pure instalate artificial fiind cele mai vulnerabile la doborâturi produse de vânt în comparație cu amestecurile de rășinoase cu foioase.

Majoritatea arboretelor de molid din această unitate de producție sunt extrem de vulnerabile la doborâturi de vânt, probabilitățile de vătămare fiind extrem de ridicate mai ales la arboretele mature. Pentru a reduce vulnerabilitatea arboretelor la doborâturile produse de vânt ar fi indicată pe viitor schimbarea compoziției arboretelor nou create și încurajarea, unde este posibil, a regenerărilor naturale cu brad și fag, de proveniență locală.

Metoda poate fi îmbunătățită pe viitor prin adăugarea de parametri suplimentari în calculul vulnerabilității, dar aceștia presupun date care nu sunt disponibile fără calcule extensive. Un aspect care nu a fost luat în calcul în cadrul acestei metode este influența terenului, care poate aduce accelerări sau încetiniri locale ale vitezei vântului în funcție de particularitățile terenului, astfel că în cadrul aceluiași arboret, la aceleași dimensiuni ale arborilor, aceștia pot fi vătămați sau nu în funcție de poziția lor pe versant.

FINANȚARE

Cercetările din cadrul acestui studiu au fost finanțate de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării, prin Programul Național Nucleu FORCLIMSOC (Contract 12N/2023), proiectul PN23090204.

REZUMAT EXTINS

Introduction: Extreme weather events (storms, windthrows) significantly affect forest canopies and soil. Mountain ecosystems are subject to both endemic and massive windthrows, with massive events having catastrophic effects on biodiversity, timber volume, and ecosystem stability. Windthrows also favor bark beetle infestations and forest fires, altering soil chemical and biological characteristics such as pH, humus content, and nitrogen levels. The main factors influencing wind vulnerability include soil characteristics, topographic exposure, meteorological conditions, and stand attributes. International models, such as ForestGALES, alongside machine learning techniques, have been tested to predict windthrows. The objective of this study is to evaluate the degree of vulnerability of mountain forest ecosystems to windthrows using ForestGALES and data from forest management plans and climatic records.

Materials and Method: The study area is the UP I Demăcușa test plot, BE Tomnatic, Suceava, in the Eastern Carpathians, at altitudes ranging from 630 to 1479 meters. The forests are predominantly pure spruce stands, heavily impacted by anthropogenic activity. Mixed conifer–broadleaf stands declined significantly between 1923 and 1993, with partial recovery observed in 2019. Major historical windthrow events occurred in 1947, 1948, 1957, 1958, 1961, 1962, 1964, 1969, 2002, and 2016. The methodology involved using ForestGALES 3.0/fgr, with the TMC function in the RStudio environment. Input data included stand characteristics (species, diameter, height, age), soil type, rooting, density, stand edges, and climatic data (wind speed and direction). Key steps included: calculation of CFU and CEU for unique identification of stands and stand elements; linking GE and EL tables through CFU; species and soil type equivalence with ForestGALES; calculation of dominant heights, trees per hectare, and mean tree distance; calculation of Weibull distribution parameters for wind speed based on local meteorological data; calculation of critical wind speeds (for breakage and uprooting) and probabilities of damage; integration of results into GIS for vulnerability mapping.

Results: Most soils in the study area are deep, with good rooting, although lithic soils with high vulnerability are also present. Young stands (<15 years) were excluded from analysis. Weibull parameters were calculated using 2016 meteorological data. ForestGALES outputs included tables (out_tmc_df) containing critical wind speeds, probabilities of breakage/uprooting, and type of effect. Vulnerability maps indicate: 89% of stands with very high damage probability, 3% high, 2% medium, 2% low, and 4% very low. The most vulnerable stands are spruce and mature forests.

Discussion: Results confirm the high vulnerability of spruce and mature stands to windthrows. The main contributing factors are tree height, low stand density, superficial or lithic soil types, and high productivity. Limitations of the study include the use of Weibull distribution calculated for a single year and the exclusion of microrelief and edge effects. Practically, the resulting maps provide a tool for adaptive forest management, allowing interventions such as density reduction and promotion of broadleaf species in mixed stands.

Conclusions: Spruce stands in UP I Demăcușa are highly vulnerable to windthrows, especially mature stands. Tree height is a major factor influencing vulnerability. Recommendations include altering stand composition, promoting natural regeneration with fir and beech, and integrating additional parameters for more accurate vulnerability assessment.

REFERINȚE

1. Furtuna, P., Haidu, I., Maier, N., 2018: Synoptic Processes Generating Windthrows. A Case Study In The Apuseni Mountains (Romania). *Geographia Technica*, 13(2).
2. Popa, I., 2005: Doborâturi produse de vânt - factor de risc în ecosistemele forestiere montane. *Analele ICAS*, 48.
3. Dobor, L., Hlásny, T., Rammer, W., Zimová, S., Barka, I., Seidl, R., 2020: Spatial configuration matters when removing windfelled trees to manage bark beetle disturbances in Central European forest landscapes. *Journal of Environmental Management*, 254, 109792.
4. Cannon, J. B., Barrett, M. E., Peterson, C. J., 2015: The effect of species, size, failure mode, and fire-scarring on tree stability. *Forest Ecology and Management*, 356, 131-140.
5. Wermelinger, B., 2013: Ecology and management of bark beetle infestations in Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management*, 299, 1-13.
6. Čada, V., Trotsiuk, V., Janda, P., Mikoláš, M., Bače, R., Nagel, T. A., Svoboda, M., 2020: Quantifying natural disturbances using a large-scale dendrochronological reconstruction to guide forest management. *Ecological Applications*, 30(8), e02189.
7. Crișan, V. E., Dincă, L. C., Oneț, A., Bragă, C. I., Enescu, R. E., Teușdea, A. C., Oneț, C., 2021: Impact of windthrows disturbance on chemical and biological properties of the forest soils from Romania. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*, 20(7), 1195-1206.
8. Dhubbáin, Á. N., Farrelly, N., 2018: Understanding and managing windthrow. *COFORD Connects, Silviculture/Management*, (23).
9. Ruel, J.-C., 1995: Understanding windthrow. Silvicultural implications. *Forestry Chronicle*, 71, 434-444.
10. Găbrian, S., Budeanu, M., 2013: Aprecieri privind influența factorilor staționali și a caracteristicilor arboretelor din Ocolul Silvic Comandău asupra doborâturilor de vânt. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 18(33), 106-111.
11. Drăgoi, M., Bârnoaiea, I., 2018: Accounting for windthrow risk in forest management planning: a Romanian tailor-made solution. *Forest Systems*, 27(3), eR15.
12. Ciocîrlan, M., Câmpu, V.R., 2024: Characteristics of Forest Windthrow Produced in Eastern Carpathians in February 2020. *Forests*, 15(1), 176.
13. Hanewinkel, M., Kuhn, T., Bugmann, H., Lanz, A., Brang, P., 2014: Vulnerability of uneven-aged forests to storm damage. *Forestry*, 87(4), 525-534.
14. Hart, E., Sim, K., Kamimura, K., Meredieu, C., Guyon, D., Gardiner, B., 2019: Use of machine learning techniques to model wind damage to forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.11.003>
15. Gardiner, B., Suárez, J., Achim, A., Hale, S., Nicoll, B., 2006: ForestGALES v. 2.1: A PC-based Wind Risk Model for British Forests. Roslin: Forestry Commission.
16. Hale, S. A., Gardiner, B., Peace, A., Nicoll, B., Taylor, P., Pizzirani, S., 2015: Comparison and validation of three versions of a forest wind risk model. *Environmental Modelling and Software*, 68, 215-226.

17. Ruel, J.-C., Meunier, S., Quine, C.P., Suarez, J., 2000: Estimating windthrow risk in balsam fir stands with the ForestGALES model. *The Forestry Chronicle*, 76(2), 329-337.
18. Roșu, M., 2019: Amenajamentul Unității de Producție I Demăcușa, Baza Experimentală Tomnatic. INCDS Marin Drăcea, p. 93, 121-122.
19. Gardiner, B., Peltola, H., Kellomäki, S., 2000: Comparison of two models for predicting the critical wind speeds required to damage coniferous trees. *Ecological Modelling*, 129(1), 1-23.
20. Gardiner, B.A., Quine, C.P., 2000: Management of forests to reduce the risk of abiotic damage—a review with particular reference to the effects of strong winds. *Forest Ecology and Management*, 135(1-3), 261-277.
21. Forest Research, 2024: ForestGALES – How ForestGALES works. URL <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/fthr/forestgales/#how-forestgales-works> (accesat 30.10.2024)
22. Locatelli, T., Hale, S., Nicoll, B., Gardiner, B., 2022: The ForestGALES wind risk model and the fgr R package v1.0.
23. Gardiner, B.A., Byrne, K., Hale, S.E., Kamimura, K., Mitchell, S., Peltola, H., Ruel, J.-C., 2008: A review of mechanistic modelling of wind damage risk to forests. *Forestry*, 81, 447-463.
24. Quine, C.P., 2000: Estimation of mean wind climate and probability of strong winds for wind risk assessment. *Forestry*, 73, 247-258. <https://github.com/tom-locatelli/fgr>
25. Quine, C.P., White, G., 1994: Windthrow hazard classification: a review of the British system. *Forestry*, 67(1), 1-14.
26. Waewsak, J., et al., 2011: An analysis of wind speed distribution at Thasala, Nakhon Si Thammarat, Thailand. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 2(2), 51-55.
27. Visual Crossing Corporation. 2025. Visual Crossing Weather. Available at <https://www.visualcrossing.com/weather/weather-data-services>
28. R Core Team, 2021: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
29. RStudio Team, 2020: RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. URL <http://www.rstudio.com/>
30. Giurgiu, V., Draghiciu, D., 2004: Modele matematico-auxologice si tabele de productie pentru arborete [Mathematic-auxologic models and yield tables for forest stands]. Ceres, București, România.
31. Giurgiu, V., 1979: Dendrometrie și Auxologie Forestieră. Ceres, București, România.
32. Verma M., 2020: Wind farm repowering using WASP software—an approach for reducing CO2 emissions in the environment. 844-859.
33. Quine, C. P., White, J., 1994: The effect of wind on trees. *Forestry Chronicle*, 70(1), 19-27.
34. Cucchi, V., Meredieu, C., Stokes, A., de Coligny, F., Suárez, J., Gardiner, B.A., 2005: Modelling the windthrow risk for simulated forest stands of Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management*, 213(1–3), 184–196. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.035>

35. Gardiner, B. A., Byrne, K., Hale, S. E., Kamimura, K., Mitchell, S., Peltola, H., Ruel, J.-C., 2008: A review of mechanistic modelling of wind damage risk to forests. *Forestry*, 81, 447-463.
36. Kamimura, K., Gardiner, B., Dupont, S., Guyon, D., Meredieu, C., 2016: Mechanistic and statistical approaches to predicting wind damage to individual maritime pine (*Pinus pinaster*) trees in forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 46, 88–100. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0237>
37. Strîmbu, V. F., Merlin, M., Solberg, S., Eid, T., 2025: A long-term scenario analysis of snow damage risk: effects of reduced stand density management. *Ecological Modelling*, Volume 510, 111280, ISSN 0304-3800, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2025.111280>..
38. Rüetschi, M., Weber, D., Koch, T. L., Waser, L. T., Small, D., Ginzler, C., 2021. Countrywide mapping of shrub forest using multi-sensor data and bias correction techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 105, 102613



ANALIZA EFICIENȚEI ÎNTREPRINDERILOR SILVO-CINEGETICE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Gheorghe NOVAC^a

^a Universitatea Tehnică a Moldovei, Strada Ștefan cel Mare, nr. 168, Chișinău, MD-2012, Republica Moldova, gheorghe.novac@h.utm.md

REPERE

- Lucrarea reprezintă o cercetare a nivelului de eficiență al întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova.
- Eficiența întreprinderilor silvo-cinegetice a fost evaluată pentru perioada 2021-2023 utilizând metoda neparametrică DEA.
- În clasamentul cu eficiența pe primul loc se situează ÎSC Strășeni, urmată de ÎSC Sil-Răzeni și ÎSC Cimișlia.

INFORMAȚII ARTICOL

Istoricul articolului:

Manuscris primit la: 5 iulie 2025

Primit în forma revizuită: 20 iulie 2025

Acceptat: 5 august 2025

Număr de pagini: 22 pagini.

Tipul articolului:

Cercetare originală

Cuvinte cheie:

Eficiență

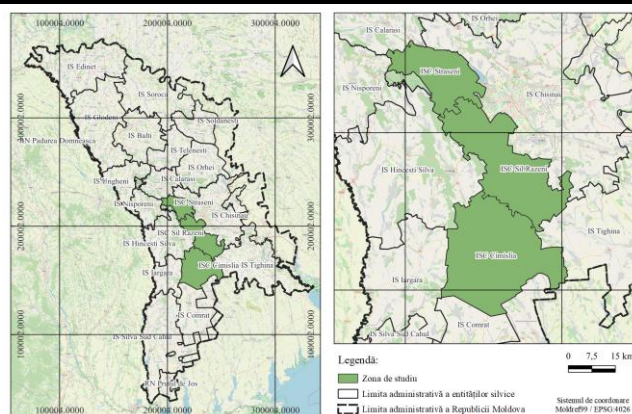
Cinegetic

DEA

Întreprindere

Pădure

REZUMAT GRAFIC



REZUMAT

Eficiența este un subiect interesant demonstrat prin valoarea adăugată ce o aduce la strategia unei instituții asupra utilizării bunurilor acesteia. DEA (Data Envelopment Analysis sau Analiza frontierei posibilităților de producție) este o metodologie excelentă și ușor de utilizat pentru modelarea proceselor operaționale pentru evaluarea eficienței. Modelul DEA utilizează un set de tehnici de programare liniară non-parametrică pentru a estima eficiența instituțiilor analizate. Pe baza datelor brute din rapoartele economice-financiare a au fost calculați 34 de indicatori financiari și 45 de indicatori nefinanțari (silvo-tehnici) selectați din amenajamentele silvice. Pe perioada analizată de 3 ani, în anul 2022 ÎSC Sil-Răzeni a înregistrat o valoare de creștere superioară a eficienței tehnice. Cea mai productivă a fost ÎSC Cimișlia înregistrând o eficiență la scală supraunitară. O eficiență tehnică superioară a fost înregistrată de ÎSC Strășeni. În prezent sectorul silvic din Republica Moldova nu se regăsește printre sectoarele cheie ale economiei naționale și prezintă necesitatea de revizuire și adaptare permanentă la schimbările pieței.

* Autor corespondent.

Adresa de e-mail: gheorghe.novac@h.utm.md

1. INTRODUCERE

Pădurea este o resursă naturală strategică pentru Republica Moldova. Conservarea și creșterea potențialului forestier autohton se poate face prin implicarea tuturor părților interesate, cu aplicarea principiului dezvoltării durabile. În ciuda simplității sale aparente, sectorul forestier este caracterizat de o structură complexă. În procesul de dezvoltare a ramurii silvice este necesar un anumit sistem de indicatori care să caracterizeze funcționarea eficientă în întregime și separat a entităților silvice subordonate. Principalul instrument pentru punerea în aplicare a mecanismului economic în sfera gestionării durabile a fondului forestier este sistemul de amenajarea pădurilor. Pentru realizarea politicii forestiere statul prin intermediul Agenției Moldsilva și alte organe, gestionează resursele forestiere, astfel încât administrarea patrimoniului silvic este organizată în funcție de rezultatul dorit. Diversitatea și calitatea produselor și serviciilor furnizate de întreprinderile silvice pot varia semnificativ din cauza particularităților fondului silvic și a unor probleme de producție. Caracteristica fondului forestier depinde de un set complex de condiții geografice și intervenții silviculturale. Majoritatea entităților silvice din Republica Moldova au un volum de producție relativ mic și foarte dispersat ca teritoriu, ceea ce îngreunează organizarea de producție, de management, cauzând costuri ridicate și dificultăți în aprovizionare. În ciuda importanței pădurilor în menținerea echilibrului ecologic, a intereselor economice și sociale, în prezent există tendințe negative care nu permit contribuția deplină a pădurilor din Republica Moldova la realizarea obiectivelor de dezvoltare durabilă. Astfel, din punct de vedere economic contribuția ramurii silvice la economia țării este mai mic decât potențialul produselor și serviciilor forestiere. Rolul ecologic al pădurilor este subminat de mai mulți factori, printre care menționăm suprafața relativ mică și dispersarea trupurilor de pădure, multitudinea de arborete care necesită reconstrucție ecologică, tăierile ilegale, pășunatul, incendiile etc. Din punct de vedere social, apar diferite conflicte între populația locală și gestionarii de pădure pe parcursul activității forestiere.

Conform anexei 1 din ordinul Agenției Molsilva [1] aceasta are în subordine și 3 entități silvo-cinegetice (Cimișlia, Sil-Răzeni și Strășeni), care conform statutului principalele genuri de activitate sunt: silvicultură, exploatare forestieră, colectarea produselor forestiere nelemnoase din flora spontană, vânătoarea și alte activități forestiere/servicii anexe silviculturii. Până la declararea independenței Republicii Moldova, întreprinderile silvo-cinegetice, ca activitate separată de utilizare a resurselor naturale au avut o importanță strategică în economia țării. Ulterior, această importanță s-a diminuat și nu a fost restabilită până în prezent. Fauna cinegetică este o resursă naturală regenerabilă, a cărei utilizare cu organizare corespunzătoare poate fi nelimitată și fără a provoca daune biodiversității. Obiectivele dezvoltării durabile a fondului de vânătoare este conservarea biodiversității, generarea de beneficii economice și îndeplinirea interesului social-cultural. În țara noastră se observă tendințe opuse, în care s-a diminuat numărul multor specii de animale, nu conduc la beneficii financiare, majoritatea întreprinderilor silvo-cinegetice sunt neprofitabile. Prin urmare, folosirea resurselor naturale, financiare și umane într-un mod cât mai eficient este o realitate în vederea dezvoltării oricărui agent economic. Eficiența unei activități este element esențial al analizei economice.

Eficiența este un subiect interesant demonstrat prin valoarea adăugată ce o aduce la strategia unei instituții asupra utilizării bunurilor acesteia. În contextul actual al unui mediu de afaceri dinamic s-a stabilit că măsurarea eficienței unei întreprinderi a devenit o necesitate [2]. Eficiența este un concept relativ care, per ansamblu, indică modul în care sunt folosite resursele unei

instituții în cadrul procesului de producție. Termenul de eficiență indică împrejurarea când o instituție este eficientă dacă nu este posibilă îmbunătățirea oricărei intrări sau ieșiri fără a prejudicia celelalte intrări sau ieșiri [3]. După [4] eficiența indică necesarul de resurse pentru a stabili o satisfacție la nivelul clienților [5]. Eficiența tehnică a unei întreprinderi se referă la abilitatea acesteia de a realiza maximul de output folosind un set de inputuri [6]. La nivelul unei firme, eficiența tehnică [7] poate fi evaluată pe baza unor indicatori statici sau dinamici [8]. Eficiența tehnică se orientează spre input sau output [9]. Pentru a stabili nivelul eficienței tehnice sunt utilizate atât metode parametrice, cât și metode neparametrice [10]. În ultima perioadă au apărut mai multe aplicații pentru măsurarea eficienței, printre care și DEA (Data Envelopment Analysis sau Analiza frontierei posibilităților de producție) care a fost folosită într-o varietate de domenii, datorită abilității și performanței sale de a gestiona mai multe intrări și ieșiri. Modelul DEA utilizează un set de tehnici de programare liniară non-parametrică pentru a estima eficiența instituțiilor analizate, care sunt denumite unități de decizie (DMU).

Prezenta cercetare are o bază științifică consistentă. Practicabilitatea metodelor neparametrice este demonstrată de numărul mare de articole și lucrări științifice care utilizează aceste modele. Referitor la utilizarea tehnicii DEA numeroase lucrări de cercetare din domeniul silvic au fost publicate de diferiți cercetători [11-26]. Cercetările efectuate au recunoscut faptul că DEA este o metodologie excelentă și ușor de utilizat pentru modelarea proceselor operaționale pentru evaluarea eficienței [27]. La analiza frontierei posibilităților de producție resursele sunt denumite inputuri, iar rezultatele outputuri [28]. DEA reprezintă o metodă neparametrică de determinare a scorurilor de eficiență la nivel de unitate de decizie tot mai populară și mai des utilizată. Spre deosebire de alte metodologii concepute pentru estimarea eficienței, metoda DEA prezintă avantajul de a putea fi utilizată și în cazul DMU-urilor cărora le corespund mai multe variabile de intrare și de ieșire [29].

Actuala lucrare reprezintă o elaborare asupra tehnicii neparametrice DEA aplicată în vederea evaluării eficienței tehnice a întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova. Se utilizează o serie de variabile numerice din rapoartele financiare și silvo-tehnice din studiile generale în vigoare a întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova. Acest tip de metodologie reprezintă o nouă modalitate de evaluare a întreprinderilor silvo-cinegetice cu utilizarea unor analize complexe. Metoda dată nu impune restricția ca distribuția datelor din eșantion să fie neapărat una normală, iar de cele mai multe ori funcția de repartiție a datelor este necunoscută.

Prezenta cercetare aduce contribuții atât la nivel teoretic, cât și la nivel practic, rezultatele fiind utile pentru practicieni și pentru cercetătorii din mediul academic. Fundamentarea deciziei pe criterii de eficiență reprezintă o cerință obiectivă a desfășurării activității în oarecare domeniu al vieții economico-sociale. Pentru aprecierea pertinentă a eficienței a întreprinderilor silvo-cinegetice se impune ca evaluarea să se realizeze cu ajutorul unui sistem multidimensional, care să includă atât indicatori financiari cât și indicatori non-financiari cu scopul diminuării limitelor celor două categorii de indicatori.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1 MATERIALE

Studiul de caz a fost realizat pe baza unui eșantion de 3 întreprinderi silvo-cinegetice din Republica Moldova. În context menționăm că:

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

- Întreprinderea Silvică Cimișlia a fost fondată în anul 1966 [30], având în componență ocoalele silvice Zloți, Mihailovca, Javgur, Sadaclia, cu suprafața totală de 18576,0 ha. În rezultatul reorganizării din 01.07.2004 întreprinderea obține statutul de silvo-cinegetică. În prezent are în componență ocoalele silvice Cimișlia, Mihailovca și Zloți însumând o suprafață totală de 10605,8 ha în raza raioanele Căușeni, Cimișlia și Ialoveni din sud-centrul Republicii Moldova. Geomorfologic teritoriul întreprinderii aparține Podișului Central Moldovenesc și Câmpia Moldovei de Sud. Hidrografic se află în cadrul bazinului râului Cogâlnic și anume a afluenților Schinoasa, Sărata și Ceaga. Teritoriul caracterizat se încadrează în zona cu climă continentală moderată cu un ușor deficit de precipitații în cursul anului. Temperatura medie anuală este de +9 °C și precipitații medii anuale de 400-500 mm.

- Întreprinderea silvo-cinegetică Sil-Răzeni a fost constituită conform [31-32], care a fost modificat parțial [33]. Fondul forestier cu o suprafață de 7352,2 ha este situat în limitele raioanelor Cimișlia (parțial), Căușeni și Ialoveni, fiind gestionat prin intermediul unităților de producție Cărbuna, Ialoveni și Răzeni. Condițiile naturale sunt asemănătoare cu cele menționate la întreprinderea silvo-cinegetică Cimișlia, cu excepția bazinului hidrografic care este constituit din râul Ceaga cu afluenții Botna, Botnișoara și râul Ișnovăț.

- Gospodărirea silvică Strășeni a fost constituită [34-35] în baza a trei întreprinderi silvice, din care s-au constituit 5 ocoale silvice: Căpriana, Cojușna, Iurcenii, Scoreni și Suruceni cu o suprafață de 26363,0 ha. Conform ordinelor [32-33] aceasta obține statut de întreprindere silvo-cinegetică, având în componență 3 ocoale silvice (Căpriana, Scoreni și Strășeni) cu o suprafață totală de 12814,5 ha. Climatul teritoriului descris este asemănător cu cel al întreprinderilor silvo-cinegetice amintite mai sus, cu ceva precipitații medii în plus (530 mm), iar pădurile fiind situate în bazinul hidrografic a râurilor Bâc, Botna și Cojușna.

Datele primare utilizate în cercetare au fost extrase din rapoartele financiare pe anii 2021-2023 și studiile generale în vigoare a întreprinderilor silvo-cinegetice analizate. Au fost prelucrate cu ajutorul programului Microsoft Office PUS 2021, aplicația DEA_UASM, aprobată de Agenția de Stat pentru Proprietate Intelectuală a Republicii Moldova [36] și pachetul de programe Statgraphics Centurions.

2.2 METODE

Analizarea în ansamblu a activității unei întreprinderi în funcție de natura performanțelor economice-financiare presupune utilizarea unui complex de metode, tehnici și procedee.

Rezultatele activității economico-financiare a întreprinderilor sunt reflectate cu ajutorul unor indicatori care se descompun pentru a asigura profunzimea studierii acestora, a localiza rezultatele și cauzele lor în timp și spațiu. Metodele cantitative de analiză au rolul de a măsura contribuția factorilor și elementelor componente asupra fenomenului studiat.

Metoda de calcul a ratelor financiare

Ratele reprezintă un raport între două mărimi comparabile din punct de vedere logico-economic, având o încărcătură informațională cu o semnificație deosebită, constituind relații de eficiență economică. Există o gamă largă de utilizatori ai informațiilor oferite pe baza analizei ratelor financiare. Analiza ratelor financiare este printre primele metode tradiționale de măsurare a performanței între întreprinderi sau în diferite perioade de timp. Pe baza datelor brute din rapoartele economice-financiare a întreprinderilor silvo-cinegetice cercetate au fost calculați 34 de

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

indicatori financiari conform literaturii de specialitate [37-41] și 45 de indicatori nefinanțari (silvo-tehnici) selectați din amenajamentele silvice, prezentați în **Anexa 1**.

Metoda de calcul DEA

Pentru aplicarea tehnicii DEA se urmărește în primul rând definirea și selectarea întreprinderii ce urmează a fi evaluată. Unitățile selectate necesită antrenarea aceluiași tip de inputuri pentru a furniza aceleași outputuri. De asemenea, întreprinderile trebuie să aibă sarcini și obiective similare. Pasul al doilea constă în stabilirea datelor de intrare și ieșire pe baza cărora se vor calcula eficiențele relative ale întreprinderilor selectate. Ultima etapă presupune aplicarea tehnicii DEA, urmată de evaluarea rezultatelor [42]. Pentru început se recomandă și întocmirea unei liste cu variabile relevante care să aibă legătură cu obiectul cercetării.

Datele primare de intrare, ulterior divizate în input-uri și output-uri au fost cele calculate și prezentate în **Anexa 1**, cu excepția indicatorilor silvo-tehnici.

Luând în considerare că variabilele economice sunt în număr mare ($n=34$) și aportul factorilor este limitat, a fost aplicată metoda componentelor principale de evaluare a vectorilor proprii pentru matricea comprimată de date, unde Y -este factor rezultativ a eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice, iar factorii exogeni (X_1-X_4) reprezintă influența cauzală a rezultatelor obținute în activitatea economică a acestora. Principiul acestei metode este acela de a extrage cel mai mic număr de componente care să recupereze cât mai mult din informația totală conținută în datele originale. Aceste componente reprezintă combinații liniare ale variabilelor inițiale și sunt necorelate între ele [43].

O primă condiție pentru validarea specificațiilor modelului DEA, este existența unor corelații dintre intrări și ieșiri [44]. Intensitatea corelației depinde de valoarea absolută a coeficientului de corelație liniară Pearson (k), ce ia valori între -1 și $+1$. Independent de mărimea celor două eșantioane [45] a propus următoarele semnificații: $0 < |k| \leq 0,2$ o corelație foarte slabă; $0,2 < |k| \leq 0,5$ o corelație slabă; $0,5 < |k| \leq 0,7$ o corelație moderată; $0,7 < |k| \leq 0,9$ o corelație puternică; $0,9 < |k| \leq 1$ o corelație foarte puternică. Această metodă se folosește în cazul relațiilor de tip stocastic dintre fenomenul analizat și factorii care influențează asupra acestuia.

Conceptul de frontieră eficientă arată performanța la maximum a unităților de decizie și limita spre care trebuie să tindă fiecare subiect în condițiile economiei de piață. Pentru întreprinderile silvo-cinegetice frontiera eficientă este descrisă în spațiul coeficienților de input ξ :

$$TE = \left\{ \xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_M) \mid \xi_i = \min_k \min_{\mu} \frac{\mu x_i^0}{f^k(\mu x_i^0)}, 1 \leq i \leq M, 1 \leq k \leq K \right\} \quad (1)$$

Unde:

μ este un scalar pozitiv, iar μX^0 este un input realizabil.

Frontiera eficientă corespunde cerințelor unităților de decizie $z=(y, x)$, pentru care coeficienții de input ξ își ating valorile minime de-a lungul direcției radiale μx^0 , pentru oricare vector de input realizabil x^0 . Mulțimea outputurilor este o mulțime închisă, mărginită inferior și satisface proprietatea de convexitate în împrejurimea strictă. În acest scop, s-au prezentat unele definiții ale eficienței și ale măsurii eficienței performanței.

Eficiența, așa cum a fost definită de [46] se bazează pe următorul raționament: vectorul input-output (x, y) este eficient tehnic dacă și numai dacă $(x, y) \in \text{Eff GR}$. Intrarea x este eficientă tehnic vectorului de ieșire y , dacă și numai dacă $x \in \text{EffL}(y)$; ieșirea y este eficientă tehnic vectorului

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

de intrare x , dacă și numai dacă $y \in \text{Eff } L(x)$. $\text{Eff } GR$ reprezintă curba de eficiență a combinațiilor posibile de input-outputuri, $\text{Eff } GR = \{(x, y) \in GR \text{ și } (x', y') \notin GR \text{ pentru } 0 \leq x' \leq x \text{ și } y' \geq y\}$. $\text{Eff } L(y)$ - reprezintă curba de eficiență a inputului în raport cu outputul, $L(y) = \{x \mid (x, y) \in GR\}$, $y \in \mathbb{R}^{m+}$. $\text{Eff } L(x)$ - reprezintă curba de eficiență a outputului în raport cu inputul $\text{Eff } L(x) = \{y \mid (x, y) \in GR\}$.

Definiția [47-48] include măsura radială a eficienței tehnice pentru vectorul de intrare x într-un proces de producere (x, y) care se calculează astfel: $TE_1(x, y) = \min \{\theta : \theta x \in L(y)\}$, unde $\theta = 1$ indică eficiența tehnică radială, iar $\theta > 1$ indică gradul ineficienței tehnice radiale. Utilizând dualitatea din programarea liniară, se poate determina o formă înfășurătoare echivalentă a acestei probleme:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} \quad & \theta \\ \text{s.t.} \quad & -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & N_i \lambda \leq 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Unde:

θ - reprezintă parametrul referitor la eficiența întreprinderilor silvo-cinegetice; n - este numărul de întreprinderi silvo-cinegetice; Y - reprezintă vectorul outputurilor, n -dimensional; X - este vectorul inputurilor, m -dimensional, care este egal cu 6; N_i - este un vector n -dimensional cu componente 1; λ - reprezintă variabilele problemei de programare liniară ce va fi rezolvată. Așadar, avem vectorul intrărilor: $X = (X_1, X_2, \dots, X_m) \in \mathbb{R}^m$ și vectorul ieșirilor $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) \in \mathbb{R}^n$.

Modelul prezentat în formula este orientat spre input și factorii exogeni reprezintă o frontieră eficientă a activității întreprinderilor din studiu. Rezultatul de bază rămâne a fi următorul: gradul de eficiență al unei unități de decizie (întreprindere silvo-cinegetică) sporește cu atât cu cât coeficientul ϕ se apropie de 1. Deci, eficiența tehnică (TE) se referă la abilitatea unei unități de decizie de a realiza maximul de output folosind un set dat de input-uri.

Cercetătorii [49] clasifică unitățile de decizie în trei categorii: cu eficiență maximă (cu scor de eficiență 1); cu eficiență medie (cu scor de eficiență mai mare de 0,5) și cu eficiență scăzută (cu scor de eficiență sub 0,5). Scorul de eficiență (rating) reprezintă rezultatul prelucrării datelor primare prin metoda DEA.

Prin utilizarea metodei de calcul DEA, studiul de față are ca obiectiv și descrierea modificărilor observate la nivelul productivității totale (Total Factor Productivity, TFP) în contextul întreprinderilor silvo-cinegetice pe perioada 2021-2023. Procesul de producție constă într-o serie de activități prin care inputurile se transformă în outputuri. TFP este calculată prin indicele Malmquist (MI) care surprinde modificările productivității datorate, pe de o parte, eficienței operaționale, dar și cele datorate inovației tehnologice. Acest indicator presupune estimarea unei reprezentări a procesului de producție pe baza funcțiilor de distanță, care sunt reprezentări ale tehnologiilor de tip input multiplu și output multiplu care au nevoie de date doar pentru cantitățile de input și output [50]. Pentru aplicația empirică vom utiliza indicele Malmquist al productivității de tip output, fiind dat de:

$$TE(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \frac{d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^t(x_t, y_t)} * \frac{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^{t+1}(x_t, y_t)}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Unde:

$d_o^t(x_t, y_t)$ reprezintă observația din perioada t la tehnologia din perioada s . Indicele Malmquist al productivității este dependent de două aspecte importante, respectiv de schimbările eficienței tehnice calculate între momentele t și $t+1$, precum și de media geometrică a modificării tehnologiei de producție. O valoare a indicatorului TE mai mare decât 1 indică o creștere pozitivă de la perioada de bază s la perioada t , în timp ce o valoare mai mică decât 1 va indica un declin.

Calcularea indicelui Malmquist presupune rezolvarea unui număr de $(3 \cdot T - 2) \cdot n$ probleme, unde T reprezintă numărul perioadelor de timp, iar n exprimă numărul de întreprinderi silvo-cinegetice. În cazul aplicației empirice, baza de date conține 3 întreprinderi și 3 perioade de timp, deci vor fi rezolvate $(3 \cdot 3 - 2) \cdot 3 = 21$ probleme de programare liniară.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

Studiul analizei activității întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova îl constituie procesele și bunurile legate de activitatea acestora. Sarcina cercetării a constat în evidențierea gradului de realizare a sarcinilor programate, efectuarea de comparații între indicatorii productivi realizați de întreprinderi în cadrul aceluiași sector. Analiza eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice este necesară pentru o corectă apreciere și evaluare a resurselor economice pe care le gestionează. Analiza financiară urmărește să evidențieze modalitățile de realizare a echilibrului financiar și de rentabilitate ale activității întreprinderilor luate în studiu.

3.1 Analiza ratelor

În majoritatea cazurilor ratele financiare sunt utilizate pentru compararea cu media ramurii de activitate din care face parte întreprinderea studiată sau analiza evoluției în timp a unei anumite întreprinderi.

1. Rata rentabilității

a) Rata rentabilității financiare în perioada 2021-2023 a înregistrat valori maxime de 32,2% pentru ÎSC Sil-Răzeni și 29,4% pentru ÎSC Cimișlia, iar la ÎSC Strășeni a fost de 22,2%. Având în vedere că valoarea acestui indicator trebuie să fie mai mare de 5% se poate afirma că toate întreprinderile cercetate au avut o activitate eficientă.

b) Valoarea recomandată pentru indicatorul-rata rentabilității comerciale este mai mare de 1,8, deci activitatea întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova în perioada analizată a fost una rentabilă (Sil-Răzeni-23,1%, Strășeni-13,1%; Cimișlia-4,6%).

c) Rata rentabilității activelor totale reflectă o evoluție pozitivă pentru toate întreprinderile, variind între 27,7% (Sil-Răzeni) și 8,8% (Cimișlia).

d) Valoarea optimă pentru lichiditatea curentă se consideră 1,5-2. În această situație, numai două întreprinderi silvo-cinegetice au capacitatea de ași onora obligațiile pe termen scurt (Sil-Răzeni-6,4 și Strășeni-2,3).

e) Pe perioada analizată vânzările au crescut de 1,3 ori pentru întreprinderile luate în studiu.

f) Creșterea activelor a fost de 1,5 ori pentru ÎSC Cimișlia și ÎSC Sil-Răzeni, iar la ÎSC Strășeni a fost de 1,2 ori.

2. Rata activelor imobilizate

a) Din calculul ratei activelor imobilizate, se constată că acestea dețin un maxim de 51,8% la ÎSC Strășeni și un minim de 40,9% la ÎSC Cimișlia. La întreprinderea de stat ÎSC Sil-Răzeni ponderea acestor active este de 49,7%.

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

b) Calculând rata imobilizărilor necorporale s-a obținut valori ne semnificative numai la întreprinderile ÎSC Cimișlia (0,3%) și ÎSC Strășeni (0,1%).

c) Rata imobilizărilor corporale au atins valori maxime de 50,7% la ÎSC Cimișlia și de 49,5% la ÎSC Sil-Răzeni, mai mică fiind la ÎSC Strășeni-40,2%.

3. Rata activelor circulante

a) O pondere ridicată a activelor circulante se observă la ÎSC Strășeni (51,8%), urmează la o diferență relativ mică ÎSC Sil-Răzeni (49,7%) și ÎSC Cimișlia (40,9%).

b) Valoarea maximă calculată a ratei stocurilor s-a obținut la ÎSC Cimișlia (16,3%) după care ÎSC Sil-Răzeni (12,3%) și ÎSC Strășeni (11,2%).

4. Rata stabilității financiare

a) Rata stabilității financiare pentru toate întreprinderile silvo-cinegetice din Republica Moldova în perioada 2021-2023 a fost egală cu 1,0, aceasta caracterizându-se printr-un nivel ridicat de stabilitate financiară.

5. Rata de îndatorare

a) Din datele analizate se observă că în cadrul întreprinderii ÎSC Cimișlia datoriile pe termen scurt dețin o pondere relativ mare (44,6%) în totalul pasivelor, acestea fiind supuse apariției unor dificultăți pe perioada anului. Valoarea ratei datorilor pe termen scurt la ÎSC Strășeni a fost în medie de 24,6%, urmând în scădere ÎSC Sil-Răzeni cu 8,0%.

b) Rata autonomiei globale la ÎSC Sil-Răzeni și ÎSC Strășeni a înregistrat valori superioare comparativ cu valoarea recomandată în practică (>33%), respectiv 73,6% și 69,7%. La ÎSC Cimișlia această rată a fost de 27,6%, astfel fiind mai mică decât cea indicată.

c) După efectuarea calculelor, valoarea solvabilității generale pentru ÎSC Sil-Răzeni (23,9%) și ÎSC Strășeni (30,3%) se încadrează în limita recomandată ($\leq 67\%$), cu excepția ÎSC Cimișlia la care a fost peste limita recomandată (69,5%).

d) Valoarea ratei solvabilității generale în perioada analizată la întreprinderile silvo-cinegetice studiate, ne arată că nu există riscul de incapacitate de plată. Valori maxime s-au obținut la Sil-Răzeni (13,0). Valori minime au fost înregistrate la ÎSC Cimișlia (2,8) și ÎSC Strășeni (4,1).

e) Rata autonomiei financiare la termen pentru întreprinderile luate în studiu pentru perioada 2021-2023 a avut o siguranță financiară scăzută, deoarece valoarea medie a acestui indicator a variat între 0,5 (ÎSC Cimișlia) și 0,9 (ÎSC Strășeni).

5. Fondul de rulment

a) Valoarea pozitivă a fondului de rulment permanent reflectă o stare de echilibru pe termen lung la nivelul ÎSC Strășeni (6365070,0 lei) și ÎSC Sil-Răzeni (4186635,3 lei), iar la ÎSC Cimișlia această valoare este negativă pentru perioada anilor 2021-2023 (-223696,7 lei) ce denotă un decalaj mai mare a sumelor necesare de achitat decât a celor de încasat.

b) Analiza fondului de rulment propriu redă situația reală a întreprinderilor pentru perioada 2021-2023, astfel ÎSC Strășeni (5014680,7 lei) și ÎSC Sil-Răzeni (2107450,7 lei) se află într-o stare de echilibru financiar realizat pe baza capitalurilor proprii. La ÎSC Cimișlia valoarea indicatorului cercetat este negativă (-4821505,7 lei) și denotă o lipsă de lichiditate cu o valoare superioară față de suma necesară achitării tuturor datoriilor cu un termen de exigibilitate mai mic de un an.

c) Fondul de rulment înregistrează valori pozitive pentru toate întreprinderile silvo-cinegetice cu valori cuprinse între 282915,7 lei (Cimișlia) și 6365070,0 lei (Strășeni), ceea ce indică un surplus de surse financiare, ce permit acoperirea nevoilor de finanțare a ciclului operațional.

d) Necesarul fondului de rulment înregistrează o valoare negativă pentru ÎSC Cimișlia (-2635764,0 lei) ceea ce înseamnă că activele pe termen scurt sunt acoperite în totalitate din surse de

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

finanțare cu exigibilitate crescută, ceea ce nu putem afirma la restul întreprinderilor silvo-cinegetice Sil-Răzeni (744716,7 lei) și Strășeni (767508,0 lei).

e) Trezoreria netă înregistrează o valoare pozitivă pentru toate întreprinderile silvo-cinegetice, ce denotă o activitate rentabilă în perioada supusă analizei financiare (Cimișlia-2918679,7 lei; Sil-Răzeni- 3601549,7 lei; Strășeni- 5597562,0 lei).

f) Situația netă a întreprinderilor studiate prezintă o valoare pozitivă, ce relevă faptul că toate sunt solvabile (Cimișlia-4244958,3 lei; Sil-Răzeni-7976825,3 lei; Strășeni-16308199,0 lei).

g) Valoarea înregistrată de către ÎSC Cimișlia (1,0) la lichiditatea curentă reprezintă un semnal de alarmă privind capacitatea de ași onora obligațiile scadente pe termen scurt. Valoarea optimă fiind 1,5-2,0 în care se încadrează restul întreprinderilor (Sil-Răzeni-6,4; Strășeni-2,1).

h) Lichiditatea imediată cu valoarea subunitară în cadrul ÎSC Cimișlia (0,6) reprezintă un aspect nefavorabil deoarece activele cu lichiditate mare nu sunt suficiente pentru acoperirea datoriilor pe termen scurt, indiferent de valoarea reală a stocurilor. La celelalte întreprinderi acest indicator este supraunitar (Sil-Răzeni-4,8; Strășeni-1,7) fiind adecvat pentru activitatea economică.

i) Datele maxime privind viteza de rotație a activelor imobilizate este de 3,0 ori la ÎSC Cimișlia, după care vine ÎSC Strășeni-2,4 și ÎSC Sil-Răzeni-2,3. Valoarea recomandată pentru acest indicator trebuie să fie cât mai supraunitară.

j) Din calculele vitezei de rotație a activelor totale s-a obținut valori de 1,6 (ÎSC Cimișlia), 1,2 (ÎSC Strășeni) și 1,1 (ÎSC Sil-Răzeni).

k) Valoarea recomandată pentru rata marjei comerciale brute este de $\geq 1,8$, deci se poate afirma faptul că activitatea întreprinderilor silvo-cinegetice a fost una rentabilă pentru perioada anilor 2021-2023, toate înregistrând valori de la 62,3% (Cimișlia) până la 78,5% (Sil-Răzeni).

l) Rata rentabilității economice pentru întreprinderile silvo-cinegetice studiate a avut o evoluție pozitivă de la 80,2% (Strășeni) până la 98,6% (Cimișlia).

m) Multiplicatorul capitalului propriu (Lever) este un coeficient care ne arată că folosirea datoriei este reflectată în creșterea raportului dintre total active și capital propriu, sau dependența de sursele împrumutate a întreprinderii. Dacă acest raport este mai mare înseamnă că pârghia financiară este mai mare și dacă raportul se dovedește a fi mai mic, pârghia financiară este mai mică. În acest caz rezultatele sunt scăzute, de la 1,4 (Sil-Răzeni și Strășeni) până la 3,8 (Cimișlia).

6. Indicatori ai lichidității

a) Rata lichidității curente la întreprinderile silvo-cinegetice cercetate este relativ bună și a variat de la 2,8 (Cimișlia) până la 13,0 (Sil-Răzeni). Valoarea optimă a acestui indicator este considerat a fi 2.

b) Regula spune că perioada medie de colectare a creanțelor nu trebuie să depășească scadența indicată în contractele de vânzare ale întreprinderii cu mai mult de 10-15 zile. În cazul întreprinderilor analizate aceste termene sunt mai mari și au variat de la 34 zile (Cimișlia) până la 77 de zile (Strășeni), mai puțin în cazul ÎSC Sil-Răzeni (16 zile). Astfel, s-ar putea ca întreprinderile respective să fie nevoite să apeleze la împrumuturi suplimentare sau să crească suma datoriilor.

c) Vânzările medii zilnice maxime s-au înregistrat la ÎSC Strășeni (75324,3 lei), în descreștere fiind la ÎSC Cimișlia (50435,0 lei) și ÎSC Sil-Răzeni (29527,8 lei).

d) Numărul zile stoc-au constituit de la 35 zile (ÎSC Strășeni) până la 45 zile (Sil-Răzeni).

3.2 Analiza eficienței prin intermediul DEA

Eficiența este un concept relativ, care în general indică modul cum sunt folosite resursele unei întreprinderi în procesul de producție. Astfel, despre eficiența unei întreprinderi putem vorbi

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

pentru un an concret- t în comparație cu cea din anul $t+1$ sau cu altă întreprindere cu procese de producție asemănătoare. În abordarea dezvoltării durabile a entităților silvice din Republica Moldova, cunoașterea contribuției în timp și spațiu a factorilor de producție reprezintă o condiție necesară pentru fundamentarea deciziilor strategice și utilizarea potențialului economic disponibil. Se pune accent asupra folosirii corecte și eficiente a tehnologiilor și managementului. În **Tabelul 1** se prezintă intervalul de valori cu precizia de evaluare conform distribuției Student 95%, pentru fiecare întreprindere silvo-cinegetică în perioada 2021-2023. Deci, sunt analizate transformările cu care se confruntă întreprinderile silvo-cinegetice din Republica Moldova de la o perioadă la alta. Astfel, cea mai mare valoare de creștere a eficienței tehnice s-a înregistrat la ÎSC Sil-Răzeni în anul 2022 comparativ cu anul 2021.

Tabelul 1. Frontiera relativă DEA a eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova

Denumirea întreprinderii	Revenirea constantă la scală (CRS) a frontierei DEA								
	2021			2022			2023		
	t-1	t	t+1	t-1	t	t+1	t-1	t	t+1
ÎSC Cimișlia	0,000	0,097	0,344	0,272	0,529	0,582	0,867	0,671	0,000
ÎSC Sil-Răzeni	0,000	1,000	11,341	2,754	1,000	2,884	4,147	1,000	0,000
ÎSC Strășeni	0,000	1,000	1,304	1,342	1,000	2,680	2,128	1,000	0,000

Abordarea neparametrică în evaluarea eficienței tehnice presupune definirea indicatorilor de transfer tehnologic în activitatea economică, eficiența la scală și performanța managerială ca un criteriu adecvat față de frontiera eficientă. Pentru fiecare întreprindere silvo-cinegetică s-a calculat scorurile de eficiență tehnică, eficiență managerială și eficiența la scală pe baza modelelor DEA cu randament de scară constant. Analizând datele din **Tabelul 2** putem sintetiza că doar ÎSC Cimișlia a fost productivă, fapt relevat prin indicele eficienței la scală supraunitar. Pentru restul întreprinderilor silvo-cinegetice indicele este unitar, ce denotă o productivitate constantă. O eficiență tehnică înaltă a fost înregistrată de ÎSC Strășeni și ÎSC Sil-Răzeni, mai puțin eficientă a fost ÎSC Cimișlia.

Tabelul 2. Eficiența tehnică productivă a întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova

Denumirea întreprinderii	Transfer tehnologic	Eficiența tehnică	Eficiența la scală	Eficiența managerială
ÎSC Cimișlia	2,632	0,642	2,632	1,689
ÎSC Sil-Răzeni	1,000	0,769	1,000	0,769
ÎSC Strășeni	1,000	0,951	1,000	0,951

Pentru a ne putea forma o opinie bine fundamentată referitoare la eficiența întreprinderilor silvo-cinegetice trebuie să ținem cont de toți factorii care o pot influența și de măsura în care aceștia o influențează. Cunoașterea mecanismului de formare și manifestare a fenomenelor și proceselor din cadrul unei întreprinderi precum și legăturile cauzale dintre acestea constituie în contextul economico-social dat o necesitate de prim rang. Datorită posibilităților oferite de cercetarea științifică în domeniu sunt create premisele analizei fenomenelor din natură prin diferite metode, tehnici, instrumentar etc. Conform datelor din **Tabelul 3** se constată existența unor coeficienți de corelație (pozitivi și negativi) foarte puternici între eficiență și unele componente silvice, dar și coeficienți de corelație mai mici. Având în vedere aceste noi descoperiri, matricea de

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

corelație indică faptul că o parte dintre variabilele considerate în analiză sunt semnificative corelate cu eficiența tehnică, având un coeficient de corelație mai mare de +0,7/-0,7.

Tabelul. 3. Importanța unor factori silvo-tehnici asupra eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice

Coeficienți de corelație statistică	Factorii caracteristici
0,9 ≥ 1	Densitatea rețelelor de drumuri (m/ha); Poieni sau goluri destinate împăduririi (ha); Ape (ha); Pepiniere silvice (ha); Numărul mediu de vulpi; Terenuri neproductive (ha); Numărul de parcele; Expoziția parțial însorită (%); Numărul de borne; Numărul de subparcele; Numărul trupurilor de pădure; Lucrări de împădurire (ha); Numărul de mistreți recoltați; Clasa de producție medie; Numărul licențelor eliberate pentru vânat
0,7 ≥ 0,9	Posibilitatea anuală de produse principale (m ³ /an)
0,5 ≥ 0,7	Fructe și pomușoare colectate (tone)
0,2 ≥ 0,5	Numărul de sectoare maiștri; Numărul mediu de fazani; Cantitatea de semințe recoltate (kg)
0 ≥ 0,2	Numărul mediu de căpriori; Păduri și terenuri pentru care se reglementează recoltarea de produse principale (ha); Suprafața totală (ha); Numărul mediu al personalului; Numărul mediu de bursuci; Indici de creștere curentă m ³ /an/ha
-0,2 ≤ 0	Păduri și terenuri pentru care nu se reglementează recoltarea de produse principale (ha); Numărul mediu de iepuri
-0,2 ≤ -0,5	Numărul de contravenții silvice; Posibilitatea anuală de produse secundare (m ³ /an); Terenuri care servesc nevoilor de producție silvică (ha); Numărul de cantoane silvice
-0,5 ≤ -0,7	Enclave (ha); Numărul mediu de cerbi; Terenuri care servesc nevoilor de administrare forestieră (ha)
-0,7 ≤ -0,9	Ocupații și litigii; Terenuri transmise temporar în folosință (ha); Plante medicinale colectate (tone); Volum lemnos pe picior (m ³ /ha); Vârsta medie a arboretelor (ani)
-0,9 ≤ -1	Expoziția însorită (%); Pomi de crăciun (bucăți); Expoziția umbrită (%); Numărul mediu de mistreți; Proportia cvercinee (%)

Analiza corelației dintre indicii eficienței și clasa de producție medie a arboretelor din întreprinderile silvo-cinegetice este prezentată în **Figura 1** și ne demonstrează o influență semnificativă asupra valorii TFP. Astfel, o întreprindere este mai eficientă dacă și arboretele sunt de o clasă de producție superioară, deoarece sporește creșterea de venituri, constituie un potențial material indispensabil desfășurării activității.

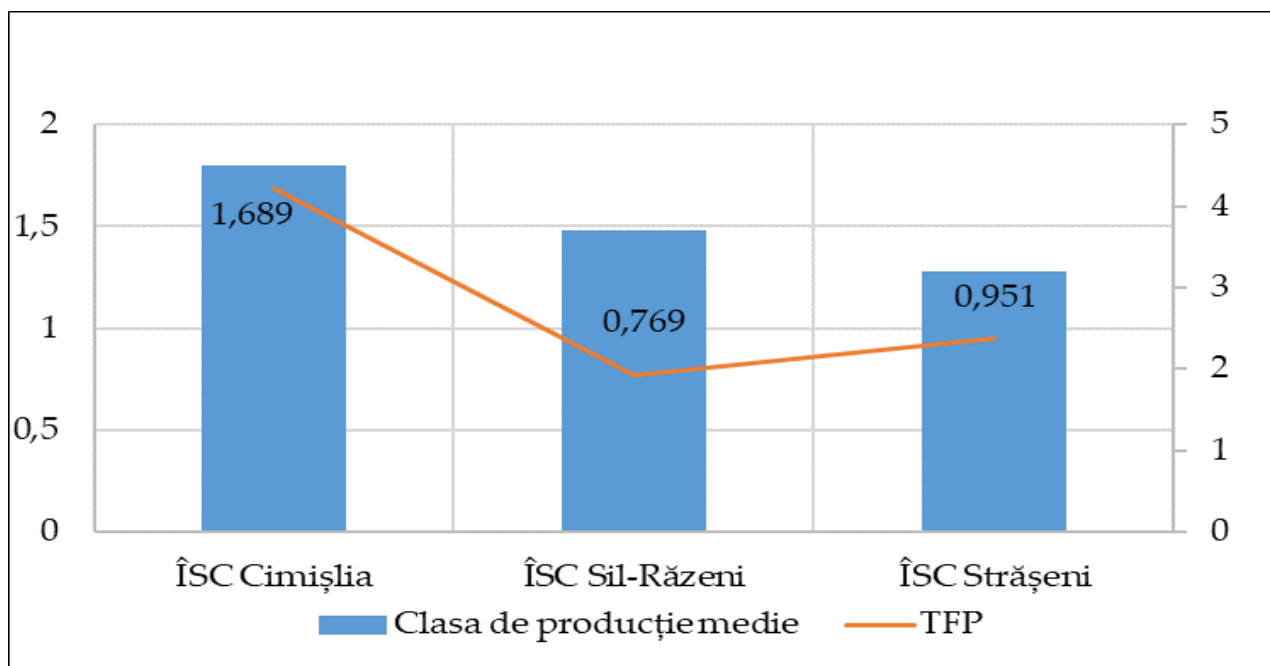


Figura 1. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de clasa de producție

De asemenea analiza regresională a dependenței dintre eficiența tehnică a întreprinderilor silvo-cinegetice și suprafața terenurilor necesare de parcurs cu lucrări de împădurire din **Figura 2** ne permite să afirmăm că există o legătură foarte puternică. Pe primul loc este ÎSC Cimișlia, pe cealaltă parte se află ÎSC Strășeni.

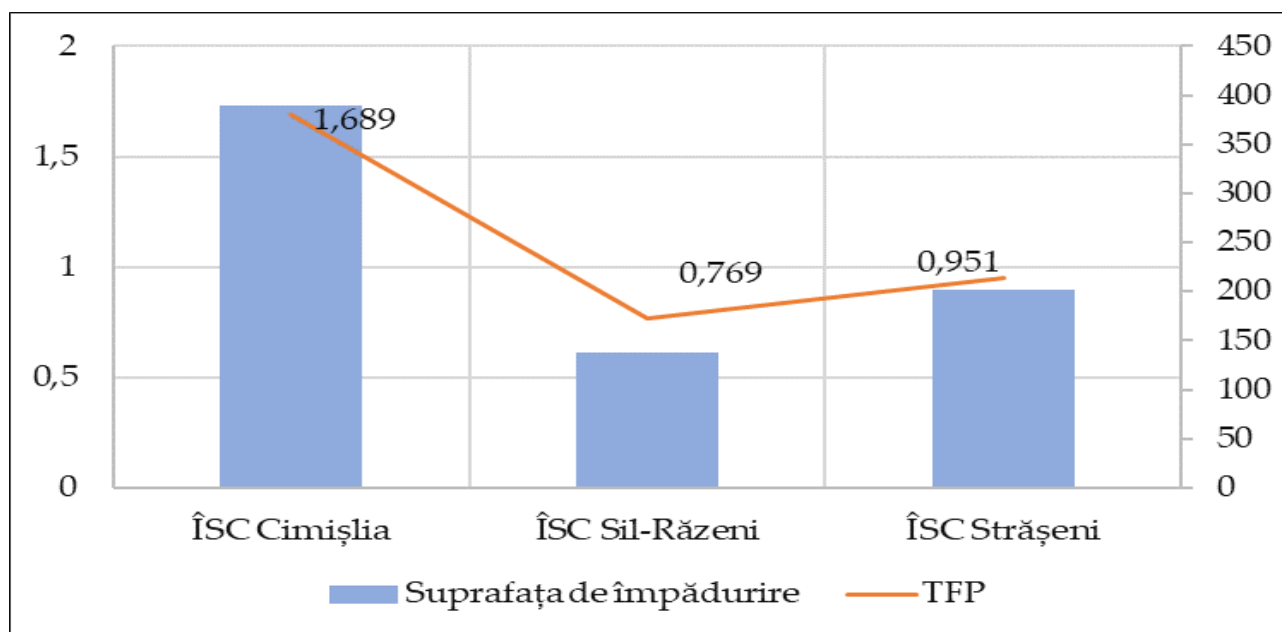


Figura 2. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de suprafața lucrărilor de împădurire, (ha)

Deși suprafața apelor din fondul forestier gestionat de întreprinderile silvo-cinegetice luate în studiu este relativ mică, datele din **Figura 3** ne arată convingător influența acestora asupra

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

eficienței tehnice. După studiul acestui indicator ordinea întreprinderilor silvo-cinegetice în descreștere a eficienței este următoarea: Cimișlia, Strășeni și Sil-Răzeni.

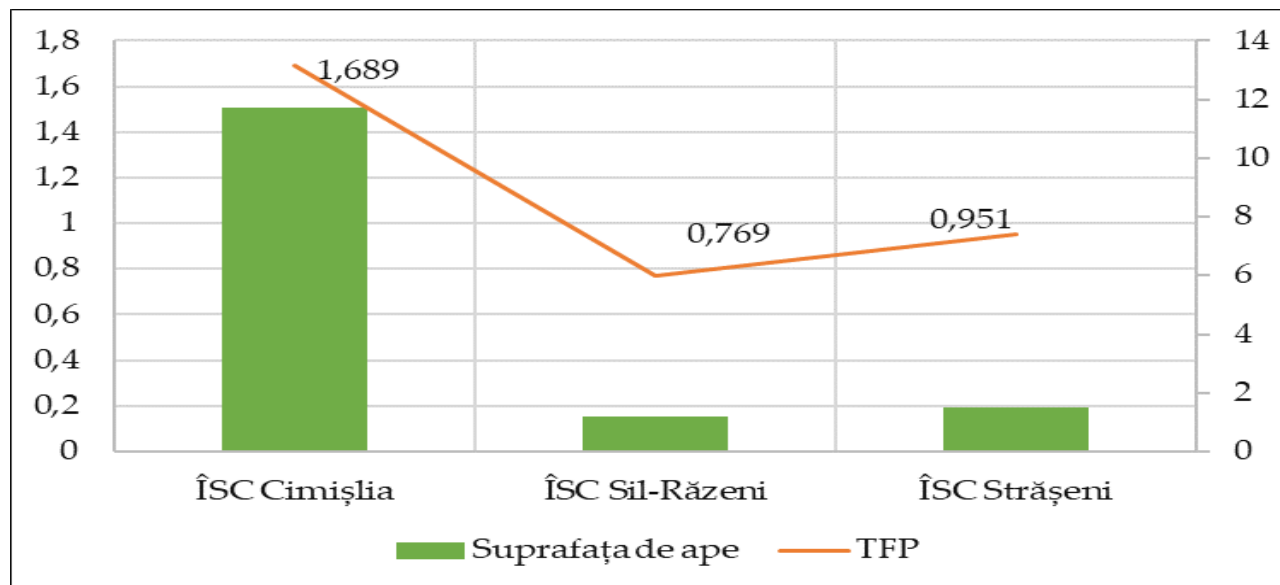


Figura 3. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de suprafața apelor, (ha)

Rezultatele cercetării prezentate în **Figura 4** au arătat o legătură corelativă pozitivă între eficiența tehnică a întreprinderilor silvo-cinegetice și numărul mistreților recoltați cu excepția ÎSC Strășeni.

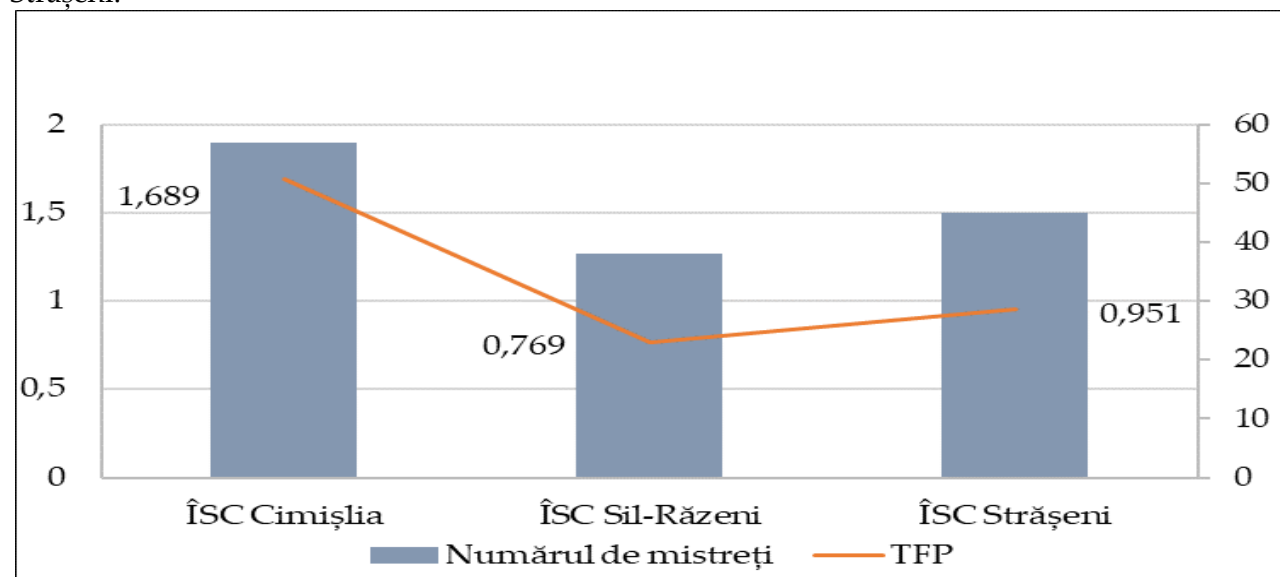


Figura 4. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de numărul mistreților recoltați

Datele despre analiza efectului dintre numărul licențelor vândute pentru vânat și eficiența tehnică a întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova sunt prezentate în **Figura 5**. Deși nu este o legătură directă pozitivă între variabilele cercetate pentru ÎSC Sil-Răzeni și ÎSC Strășeni, putem distinge o corelație directă în cazul ÎSC Strășeni.

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

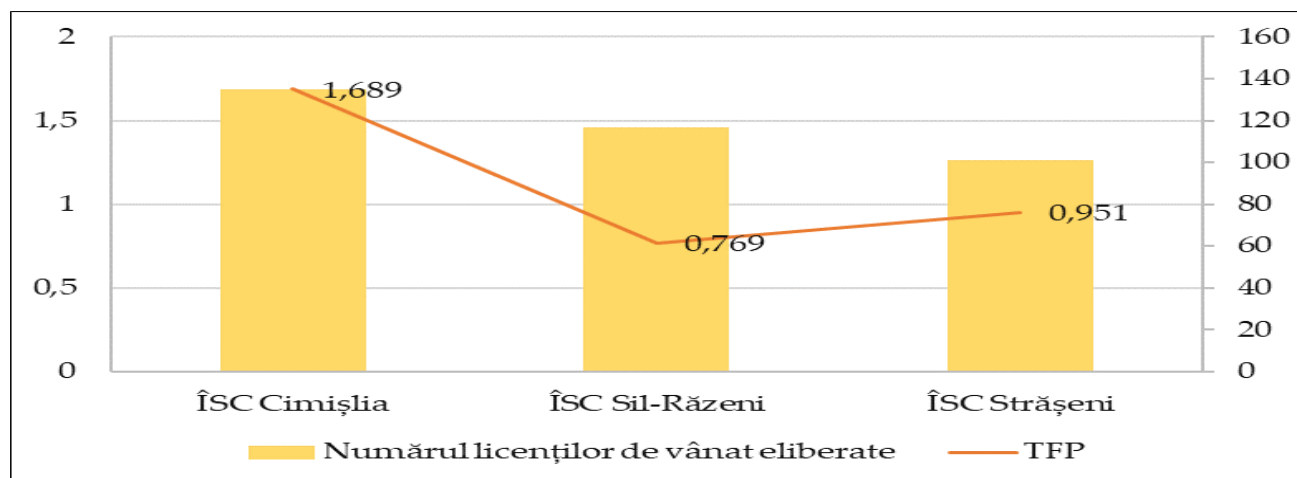


Figura 5. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de numărul licențelor eliberate pentru vânat

Resursele umane au un rol important în asigurarea eficienței întreprinderilor, iar prin modificarea acestora se manifestă pe o largă arie de consecințe economice și de producție. Rezultatele studiului dependenței eficienței tehnice a întreprinderilor silvo-cinegetice de numărul persoanelor angajate au fost prezentate în **Figura 6**. După cum putem observa în cazul acestor calcule că în majoritatea cazurilor (ÎSC Cimișlia, ÎSC Sil-Răzeni) valorile TFP depinde direct de numărul angajaților dar și de eficiența utilizării (ÎSC Strășeni). Pe lângă dimensiunea cantitativă a resurselor umane, prezintă importanță și gradul de calificare al salariaților. Îmbunătățirea calificării salariaților își pune amprenta și influențează direct asupra producției obținute și a productivității muncii.

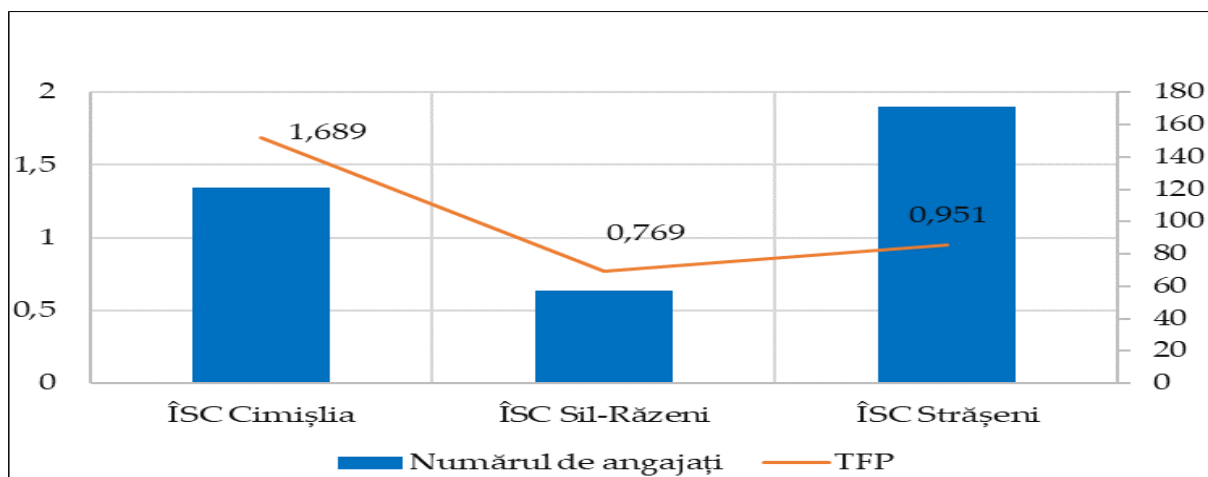


Figura 6. Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice în dependență de numărul angajaților

În **Figura 7** este prezentat un exemplu argumentat a valabilității modelului neparametric de analiză a frontierei posibilităților de producție prin structurarea datelor primare conform analizei discriminant. Faptul că indicatorii grafici (rata rentabilității comerciale și rata autonomiei globale) sunt cumulativ amplasați reprezintă o dovadă în plus a utilității metodologiei neparametrice DEA propusă în lucrare. Reprezentând grafic putem observa că în perioada 2021-2023 ÎSC Sil-Răzeni

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

condiții în domeniul de activitate în contextul rentabilității economice și ratei autonomiei globale. De asemenea,

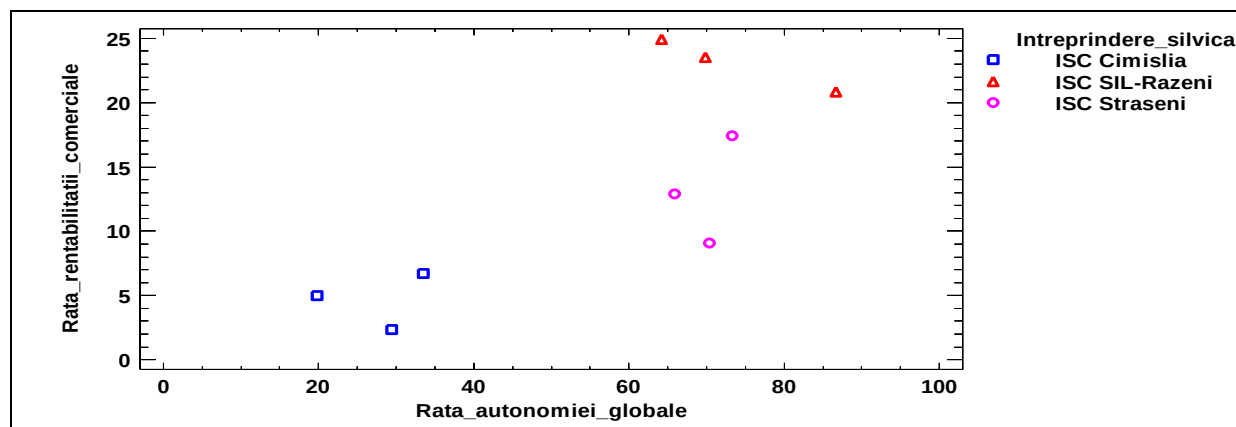


Figura 7. Analiza discriminant ANOVA a întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova

Evaluarea eficienței sectorului silvic este o preocupare constantă în toate țările lumii, din cauza creșterii cererii și consumului de servicii și produse din acest sector. Se pune problema asigurării sustenabilității întreprinderilor silvice, prin creșterea eficienței și a calității serviciilor și bunurilor acordate populației din Republica Moldova. Astfel, noțiunile de eficiență economică și eficiență de producție au fost asimilate în ramura silvică, pentru a putea evalua performanțele activității acestui sector. Ca parte a eficienței economice, eficiența de producție implică cel mai mic cost posibil, pe unitate de produs.

Evaluarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice, ca principali furnizori de servicii și bunuri forestiere, prezintă interes pentru factorii de decizie ai politicilor din domeniu, fiind legată de creșterea bunăstării socioeconomice a populației. Rezultatele activității entităților silvice sunt o măsură directă a beneficiului înregistrat la nivelul stării economice și de sănătate a populației. Eficiența sectorului silvic este frecvent apreciată, din punct de vedere economic, pe baza indicatorilor financiari, dar și prin indicatorii silvo-tehnici precum consistență, diametru, înălțime, vârstă, volum, compoziție, vânat, posibilitate, suprafață etc. O calitate slabă a pădurii afectează eficiența întreprinderilor silvice. Orice entitate silvică obține performanțe ridicate dacă, folosind resursele existente, produce cantitatea maxim realizabilă de servicii și produse forestiere (eficiență tehnică), care îndeplinesc standardele minime de calitate. Atingerea unui nivel ridicat de performanță este condiționată de utilizarea eficientă a tuturor resurselor financiare și nefinanciare gestionate de întreprindere. Indicatorii financiari din rapoartele contabile sunt cei mai frecvent utilizați pentru evaluarea eficienței agenților economici [51], astfel de indicatori s-a folosit și în cercetarea de față, pentru determinarea eficienței întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova. Cele mai recente recenzii ale literaturii de specialitate evidențiază faptul că metodele de estimare a frontierei posibilităților de producție (DEA) este cea mai avansată metodă neparametrică [52]. Printre avantajele folosirii metodei DEA este că nu impune folosirea de informații privind prețurile și că poate acomoda într-un singur model multiple inputuri și outputuri fără a impune specificarea relației dintre acestea [53], această constatare se observă și în prezenta lucrare unde s-a folosit indicatori financiari și nefinanciari. Și nu în ultimul rând o cercetare științifică similară a fost efectuată pentru Rezervațiile Științifice din Republica Moldova [11].

4. CONCLUZII

1. Lucrarea reprezintă o cercetare a nivelului de eficiență al întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova, luând în calcul o serie de indicatori multipli de tip input și output.
2. Eficiența întreprinderilor silvo-cinegetice a fost evaluată pentru perioada 2021-2023 utilizând metoda neparametrică DEA.
3. Tema cercetării prezentate se află în atenția oamenilor de știință la nivel mondial cât și a unor cercetători autohtoni.
4. Analiza efectuată poate servi ca punct de reper în identificarea problemelor ce determină ineficiență la nivelul întreprinderilor cercetate și în stabilirea unor soluții care să asigure creșterea eficienței.
5. Pe baza studiului efectuat s-a realizat un clasament, astfel cea mai eficientă întreprindere silvo-cinegetică din Republica Moldova este ÎSC Strășeni, urmată de ÎSC Sil-Răzeni. Pe de altă parte cea mai puțin eficientă este întreprinderea silvo-cinegetică Cimișlia.
6. S-a stabilit și prezentat legăturile statistice eficiente și neeficiente cu variabilele contextuale.
7. Evaluarea întreprinderilor silvice naționale devine astfel o necesitate, cu atât mai mult cu cât asemenea demersuri au fost realizate la scară mică.
8. Contribuția pe care o aduce această cercetare este adresată managementului întreprinderilor silvo-cinegetice din Republica Moldova prin abordarea acestui subiect pentru prima dată, în literatura științifică națională, aplicând o metodă neparametrică avansată.
9. Concluzia finală a acestei cercetări științifice este că în prezent sectorul silvic din Republica Moldova nu se regăsește printre sectoarele cheie ale economiei naționale și prezintă necesitatea de revizuire și adaptare permanentă la schimbările pieței.
10. O posibilă extindere a studiului prezentat în acest articol poate reprezenta o analiză comparativă la nivelul celor 16 întreprinderi de stat pentru silvicultură din Republica Moldova.

FINANȚARE

Acest studiu a fost realizat în cadrul programului instituțional: Dezvoltarea și implementarea bunelor practici pentru agricultura durabilă și reziliența la schimbările climatice (GREEN) nr: 020407, subprogramul 02.11.01. Instituția executoare-Universitatea Tehnică a Moldovei.

MULȚUMIRI

În memoria D-lui Anatol Racul dr., conf. univ. Universitatea Tehnică a Moldovei pentru acceptul și colaborarea în realizarea cercetării întreprinse.

CONFLICT DE INTERESE

Autorul nu declară niciun conflict de interese.

ANEXE

Anexa 1. Indicatorii utilizați în determinarea eficienței tehnice

Denumirea ratelor		Metoda de calcul
Nr.	Indicatori financiari	
Rata rentabilității		
X ₁	Rata rentabilității financiare (capital propriu)	= (profit net/capital propriu)*100 (%)
X ₂	Rata rentabilității comerciale	= (profit net/venituri din vânzări)*100 (%)
X ₃	Rata rentabilității activelor totale	= (profit global/total active)*100 (%)
X ₄	Rata lichidității curente	= active circulante/datorii curente
X ₅	Creșterea vânzărilor	= venituri din vânzări anul curent/venituri din vânzări anul precedent
X ₆	Creșterea activelor	= total active anul curent/total active anul precedent
Rata activelor imobilizate		
X ₇	Rata activelor imobilizate	= (active mobilizate/total active)*100 (%)
X ₈	Rata imobilizărilor necorporale	= (imobilizări necorporale/total activ)*100 (%)
X ₉	Rata imobilizărilor corporale	= (imobilizări corporale/total active)*100 (%)
Rata activelor circulante		
X ₁₀	Rata activelor circulante	= (active circulante/total active)*100 (%)
X ₁₁	Rata stocurilor	= (stocuri/total active)*100 (%)
Rata de îndatorare		
X ₁₂	Rata stabilității financiare	=((capital permanent(capital propriu + datorii pe termen lung și mediu)/total pasiv) (%)
X ₁₃	Rata datoriilor pe termen scurt	= (datorii pe termen scurt/total pasive)*100 (%)
X ₁₄	Rata autonomiei globale	= (capital propriu/total active)*100 (%)
X ₁₅	Rata datoriilor totale	= (datorii totale/total pasive)*100 (%)
X ₁₆	Rata solvabilității generale	= active totale/datorii curente
X ₁₇	Rata autonomiei financiare la termen	= (capital propriu/capital permanent (capital propriu + datorii pe termen lung)
Fondul de rulment		
X ₁₈	Fondul de rulment permanent	= (capital propriu + datorii financiare pe termen lung)-active imobilizate (lei)
X ₁₉	Fondul de rulment propriu	= capital propriu-active imobilizate (lei)
X ₂₀	Fondul de rulment	= active circulante-datorii pe termen scurt (lei)
X ₂₁	Necesarul de fond de rulment	= (stocuri + creanțe)-datorii curente (lei)
X ₂₂	Trezoreria netă	= fondul de rulment-necesarul de fond de rulment (lei)
X ₂₃	Situația netă	= total activ-datorii active (lei)
X ₂₄	Lichiditatea curentă	= active curente(circulante)/datorii curente
X ₂₅	Lichiditatea imediată	= (active curente-stocuri)/datorii curente
X ₂₆	Viteza de rotație a activelor imobilizate	= cifra de afacere/active imobilizate
X ₂₇	Viteza de rotație a activelor totale	= cifra de afaceri/total active
X ₂₈	Rata marjei comerciale brute	= (profit brut/cifra de afaceri)*100
X ₂₉	Rata rentabilității economice	= (profit brut/active totale)*100

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

Denumirea ratelor		Metoda de calcul
Nr.	Indicatori financiari	
X ₃₀	Multiplicatorul capitalului propriu (Levier)	= total activ/capital propriu
Indicatori ai lichidității		
X ₃₁	Rata lichidității curente	= active curente/datorii curente
X ₃₂	Perioada medie de încasare a creanțelor	= creanțe/vânzări zilnice
X ₃₃	Vânzări medii zilnice	= vânzări/365
X ₃₄	Număr zile stoc	= stocuri/vânzări medii zilnice
Indicatori silvo-tehnici (nefinanciari)		
A.	1. Numărul mediu al personalului; 2. Suprafața totală a fondului forestier (ha); 3. Păduri și terenuri pentru care se reglementează recoltarea de produse principale (ha); 4. Păduri și terenuri pentru care nu se reglementează recoltarea de produse principale (ha); 5. Poieni sau goluri destinate împăduririi (ha); 6. Pepiniere (ha); 7. Terenuri care servesc nevoilor de producție silvică (ha); 8. Terenuri care servesc nevoilor de administrare forestieră (ha); 9. Terenuri neproductive (ha); 10. Terenuri transmise temporar în folosință (ha); 11. Ocupații și litigii; 12. Enclave (ha); 13. Densitatea rețelelor de drumuri (m/ha); 14. Proporția cvercinee (%); 15. Clasa de producție medie; 16. Vârsta medie (ani); 17. Volum lemnos, (m ³ /ha); 18. Indici de creștere curentă m ³ /an/ha; 19. Posibilitatea anuală de produse principale (m ³ /an); 20. Posibilitatea anuală de produse secundare (m ³ /an); 21. Lucrări de împădurire (ha); 22. Numărul trupurilor de pădure; 23. Numărul de parcele; 24. Numărul de subparcele; 25. Numărul de borne; 26. Numărul de sectoare maiștri; 27. Numărul de cantoane silvice; 28. Numărul de contravenții silvice; 29. Numărul de mistreți recoltați; 30. Fructe și pomușoare colectate (tone); 31. Plante medicinale colectate (tone); 32. Cantitatea de semințe recoltate (kg); 33. Pomi de crăciun (bucăți); 34. Expoziția însorită (%); 35. Expoziția parțial însorită (%); 36. Expoziția umbră (%); 37. Ape (ha); 38. Numărul mediu de cerbi; 39. Numărul mediu de căpriori; 40. Numărul mediu de mistreți; 41. Numărul mediu de iepuri; 42. Numărul mediu de bursuci; 43. Numărul mediu de fazani; 44. Numărul mediu de vulpi; 45. Numărul licențelor eliberate pentru vânatoare	

EXTENDED ABSTRACT

Title in English: Analysis of efficiency of forestry-cinegetic enterprises in the Republic of Moldova

Introduction: The Moldosilva Agency is subordinated to 3 forestry-cinegetic entities (Cimislia, Sil-Razeni and Strasenii) which according to the status of the main types of activity are: forestry, logging, collection of non-wood forest products from spontaneous flora, hunting and other forestry/service related activities. Efficiency is an interesting subject demonstrated by the added value that brings it to an institution's strategy on the use of its goods. In recent times, several efficiency measurement applications have emerged, including DEA (Data Development Analysis) which has been used in a variety of fields due to its ability and performance to handle multiple inputs and outputs. The DEA model uses a set of non-parametric linear programming techniques to estimate the efficiency of the analysed institutions. It is a non-parametric method for determining efficiency scores at the increasingly popular and widely used decision unit level. The current paper is an elaboration on the non-parametric technique of DEA applied in order to evaluate the technical efficiency of the forestry-cinegetic enterprises from the Republic of Moldova. A number of numerical variables from the financial and forestry-technical reports from the general studies in force of the forestry-cinegetic enterprises of the Republic of Moldova are used. This research makes contributions at both theoretical and practical levels, with the results being useful for practitioners and academic researchers.

Materials and Methods: Based on the raw data from the economic-financial reports of the researched forestry-cinegetic enterprises, 34 financial indicators and 45 non-financial (forest-technical) indicators selected from the general studies were calculated. Taking into account that the economic variables are in large numbers ($n=34$) and the contribution of the factors is limited, the method of the main components for evaluating the eigenvectors for the compressed data matrix was applied. Where Y -is the resultant factor of the efficiency of forestry-cinegetic enterprises, and exogenous factors (X_1 - X_4) represent the causal influence of the results obtained in their economic activity. The principle of this method is to extract the smallest number of components that will recover as much of the total information contained in the original data as possible. Decision units are classified into three categories: with maximum efficiency (effectiveness score 1); with average efficiency (efficiency score greater than 0,5) and low efficiency (efficiency score less than 0,5). Calculation of the Malmquist index involves solving a number of $(3 \times T - 2) \times n$ problems, where T represents the number of time periods, and n expresses the number of forestry-cinegetic enterprises. In the case of empirical application, the database contains 3 enterprises and 3 time periods, so there will be solved $(3 \times 3 - 2) \times 3 = 21$ linear programming problems.

Results and Discussions: The transformations faced by Moldovan forestry-cinegetic enterprises from one period to another are analysed. Thus, the highest value of technical efficiency increase was recorded at Sil-Razeni ISC in 2022 compared to 2021. Analysing the data, we can synthesize that only Cimislia ISC was productive, fact revealed by the superunitary efficiency index. For the rest of the companies, the index is unitary, denoting a constant productivity. A high technical efficiency was recorded by ISC Straseneni and ISC Sil-Razeni, less efficient was the Cimislia ISC. A very strong statistical correlation has been established between the technical efficiency of the forestry-cinegetic enterprises with the following factors: density of road networks; areas intended for afforestation; water surface; forest nursery area; average number of foxes; area of non-productive land; number of plots; partially sunny exhibition; number of forest bodies; number of wild boars harvested; number of licenses issued for hunting and other forest indicators.

Conclusions: The paper is research of the efficiency level of forestry-cinegetic enterprises in the Republic of Moldova, taking into account a series of multiple input and output indicators. The efficiency of forestry-cinegetic enterprises was assessed for the period 2021-2023 using the non-parametric DEA method. The topic of the research presented is in the attention of scientists worldwide and some national researchers. The analysis carried out can serve as a milestone in identifying the problems that lead to inefficiencies at the level of the researched companies and in establishing solutions that ensure efficiency gains. Based on the study, a ranking was made, thus the most efficient forestry-cinegetic enterprise in the Republic of Moldova is the Straseneni ISC, followed by the Sil-Razeni ISC. On the other hand, the least efficient is the Cimislia forestry-cinegetic enterprise. Established and presented effective and inefficient statistical links with contextual variables. The evaluation of national forestry enterprises thus becomes a necessity, especially as such steps have been carried out on a small scale. The contribution that this research brings is addressed to the management of forestry-cinegetic enterprises in the Republic of Moldova by addressing this topic for the first time in the national scientific literature, applying an advanced non-parametric method. The final conclusion of this scientific research is that currently the forestry sector in the Republic of Moldova is not among the key sectors of the national economy and presents the need for constant review and adaptation to market changes. A possible extension of the study presented in this article may represent a comparative analysis at the level of the 16 state enterprises for forestry in the Republic of Moldova.

Keywords: efficiency, cinegetic, DEA, enterprise, forest

REFERINȚE

1. Ordinul Agenției Moldsilva nr. 141 din 03.07.2024 cu privire la organigrama Agenției Moldsilva.
2. Monchuk D., Chen, Z., Bonaparte, Y., 2010: Explaining production inefficiency in China's agriculture using data envelopment analysis and semi-parametric bootstrapping. *China Economic Review*, 21, 346-354.
3. Banker R., Charnes A., Cooper W., 1984: Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
4. Morrison C., Nehring R., Banker D., Somwaru A., 2004: Scale Economies and efficiency in U.S. agriculture: are traditional farms history? *Journal of Productivity Analysis*, 22, 185-205.
5. Zhu X., Lansink A., 2010: Impact of CAP subsidies on technical efficiency of crop farms in Germany, the Netherlands and Sweden. *Journal of Agricultural Economics*, 61(3), 545-564.
6. Farrell M., 1957: The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120 (III), 253-281.
7. Porcelli F., 2009: Measurement of technical efficiency: a brief survey on parametric and non-parametric techniques. *University of Warwick*, 1-27.
8. Woo C., Chung Y., Chun D., Seo H., Hong S., 2015: The static and dynamic environmental efficiency of renewable energy: a malmquist index analysis of OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 367-376.
9. Scheel H., 2001: Undesirable outputs in efficiency valuations. *European Journal of Operational Research*, 132, 400-410.
10. Fallahi A., Ebrahimi R., Ghaderi S., 2011: Measuring efficiency and productivity change in power electric generation management companies by using data envelopment analysis: a case study. *Energy*, vol. 36, 6398-6405.
11. Novac G., Racul A., 2023: Utilizarea metodei neparametrice DEA pentru evaluarea performanței rezervațiilor științifice din Republica Moldova. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, XXVIII (52), 10-20.
12. Novac G., 2021: Economia produselor forestiere nelemnoase din Republica Moldova. Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, 1-317.
13. Novac G., Bouriaud L., Drăgoi M., Racul A., 2021: Evaluarea performanței culegătorilor de produse forestiere nelemnoase din Republica Moldova prin intermediul metodei neparametrice de analiză a frontierei posibilităților de producție (DEA). *Bucovina Forestieră*, 21(1), 57-72.
14. Zadmirzaei M., Mohammadi Limaei S., Olsson L., Amirteimoori A., 2016: Measuring the performance and returns to scale of forest management plans using data envelopment analysis approach. *Caspian Journal Environmental Sciences*, 14, 155-164.
15. Boosari M., Limaei M., Amirteimoori A., 2015: Performance evaluation of forest management plans (Case study: Iranian Caspian forests). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 13(4), 373-382.
16. Limaei S., 2013: Efficiency of Iranian forest industry based on DEA models. *Journal of Forestry Research*, 24(4), 759-765.
17. Korkmaz M., 2011: Measuring the productive efficiency of forest enterprises in Mediterranean region of Turkey using data envelopment analysis. *African Journal of Agricultural Research*, 6(19), 4522-4532.
18. Dragoi M., Duduman G., Marinescu B., 2010: Assessing the efficiency of monitoring the environment quality-case study on preventing illegal cuttings. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 14(2), 71-78.
19. Sporic M., Martinic I., Landekic M., Lovric M., 2009: Measuring efficiency of organizational units in forestry by nonparametric model. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 30(1), 1-13.
20. Lupăștean D., Drăgoi M., 2006: Aspecte metodologice privind evaluarea eficacității alocării resurselor în lucrările de combaterea a gândacilor de scoarță din arborete afectate de doborâturi de vânt. *Analele ICAS*, 49(1), 133-140.

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

21. Salehirad N., Sowlati T., 2007: Dynamic efficiency analysis of primary wood producers in British Columbia. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(1), 1179-1188.
22. Drăgoi M., 2004: Asupra eficienței gospodăririi multifuncționale a pădurilor. *Analele Universității Ștefan cel Mare din Suceava*, 6(2), 81-88.
23. Hof J., Flather C., Baltic T., King R., 2004. Forest and rangeland ecosystem condition indicators: identifying national areas of opportunity using Data Envelopment Analysis. *Forest Science*, 50 (4), 473-494.
24. Joro T., Viitala E., 1999: The efficiency of public forestry organizations: a comparison of different weight restriction approaches. *International Institute for Applied Systems Analysis*, 1-19.
25. Viitala E., Hanninen H., 1998: Measuring the efficiency of public forestry organizations. *Forest Science*, 44(2), 298-307.
26. Kao C., Yang Y., 1991: Measuring the efficiency of forest management. *Forest Science*, 37(5), 1239-1252.
27. Yan H., Wei Q., 2002: DEA models for resource reallocation and production input/output estimation. *European Journal of Operation Research*, 136(1), 19-31.
28. Thanassoulis E., 2001: Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis, a foundation text with integrated software. *Kluwer Academic publishers, Massachusetts*, (2001), 19-23.
29. Liță I., 2018: Tehnici de măsurare a eficienței cu aplicații în economie. Academia de Studii Economice, București, 1-200.
30. Dispoziția nr. 702 din 1966 a Sovietului Miniștrilor al RSS Moldovenești privind organizarea întreprinderii silvice Cimișlia.
31. Hotărârea Parlamentului Republicii Moldova nr. 1442-XIII din 24.12.1997 privind Concepția de dezvoltare a gospodăriei cinegetice naționale.
32. Ordinul nr. 124 din 01.06.1999 al Agenției Moldsilva cu Privire la reorganizarea structurii organizațional-teritoriale a subdiviziunilor silvice din ASS Moldsilva.
33. Ordinul nr. 148 din 07.07.1999 al Agenției Moldsilva Privind modificarea parțială a Ordinului nr.124 din 01.06.1999.
34. Hotărârea Consiliului de Miniștri al RSSM din 15 februarie 1960 cu privire la constituirea Gospodăriei Silvice Strășeni.
35. Ordinul Consiliului de Miniștri nr. 401 din 13 decembrie 1960 privind organizarea întreprinderii silvice Strășeni.
36. Certificat de înregistrare seria PC nr. 5396 din 21 iulie 2016 eliberat de Agenția de Stat pentru Proprietate Intelectuală a Republicii Moldova.
37. Nedelcu A. 2017: Efectele rotației capitalului asupra performanței financiare a întreprinderilor industriale. Teză de doctor. Academia de Studii Economice a Moldovei, Chișinău, 1-219.
38. Anghelache C., Manole A., Anghel M., 2015: Selecția entităților-o abordare business intelligence. *Revista Română de Statistică-Supliment*, 7, 3-12.
39. Ciobănașu M., 2011: Analiza situațiilor financiare. Disponibil online la <http://www.oekonomica.uab.ro/upload/lucrari/820062/14.pdf> (accesat 30.05.2025).
40. Crucerescu C., 2011: Metodologia elaborării și utilizarea modelului Du Pont în scopul diagnosticării eficienței afacerii. *Meridian Ingineresc*, 3, 56-61.
41. Dumbravă M., 2010: Model de analiză a performanței firmei. *Economie teoretică și aplicată*, XVII, 8(549), 105-119.
42. Golany B., Roll Y., 1989: An application procedure for DEA. *Omega*, 17, 237-250.
43. Giannelloni J., Vernet E., 2001: Etudes de marche, 5^e edition. Vuibert, Paris, France, 664 p, ISBN: 978-2-311-40525-5.
44. Kao C., Chang P., Hwang S., 1993: Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of forest management. *Journal of Environmental Management*, 38(1), 73-83.
45. Bulgaru O., 2018: Aplicații statistice în cercetarea sociologică. Suport de curs. CEP USM, Chișinău, RM, 150 p, ISBN 978-9975-142-17-5.

Novac: Analiza eficienței silvo-cinegetice ...

46. Koopmans T., 1951: Analysis of production as an efficient combination of activities. Activity analysis of production and allocation. *John Wiley, New York*, 33-97.
47. Debreu G., 1951: The coefficient of resource utilization. *Econometrics*, 19(3), 273-292.
48. Farrell M., 1957: The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
49. Roman M., Suciuc C., 2012: Analiza eficienței activității de cercetare dezvoltare prin metoda DEA. *Studii și cercetări de calcul economic și cibernetică economică*, 46(1), 5-18.
50. Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., 1994: Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries. *The american economic review*, 84(1), 66-83.
51. Liță I., 2018: Tehnici de măsurare a eficienței cu aplicații în economie. Academia de Studii Economice, București, 1-200.
52. Kohl S., Schoenfelder J., Fugener A., Brunner J., 2018: The use of Data Envelopment Analysis (DEA) in healthcare with a focus on hospitals. *Health Care Management Science*, 22(2), 245-286.
53. Caunic R., 2023: Evaluarea statistică a eficienței spitalelor. Universitatea Alexandru Ioan Cuza, Iași, 1-35.



Informații

ÎNTÂLNIREA CONSORȚIULUI PROIECTULUI SMALL4GOOD ÎN BRAȘOV, ROMÂNIA

Stelian Alexandru Borz^a

^a Departamentul de Exploatare forestiere, amenajarea pădurilor și măsurători terestre, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea "Transilvania" din Brașov, Str. Șirul Beethoven nr. 1, Brașov 500123, România

Proiectul Small4Good (mai multe informații disponibile la: <https://small4good.eu>), finanțat de UE, își propune să ajute micii proprietari de păduri să implementeze modele multifuncționale de management și afaceri, susținute de soluții digitale, bazate pe inteligența artificială. Proiectul promovează biodiversitatea ecosistemelor forestiere și capitalizarea carbonului prin scheme de plată pentru serviciile ecosistemice, implicând micii proprietari de păduri în gestionarea activă a pădurilor. Abordarea Small4Good implică înțelegerea motivațiilor micilor proprietari de păduri și dezvoltarea de modele de afaceri și management printr-o abordare de tip „Living lab” cu mai mulți actori în întreaga Europă, promovând prototiparea rapidă și implementând căi realiste, adaptate local, către multifuncționalitate. Această abordare poate plasa micii proprietari de pădure pe calea către o gestionare sustenabilă și multifuncțională, ca bază pentru o tranziție echitabilă și incluzivă către bioeconomie.

Brașovul a găzduit întâlnirea consorțiului Small4Good între 20 și 22 mai 2025, reunind parteneri de proiect, cercetători, practicieni silvici și reprezentanți ai părților interesate pentru a promova obiectivele inițiativei Small4Good, și anume, dezvoltarea unor abordări multifuncționale de gestionare a pădurilor adaptate proprietății forestiere la scară mică, cu contribuții la biodiversitate, reziliență climatică și dezvoltare rurală sustenabilă.

Întâlnirea a început cu o excursie de o zi în proximitatea Brașovului (Living Lab East, Figurile 1 - 5), concepută pentru a oferi participanților o expunere directă la diversele tipuri de servicii ecosistemice forestiere relevante pentru micii proprietari de păduri. Fiecare oprire tematică a oferit o perspectivă asupra contextelor locale de management, modelelor de implicare a părților interesate și furnizării practice a serviciilor ecosistemice în diferite condiții de proprietate și presiune asupra utilizării terenurilor. Brașovul, situat la poalele Munților Carpați și înconjurat de vaste zone forestiere, a servit drept cadru ideal pentru a contextualiza rolul multifuncțional al pădurilor din România. Legăturile istorice ale orașului cu silvicultura și apropierea sa de siturile Natura 2000 au subliniat relevanța sa ca regiune gazdă. La Mestecănișul de la Reci (Figurile 1-2), participanții au examinat provocările gestionării pădurilor riverane protejate aflate în proprietate privată fragmentată. În această zonă, activitățile de gestionare vor trebui să se concentreze pe restaurarea ecologică și controlul speciilor invazive. Discuțiile au subliniat dificultățile întâmpinate

* Autor corespondent. e-mail: stelian.borz@unitbv.ro

Borz: Întâlnirea consorțiului proiectului Small4Good ...

de micii proprietari de păduri cum ar fi capacitatea tehnică limitată, complexitatea administrativă și stimulentele financiare insuficiente atunci când gestionează zone ecologice de mare valoare.



Figura 1. Vizită pe teren - demonstrarea serviciilor ecosistemice forestiere în practică. Sursa: Candrea Bogdan



Figura 2. Vizită în pădurile din zona Mestecănișului de la Reci. Sursa: Niță Mihai Daniel

Borz: Întâlnirea consorțiului proiectului Small4Good ...

Vizita la unitatea de producție HS Timber Production din Reci (Figura 3) a evidențiat funcția de aprovizionare a pădurilor și rolul actorilor industriali în dezvoltarea regională. Fabrica de la Reci, printre cele mai avansate din punct de vedere tehnologic din țară, integrează prelucrarea lemnului cu producția de peleți și de energie. Participanții au explorat potențialul de stabilire a unor lanțuri valorice incluzive care să asigure o implicare echitabilă a micilor proprietari de păduri ca furnizori.



Figura 3. Discuții la fabrica HS Timber Production din Reci. Sursa: Niță Mihai Daniel

La Asociația de proprietari „Cetățuia” din Teliu (Figura 4), participanții au explorat guvernanta resurselor forestiere comune ale peste 400 de proprietari individuali. Prezentările au abordat constrângerile cu care se confruntă exploatarea lemnului, accesul la piață și procesul de retrocedare. Discuția a subliniat importanța modelelor de colaborare și a consolidării capacităților pentru participarea eficientă a micilor fermieri la silvicultura multifuncțională.



Figura 4. Vizita la Teliu pentru prezentarea unor modele de gestionare și proprietate a micilor proprietari de pădure. Sursa: Candrea Bogdan

Borz: Întâlnirea consorțiului proiectului Small4Good ...

Ultima oprire a inclus o excursie ghidată și o demonstrație practică cu ajutorul unui marteloscop, un instrument de instruire folosit pentru a evalua arborii habitat și pentru a sprijini deciziile de gestionare sensibile la biodiversitate (Figura 5). Vizita a facilitat reflecția asupra integrării criteriilor ecologice în planificarea silvică, subliniind necesitatea conservării caracteristicilor habitatului care sunt adesea subevaluate din punct de vedere economic, dar esențiale pentru biodiversitate.



Figura 5. Pădurea Dealului Lempes – excursie ghidată pentru a explica serviciile ecosistemice suport și culturale. Sursa: Niță Mihai Daniel

Întâlnirea consorțiului a continuat pe parcursul următoarelor două zile la sediul Rectoratului Universității Transilvania din Brașov (Figura 6), oferind un cadru structurat pentru analiza progresului proiectului și discutarea priorităților de implementare. Printre elementele cheie ale agendei s-au numărat:

- Prezentare generală a proiectului și raportarea de etapă. Echipa de coordonare a prezentat o actualizare cuprinzătoare a progresului administrativ, financiar și tehnic, cu reflecții asupra provocărilor întâmpinate și a lecțiilor învățate în primele faze ale proiectului;
- Prezentări și schimburi de experiențe în cadrul Living Lab-urilor. Fiecare coordonator de Living Lab a împărtășit activități recente, evidențiind strategiile de implicare cu proprietarii de păduri și dezvoltarea în comun a unor modele inovatoare de afaceri și management. Comparațiile între Living Lab-uri au permis învățarea reciprocă și rafinarea metodologiilor;
- Sesiuni ale grupurilor de lucru (WP2 - WP5). Consorțiul s-a împărțit în discuții pe pachete de lucru specifice pentru a aprofunda activitatea tehnică: WP2 - Instrumente pentru evaluarea și cartografierea serviciilor ecosistemice forestiere, WP3 - Modele de afaceri adaptate micilor

Borz: Întâlnirea consorțiului proiectului Small4Good ...

proprietari de păduri și condițiilor locale, WP4 - Cadre de monitorizare care încorporează teledetecția și datele de teren, WP5 - Recomandări de politici și căi de implementare;

- Planificarea diseminării și exploatării rezultatelor. Sesiunea DEC (Diseminare, Exploatare, Comunicare) s-a concentrat pe îmbunătățirea vizibilității și a adoptării proiectului, inclusiv pregătirea materialelor de informare, a mecanismelor de dialog cu părțile interesate și a strategiilor de exploatare a rezultatelor pe termen lung;
- Adunarea Generală și sesiuni paralele. Sesiunile finale ale întâlnirii au abordat aspecte de guvernanță și au promovat integrarea pachetelor de lucru, punând un accent deosebit pe coordonarea rezultatelor tehnice, alinierea eforturilor de comunicare și planificarea etapelor viitoare ale proiectului.

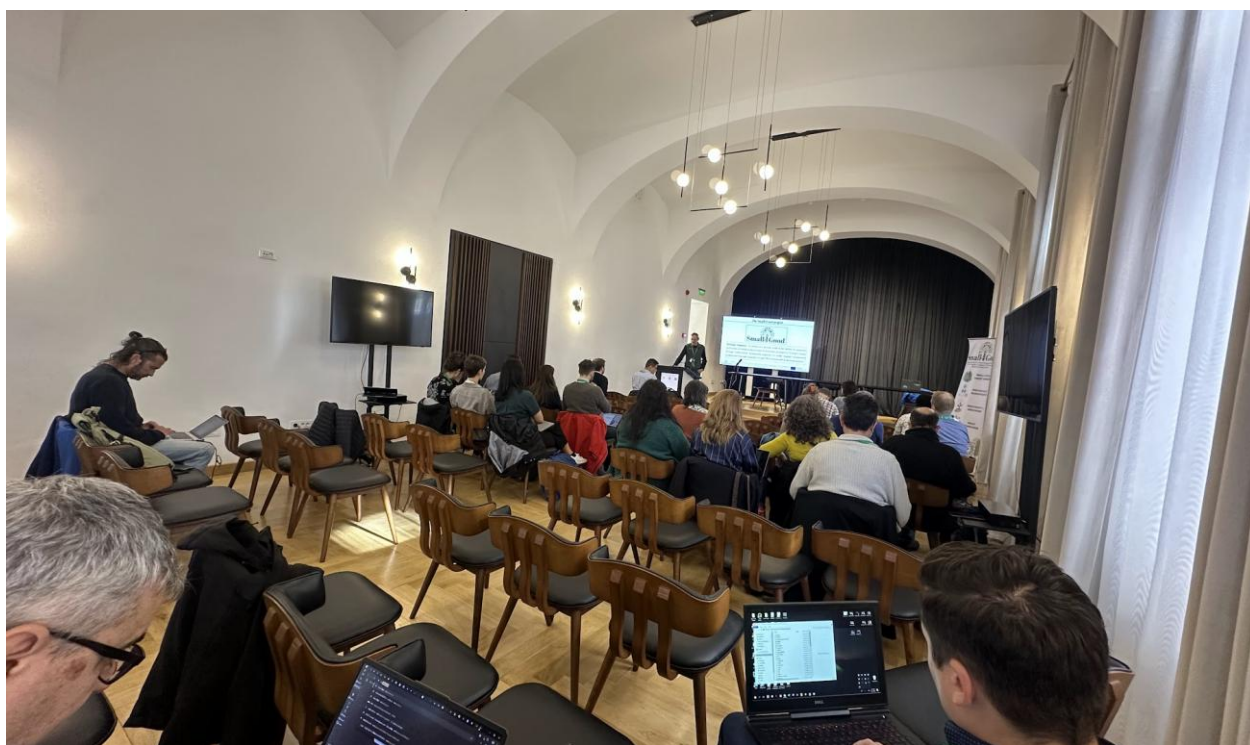


Figura 6. Prezentări și discuții în consorțiul proiectului. Sursa: Candrea Bogdan

În numele echipei de proiect a Universității Transilvania din Brașov și în numele partenerilor proiectului din România – Asociația Proprietarilor de Păduri din Romania- APPR, S.C. Forest Design S.R.L. și Regia Națională a Pădurilor – R.N.P. Romsilva, autorul.



Recenzie

Sébastien Lahaye, Domingos Xavier Viegas, Luis Mario Ribeiro, Miguel Almeida, Tiago Rodrigues, Antonio Jorge Ferreira, Ana Isabel Miranda, Diogo Lopes, Tobias Osswald, Johan Sjöström, Rick McRae, Kiki Yunianti, Fanny Verhilac, 2024. MANUAL CU INSTRUCȚIUNI PENTRU POMPIERI PENTRU A FACE FAȚĂ INCENDIILOR EXTREME, INCENDIILOR ÎN ZONA DE INTERFAȚĂ NATURAL – CONSTRUIT ȘI INCENDIILOR LA LATITUDINI/ALTITUDINI MARI (Livrabil D2.6, Proiect H2020 FirEURisk), 93 p.

Adrian Lorent^a, Marius Petrila^{a*}, Bogdan Apostol^a, Florin Capalb^{a,b}, Claudiu-Ionuț Bibarț^c, Ion Burlui^d

^a Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", B-dul Eroilor nr. 128, Voluntari 077190, România

^b Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea "Transilvania" din Brașov, Str. Șirul Beethoven nr. 1, Brașov 500123, România

^c Inspectoratul pentru Situații de Urgență "Iancu de Hunedoara" al județului Hunedoara, Str. George Coșbuc nr. 26, Hunedoara 330012, România

^d Facultatea de Drept și Științe Administrative, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava, Str. Universității nr. 13, Suceava 720229, România



FIREURISK - DEZVOLTAREA UNEI STRATEGII
HOLISTICE, ADAPTATĂ RISCURILOR, PENTRU
MANAGEMENTUL INCENDIILOR DE PĂDURE ÎN
EUROPA

Numărul acordului de finanțare:	101003890
Identificator apel:	H2020-LC-CL-A-2018-2019-2020
Subiect:	LC-CL-A-15-2020 Reducerea riscului de incendii forestiere: către o abordare integrată a managementului incendiilor în UE
Instrument:	RIA

D2.6 Manual cu instrucțiuni pentru pompieri pentru a face
față incendiilor extreme, incendiilor în zona de interfață
natural - construit și incendiilor la latitudini/altitudini mari

Identificator livrabil:	D2.6
Data scadenței de livrare:	30.03.2024
Data trimiterii livrabilului:	29/05/2024
Versione livrabil:	final
Partener principal:	SAFE
Autori:	Sébastien Lahaye, Domingos Xavier Viegas, Luis Mario Ribeiro, Miguel Almeida, Tiago Rodrigues, Antonio Jorge Ferreira, Ana Isabel Miranda, Diogo Lopes, Tobias Osswald, Johan Sjöström, Rick McRae, Kiki Yunianti, Fanny Verhilac
Pachet de lucru:	WP2
Task:	Task 2.3
Nivel de difuzare:	☒ PU Public CO: confidențial, numai pentru membrii consorțiului (inclusiv serviciile Comisiei)

Incendiile de vegetație și, în special, cele de pădure, constituie în prezent una dintre cele mai complexe provocări pentru Europa, într-un context de schimbări climatice accelerate și presiune umană în creștere asupra ecosistemelor naturale. Dacă în sudul continentului incendiile de mare amploare sunt de decenii o realitate recurentă, în Europa Centrală și de Est fenomenul este mai recent, însă tendințele climatice confirmă extinderea geografică și intensificarea acestuia. România, deși nu a cunoscut până în prezent episoade comparabile cu cele din țările mediteraneene, a traversat în anul 2022 cel mai sever an din ultimele șapte decenii, cu un număr record de incendii de vegetație și suprafețe afectate.

* Autor corespondent. e-mail: marius.petrila@icas.ro

Manualul FirEUriSk răspunde unei nevoi reale de standardizare și de sprijin operațional. În Europa, agențiile responsabile de gestionarea incendiilor funcționează într-un cadru fragmentat și diversificat: serviciile forestiere și de pompieri, la nivel național sau regional, își organizează resursele conform propriilor proceduri, care diferă semnificativ în funcție de experiența locală, de resursele disponibile, de politicile publice care impun și de nivelul de reglementare. Această diversitate se traduce prin niveluri inegale de pregătire și prin lipsa unor linii directoare unitare. În același timp, în plan științific, numeroase echipe de cercetare dezvoltă instrumente și modele pentru a înțelege comportamentul incendiilor de vegetație și pentru a îmbunătăți managementul acestui tip de risc. Proiectul FirEUriSk are meritul de a aduce împreună aceste două dimensiuni – cercetarea avansată în domeniu și experiența practică a respondenților – și de a crea o punte între cunoașterea științifică și aplicarea ei operațională.

Manualul pe care îl supunem atenției cititorilor reprezintă Livrabilul D2.6 elaborat în cadrul *Work Package 2 – Risk reduction to improve protection*, al proiectului H2020 FirEUriSk, în cadrul *Task 2.3 – Improve response to reduce risk of high-impact fires*. Documentul a fost realizat de un colectiv format din 13 cercetători de renume internațional, cu expertiză complementară în domeniul incendiilor de vegetație. Coordonatorul manualului a fost domnul Sébastien Lahaye, actualmente cercetător științific în cadrul SAFE Cluster (Franța), specialist cu o experiență de peste două decenii ca ofițer pompier în Franța, implicat în conducerea operațională pe marile incendii, în dezvoltarea de rețele de analiști ai focului și de programe de instruire. În echipa de lucru s-a aflat și profesorul Domingos Xavier Viegas directorul Centrului pentru Studii privind Incendiile de Pădure – ADAI (Portugalia), coordonatorul proiectului FirEUriSk, personalitate de referință în domeniul cercetării incendiilor de vegetație, cu o vastă experiență în studiul comportamentului extrem al incendiilor și recunoscut prin contribuțiile sale originale la înțelegerea fenomenului și la îmbunătățirea siguranței personalului de intervenție.

Traducerea manualului în limba română a fost realizată de un grup de experți ai INCDS „Marin Drăcea”, cu sprijinul a doi ofițeri pompieri care au asigurat coerența și acuratețea terminologiei utilizate în România, înlesnind astfel utilizarea documentului de către forțele operative din teren.

Scopul manualului este de a reuni un set de concepte fundamentale și de linii directoare care ar putea să facă parte din programa de instruire a pompierilor și a altor agenții implicate în gestionarea incendiilor de vegetație. Accentul este pus pe incendiile cu comportament extrem și pe cele din zone de interfață natural-construit, care reprezintă cele mai periculoase și mai imprevizibile scenarii. Manualul urmărește să ofere nu doar informații tehnice, ci și o mai bună înțelegere a riscurilor, contribuind astfel la conștientizarea necesității creșterii siguranței personalului și implicit la reducerea pierderilor de vieți omenești deoarece incendiile extreme de vegetație sunt caracterizate de temperaturi foarte ridicate, flăcări intense, focare multiple și un comportament instabil, greu de anticipat, în condițiile în care intervențiile în zona de interfață natural-construit (eng. *Wildland–Urban Interface*, WUI) adaugă dificultăți suplimentare, din cauza combustibililor artificiali și a infrastructurilor critice expuse.

Prin urmare, manualul nu este doar un material de referință, ci și un instrument de formare: el combină rezultatele cercetării științifice cu experiența acumulată în instruirea pompierilor și cu lecțiile desprinse din numeroase intervenții reale. În acest fel, documentul contribuie la dezvoltarea unei noi generații de analiști și practicieni capabili să înțeleagă și să anticipeze

comportamentul incendiilor, să își adapteze tacticile la situații extreme și să acționeze cu o cultură solidă a siguranței, în condițiile realizării unor intervenții eficiente, concretizate în pierderi și distrugerii cât mai reduse.

Drept urmare, lucrarea de adresează deopotrivă atât personalului operativ – pompieri, silvicultori și voluntari – care este în prima linie de management și gestionare a intervențiilor, dar are valențe aplicabile și în sistemul de învățământ cu profil silvic sau pe situații de urgență.

Astfel, lucrarea este structurată în opt capitole, fiecare dedicat unei dimensiuni esențiale a fenomenului, de la fundamentele teoretice până la metodologii de intervenție și studii de caz.

Capitolul 1. Introducere

Primul capitol prezintă, pornind de la realitățile prezente și istoricul evenimentelor de acest gen înregistrate, tendințele viitoare ale riscului de incendiu în Europa și subliniază faptul că fenomenele cu caracter extrem, în cazul incendiilor de vegetație, vor deveni tot mai frecvente, extinzându-se spre regiuni în care experiența operațională este redusă în prezent. Sunt discutate vulnerabilitățile curente și se arată de ce este necesară elaborarea unor ghiduri unitare care să sprijine pompierii și celelalte forțe implicate. Un punct important îl constituie accentul pus pe contribuțiile aduse de consorțiul de cercetare: manualul nefiind o simplă compilație de recomandări, ci rezultatul unei sinteze între experiența practică a pompierilor, cercetarea științifică și activitatea didactică acumulată de parteneri în domeniul formării.

Capitolul 2. Fundamentele comportamentului incendiilor

Capitolul 2, dedicat fundamentelor comportamentului incendiilor, constituie baza teoretică a întregului manual. Astfel, sunt prezentați detaliat factorii principali care influențează inițierea, dezvoltarea și propagarea incendiului de vegetație – combustibilii, factorii meteorologici, topografia terenului unde se manifestă incendiul – și modul în care aceștia interacționează. În acest sens, se explică rolul temperaturii, umidității și vântului în determinarea intensității și direcțiilor de propagare a incendiului, precum și importanța tipului și continuității combustibililor supuși procesului de ardere. Manualul prezintă o clasificare a combustibililor după dimensiuni și timpi de reacție, arătând cum aceste caracteristici influențează probabilitatea de aprindere și viteza de propagare. Totodată, rolul topografiei este analizat prin prisma efectului pantei, expoziției și altitudinii asupra comportamentului incendiului, dar și a variației și gradului de accidentare a terenului. Topografia terenului este analizată și prin prisma accesibilității resurselor operative la locul intervenției. Capitolul se încheie cu o tipologie a incendiilor de sol, de suprafață și de coronament. Relevanța acestui capitol pentru România este majoră, având în vedere că silvicultorii, deși sunt prima forță de intervenție, nu beneficiază de instruire formală în domeniu și implicit nu sunt beneficiarii formali de aceste noțiuni fundamentale.

Capitolul 3. Comportamentul extrem al incendiilor

Capitolul 3 abordează tema comportamentului extrem al incendiilor de vegetație, respectiv acele situații în care intensitatea și dinamica arderii depășesc capacitatea obișnuită de răspuns. Astfel, sunt descrise fenomene precum incendiile de coronament, incendiile eruptive, incendiile de joncțiune sau vârtejurile de foc, fiecare cu mecanismele lor cauzale și implicațiile asupra siguranței personalului. Se introduce conceptul de comportament dinamic, care reflectă imprevizibilitatea

mare a acestor incendii și capacitatea lor de a se modifica brusc în intensitatea de manifestare a frontului flăcării și a direcție de propagare. Exemplele internaționale actuale a acestui tip de incendii demonstrează pericolul real al acestor fenomene, pentru om și ecosistem în general, și invocă necesitatea ca echipele de intervenție să fie pregătite să recunoască semnele premergătoare pentru a se proteja. Dacă în România aceste manifestări violente și imprevizibile ale incendiilor de vegetație au fost înregistrate doar izolat, cauzalitatea acestora încă nu a constituit o preocupare substanțială, pentru a fi documentate pe scară largă, astfel că acest capitolul are doar un rol preventiv și formativ.

Capitolul 4. Provocări cauzate de incendii specifice

Capitolul 4 analizează provocările cauzate de acest tip de incendii în contexte specifice: zona de interfață natural–construit (WUI), zonele de mare altitudine și regiunile de latitudine ridicată. În cazul WUI, se subliniază dificultatea protejării simultane a populației și a vegetației, în condițiile în care combustibilii artificiali și infrastructurile critice cresc pericolul în direcția intensității de manifestare a incendiilor și implicit în creșterea riscului pentru structurile de intervenție. Pentru incendiile de altitudine, se discută despre accesul dificil al resurselor operative, despre riscurile suplimentare pentru personal și despre limitările tacticilor de intervenție obișnuite. În regiunile boreale, specificul combustibililor și dispersia populației conduc la o altă tipologie a riscurilor, care confirmă faptul că „excepția întărește regula” în sensul că, deși în aceste păduri este un microclimat mai rece, riscul de incendiu crescut este dat de caracteristicile pirofile ale combustibililor forestieri. Toate aceste aspecte au relevanță pentru România, unde incendiile montane în zone greu accesibile devin tot mai frecvente.

Capitolul 5. Emisia și dispersia fumului

Capitolul 5 tratează emisia și dispersia fumului, prezentând compuşii rezultați din ardere, factorii care determină cantitatea de fum și implicațiile pentru sănătatea oamenilor, cât și pentru vizibilitatea în timpul intervențiilor. Dispersia fumului este analizată prin modele specifice, iar manualul arată cum aceste informații pot ghida atât deciziile tactice, cât și comunicarea cu populația afectată. Relevanța acestei secțiuni pentru România este dată de lipsa unor proceduri clare de evaluare și gestionare a efectelor fumului asupra comunităților.

Capitolul 6. Metodologii de stingere a incendiilor

Capitolul 6 este unul dintre cele mai consistente, prezentând metodologiile de stingere a incendiilor. Se face distincția între strategie și tehnică, iar manualul descrie o gamă largă de opțiuni: atac direct și indirect, utilizarea contrafocului, realizarea de benzi de protecție, arderi controlate, folosirea aviației și a utilajelor grele pe timpul intervenției operative. Este evidențiat faptul că în condiții de incendiu extrem aceste metode devin adesea ineficiente sau periculoase, iar accentul trebuie pus pe siguranță și pe metode indirecte. Este luată în considerare capacitatea managementului intervenției, ca având rol primordial în fața mijloacelor folosite, în a alege strategia, tactica și metoda de abordare a incendiului, acceptând faptul că acestea pot să fie într-o continuă schimbare în funcție de influența factorilor perturbatori asupra evoluției incendiilor, mergând până la compilarea acestora, ca adaptare la necesitățile din teren. Capitolul discută și particularitățile stingerii incendiilor în WUI, unde protejarea vieților și a clădirilor are prioritate absolută, și include recomandări pentru combaterea incendiilor extreme. Pentru România, acest

capitol poate constitui o bază pentru elaborarea unor ghiduri naționale adaptate, întrucât silvicultorii nu dispun în prezent de o metodologie formalizată de intervenție.

Capitolul 7. Siguranța la incendiu

Capitolul 7 este dedicat siguranței personalului. Sunt descrise efectele efortului fizic, stresului termic și expunerii la fum asupra sănătății pompierilor și silvicultorilor. Se prezintă reguli internaționale de siguranță, precum cele zece ordine standard și cele 18 situații de vigilență, precum și principiul LCES (*Lookouts, Communications, Escape routes, and Safety zones*), adaptat la diferite condiții de teren. Exemple de accidente anterioare sunt utilizate pentru a ilustra consecințele neglijării acestor reguli și a conștientiza necesitatea implementării măsurilor de securitate și sănătate în muncă în simbioză cu tacticile de intervenție. Capitolul are valoare formativă majoră și ar putea să fie inclus în orice program de instruire din România din domeniul silvic și al situațiilor de urgență.

Capitolul 8. Studii de caz

Capitolul 8 aduce o serie de studii de caz care exemplifică atât intervenții reușite, cât și accidente tragice. Incendiul de la Pedrógão și cel din Serra da Estrela, ambele din Portugalia, sunt analizate prin prisma condițiilor meteo, a deciziilor operative și a impactului asupra comunităților. Sunt prezentate și accidente în care pompieri și-au pierdut viața, scoțând în evidență importanța respectării procedurilor de siguranță. Aceste studii de caz oferă lecții valoroase și pot contribui la dezvoltarea unei culturi organizaționale bazate pe învățarea din experiențe reale.

Bibliografie și resurse suplimentare

Manualul este însoțit de o bibliografie bogată, acoperind atât literatura științifică recentă, cât și ghiduri operaționale consacrate. Acest aspect îl transformă într-un punct de plecare solid pentru aprofundarea oricărei dimensiuni: meteorologia incendiilor, modelele de combustibil, fenomenele de comportament extrem, proceduri de intervenție operativă sau regulile de siguranță.

În concluzie, manualul FirEUriisk reprezintă un instrument util în sprijinul celor care realizează deopotrivă managementul sau doar gestionarea incendiilor de vegetație și de pădure. El îmbină teoria cu practica, oferind atât concepte fundamentale, cât și tactici aplicabile. Relevanța pentru România este dublă: pe de o parte, silvicultorii, ca primă forță de intervenție, pot beneficia de un suport teoretic pe care nu îl primesc prin educația formală; pe de altă parte, manualul poate sta la baza elaborării unor proceduri naționale adaptate, aliniate la standardele europene. În plus, bibliografia bogată inclusă ca fundament al celor prezentate oferă resurse pentru aprofundare și pentru dezvoltarea ulterioară a cunoștințelor. Manualul poate fi utilizat atât ca material de instruire, cât și ca punct de plecare pentru consolidarea colaborării între pompieri și silvicultori, într-un context de risc crescut al incendiilor de vegetație, determinat de schimbările climatice și activitatea antropică culpabilă.

În ansamblu, manualul FirEUriisk reprezintă o sinteză de cunoștințe teoretice, experiențe practice și lecții învățate care – coroborate între ele – pot sprijini consolidarea capacității României de a face față provocărilor legate de incendiile de vegetație în următoarele decenii. Aceasta se poate realiza prin dezvoltarea unor politici publice asumate și consolidate, menite să creeze mentalități și atitudini preventive responsabile în rândul populației.

Lorent et al.: Manual cu instrucțiuni pentru pompieri...

Traducerea sa în limba română și validarea terminologică fac din această lucrare un instrument teoretic și practic pentru sprijinirea formării atât a pompierilor, cât și a silvicultorilor români, consolidând colaborarea dintre aceste două categorii profesionale.

Manualul este disponibil online și poate fi descărcat gratuit în varianta tradusă în limba română¹ cât și în alte limbi (engleză, portugheză, croată și greacă)².

¹ https://fireurisk.eu/wp-content/uploads/2025/02/D2.6-Manual-incendii-de-padure-cu-linii-directoare-V05-RO-COMPILAT_29.01.2025_RO.pdf

² <https://fireurisk.eu/products/>



Erată

ARGUMENTE ȘI O POSIBILĂ SOLUȚIE PRIVIND CRITERIILE DE GRADARE A UNITĂȚILOR SILVICE DIN CADRUL REGIEI NAȚIONALE A PĂDURILOR

Vasile Iosifescu^a, Marian Drăgoi^a

^a Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, Universității 13, Suceava, 720229, Romania

Referitor la articolul intitulat „Argumente și o posibilă soluție privind criteriile de gradare a unităților silvice din cadrul Regiei Naționale a Pădurilor” apărut în Revista Pădurilor, 139(4) (2024) 35-50, menționăm că afilierea instituțională a d-lui Vasile Iosifescu este „Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava, str. Universității 13, Suceava, 720229”.