

Revista de **Silvicultură** și **Cinegetica**

Anul XXVIII
Nr. 52 | 2023

Silvicultură
Silviculture

Fauna sălbatică
Wildlife fauna

Genetică
Forest genetics

Conservarea florei și habitatelor
Flora and habitat conservation

Protecția pădurilor
Forest protection

Arbori monumentali
Monumental trees

Teledetecție
Remote sensing

Arii protejate
Protected areas

Pădurea urbană
Urban forest

Păduri virgine
Virgin forests


Plantație de plop european (DS Galați) (foto Dănuș Chira)



SOCIETATEA PROGRESUL SILVIC
www.progresulsilvic.ro

PAG.	CUPRINS	AUTOR	ADRESE
5	Experiența ocoalelor silvice – o comoară insuficient valorificată în România Experience of forest districts – an insufficiently exploited treasure in Romania	 Valentin Bolea ¹ Costel Mantale ² ✉	1. Progresul Silvic Brașov, valentinbolae@yahoo.com 2. SCDEP Brașov, INCDS ✉ mcostel2003@yahoo.com
10	Utilizarea metodei neparametrice DEA pentru evaluarea performanței rezervațiilor științifice din Republica Moldova Use of the non-parametric DEA method to assess the performance of scientific reserves in the Republic of Moldova	 Gheorghe Novac ¹ ✉ Anatol Racul ²	1. UCIP IFAD, Rep. Moldova ✉ novacgheorghetudor@gmail.com, 2. Facultatea Inginerie Economică și Business, Universitatea Tehnică a Moldovei, Rep. Moldova anatol.racul@gmail.com
21	Regenerarea naturală a fagului (<i>Fagus sylvatica</i> L.) în rezervația științifică „Plaiul fagului” Natural regeneration of beech (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in the scientific reserve „Plaiul fagului”	 Gheorghe Postolache ¹ ✉	1. Grădina Botanică Națională (Institut) „Al. Ciubotaru”, Chișinău, Rep. Moldova ✉ ghpost@mail.ru
28	Variabilitatea fenotipică a gorunului (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) într-o cultură comparativă de proveniențe din estul României Phenotypic variability of sessile oak (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) in a comparative trial from Eastern Romania	 Ioana Maria Gafenco (Pleșca) ^{1,2} Bogdan Ionuț Pleșca ² ✉ Ecaterina Nicoleta Apostol ² Robert Cristian Ivan ² Ana Maria Ungureanu ³ Neculae Șofletea ¹	1. Interdisciplinary Doctoral School, “Transilvania” University of Brașov, Romania 2. National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Drăcea”, Voluntari, Romania 3. Coll. Bacău, INCDS “Marin Drăcea”, Bacău, Romania ✉ bogdanplesca@yahoo.com
39	Structura taxonomică a gorunului (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) în populații marginale din estul României The taxonomic structure of sessile oak (<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.) in marginal populations from Eastern Romania – a bibliographic study	 Ioana Maria Gafenco (Pleșca) ^{1,2} Bogdan Ionuț Pleșca ² ✉ Neculae Șofletea ¹	1. Interdisciplinary Doctoral School, “Transilvania” University of Brașov, Romania 2. National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Drăcea”, Voluntari, Romania ✉ bogdanplesca@yahoo.com
46	Pajiștile stepice de la Grânari, din fondul forestier al Ocolului Silvic Făgăraș The steppe meadows of Grânari, in the forest fund of the Făgăraș Forest District	 Gabriel Lazăr ¹ ✉ Radu Comanici ¹ Cristian Cătălin ¹	1. SCDEP Brașov, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură (INCDS) “Marin Drăcea”, Brașov, România ✉ gabi_e_l@yahoo.com
50	Monumental maple trees in the rural and urban landscapes in Romania Arbori monumentali din genul <i>Acer</i> în peisajele rurale și urbane din România	 Diana Vasile ¹ Raluca Enescu ^{1,2} ✉ Simona Coman ¹ Virgil Scărlătescu ³ Constantin Dumitru-Dobre ¹	1. SCDEP Brașov, National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Drăcea” 2. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transylvania University of Brașov, Romania 3. Coll. Mihăiești, SCDEP Pitești, INCDS “Marin Drăcea”, Col. Mihăiești, România ✉ raluca.enescu@yahoo.com
55	Pădurile virgine și cvasivirgine din România Virgin and quasi-virgin forests from Romania	 Diana Vasile ¹ ✉ Bogdan-Ionuț Pleșca ² Cosmin Bragă ¹ Constantin Dumitru-Dobre ¹ Virgil Scărlătescu ³ Any-Mary Petrișan ¹	1. SCDEP Brașov, National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Drăcea” 2. Centrala INCDS “Marin Drăcea” Voluntari 3. Col. Mihăiești, SCDEP Pitești, INCDS “Marin Drăcea” ✉ diana_vasile@ymail.com

PAG.	CUPRINS	AUTOR	ADRESE
62	Recenzie Vasile D, Scărlătescu V, Enescu R (2022). Catalogul arborilor monumentali din România și ghidul pentru managementul arborilor monumentali.	Valentin Bolea ¹	1. Progresul Silvic, Fil. Brașov
63	Detectarea și localizarea incendiilor de pădure și urmărirea evoluției acestora pe baza imaginilor satelitare de înaltă rezoluție temporală Detection and localization of forest fires and tracking their evolution based on high temporal resolution satellite images	 Adrian Lorent ^{1,2} ✉ Vladimir Gancz ¹ Marius Petrila ¹ Bogdan Apostol ¹ Florin Capalb ^{1,2} Cristiana Marcu ¹ Ovidiu Badea ^{1,2}	1. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură (INCDS) "Marin Drăcea", Voluntari, România 2. Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea "Transilvania" din Brașov ✉ lorentadrian@yahoo.co.uk
70	Susceptibilitatea unor taxoni ornamentali de Cupressaceae la atacul de <i>Lamprodila festiva</i> (Coleoptera, Buprestidae) din pepiniera Ștefănești (Câmpia Română) Susceptibility of ornamental Cupressaceae taxa to <i>Lamprodila festiva</i> (Linnaeus, 1767) (Coleoptera, Buprestidae) in the Ștefănești nursery (Romanian Plain)	 Dragoș Toma ^{1,2} ✉ Flavius Bălăcenoiu ¹ Constantin Nețoiu ³	1. Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Voluntari, Romania 2. Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Romania 3. SCDEP Craiova, INCDS "Marin Drăcea", Craiova, România ✉ dragost93@gmail.com
78	Pot fi spațiile verzi din orașele României mai prietenoase cu păsările sălbatice și cu biodiversitatea în general? Can green spaces in Romanian cities be friendlier to wild birds and biodiversity in general?	 Dan Traian Ionescu ¹ ✉ Călin Vasile Hodor ²	1. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, "Transilvania" University of Brașov 2. Wildlife Management Consulting, Brașov, Romania ✉ dionescu@unitbv.ro
86	Monitorizarea șacalului auriu (<i>Canis aureus</i>) în zona localității Smârdan, județul Tulcea (România) Survey of the golden jackal (<i>Canis aureus</i>) in the Smârdan hunting management unit (Tulcea, Romania)	 Constantin Ștefan ¹ Mihai Fedorca ^{1,2} ✉ Ancuța Fedorca ^{1,2} Ion Mirea ^{1,3} Cosmin Mariș ⁴ Ovidiu Ionescu ^{1,2}	1. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brașov, Romania 2. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea", Brașov, Romania 3. National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) "Marin Drăcea", Voluntari, Romania 4. Facultatea de Inginerie și Tehnologii Aplicate, Universitatea de Științe Vietii "Regele Mihai I" din Timișoara, România ✉ mihai.fedorca@yahoo.com
92	Evaluarea mamiferelor mari existente în zona localității București (Hunedoara, România) Evaluation of large mammals around București (Hunedoara, Romania)	 Ion Mirea ^{1,3} Roxana Cazacu ¹ Mihai Fedorca ^{2,3} ✉ Ancuța Fedorca ^{2,3} Lucian Toiu ² Georgeta Ionescu ^{2,3}	1. National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) "Marin Drăcea", Voluntari, Romania 2. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea", Brașov, Romania 3. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brașov, Brașov, Romania ✉ mihai.fedorca@yahoo.com
100	Capacitatea de suport a mediului calculată în perspectiva repopulării cu castor a râurilor Argeș, Dâmbovița și Buzău Environmental carrying capacity calculated in the perspective of repopulation with beavers of the Argeș, Dâmbovița, and Buzău Rivers	 Claudiu Pașca ^{1,2} ✉ Maria Spătaru ^{1,2} Ileana Ionescu ¹ Marius Popa ^{1,2} Georgeta Ionescu ¹ Ovidiu Ionescu ^{1,2}	1. SCDEP Brașov, National Institute for Research and Development in Forestry "Marin Drăcea" (INCDS) "Marin Drăcea", Brașov, Romania 2. Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brașov, Brașov, Romania ✉ claudiu_tasi@yahoo.com
107	Principii ale electroforezei capilare – o mică sinteză Principles of capillary electrophoresis – a small synthesis	 Ioana-Bianca Birză ¹ ✉ Alina Teodora Roșca ¹	1. SCDEP of Brașov, National Institute for Research and Development in Forestry "Marin Drăcea" ✉ biancaioanabirza@gmail.com

PAG.	CUPRINS	AUTOR	ADRESE
112	Impactul regimului climatic asupra stării de sănătate a ecosistemelor forestiere - studiu de caz pădurile OS Renașterea Pădurii Impact of climate regime on forest ecosystem health - a case study "Forest Renaissance" FD	 Alexandru-Claudiu Dobre ¹ Ionuț Silviu Pascu ¹ ✉ Silviu Benec ³ Ștefan Leca ¹ Gheorghe Marian Tudoran ² Ovidiu Badea ^{1,2}	1. "Marin Drăcea" National Institute for Research and Development in Forestry, Department of Forest Management, Romania 2. "Transilvania" University of Brașov, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements, Romania 3. Ocolul Silvic Renașterea Pădurii ✉ ionut.silviu.pascu@gmail.com
119	Dr. Valentin Bolea, mentorul Revistei de Silvicultură și Cinegetică, la 85 ani Dr Valentin Bolea, the mentor of Review of Silviculture and Cinegetics, at 85 years	Dănuț Chira ¹ ✉ Maței Leșan ²	1. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea" 2. OSM Baia Mare; AAP Romania ✉ danutchira@icas.ro
123	Cinegeticianul Horia Almășan - un sfert de secol de la încetarea din viață Cinegetician Horia Almășan - a quarter of a century since his death	Sorin Geacu ¹	1. Institute of Geography, Romanian Academy ✉ geacusorin@yahoo.com
125	In memoriam prof. Ilie Popescu (1935-2022)	Dănuț Chira ¹	1. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea"
127	In memoriam prof. Marius Danciu (1941-2023)	Alexandru Lucian Curtu ¹ Dănuț Chira ²	1. Facultatea de Silvicultură și Exploatarea Forestiere 2. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea"

Comitetul de redacție:

Valentin Bolea - Societatea „Progresul Silvic” Brașov (SCDEP Brașov / INCDS), redactor șef, ROMANIA
Dănuț Chira - Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” (INCDS) / SCDEP Brașov, redactor șef - responsabil Cercetare, ROMANIA
Eugen N. Popescu - (SCDEP Brașov / INCDS) redactor șef adjunct
Neculae Șofletea - Academia de Științe Agricole și Silvicultură (ASAS), Facultatea de Silvicultură și Exploatarea Forestiere (FSEF), Universitatea Transilvania din Brașov (UTBv)
Șerban Davidescu - INCDS „Marin Drăcea”
Ladislav Paule - Technical University of Zvolen, SLOVACIA
Sorin Popescu - Texas A&M University, USA
Ion Micu - ProUrsus (FSEF, UTBv)
Ștefania Mang - Università degli Studi della Basilicata, ITALY
Marius Budeanu - SCDEP Brașov / INCDS
Diana Vasile - SCDEP Brașov / INCDS
Mihai Fedorca - SCDEP Brașov / INCDS

Secretariat de redacție:

Leonard Mihalache - secretar

Comitetul științific și tehnic:

Gheorghe Gavrilescu - Președinte Societatea „Progresul Silvic” București
Ioan Vasile Abrudan - UTBv
Ilica Alexandrina - Societatea „Progresul Silvic” Filiala Alba Iulia
Ecaterina Nicoleta Apostol - INCDS "Marin Drăcea"
Flaviu Bălăcenoiu - INCDS "Marin Drăcea"
Iovu - Adrian Biriș - USAMV București
Valeriu Caisin - Institutul de Cercetări și Amenajări Silvicultură (ICAS), Moldosilva, R. MOLDOVA
Florentina Chira - SCDEP Brașov
Petru Cuza - Universitatea de Stat din Rep. MOLDOVA
Ancuța Fedorca - INCDS / SCDEP Brașov
József Pál Frink - Col. Cluj, SCDEP Bistrița, INCDS
Sorin Geacu - Institutul de Geografie, Academia Română București
Dan Traian Ionescu - FSEF, UTBv
Ovidiu Ionescu - FSEF, UTBv
Dana Malschi - Fac. Știința Mediului Univ. Babeș-Bolyai Cluj Napoca, ASAS
Teodor Marușca - ICD Pajiști Brașov, ASAS

Maria Munteanu - Societatea "Progresul Silvic" Filiala Brașov - Covasna
Constantin Nețoiu - SCDEP Craiova / INCDS, ASAS
Neculai Patrichi - ICD Ecologie Acvatică, Pescuit și Acvacultură - ICDEAPA Galați, Univ. Dunărea de Jos, Galați, ASAS
Flaviu Popescu - INCDS / Col. Simeria, ASAS
Gheorghe Postolache - Grădina Botanică (Institut) a Academiei de Științe a Moldovei, R. MOLDOVA
Dragoș Postolache - Col. Cluj-Napoca / INCDS
Costel Stan - „Progresul Silvic”, Fil. Argeș
Tatiana Șesan - ASAS, Fac. Biologie, Univ. București
Ioan Tăut - Fac. Horticultură / USAMV Cluj-Napoca, SCDEP Bistrița, ASAS
Marius Ureche - „Progresul Silvic”, Fil. Sibiu
Nicu Constantin Tudose - INCDS / SCDEP Brașov
Radu Vlad - INCDS / SCDEP Câmpulung Moldovenesc, ASAS
Ioan Tăut - Fac. Horticultură / USAMV Cluj-Napoca, SCDEP Bistrița, ASAS
Marius Ureche - „Progresul Silvic” Sibiu
Radu Vlad - INCDS / SCDEP Câmpulung Moldovenesc, ASAS

Notă: „Revista de Silvicultură și Cinegetică” nu cenzurează opiniile autorilor care, însă, își asumă întreaga responsabilitate tehnică, științifică sau juridică privind textele publicate.

Revista de Silvicultură și Cinegetică

ISSN 1583 – 2112

Varianta online, incluzând și traducerea în engleză a articolelor științifice: ISSN 2284 – 7936 (on line)

www.progresulsilvic.ro /// [www. http://www.icas.ro](http://www.icas.ro)

INDEXAREA ÎN BAZELE DE DATE: CABI, EBSCO, Index Copernicus

Brașov, Str. Cloșca nr. 13, tel.: 0268.419.936, fax.: 0268.415.338, email: revsilvcin@gmail.com; valentinbolea@yahoo.com

Editura Silvică

Editori: Societatea „Progresul Silvic”;

Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare în Silvicultură „Marin Drăcea” - Stațiunea Brașov



Experiența ocoalelor silvice – o comoară insuficient valorificată în România

Valentin Bolea¹, Costel Mantale²✉

¹ Societatea "Progresul Silvic", Fil. Brașov

² SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea", Romania

În România au trăit, și mai trăiesc încă, ingineri silvici, cercetători, șefi de ocoale silvice pasionați de silvicultură, care au creat arborete viguroase, deosebit de interesante, care acum au vârste cuprinse de la 20 la peste 100 ani, instalate, îngrijite și conduse cu măiestrie, salvate ingenios de îmbolnăviri și atacuri, care ar merita cercetate, analizate și popularizate.

Astfel de „minuni” pline de informații și frumusețe, create pe considerente științifice, dar și din dragoste față de natură și față de urmași, se găsesc în toată țara, în numeroase ocoale silvice, cum sunt: Săcuieni (jud. Bihor), unde ing. Aurel Rițiu a testat valoroase specii exotice (Rițiu et al. 1988); Rusca Montană (jud. Caraș Severin), unde ing. Walter Frank a muncit exemplar; Botoșani, unde au rămas câteva plantații foarte frumoase instalate de ing. Octavian Rusu (Rusu 1986), sau Simeria și Aninoasa-Deva (fig. 1) unde ing. Eugen N. Popescu și-a început activitatea (Popescu 1979). De asemenea, mai sunt multe alte ocoale silvice în care există realizări deosebite, dar care rămân în anonimat din lipsa popularizării și interesului noii generații de a le pune în valoare.

În cadrul amenajamentelor, revistelor de specialitate sau la însăși autorii acestor lucrări s-au păstrat datele privind proveniențele, tehnologia de instalare, lucrările silviculturale efectuate ulterior, date care pot fi extrem de utile colegilor actuali din producție. Un asemenea exemplu, de valorificare a experienței înaintașilor, dar și a experienței proprii, este dată de dr. ing. Maftei Leșan, care a prezentat în teza sa de doctorat și în cartea „Pădurile de la Baia Mare, specific și dezvoltare durabilă”, o parte dintre lucrările realizate.

Și, totuși, din zona Maramureșului mai putem aminti câteva realizări deosebite:

➤ Blocul experimental „Frumușeaua lui Lupe” (U.P. I Baia Mare, u.a. 4-9) în care numeroase specii, cum ar fi *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus*, *Quercus petraea*, *Castanea sativa* (fig. 2), *Juglans regia*, *Juglans nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Populus x canadensis*, *Carpinus betulus*,

Corylus avellana, *Sambucus ebulus*, *Salix alba* etc. sunt amplasate pe o mare varietate de stațiuni, de la terenuri plane cu aport hidric bogat (unde s-a plantat plop euramerican) până la pante de 50°, cu soluri scheletice, fixate cu pin negru (Lupe & Bolea 1975). Rezultatele actuale ale acestui experiment, după 62 ani de la instalare, ar trebui analizate și, apoi, publicate, pădurea Frumușeaua fiind una dintre realizările particulare ale silviculturii din România.



Fig. 1. Pădure de castan și pin strob creată de dr. Eugen N. Popescu (RSC 33/2013)

➤ Parcul de sud al orașului Baia Mare, de la Șesul Băii, vizitat și admirat de acad. C.D. Chiriță, prezintă un interes deosebit sub aspectul integrității, stării sanitare și a unei game variate de specii forestiere: *Quercus robur*, *Quercus rubra* (fig. 3), *Castanea sativa*, *Phellodendron amurense*, *Juglans nigra*, *Catalpa bignonioides*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Prunus cerasus*, *Prunus serotina*, *Alnus glutinosa*, *Rosa rugosa*, *Populus euramericana* care vegetează bine pe un sol argilos, înmlăștinat și înierbat.

Parcul este amenajat cu alei, aliniamente, garduri vii și șanțuri minim sanitare, fiind accesibil de la șosea.



Fig. 2. *Castan comestibil* în blocul experimental Lupe – Baia Mare (RSC 41/2017)

➤ Parcul de la Valea Borcutului – Prăpădea „Pop Vasile” – UP I, u.a. 10 – cu un lac înconjurat de stejari piramidali, *Salix daphnoides*, *Salix alba*, *Salix rigida*, *Salix fragilis*, *Salix viminalis*, cu alei frumoase și aliniamente de *Catalpa bignonioides*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer negundo*, *Tilia cordata* și *Prunus avium*. De asemenea, se pot admira exemplare splendide de *Castanea sativa*, *Quercus rubra*, *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja plicata*, *Chamaecyparis lawsoniana* și chiar *Cedrus atlantica* (atât de rar la noi în țară!). Acest parc, original și valoros, merită redescoperit și reîmprospătat atât pentru valoarea recreativă, cât și în amintirea brigadierului silvic Pop Vasile, care a avut o contribuție esențială în crearea zonelor verzi din zona Băii Mari.



Fig. 3. Parcul de Sud – Șesul Băii cu stejar roșu (RSC 41/2017)

➤ Parcul Central Baia Mare, renumit pentru frumusețea lui, a fost completat, cu 60 de ani în urmă, cu o serie de specii valoroase, cum sunt *Abies grandis*, *Tsuga canadensis*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix decidua*, *Picea*

abies și altele. Specialiștii din Ocolul Silvic Baia Mare nu trebuiau decât să ”sară peste” gardul ocolului și să urce pe versant până la partea din amonte a Parcului Central și să observe frumusețea acestor exemplare, care se cer supravegheate, îngrijite și promovate, în amestecul respectiv.

➤ Pădurea de nuci de la Pârloage – U.P. I, u.a. 79G, instalată pe 7,0 ha în 1960, prin ”valoarea sa excepțională dată de fructele comestibile și lemnul nobil pe care îl produce” (Șofletea & Curtu 2007), necesită găsirea unor soluții de compromis de recoltare a fructelor fără vătămarea arborilor. Cultura necesită supravegherea permanentă a personalului silvic, conștient de raritatea acestei specii în fondul forestier.



Fig. 4-5. Zona de protecție a Lacului Firiza: plantații cu nuc negru (stânga) și introducerea chiparosului de California (dreapta) (RSC nr. 41/2017)

➤ Perdeaua forestieră de protecție a Lacului Firiza, unică în România, prin minuțiozitatea amplasării pe microstațiuni a speciilor, care ating în prezent 50-60 ani, prin atmosfera californiană, canadiană, virginiană, ori japoneză, creată de *Chamaecyparis lawsoniana* (fig. 4), *Tsuga canadensis*, *Juniperus virginiana*, *Sophora japonica*, *Thuja plicata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Prunus serotina*, *Catalpa speciosa*, *Quercus rubra*, *Pinus ponderosa*, *Pinus strobus*, *Juglans nigra* (fig. 5) și mai ales prin peisajul românesc, fermecător, asigurat de amestecul valoros al speciilor *Abies alba*, *Picea abies*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Tilia cordata*, *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, 15 specii de arbuști, printre care 4 de sălcii. La farmecul acestor peisaje își aduc contribuția și speciile ornamentale *Salix babylonica*, *Tilia platyphyllos*, *Tilia tomentosa*, *Catalpa bignonioides*, *Gleditsia triacanthos*, *Phelodendron amurense*, *Ailanthus altissima*, *Elaeagnus angustifolia*, *Acer negundo*, *Taxodium distichum* etc. și merită atenția dumneavoastră.

Pornind de la articolele „Perdeaua forestieră de protecție a Lacului Firiza – partea I și II”, (RSC 33/2013 și 34/2014) se pot face noi observații, măsurători și fotografii, care sunt binevenite în *Revista de Silvicultură și Cinegetică* și așteptăm organizarea de noi schimburi de experiență naționale, precum cele din trecut (1972, 2008 ș.a.)

➤ Pe Valea Sfântul Ioan din U.P. I Baia Mare, u.a. 84, 85, 86 și 88 prezintă un interes deosebit frumoasa regenerare naturală de fag și gorun, completată cu *Pseudotsuga menziesii* și *Abies grandis*, ale căror performanțe biometrice la 50-60 ani, merită toată admirația.



Fig. 6. Pădurea Măgura – Ferneziu (RSC nr. 41/2017)

➤ Perimetrul de ameliorare a terenurilor degradate și poluate Măgura, din U.P. 2 Ferneziu, u.a. 1-12 (fig. 6), vizitat de elevii și studenții din silvicultură, este un model de perseverență profesională pentru fixarea unor terenuri alunecătoare, prin terasare, gârdulețe și praguri și plantarea celor mai rezistente specii la poluarea cu plumb, cadmiu, mangan, fier și sulf, cum sunt *Quercus rubra*, *Quercus petraea*, *Castanea sativa*, *Robinia pseudaccacia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Salix caprea*, *Prunus serotina*, *Carpinus betulus*, *Cornus sanguinea* ș.a.

O cărare, cu locuri de odihnă și panouri indicatoare, care pleacă de la Uzina de apă până la Lacul Bodi – Ferneziu, ușurează vizitarea șantierului de ameliorare, care poate fi nu numai instructivă ci și turistică.

Se remarcă regenerarea naturală în gorun, fag și carpen și diversitatea subarboretului de crușin, păducel, măceș, ori lemn câinesc, care asigură hrană și adăpost pentru numeroase păsări și animale.

La munte, reușitele remarcabile și dezvoltarea viguroasă a speciilor, constituie o mare atracție în punctele

- Stur și Blidar, U.P. IV, u.a. 56, 57, 58 cu păduri de molid și larice de 40-60 ani.
- Călămar, U.P. III, u.a. 42-53, unde vegetează arborete sănătoase de molid, frasin și paltin de 50-60 ani.
- Holm, U.P. IV, u.a. 17, 18 plantat cu molid și duglas de 60 ani.

Toate aceste realizări admirabile poartă amprenta destoinicului brigadier Mihai Moldovan, distins și harnic specialist în silvicultură.

Tot la munte, la Hidea, în U.P. IV, u.a. 100, 106, 107, 108 pădurile de 60 ani realizate de harnicul pădurar Vasile Rusu, cu brad, duglas și molid, care completează regenerarea naturală cu fag, se înscriu printre cele mai frumoase din țară.

La Valea Neagră, U.P. V, u.a. 23, 26, 27, 28, inginerii silvici

din țară au vizitat cu admirație, nu numai splendidele semănături directe cu brad și plantațiile reușite de molid, larice, duglas, pin silvestru și gorun, dar au putut vedea un model de șantier de împădurire, dotat cu panouri indicatoare, locuri de odihnă și numeroase amenajări vânătorești hrănitoare, observatoare, culturi de vânat etc. La realizarea acestui centru de instruire profesională și-au adus contribuția harnicul brigadier Ion Lupșa și iscusitul pădurar Avram Lupșa, al căror exemplu merită urmărit și popularizat în continuare.

Pe Valea Chiuzbaia, U.P. VII, u.a. 41, 43, 45, renumitul brigadier Ion Benea și pădurarii săi, au creat un adevărat parc al silvicultorilor, cu molid, larice, castan, stejar roșu și multe alte specii, care se cer fotografiate, măsurate și descrise în *Revista de Silvicultură și Cinegetică*.

De asemenea, de-a lungul drumului spre Chiuzbaia, în U.P. VII, u.a. 57A, același personal silvic a realizat, cu 60 ani în urmă, o plantație de agrement, cu *Catalpa bignonioides*, *Tilia cordata*, *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus* și *Alnus glutinosa*, la umbra cărora pot să-și tragă sufletul vizitatorii prea-frumosului sat Chiuzbaia, unde a trăit brigadierul silvic Ion Benea.

Spre deosebire de practica silvică europeană, silvicultura națională (mai ales începând cu deceniul IX al secolului trecut) a pus un accent mai mare pe protecția mediului și dezvoltarea sustenabilă, în detrimentul eficientizării economice și a maximizării profitului (Drăcea 1923, Vlad et al. 1997, Florescu & Nicolescu 1998, Norma 4 2000, Giurgiu 2004, MMAP 2022).

Cercetările naționale din domeniul silviculturii au pus frecvent în lumină particularitățile arboretelor deosebite din România (Cenușă 2000, Florescu et al. 2002, Veen et al. 2010, Giurgiu 2013, Chivulescu et al. 2014, Teodosiu 2014, Petrișan et al. 2015, Cristea & Badea 2019, Dincă et al. 2019, Dincă & Vechiu 2020, Petrișan et al. 2023).

Cele mai valoroase arborete au fost desemnate drept rezervații de semințe și resurse genetice forestiere, fiind protejate ca atare, pentru multe decenii (Enescu 1969, Pârnuță et al. 2011, Popescu et al. 2015, Budeanu et al. 2016).

Constant, inginerii silvici implicați în amenajarea pădurilor, au identificat arborete deosebite (prin caracteristicile structurale, genotipuri speciale, performanțele biometrice ș.a.) din pădurile României (Oarcea 1981, Cicșa et al. 2019, Comanici et al. 2020, Miloș et al. 2022).

O mare parte a pădurilor excepționale, îngrijite și păstrate de silvicultori de-a lungul veacurilor, constituie nucleul celor mai importante parcuri naționale și naturale ale României (Oarcea 1981, Stoiculescu 1999, Legea 5/2000, Giurgiu et al. 2001, HG 230/2003, Veen et al. 2010, Geacu et al. 2018).

Rețeaua de suprafețe experimentale de lungă durată din silvicultură a fost inițiată, cu multe decenii în urmă, de ICAS (INCDS "Marin Drăcea") (Guiman & Vlad 2013), fiind verificate, anual, o parte din suprafețele administrate de institut (Vlad & Ștefan 2022). Efortul acesta trebuie susținut de către unitățile de producție.

De altfel, în Strategia Națională pentru Păduri 2030 (HG 1227/2022), la obiective de rezultat și indicatori de monitorizare DSA10: 10.4. Creșterea competitivității organizațiilor de cercetare în silvicultură prin promovarea abordărilor aplicative interdisciplinare și transdisciplinare, a fost prevăzut *Catalogul suprafețelor experimentale de durată din fondul forestier, public și privat, înscrise pe bază de voluntariat*.

Dragi silvicultori, asemenea capodopere silviculturale există în toate ocoalele silvice din țară, cercetați-le, măsurați-le, fotografați-le și trimiteți informațiile la *Revista Pădurilor* și *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, unde vă așteptăm cu grațitudine.

Așa cum scria dr. ing. Constantin Chiriță, în *Viața Forestieră* nr. 11/1936, „avem în țară lucrări forestiere de excepțională valoare, monumente de vegetație realizate prin râvna și efortul silvicultorilor noștri și prin forțele creatoare ale naturii înțelept ajutate de acțiunea omului și este încă mare păcat ca valorile unora dintre noi să nu constituie izvorul de admirație, de entuziasm și îndemn la muncă al celorlalți de azi și de mâine”.

Bibliografie

- Bolea V (2013, 2014).** Perdeaua forestieră de protecție a Lacului Firiza – I, II. *RSC* 33, 91-105; *RSC* 34, 38-52.
- Budeanu M, Stuparu E, & Tanasie S (2016).** Identificarea de noi resurse genetice forestiere de cvercinee cu adaptabilitate ridicată. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 21, 38, 21-26.
- Cenușă R (2000).** Cercetări asupra dinamicii structurale a ecosistemelor de pădure de la limita altitudinală de vegetație pentru menținerea echilibrului ecologic. Referat științific final, ICAS.
- Chivulescu S, Badea O, Tomescu R, Silaghi D, Leca S, & Turcu D (2014).** Structural features of virgin beech forests in Semenic mountains. The dynamic structure of virgin beech forest P20 Semenic between 2005–2013. *Proceedings of Romanian Academy-Series B: Chemistry, Life Science and Geoscience*, 16(2), 115-124.
- Chivulescu S, Leca S, Ciceu A, Pitar D, & Apostol B (2019).** Predictors of wood quality of trees in primary forests in the Southern Carpathians. *Poljoprivreda I Sumarstvo*, 65(4), 101-113.
- Ciça A, Comanici R, Cătălin C, Corâiu F, Jitaru P, Algasovschi M, & Lazăr G (2019).** Păduri virgine și arbori monumentali din Ocolul Silvic Făgăraș. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 24, 44, 60-67.
- Comanici R, Ciça A, Vlad G, Miloș D, Timofte I, Babin D, ... & Lazăr G. (2020).** Plante și habitate forestiere rare din Ocolul Silvic Crucea (Direcția Silvică Suceava). *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 25, 46, 61-69.
- Cristea V, & Badea O (2019).** Structura arboretelor cvasivirgine din Masivul Penteleu în raport cu volumul arborilor componenți. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 24, 45, 32-36.
- Dincă L, Murariu G, Iticescu C, Budeanu M, Murariu A (2019).** Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) smart forests from the southern Carpathians. *International Journal of Conservation Science* 10(4):781-90.
- Dinca L, & Vechiu E (2020).** Intelligent pubescent oak forests (*Quercus pubescens* Wild.) from Dobroudja Plateau, Romania. *Sustainable Development Research*, 2(1).
- Dincă L, Vechiu E, & Oneț A (2020).** Can we identify manna ash (*Fraxinus ornus* L.) smart forests in Banatului Mountains? *Natural Resources and Sustainable Development*, 10(1), 91-100.
- Drăcea M (1923).** Silvicultură (note de curs). Școala Politehnică, București.
- Enescu V (1969).** Arborete-rezervații pentru producerea semințelor forestiere selecționate. Ed. Agrosilvică, București.
- Florescu II, & Nicolescu NV (1998).** Silvicultura. Vol. 2. Ed. Lux Libris.
- Florescu I, Chița G, Spârchez G, Simon D, Petrițan IC, & Filipescu C (2002).** Particularități privind modul de structurare și funcționare a unor ecosisteme forestiere montane cvasivirgine din zona Brașov. *Annals of Forest Research*, 45, 21-30.
- Gavrilescu G, Bolea V (2017).** Din problemele actuale ale silviculturii române. *RSC* 41, 5-15.
- Geacu S (2002).** Păduri în sudul Moldovei (județele Covurlui, Tecuci și Tutova) în a doua jumătate a sec. al XIX-lea. *Danubius*, 20(1), 67-80.
- Geacu S, Dumitrașcu M, & Grigorescu I (2018).** On the biogeographical significance of protected forest areas in Southern Romania. *Sustainability*, 10(7), 2282.
- Giurescu CC (1975).** Istoria pădurii românești din cele mai vechi timpuri până astăzi. Ed. Ceres, București.
- Giurescu CC, & Cârneli R (2004).** Istoria pădurii Românești. Ed. Orion.
- Giurgiu V (ed) (2004).** Silvologie: Gestionarea durabilă a pădurilor României. Ed. Academiei Române.
- Giurgiu V (ed) (2013).** Păduri virgine și cvasivirgine ale României. Ed. Academiei Române, 310-318.
- Giurgiu V, Doniță N, Bândiu C, Radu S, Cenușă R, Dissescu R, ... & Biriș IA (2001).** Les forêts vierges de Roumanie / Pădurile virgine din România. Edite par l'ASBL Forêt Wallone, 206.
- Guiman G, Vlad R (2013).** Suprafețe experimentale de lungă durată din silvicultură. Ed. Silvică, 543 p.
- HG 230 (2003)** privind delimitarea rezervațiilor biosferei, parcurilor naționale și parcurilor naturale și constituirea administrațiilor acestora. *Monitorul oficial al României* I, nr. 190 din 26 martie 2003.
- HG 1227(2022).** Anexa la Hotărârea Guvernului nr. 1.227/2022 privind aprobarea Strategiei naționale pentru păduri 2030. *Monitorul oficial al României* I, 1.227/10 oct. 2022, p. 37.
- Legea 5 (2000)** privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a III-a – zone protejate.
- Miloș D, Vlad G, Ciça A, Comanici R, Crăciun A, Grozescu V, ... & Lazăr G (2022).** Comoara uitată de Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 27(50).
- MMAP (2022).** Norme tehnice privind îngrijirea și conducerea arboretelor. Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor. *Monitorul oficial* nr. 989 din 12 octombrie 2022.
- Norma 2 (2000).** Norme tehnice privind îngrijirea și conducerea arboretelor. Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului.
- Oarcea Z (1981).** Sistemul National de Parcuri și Rezervații. ICAS (manuscript).
- Pârnuță G, Stuparu E, Budeanu M, Scărlătescu V, Marica FM, Lalu I, & Curtu AL (2011).** Catalogul național al resurselor genetice forestiere. Ed. Silvică.
- Petrițan IC, Commarmot B, Hobi M L, Petrițan AM, Bigler C, Abrudan IV, & Rigling A (2015).** Structural patterns of beech and silver fir suggest stability and resilience of the virgin forest Sinca in the Southern Carpathians, Romania. *Forest Ecology and Management*, 356, 184-195.
- Petrițan IC, Mihăilă VV, Yuste JC, Bouriaud O, & Petrițan AM (2023).** Deadwood density, C stocks and their controlling factors in a beech-silver fir mixed virgin European forest. *Forest Ecology and Management*, 539, 121007.

- Popescu EN (1979).** Realizări privind substituirea și refacerea arboretelor slab productive din O.S. Simeria. *Sesiunea de Comunicări Științifice a Universității din Brașov*.
- Popescu F, Postolache D, Pitar D (2015).** Aspecte privind conservarea și managementul resurselor genetice forestiere din România. *Revista de Silvicultură și Cinegetică* 37, 13-17.
- Rițiu A, Nicolescu L, Nicolescu N (1988).** Some considerations on windfalls and windbreaks in black locust forests in the north-west of the country. *Revista pădurilor* 3:131-133 (in Romanian).
- Rusu O (1986).** Refacerea arboretelor din subzona stejarului prin plantații cu puieti de talie mijlocie. Ed. Ceres, București.
- Spârchez Z, Bolea V (1976).** Cercetări privind aclimatizarea unor specii exotice de rășinoase de interes forestier în șleaurile de deal din nord-vestul țării. *Revista pădurilor*, 2, 103-107.
- Stoiculescu C (1999).** Pădurile virgine și cvasivirgine românești, un patrimoniu natural european de excepție. *Revista pădurilor*, 114.
- Teodosiu M (2014).** Evaluarea naturalității și a structurii arboretelor în rezervațiile Pădurea Voievodeasa și Codrul Secular Loben din Obcinele Bucovinei. *Bucovina Forestieră* 14(2), 173-184.
- Veen P, Fanta J, Raev I, Biriș IA, de Smidt J, & Maes B (2010).** Virgin forests in Romania and Bulgaria: results of two national inventory projects and their implications for protection. *Biodiversity and Conservation*, 19, 1805-1819.
- Vlad I, Chiriță C, Doniță N, Petrescu L (1997).** Silvicultura pe baze ecosistemice. Ed. Academiei Romane, București.
- Vlad R, Ștefan A (2022).** Managementul suprafețelor experimentale de lungă durată instalate în pădurile administrate de INCDS „Marin Drăcea” (2022-2024). Referat șt. INCDS ”Marin Drăcea” (manuscris).

Abstract

Experience of forest districts – an insufficiently exploited treasure in Romania

The forests are continuously facing the pressure of changing environment (climate) and human interventions. The 100+ years rotation of the large majority of Romanian forests lead to the necessity of a national network of long-time experimental plots. In the same time, the presence in Romania of the largest areas with natural forests in Europe is a merit of the generations of silviculturists who protected them for centuries. Some examples of interesting 60+ years experimental forests are given in the present paper.

Keywords: silviculture, experimental forests, long-time experimental plots, national strategy, conservation

Utilizarea metodei neparametrice DEA pentru evaluarea performanței rezervațiilor științifice din Republica Moldova

Gheorghe Novac¹✉, Anatol Racul²

¹. Unitatea Consolidată pentru Implementarea Programelor (UCIP) a Fondul Internațional pentru Dezvoltarea Agricolă (IFAD), Rep. MOLDOVA

². Facultatea Inginerie Economică și Business, Universitatea Tehnică a Moldovei, Rep. MOLDOVA

1. Introducere

În spațiul economic în care activează, întreprinderea trebuie să-și probeze permanent viabilitatea, capacitatea de concurență și adaptare, performanța economică-financiară. Întreprinderea reprezintă o entitate social-economică de sine stătătoare, cu o structură proprie delimitată în timp și spațiu.

Analiza performanței unei întreprinderi are un rol determinant în stabilirea strategiei de urmat, cu atât mai mult în perioada crizei economice-financiare a întreprinderilor din domeniul silvic. Analiza financiară a întreprinderii este necesară pentru fundamentarea corectă a deciziilor, diagnosticarea performanței și dezvoltarea durabilă. Aprecierea diferențelor de performanță depinde de natura întreprinderii și de sistemul instrumentelor utilizate în gestionarea patrimoniului, ceea ce presupune, în mod necesar, existența analizei pentru cunoașterea stării economice și financiare a acestora, pe de o parte, iar pe de altă parte, fundamentarea deciziilor și urmărirea realizării acestora.

După Rolstadas (1998) măsurarea performanței este o relație complexă între șase criterii: calitate, eficacitate, eficiență, inovație, productivitate și profitabilitate.

Rezultatele literaturii de specialitate (Barbu 2021) indică faptul că indicatorii financiari (rentabilitatea activelor, rentabilitatea capitalului propriu și valoarea vânzărilor) sunt cei mai utilizați pentru măsurarea performanței unei întreprinderi.

Desfășurarea activității, într-un mod cât mai eficient posibil, a devenit obiectivul central pentru dezvoltarea

oricărei societăți.

Eficiența este un concept relativ care, în general, indică modul cum sunt folosite resursele unei întreprinderi în cadrul procesului de producție.

Farrell (1957) menționează că eficiența economică a unei întreprinderi este compusă din două elemente:

- *Eficiența alocativă* - descrie capacitatea unei întreprinderi de a utiliza input-urile (resursele) într-o măsură optimă, folosind tehnologia de producție și prețurile respective;
- *Eficiența tehnică* - se referă la abilitatea unei întreprinderi de a realiza maximum de output (rezultatul) folosind un set dat de input-uri.

Numeroase instrumente ale analizei eficienței întreprinderii pot fi utilizate pentru a realiza o apreciere corectă a situației financiare ale firmei pe viitor, bazată pe analiza condițiilor sale financiare prezente și din trecut. Eficiența a fost estimată utilizând numeroase tehnici de-a lungul timpului și mulți cercetători găsesc o provocare la alegerea între metodele disponibile atunci când încep o nouă analiză. Atât modelele parametrice, cât și cele neparametrice sunt utilizate în aplicațiile empirice și este un subiect foarte discutat pentru alegerea unuia dintre aceste tipuri de metode.

Metodele neparametrice sunt mult mai flexibile, în sensul că nu trebuie specificată o anumită formă funcțională între variabilele din model înainte de începerea analizei, permițând astfel datelor să vorbească pentru ele.

Metoda neparametrică DEA (analiza frontierei posibilităților de producție), este frecvent utilizată și ușor de implementat în vederea estimării frontierei de eficiență. Metoda presupune estimarea unei frontiere de eficiență pe baza datelor empirice și calcularea unor scoruri de eficiență a tuturor unităților din eșantion relativ la această frontieră.

În contextul DEA, eficiența se definește ca fiind raportul dintre suma ponderată a rezultatelor producției și

cea a inputurilor, adică a resurselor consumate. O întreprindere poate fi considerată eficientă, dacă aceasta are capacitatea de a furniza outputuri maxime folosind minimul posibil de input. Metoda DEA este un model de programare matematică de observare a datelor, care asigură o nouă cale de a obține estimări empirice ale relațiilor extreme, cum ar fi funcțiile de producție și/sau suprafețele posibilităților de producție eficiente. Funcția de producție poate fi interpretată ca fiind baza descrierii relațiilor de input-output într-o unitate de producție. Pe de altă parte, funcția de producție reprezintă o frontieră pentru mulțimea posibilităților de producție, iar calculele eficienței pot fi făcute prin raportare la această frontieră (Charnes et al. 1978).

Rhodes (1986) și Kao et al. (1991) au fost printre primii care au folosit metoda DEA pentru măsurarea eficienței domeniului forestier. S-a mai evaluat eficiența folosirii resurselor forestiere finlandeze și găsirea mijloacelor de îmbunătățire prin metoda DEA (Viitala et al. 1998). Joro et al. (1999), studiind eficiența sectorului silvic din Finlanda, au folosit trei extensii suplimentare la metoda DEA pentru analiza sensibilității scorurilor de eficiență.

Salehirad et al. (2006) au analizat dinamica eficienței la prelucrarea lemnului din provincia canadiană British Columbia aplicând metoda DEA. Sporcic et al. (2009) analizând eficiența gestionării pădurilor din Croația, menționează că DEA este un instrument puternic de luare a deciziilor cu criterii multiple și oferă un sprijin foarte valoros în gestionarea pădurilor. Korkmaz (2011) a măsurat eficiența productivității la întreprinderile forestiere din regiunea mediteraneană a Turciei. De asemenea, Limaie (2013) a analizat eficiența industriei forestiere iraniene, folosind metoda DEA în două etape: la recoltarea lemnului și la comercializare.

Metoda a fost folosită pentru evaluarea eficienței managementului forestier din regiunea Guilan a Iranului (Zadmirzaei et al. 2016). Similar s-au analizat planurile de management forestier din zona Caspică a Turciei (Boosari et al. 2015).

Există repere teoretice ale acestei abordări prezentate și în literatura română de specialitate. Metoda DEA a fost aplicată în cercetările menite a evalua performanța culegătorilor de produse forestiere nelemnoase din Republica Moldova (Novac 2021, Novac et al. 2021), prioritizarea activităților de control pentru prevenirea tăierilor ilegale (Drăgoi et al. 2010), avantajele utilizării resurselor în combaterea gândacilor de scoarță (Lupăștean et al. 2006), eficiența unor ocoale silvice din România (Drăgoi 2004).

Metoda DEA reprezintă o abordare neparametrică (Mukherjee 2008) relativ nouă pentru evaluarea performanței unui set de entități (Sun et al. 2013), convertind mai multe input-uri în mai multe output-uri. Cu ajutorul tehnicii DEA există posibilitatea de a măsura eficiența la nivelul unei întreprinderi, prin compararea acesteia cu alte întreprinderi asemănătoare, prin transformarea aceluiași grup de input-uri pozitive măsurabile în aceleași tipuri de output-uri pozitive măsurabile.

Avantajul tehnicii DEA este acela că nu necesită determinarea unei forme explicite a funcției de producție. Ea presupune utilizarea programării matematice (Battese et al. 1995). Metoda DEA reprezintă o modalitate ușor de aplicat în vederea evaluării performanțelor unei întreprinderi (Yan et al. 2002). Analiza DEA se bazează pe folosirea a numeroși parametri de intrare și ieșire. Aceasta permite realizarea unei analize comparative de eficiență a producției, fiind folosită și în situații precum rezolvarea unor deficiențe de gestionare sau evaluarea unor programe științifice pentru alegerea metodelor optime de creștere a eficienței la nivelul unităților de decizie ineficiente (Carrillo et al. 2016).

În analiza eficienței manageriale, pe baza unui subset de unități de decizie se poate identifica o discrepanță în ceea ce privește nivelul de productivitate al subsetului în cauză, în comparație cu productivitatea unității de decizie în ansamblu. Discrepanța menționată poate fi calculată prin eficiența managerială a unităților de decizie (Cowie et al. 1999).

Managerii întreprinderilor, pot îmbunătăți eficiența, prin sporirea eficienței tehnice. O întreprindere prezintă eficiență totală din punct de vedere tehnic, dacă aceasta realizează outputul maxim folosind input-urile date. Acest lucru semnifică faptul că producția întreprinderii respective se regăsește pe frontiera domeniului posibil de producție. Suportul dezvoltării întreprinderilor după anii 1990 l-a constituit analiza activității economice-financiare.

Analiza economică-financiară reprezintă un ansamblu de concepte, metode, tehnici, procedee și instrumente care asigură tratarea informațiilor interne și externe, în vederea formulării unor aprecieri pertinente referitoare la situația economică-financiară a unui agent economic, la identificarea factorilor, cauzelor și condițiilor care au determinat-o, precum și a rezervelor interne de îmbunătățire a acesteia, din punctul de vedere al utilizării eficiente a resurselor umane, materiale și financiare (Ivanov 2010). Aceasta presupune respectarea unui șir de principii: veridicității, continuității, accesibilității și transparenței informației, comparabilității, oportunității.

Subiectul prezentului studiu este motivat, în primul rând, prin faptul că cercetarea performanței trebuie plasată în contextul economic actual și, în al doilea rând, prin necesitatea reînnoirii și perfecționării instrumentelor de evaluare a performanței cu scopul de a reflecta cât mai bine rezultatele obținute de o entitate economică, în funcție de interese.

Un loc aparte în cadrul economiei moderne îl reprezintă sectorul forestier, reprezentat și de rezervațiile științifice, acesta având o contribuție deosebită atât din punct de vedere al evoluției economice cât și a progresului social. El reprezintă o importantă resursă naturală care poate aduce beneficii economice prin valorificarea produselor lemnoase și nelemnoase sau reprezintă o moștenire naturală, izvor de sănătate și echilibru pentru întregul glob pământesc.

Conform Anexei nr. 1 din Legea nr. 1538 privind fondul ariilor naturale protejate de stat, în Republica Moldova

sunt următoarele rezervații științifice: Codru, Iagorlîc (stânga Nistrului), Prutul de Jos, Plaiul Fagului, Pădurea Domnească. La articolul 2 aliniatul 15 din legea sus menționată, se stipulează că "rezervația științifică este un spațiu biogeografic terestru și/sau acvatic de importanță națională cu statut de instituție de cercetări științifice, destinat menținerii intacte a obiectelor și complexelor naturale, conservării biodiversității, elaborării bazelor științifice de protecție a mediului". Mai departe, la articolul 22, se precizează că "rezervația științifică are ca obiectiv prioritar protecția mediului, efectuarea de cercetări științifice, educarea și instruirea ecologică a populației". În continuare (articolul 23) "rezervația științifică are statut de instituție de cercetări științifice și se subordonează autorității centrale pentru mediu".

Scopul acestei cercetări constă în folosirea metodei DEA pentru identificarea soluțiilor de îmbunătățire a performanței rezervațiilor științifice din Republica Moldova și modul de utilizare al resurselor disponibile în vederea obținerii unor rezultate cât mai bune.

Obiectivele specifice care au stat la baza structurii articolului sunt: identificarea stadiului actual al cunoașterii cu privire la performanța întreprinderilor studiate; identificarea și valorificarea indicatorilor financiari și silvo-tehnici folosiți pentru determinarea și evaluarea performanței; realizarea unui instrument econometric de cuantificare a performanței la nivelul rezervațiilor științifice.

2. Material și metodă

Creșterea complexității activității economice a agenților economici, datorită evoluției mecanismelor pieței, are implicații majore în adoptarea deciziilor manageriale. În acest context se impune utilizarea unor metode științifice ce au la bază un studiu detaliat al realității, pentru a stabili legăturile cauzale dintre fenomene, procese economice și factorii determinanți. Diagnosticul financiar-contabil, ca o abordare modernă a situației economice-financiare a întreprinderii are la bază metodologii consacrate de analiza economică-financiară, dar și cunoașterea unor concepte și termeni de specialitate, în cazul dat din silvicultură.

Studiul de caz a fost realizat pe baza unui eșantion format din patru rezervații științifice (RS): Codrii, Pădurea Domnească, Plaiul Fagului și Prutul de Jos.

Pentru aprecierea pertinentă a performanței întreprinderilor se impune ca evaluarea performanței să se realizeze cu ajutorul unui sistem multidimensional echilibrat, care să includă atât indicatori financiari cât și indicatori non-financiari cu scopul diminuării limitelor celor două categorii de indicatori. Datele primare utilizate în cercetare au fost extrase din surse publice, din care amintim: baza datelor din bilanțul financiar și amenajamentele silvice în vigoare.

Metodologia cercetării a presupus două direcții principale, respectiv: cercetare teoretică, și cercetare de tip cantitativ-statistic. În acest sens, în cadrul cercetării teoretice s-au utilizat ca și metode: documentarea,

sistematizarea, comparația, sinteza, analiza critică și interpretativă, pe baza materialului documentar consultat, constând în principal din articole științifice, cărți, resurse internet și legislație.

Cercetările de tip cantitativ-statistic efectuate au presupus, în sinteză: constituirea unor baze de date statistice a principalilor indicatori, reprezentând variabile în modele conceptualizate și testate; segmentarea bazei de date unice pe criterii; sistematizarea și sintetizarea datelor; analiza de tip statistic; analiza pe baza procedurilor contabile analitice; analize de corelație statistică și performanță.

Informațiile au fost ulterior prelucrate, utilizând ca instrumente ale cercetării sistematizarea datelor, analiza comparativă, deducția și sinteza, în vederea prezentării interpretative și critice. Majoritatea calculelor asociate cu analiza eficienței sunt complexe și foarte dificil de realizat. De aceea, foarte multe pachete și programe software au fost dezvoltate pentru a ușura munca cercetătorului și pentru a rezolva problemele în mod automat. Astfel, datele primare au fost prelucrate cu ajutorul programului Microsoft Office 2021, aplicația DEA_UASM, aprobată de Agenția de Stat pentru Proprietate Intelectuală a Republicii Moldova din 21 iulie 2016 (Certificat de înregistrare seria PC nr. 5396) și pachetul de programe Statgraphics Centurions.

2.1. Metoda de calcul a ratelor

Metoda bazată pe analiza ratelor financiare este printre primele metode tradiționale de măsurare a performanței între întreprinderi sau diferite perioade de timp.

În baza datelor prezentate în rapoartele economice-financiare pentru perioada 2019-2021, a fost calculat și analizat un sistem de indicatori care au relevanță și prin interpretarea cărora se pot trage concluzii în funcție de care se poate prognoza evoluția întreprinderii (Popescu 2007, Dumbravă 2010, Ciobănașu 2011, Crucerescu 2011, Anghelache et al. 2015, Nedelcu 2017). Pe baza datelor brute au fost calculate 31 rate financiare și analizată legătura de corelație a 39 de indicatori silvo-tehnici, prezența în Tab. 1.

Tab. 1. Indicatorii utilizați în analiza performanței

Nr.	Denumirea ratelor	Metoda de calcul
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 corporale	= (imobilizări corporale /total active)*100 (%)
X ₉	Rata imobilizărilor financiare	= (imobilizări financiare/total active)*100 (%)
Rata activelor circulante		

Nr.	Denumirea ratelor	Metoda de calcul
X ₁₀	Rata activelor circulante	= (active circulante/total active)*100 (%)
X ₁₁	Rata stocurilor	= (stocuri/total active)*100 (%)
Rata de îndatorare		
X ₁₂	Rata datorilor pe termen scurt	= (datorii pe termen scurt /total pasive)*100 (%)
X ₁₃	Rata autonomiei globale	= (capital propriu/total active)*100 (%)
X ₁₄	Rata datoriilor totale	= (datorii totale/total pasive)*100 (%)
X ₁₅	Rata solvabilității generale	= active totale/datorii curente
Fondul de rulment		
X ₁₆	Fondul de rulment permanent	= [capital propriu + datorii financiare pe termen lung]-active imobilizate (lei)
X ₁₇	Fondul de rulment propriu	= capital propriu-active imobilizate (lei)
X ₁₈	Necesarul de fond de rulment	= (stocuri + creanțe)-datorii curente (lei)
X ₁₉	Trezoreria netă	= fondul de rulment-necesarul de fond de rulment (lei)
X ₂₀	Situația netă	= total activ-datorii active (lei)
X ₂₁	Lichiditatea curentă	= active curente(circulante) /datorii curente
X ₂₂	Lichiditatea imediată	= [active curente-stocuri] /datorii curente
X ₂₃	Viteza de rotație a activelor imobilizate	= cifra de afacere/active imobilizate
X ₂₄	Viteza de rotație a activelor totale	= cifra de afaceri/total active
X ₂₅	Rata marjei comerciale brute	= (profit brut/cifra de afaceri)*100
X ₂₆	Rata rentabilității economice	= (profit brut/active totale)*100
X ₂₇	Multiplicatorul capitalului propriu (Lever)	= total activ/capital propriu
Indicatori ai lichidității		
X ₂₈	Rata lichidității curente	= active curente/datorii curente
X ₂₉	Perioada medie de încasare a creanțelor	= creanțe/vânzări zilnice
X ₃₀	Vânzări medii zilnice	= vânzări/365
X ₃₁	Nr. zile stoc	= stocuri/vânzări medii zilnice
Indicatori silvo-tehnici (nefinanciari)		
a.	Suprafața totală (ha); Zona de protecție integrală (ha); Păduri, inclusiv plantații cu reușită definitivă (ha); Terenuri împădurite cu reușită parțială (ha); Poieni sau goluri destinate împăduririi (ha); Pepiniere silvice (ha); Terenuri care servesc nevoilor de producție silvică (ha); Terenuri care servesc nevoilor de administrare forestieră (ha); Terenuri neproductive (ha); Terenuri transmise temporar în folosință (ha); Numărul de ocupații și litigii; Enclave (ha); Densitatea rețelelor de drumuri (m/ha); Proportia cvercinee (%); Clasa de producție medie; Consistența medie; Vârsta medie (ani); Volum lemnos (m ³ /ha); Indici de creștere curentă m ³ /an/ha; Volum de recoltat reconstrucție ecologică (m ³ /an); Posibilitatea anuală de produse secundare (m ³ /an); Lucrări de împădurire (ha); Numărul trupurilor de pădure; Numărul de parcele; Numărul de subparcele; Numărul de borne; Suprafața rezervației pe raioane administrative (ha); Numărul de sectoare maiștri; Numărul de cantoane silvice; Numărul de contravenții silvice; Numărul de mistreți recoltați; Numărul de stupine; Cantitatea de semințe recoltate (kg); Platou (%); Versant (%); Fund de vale (%); Luncă (%); Numărul mediu al personalului; Numărul de lucrări științifice.	

2.2 Metoda de calcul DEA

În vederea aplicării tehnicii DEA se urmărește parcurgerea a trei pași. În primul rând este definită și selectată întreprinderea ce urmează a fi evaluată. Unitățile selectate necesită antrenarea aceluiași tip de inputuri pentru a furniza aceleași outputuri. De asemenea, în condițiile de piață și de tehnologie date, 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 (Golany et al. 1989). Se mai recomandă pentru început întocmirea unei liste în care să fie incluse

numeroase variabile potențial relevante. Se urmărește ca variabilele să îndeplinească anumite condiții, și anume, acestea să prezinte date sigure și corecte, să aibă legătură cu obiectul analizei

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

Luând în considerare că variabilele economice sunt în număr mare (n=31) 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 performanței rezervațiilor științifice, iar factorii exogeni (X₁-X₆) 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 complet ortogonale una în raport cu cealaltă, adică necorelate între ele (Giannelloni et al. 2001).

O primă condiție pentru validarea specificațiilor modelului DEA, este existența unor corelații dintre intrări și ieșiri (Kao et al. 1993). 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 sau populații Bulgaru (2018) a propus următoarele semnificații: 0 < |k| = ≤ 0,2 - corelație foarte slabă; 0,2 < |k| = ≤ 0,5 - corelație slabă; 0,5 < |k| = ≤ 0,7 - corelație moderată; 0,7 < |k| = ≤ 0,9 - corelație puternică; 0,9 < |k| = ≤ 1 - corelație foarte puternică.

Pentru a exprima cantitativ eficiența unei unități de decizie, este necesar de a defini rezultatele scontate la o performanță extremă, care poate fi minimă pentru inputuri și maximă pentru outputuri. În acest scop, a fost introdus conceptul de frontieră eficientă, care arată performanța la maximum a unităților de decizie și este o limită spre care trebuie să tindă fiecare subiect în condițiile economiei de piață. Frontiera eficientă pentru rezervațiile științifice este descrisă în spațiul coeficienților de input ξ astfel:

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

unde: μ: un scalar pozitiv, iar μx⁰: un input realizabil.

Putem afirma că 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 μ x⁰, pentru oricare vector de input realizabil x⁰. 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 Koopmans (1951) 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 de intrare x , dacă și numai dacă $y \in \text{EffL}(x)$. Eff GR reprezintă curba de eficiență a combinațiilor posibile de input-outputuri, $\text{Eff GR} = \{(x, y) \in \text{GR} \text{ și } (x', y') \in \text{GR} \text{ pentru } 0 \leq x' \leq x \text{ și } y' \geq y\}$, $\text{EffL}(y)$ - reprezintă curba de eficiență a inputului în raport cu outputul, $L(y) = \{x | (x, y) \in \text{GR}\}$, $y \in \mathbb{R}^m$, $\text{EffL}(x)$ - reprezintă curba de eficiență a outputului în raport cu inputul, $\text{EffL}(x) = \{y | (x, y) \in \text{GR}\}$.

Definiția lui Debreu (1951), Farrell (1957) include: măsura radială a eficienței tehnice pentru vectorul de intrare x într-un proces de producere (x, y) care se calculează astfel: $\text{TE}_1(x, y) = \min \{\theta : \theta x \in L(y)\}$, 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:

$$\begin{cases} \min_{\theta, \lambda} \theta \\ -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ N_i \lambda \leq 1 \\ \lambda \geq 0 \end{cases}$$

unde:

θ : parametrul referitor la eficiența rezervațiilor științifice;

n : numărul de rezervații științifice;

Y : vectorul outputurilor, n -dimensional;

X : vectorul inputurilor, m -dimensional, ce este egal cu 6;

N_i : un vector n -dimensional cu componente 1;

Λ : variabilele problemei de programare liniară ce va fi rezolvată.

$$Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n) \in \mathbb{R}^n$$

Așadar, avem vectorul intrărilor și vectorul ieșirilor.

Modelul prezentat în formula este input orientat și factorii exogeni reprezintă o frontieră eficientă a activității rezervației. Rezultatul de bază rămâne a fi următorul: gradul de eficiență al unei unități de decizie (rezervație științifică) sporește cu atât cu cât coeficientul ϕ se apropie de 1.

Eficiență tehnică (TE)-se referă la abilitatea unei unități de decizie de a realiza maximul de output folosind un set dat de input-uri, conform formulei prezentate:

$$TE = \frac{OQ}{OP}$$

Roman et al. (2012) clasifică unitățile de decizie în trei grupuri: 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) este notat cu id și reprezintă rezultatul prelucrării datelor primare prin metoda DEA.

2.3. Metoda de calcul a funcției distanță

$$TE(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[\frac{d_o^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^t(x_t, y_t)} * \frac{d_o^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_o^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Ecuția de determinare a performanței manageriale a

rezervațiilor naturale din Republica Moldova în perioada evaluării 2019-2021 prin intermediul indicatorului agregat TE pentru factorii exogeni $X_1 \div X_6$ în raport cu variabila endogenă Y . Rezultatul evaluării eficienței tehnice cu ajutorul programei DEA_UASM este prezentat în Tab. 2 cu un diapazon de valori pentru fiecare rezervație științifică de 3 ani cu precizia de evaluare conform distribuției Student 95%.

Tab. 2. Frontiera relativă DEA a performanței manageriale a rezervațiilor naturale din Republica Moldova în perioada evaluării 2019-2021

Denumirea întreprinderii: Rezervația Științifică:	Revenirea constantă la scară a frontierei DEA								
	2019			2020			2021		
	t-1	t	t+1	t-1	t	t+1	t-1	t	t+1
Codrii	0,000	1,000	6,069	3,127	1,000	1,073	3,305	1,000	0,000
Pădurea Domnească	0,000	0,504	0,396	12,650	1,000	12,483	0,817	0,659	0,000
Plaiul fagului	0,000	1,000	1,948	0,234	0,116	0,134	13,854	1,000	0,000
Prutul de Jos	0,000	1,000	1,450	1,982	1,000	1,252	0,546	0,390	0,000

Abordarea neparametrică în evaluarea eficienței tehnice presupune definirea indicatorilor de transfer tehnologic în activitatea economică, eficiența la scară (rezervațiile sunt diferite după indicii cantitativi și calitativi) și performanța managerială ca un criteriu adecvat a adiacenței față de frontiera eficientă (Tab. 3).

Tab. 3. Performanța managerială a rezervațiilor naturale din Republica Moldova evaluată prin metoda DEA

Denumirea întreprinderii	TE	TT	Es	PM
RȘ Codrii	1,000	1,122	1,000	1,122
RȘ Pădurea Domnească	1,144	1,124	1,144	1,286
RȘ Plaiul fagului	1,000	1,878	1,000	1,878
RȘ Prutul de Jos	0,625	1,112	0,625	0,694

Notă: RȘ: Rezervația Științifică; TE: eficiența tehnică; TT: transfer tehnologic; Es: eficiența la scară; PM: performanța managerială

3. Rezultate

Metoda ratelor este foarte des utilizată în evaluarea performanței financiare a întreprinderilor. Ea presupune analiza evoluției performanței unei întreprinderi.

3.1. Rata rentabilității

a) Valoarea medie înregistrată de către indicatorul *rata rentabilității financiare*, pentru perioada 2019-2021, a fost, în ordine descrescătoare, de 25,4% (RȘ Plaiul Fagului), 17,9% (RȘ Codrii), 1,9% (RȘ Prutul de Jos) și de -14,6% (RȘ Pădurea Domnească). Valoarea acestui indicator trebuie să fie mai mare de 5%; astfel se poate afirma că numai două întreprinderi au avut o activitate eficientă.

b) Valoarea recomandată pentru indicatorul *rata rentabilității comerciale* este de (>1,8); deci, putem menționa că activitatea pe perioada analizată a fost una rentabilă (80,8% pentru Prutul de Jos; 13,8% pentru Codrii; 12,5% pentru Plaiul Fagului), cu excepția RN Pădurea Domnească (-3,4%).

c) Astfel, pentru perioada 2019-2021, *rata rentabilității activelor totale* reflectă o evoluție pozitivă pentru toate întreprinderile luate în studiu (Prutul de Jos 34,1%; Codrii 15,1%; Plaiul Fagului 11,4% și Pădurea Domnească 4,0%).

d) *Lichiditatea curentă* măsoară capacitatea întreprinderii de a plăti datoriile pe termen scurt. Valoarea optimă pentru acest indicator fiind 1,5-2. În această situație, toate întreprinderile (2,2 pentru Plaiul fagului; 2,1 pentru Codrii; 1,6 pentru Prutul de Jos; 1,4 pentru Pădurea Domnească) au capacitatea de ași onora obligațiile pe termen scurt, dar cu un ușor semnal de alarmă pentru ultima întreprindere.

3.2. Rata activelor imobilizate

a) Din calculul ratei *activelor imobilizate*, se constată că acestea dețin un maxim de 61,4% din totalul activelor RȘ Pădurea Domnească și un minim de 14,1% la RȘ Codrii. La întreprinderea de stat Pădurea Domnească ponderea acestor active este de 25,7%, iar la Plaiul Fagului de 19,6%.

b) Calculând rata *imobilizărilor corporale* am obținut valori maxime la: RȘ Codrii (80,5%), RȘ Plaiul Fagului (74,6%), RȘ Pădurea Domnească (64,1%), iar la RȘ Prutul de Jos fiind cea mai mică (26,7%).

c) *Rata imobilizărilor financiare* calculată are valori de la 5,6% (RN Codrii) până la 10,2% (RȘ Pădurea Domnească), iar în cazul RȘ Prutul de Jos această rată este nulă.

3.3. Rata activelor circulante

a) O pondere ridicată a *activelor circulante* se observă la RȘ Prutul de Jos (61,4%), urmează la o diferență semnificativă mai mică RȘ Pădurea Domnească (25,7%), RȘ Plaiul Fagului (19,6%) și RȘ Codrii (14,1%).

b) Valoarea maximă calculată a mediei *ratei stocurilor* pentru anii 2019-2021 s-a obținut la RȘ Prutul de Jos (33,2%), urmând RȘ Pădurea Domnească (11,2%), RȘ Plaiul Fagului (9,8%) și RȘ Codrii (4,0%).

3.4. Rata de îndatorare

a) Valoarea medie obținută a *ratei datoriilor pe termen scurt* a fost de maxim 47,3% (Prutul de Jos), urmează în scădere 25,3% (Pădurea Domnească), 9,7% (Codrii) și 9,2% (Plaiul Fagului). În cadrul întreprinderilor Prutul de Jos și Pădurea Domnească, datoriile pe termen scurt dețin cea mai mare pondere în totalul pasivelor, acestea fiind supuse apariției unor dificultăți pe perioada anului.

b) *Rata autonomiei globale* a înregistrat valori superioare comparativ cu valoarea recomandată în practică (>33%). Astfel, RȘ Pădurea Domnească și RȘ Codrii au o valoare maximă aproape egală (74,7% respectiv 74,4%), după care urmează RȘ Prutul de Jos (52,7%) și RȘ Plaiul Fagului (40,5%). Aceste date prezintă ponderea surselor proprii din totalul mijloacelor utilizate pentru finanțarea activității unui agent economic.

c) Pentru *rata datoriilor totale* optimul recomandat constituie maxim 67%. După efectuarea calculelor, valoarea acestui indicator se încadrează în limita recomandată, după cum urmează: Plaiul Fagului (59,5%); Prutul de Jos (47,3%); Pădurea Domnească (25,3%) și Codrii (9,7%).

d) Valoarea *ratei solvabilității generale*, pentru perioada 2019-2021, în rezervațiile științifice studiate, ne arată că nu există riscul de incapacitate de plată. Valoarea minimă la acest indicator a fost înregistrată la Prutul de Jos (2,1) și Pădurea Domnească (3,9), iar valori maxime

s-au obținut la Codrii (12,5) și Plaiul Fagului (9,6).

3.5. Fondul de rulment

a) Valoarea pozitivă a *fondului de rulment permanent* reflectă o stare de echilibru pe termen lung la nivelul celor trei rezervații (Pădurea Domnească, Plaiul Fagului, Prutul de Jos), iar la RȘ Codrii această valoare este negativă pentru perioada anilor 2019-2021 (-1050664,3 lei), ce denotă un decalaj mai mare între sumele necesare de achitat și cele de încasat.

b) Analiza *fondului de rulment propriu* redă situația reală a întreprinderilor; astfel două rezervații (27288,7 lei în Pădurea Domnească și 105648,7 lei în Prutul de Jos) se află într-o stare de echilibru financiar realizat pe baza capitalurilor proprii. La celelalte întreprinderii analizate, valoarea indicatorului studiat este negativă 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) *Necesarul de fond de rulment* înregistrează o valoare negativă pentru Pădurea Domnească (-964504,0 lei) și Prutul de Jos (-56982,3 lei), ceea ce înseamnă că activele pe termen scurt sunt acoperite în totalitate din surse de finanțare cu exigibilitate crescută. O asemenea situație este favorabilă, fiind consecința directă a aplicării unei strategii de corelare a perioadei de transformare a activelor circulante în lichidități cu termenele de achitare a datoriilor, ceea ce nu putem afirma în cazul Codrii (13884,0 lei) și Plaiul Fagului (318741,3 lei).

d) *Trezoreria netă* reflectă corelația dintre fondul de rulment și necesarul de fond de rulment, atât pe termen lung cât și scurt. Acest indicator înregistrează o valoare pozitivă pentru toți agenții economici din studiu, ce denotă o activitate rentabilă în perioada supusă analizei financiare (533054,0 lei la Codrii; 991794,7 lei la Pădurea Domnească; 903650,0 lei la Plaiul Fagului și 162631,0 lei la Prutul de Jos).

e) *Situația netă* a întreprinderilor studiate prezintă o valoare pozitivă, ce relevă faptul că toate sunt solvabile.

f) *Lichiditatea curentă* determină capacitatea agentului economic de a plăti datoriile pe termen scurt utilizând activele. Valoarea înregistrată de către RȘ Pădurea Domnească (1,0) și RȘ Prutul de Jos (1,3) reprezintă un semnal de alarmă privind capacitatea de ași onora obligațiile scadente pe termen scurt. Valoarea optimă este 1,5-2,0, în care se încadrează restul rezervațiilor.

g) *Lichiditatea imediată* arată capacitatea întreprinderii de a plăti datoriile utilizând activele cu cel mai mare grad de lichiditate. Valoarea subunitară egală a indicatorului obținut în cadrul RȘ Pădurea Domnească și RȘ Prutul de Jos (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 rezervații acest indicator este supraunitar (1,1 la Plaiul Fagului și 1,3 la Codrii) fiind adecvat pentru activitatea economică.

h) *Viteza de rotație a activelor imobilizate* evaluează eficacitatea managementului întreprinderii în ceea ce privește utilizarea elementelor patrimoniale pentru a

obține venituri. Datele maxime obținute sunt de 1,4 la RȘ Pădurea Domnească, 1,1 la RȘ Codrii și RȘ Prutul de Jos, apoi 1,0 la RȘ Plaiul Fagului. Valoarea recomandată pentru acest indicator trebuie să fie cât mai mare de 1, deci se constată o situație nu prea favorabilă la aceste întreprinderi din subordinea Agenției Moldsilva.

i) *Viteza de rotație a activelor totale* reflectă eficiența utilizării activelor aflate în patrimoniul unei întreprinderi. Din calcule s-au obținut valorile de 1,1 la Pădurea Domnească, 1,0 la Codrii, 0,8 la Plaiul Fagului și 0,4 la Prutul de Jos.

j) Având în vedere că valoarea recomandată pentru *rata marjei comerciale brute* este de $\geq 1,8$, se poate afirma că activitatea rezervațiilor naturale din Republica Moldova a fost una rentabilă pentru perioada anilor 2018-2021, toate înregistrând de la 50% (Prutul de Jos) până la 80% (Codrii).

k) *Rata rentabilității economice* pentru întreprinderile analizate a avut o evoluție pozitivă, de la 21,9% (RȘ Prutul de Jos) până la 77% (RȘ Codrii).

l) *Multipliatorul capitalului propriu (Lever)* este un coeficient care arată faptul 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 cazul de față rezultatele sunt scăzute, de la 1,4 (RȘ Codrii) până la 2,8 (RȘ Prutul de Jos), ceea ce presupune că managementul întreprinderii fie evită utilizarea datoriilor, fie nu este în măsură să obțină datorii de la potențialii creditori.

3.6. Indicatori ai lichidității

a) Potrivit rezultatelor obținute *rata lichidității curente* la întreprinderile studiate este relativ bună și a variat de la 2,7 (RȘ Prutul de Jos) până la 13,5 (RȘ Codrii). Valoarea optimă a acestui indicator este considerat a fi 2.

b) Perioada medie de *încasare a creanțelor* măsoară viteza cu care veniturile realizate se transformă în lichidități (cash). O regulă importantă spune că perioada medie de colectare 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 36 zile (Plaiul Fagului) până la 48 zile (Prutul de Jos); deci s-ar putea ca întreprinderile respective să fie nevoite să apeleze la împrumuturi suplimentare sau să crească suma datoriilor.

c) *Numărul zile stoc* măsoară numărul de zile de vânzare din stoc. Acestea au fost de la 15 zile (Codrii) până la 240 zile (Prutul de Jos).

Se constată existența unor coeficienți de corelație strânși între performanță și unele componente, dar și coeficienți de corelație mai mici (Tab. 4). Având în vedere aceste noi descoperiri, se va interpreta intensitatea corelației statistice. Matricea de 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.

Tab. 4. Importanța unor factori caracteristici asupra performanței rezervațiilor științifice

Coef	Factorii caracteristici
0,9 \geq 1	-
0,7 \geq 0,9	Volum de recoltat (m ³ /an); Poieni sau goluri destinate împăduririi (ha); Suprafața rezervației pe raioane administrative (ha); Platou [%]; Numărul de ocupații și litigii; Păduri, inclusiv plantații cu reușită definitivă (ha); Suprafața totală (ha).
0,5 \geq 0,7	Posibilitatea anuală de produse secundare (m ³ /an); Proportia cvercinee [%];Cantitatea de semințe recoltate (kg); Consistența medie; Volum lemnos (m ³ /ha); Fund de vale [%];Vârsta medie (ani); Zona de protecție integrală (ha); Terenuri care servesc nevoilor de producție silvică (ha).
0,2 \geq 0,5	Numărul de cantoane silvice; Versant [%]; Numărul de borne; Numărul de parcele; Numărul de subparcele; Numărul de sectoare maiștri; Numărul de mistreți recoltați; Densitatea rețelelor de drumuri (m/ha).
0 \geq 0,2	Numărul de lucrări științifice; Pepiniere silvice (ha); Enclave (ha).
-0,2 \leq 0	Terenuri transmise temporar în folosință (ha); Numărul de contravenții silvice; Lucrări de împădurire (ha); Numărul de stupine; Terenuri împădurite cu reușită parțială (ha).
-0,2 \leq -0,5	Numărul trupurilor de pădure.
-0,5 \leq -0,7	Luncă [%];Indici de creștere curentă m ³ /an/ha; Terenuri care servesc nevoilor de producție silvică (ha).
-0,7 \leq -0,9	Clasa de producție medie; Terenuri neproductive (ha)
-0,9 \leq -1	-

Notă: Coef: coeficienți de corelație statistică

În rezultatul analizei eficienței tehnice corelația între factorul endogen agregat TE și indicatorii tehnologici a activității economice în rezervațiile științifice (Fig. 1), putem afirma că numărul persoanelor angajate influențează semnificativ valoarea TE.

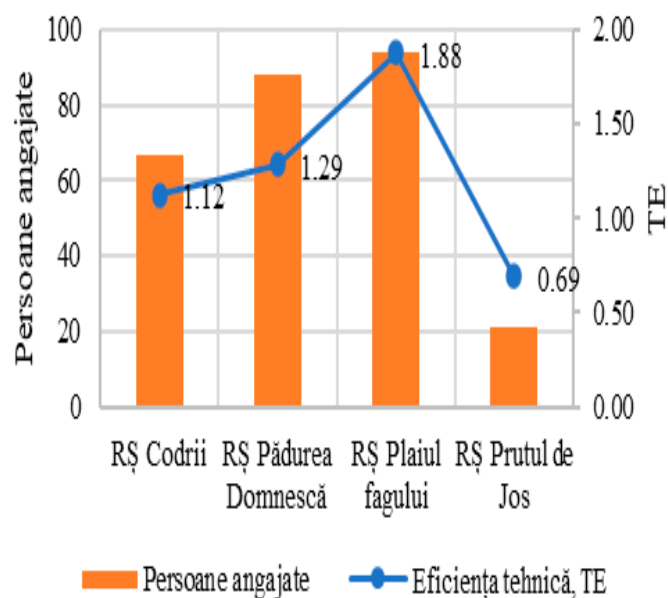


Fig. 1. Evaluarea performanței manageriale a rezervațiilor naturale în dependență de numărul de angajați

Analiza regresională a dependenței între performanța managerială a rezervațiilor științifice și volumul lemnos recoltat anual, dă posibilitatea de a afirma că există o corelație ridicată între factorii menționați și reprezintă un argument semnificativ pentru optimizarea proceselor tehnologice în domeniu (Fig. 2).

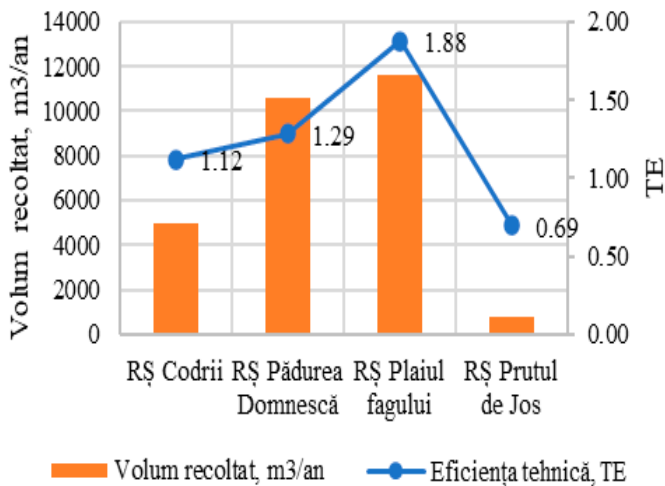


Fig. 2. Evaluarea performanței manageriale a rezervațiilor în dependență de volumul lemnos recoltat anual

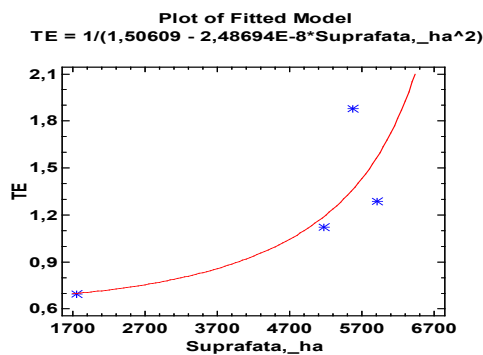


Fig. 3. Performanța managerială a rezervațiilor științifice în dependență de suprafață

Modelul econometric, al dependenței eficienței tehnice de suprafața rezervației, denotă o relație hiperbolică, elasticitatea factorului exogen este înaltă și reprezintă un argument în plus a factorilor silvo-tehnici utilizați în calculul matematic (Fig. 3).

În fig. 4 este 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 sunt cumulativ amplasați reprezintă o dovadă în plus a utilității metodologiei econometrice propuse în lucrare (a-RȘ Codrii; b-RȘ Pădurea Domnească; c-RȘ Plaiul Fagului; d-Prutul de jos).

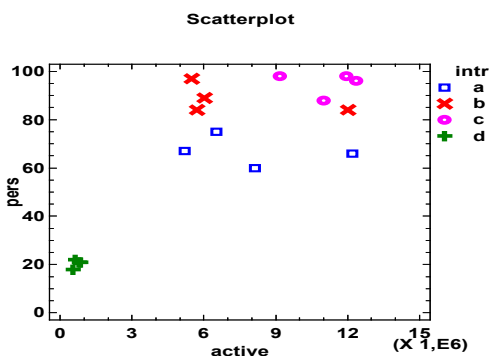


Fig. 4. Analiza discriminant ANOVA a rezervațiilor științifice evaluată în baza factorilor exogeni-numărul persoanelor angajate și valoarea datelor economice conform bilanțului contabil

4. Discuții

Silvicultura este o activitate determinantă pentru gestionarea terenurilor și a resurselor naturale, oferind posibilități de diversificare economică a comunităților. Performanța acestui sector rămâne un obiectiv important al politicii forestiere care vizează utilizarea durabilă a terenurilor gestionate și îmbunătățirea condițiilor mediului înconjurător.

Conform HG 150/2010 cu modificările ulterioare și a statutului rezervațiilor studiate (Prutul de Jos, 2022; Codrii, 2021; Pădurea Domnească, 2016; Plaiul Fagului, 2016) sunt denumite rezervații naturale, cu statut de persoane juridice care desfășoară activitate de întreprinzător în baza bunurilor proprietate de stat transmise ei în administrare și/sau ca aport în capitalul social și în baza proprietății obținute de aceasta în rezultatul activității economico-financiare.

Întreprinderile date au fost create prin HSM RSSM 310/1971 (Codrii) și 34/1988 (Iagorlâc), respectiv prin HG 209/1991 (Prutul de Jos), 167 / 1992 (Plaiul Fagului) și 409/1993 (Pădurea Domnească), iar fondator fiind actuala Agenția Moldsilva.

În dependență de puterea juridică și de organul care le-a adoptat, legea ocupă locul central în sistemul actelor normative, iar hotărârile de guvern se subordonează legilor, fiind elaborate pentru executarea legilor. Ținând cont de supremația legii, actele subordonate legii despre rezervațiilor științifice, urmează a fi aduse în corespundere cu legea adoptată. Despre această contradicție a legislației referitoare la rezervațiile științifice a fost menționată și de Coca (2006). Astfel, oficialitățile statului trebuie să fie interesate în problemele de reglementare a ocrotirii naturii.

Performanța unei întreprinderi este reflectată de succesul în afaceri, în condițiile concurenței de piață. Preocupările pentru îmbunătățirea modelelor de evaluare a performanței și conceperea a noi modele pentru aprecierea dimensiunii globale a performanței au continuat până în prezent, iar acest demers științific se subscrie acestor preocupări. Pentru o apreciere pertinentă a performanței rezervațiilor științifice s-a folosit un sistem de indicatori care să surprindă atât aspectele financiare ale activității cât și aspectele non-financiare ale acesteia, deoarece un sistem de evaluare a performanțelor este inima managementului la nivelul unei entități economice. În acest context mai mulți cercetători (Îmbrescu 2011, Bogdan 2014, Botnari 2014) sunt de părerea că evaluarea performanței unei întreprinderi numai prin prisma indicatorilor financiare este insuficientă.

Unii autori (Pavelkova et al. 2005) au identificat patru clase de indicatori (de lichiditate, de profitabilitate, de structură a capitalului și indicatori privind valoarea de piață). Ulterior numărul indicatorilor s-a extins, iar cercetătorii au recurs la analize de factori urmărind corelația dintre variabile (Ugurlu et al. 2006), ceea ce s-a realizat și în articolul prezentat. În studiile efectuate de Malai et al. (2019) și Talpă et al. (2021) s-a concluzionat că întreprinderile subordonate Agenției Moldsilva

sunt preocupate de obținerea venitului pe moment din vânzarea lemnului, această afirmație a rezultat și din calculele prezentate în articol, precum că volumul lemnos recoltat anual influențează direct și puternic performanța managerială.

Într-o cercetare viitoare, obiectivul acesteia îl poate constitui extinderea studiului la nivelul celorlalte întreprinderi silvice din Republica Moldova. Tema studiului de față se află în atenția atât a cercetătorilor de la nivel mondial, cât și în centrul unor analize efectuate de numeroși analiști la nivel local. Ideea acestui articol a plecat de la analiza preocupărilor în legătură cu îmbunătățirea performanței întreprinderilor silvice din Republica Moldova. Aceasta scoate în evidență faptul că evaluarea performanței trebuie să ia în calcul obiectivele întreprinderii, aspectele financiare și non-financiare. Întreprinderile nu mai pot fi apreciate doar în termeni de performanță economică și financiară, ci se impune integrarea aspectelor de mediu și sociale și astfel, apreciate prin prisma a ceea ce numim performanță globală, determinată prin agregarea performanțelor economice, sociale și de mediu.

Cercetarea întreprinsă oferă noi abordări în studierea performanței economice pentru sectorul forestier din Republica Moldova, care prin modelul propus deschide noi orizonturi persoanelor interesate de creșterea economică în sectorul analizat. Rapoartele financiare și amenajamentele silvice oferă informații importante în reflectarea analitică a performanței și contribuie la procesul de gestionare a întreprinderii. DEA este o metodologie excelentă și ușor de utilizat pentru modelarea proceselor operaționale pentru evaluarea performanțelor la nivel de întreprindere. Se poate aplica într-un context de producție care implică multiple input-uri și output-uri.

5. Concluzii

Deși tema generală a performanței este intens studiată în literatura de specialitate, specificul studiului eficienței economice este într-o permanentă schimbare, iar aplicabilitatea pe sectorul forestier poate constitui un subiect de interes pentru factorii interesați. Cunoașterea căilor prin care performanța poate fi măsurată cu ajutorul informațiilor financiare și nefinanciare, reprezintă o condiție esențială pentru creșterea economică a întreprinderilor din sectorul forestier, care prin rolul important pe care îl deține față de planeta Pământ, ne oferă satisfacția că tema aleasă este una de contemporaneitate și anvergură în mediu social.

Prin demersul științific întreprins, se constată faptul că a fost îndeplinit scopul lucrării *Utilizarea metodei neparametrice DEA pentru evaluarea performanței rezervațiilor științifice din Republica Moldova*, respectiv de a cerceta dintr-o perspectivă multidimensională, prin metode complexe de cercetare fundamentală a eficienței rezervațiilor științifice din subordinea Agenției Moldsilva. Rezultatele articolului aduc contribuții la nivel teoretic, cât și practic, fiind utile pentru practicieni și cercetătorii din mediul academic, în contextul când

a fost mai puțin tratată până acum. Sensul și utilitatea unei astfel de abordări rezidă în crearea de plus valoare pentru deciziile care trebuie luate de către conducătorii entităților.

Din revizuirea sferei cunoașterii cu privire la metodele de măsurare a performanței întreprinderilor din sectorul silvic (DEA), se concluzionează faptul că această metodă este utilizată pe plan internațional și, mai puțin, pe plan național. Finalitățile practice aplicative subsumate scopului general al lucrării au vizat valorificarea informațiilor economice-financiare în vederea stabilirii performanței entităților incluse în studiu prin metoda DEA și elaborarea unui model econometric testat.

S-a fundamentat procesul decizional prin metoda DEA cu privire la acționarea asupra indicatorilor care prezintă importanță pentru creșterea performanței rezervațiilor științifice. Evaluarea performanței entităților silvice trebuie realizată într-o viziune mai largă prin luarea în considerare a corelației dintre parametrii interni și cei externi, cantitativi și calitativi, gradul de valorificare a potențialului financiar, tehnic și uman, precum și aspecte non financiare privind perspectiva de dezvoltare durabilă a entității.

Prin metoda DEA s-a reușit ierarhizarea întreprinderilor eșantionului analizat și stabilirea corelațiile între indicatorii matricei. Astfel, o performanță managerială superioară s-a înregistrat la RȘ Plaiul Fagului (1,878) iar, cea mai slabă fiind la RȘ Prutul de Jos (0,694).

Printre factorii care au o legătură puternică cu eficiența managerială a rezervațiilor științifice din Republica Moldova se numără volumul de produse principale recoltate; suprafața terenurilor destinate împăduririi; suprafața rezervației și răspândirea pe raioane administrative; platoul ca formă a terenului pe care se află pădurea; păduri, inclusiv plantații cu reușită definitivă, clasa de producție etc.

Mai puțin contribuie la eficiența managerială lucrările științifice publicate; pepinierele silvice; enclavele; terenurile transmise temporar în folosință; numărul de contravenții silvice; lucrările de împădurire; terenurile împădurite cu reușită parțială etc.

Noutatea adusă de articol constă în validarea metodei DEA în cadrul rezervațiilor științifice din sectorul forestier. Calculele rezultatelor obținute au demonstrat că metoda DEA poate fi utilizată pentru evaluarea performanței manageriale a RȘ din Republica Moldova.

Bibliografie

- Amenajamentul Rezervației Naturale Codrii (2020).** ICAS Chișinău, 271 p.
- Amenajamentul Rezervației Naturale Pădurea Domnească (2018).** ICAS Chișinău, 268 p.
- Amenajamentul Rezervației Naturale Plaiul Fagului (2019).** ICAS Chișinău, 262 p.
- Amenajamentul Rezervației Naturale Prutul de Jos (2015).** ICAS Chișinău, 269 p.
- Anghelache C, Manole A, Anghel M (2015).** Selecția entităților-o abordare business intelligence. *Revista Română de Statistică-Supliment*, 7, 3-12.

- Barbu A (2021).** Cercetări privind îmbunătățirea performanței organizaționale în domeniul serviciilor industriale. *Rezumatul tezei de doctorat*, București, 42 p.
- Battese G, Coelli T (1995).** A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- Boosari M, Limaie M, Amirteimoori A (2015).** Performance evaluation of forest management plans (Case study: Iranian Caspian forests). *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 13(4), 373-382.
- Bogdan V (2014).** Overall performance by creating value. *Mangementul Intercultural*, XVI, 2(31), 41-50.
- Botnari N, Nedelcu A (2014).** Particularitățile evaluării performanței financiare a întreprinderii industriale. *Buletinul Științific al Universității Bogdan Petriceicu Hașdeu din Cahul*, 2(12), 54-61.
- Bulgaru O (2018).** Aplicații statistice în cercetarea sociologică. *Support de curs*. USM, Chișinău, 150 p.
- Carrillo M, Jorge J (2016).** A multi-objective DEA approach to ranking alternatives. *Expert Systems with Applications*, 50, 130-139. doi:10.1016/j.eswa.2015.12.022
- Charnes A, Cooper W, Rhodes E (1978).** Measuring the efficiency of decisions making units. *European Journal of Operations Research*, 2(6), 429-444. doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8
- Ciobănașu M (2011).** Analiza situațiilor financiare. <http://www.oconomica.uab.ro/upload/lucrari/820062/14.pdf>
- Coca M (2006).** Rezervațiile științifice în Republica Moldova: între mit și realitate. *Mediul Ambiant*, 4(28), 29-30.
- Cowie J, Asenova D (1999).** Organisation form scale effects and efficiency in the British bus industry. *Transportation*, 26, 231-248.
- Crucerescu C (2011).** Metodologia elaborării și utilizarea modelului Du Pont în scopul diagnosticării eficienței afacerii. *Meridian Ingineresc*, 3, 56-61.
- Debreu G (1951).** The coefficient of resource utilization. *Econometrica*, 19(3), 273-292. doi.org/10.2307/1906814
- Drăgoi M (2004).** Asupra eficienței gospodăririi multifuncționale a pădurilor. *Analele Universității Ștefan cel Mare din Suceava*, 6(2), 81-88.
- 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.
- Dumbravă M (2010).** Model de analiză a performanței firmei. *Economie teoretică și aplicată*, XVII, 8(549), 105-119.
- Farrell M (1957).** The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistical Society*, 120(3), 253-290.
- Giannelloni J, Vernet E (2001).** Etudes de marche. Vuibert, Paris, 664 p.
- Golany B, Roll Y (1989).** An Application Procedure for DEA. *Omega*, 17, 237-250.
- HG 209 (1991).** Hotărârea Guvernului RSS Moldova nr. 209 din 23.04.91 cu privire la crearea Rezervației de stat Prutul de Jos.
- HG 167 (1992).** Hotărârea Guvernului R. Moldova nr. 167 din 12.03.92 privind crearea Rezervației naturale de stat Plaiul fagului.
- HG 409 (1993).** Hotărârea Guvernului R. Moldova nr. 409 din 2.07.93 privind crearea Rezervației naturale de stat Pădurea Domnească.
- HG 150 (2010).** Hotărârea Guvernului R. Moldova nr. 150 din 02.03.2010 privind Regulamentul de organizare și funcționare a Agenției Moldsilva.
- HSM 310 (1971).** Hotărârea Sovietului de Miniștri RSS Moldovenești nr. 310 din 27.09.71 privind crearea Rezervației de stat Codrii.
- HSM 34 (1988).** Hotărârea Sovietului de Miniștri RSS Moldovenești nr. 34 din 15.02.88 privind crearea Rezervației de stat Iagorlic.
- Imbrescu C, Hațegan C (2011).** Contabilitatea și performanța economico-financiară. *Studia Universitatis Vasile Goldiș Arad, Seria Științe Economice*, 21, 38-45.
- Ivanov O (2010).** Analiza financiară ca metodă de monitoring în sistemul bancar. *Studia Universitatis, Seria Științe exacte și economice*, 2(32), 177-179.
- Joro T, Viitala E (1999).** The efficiency of public forestry organizations: a comparison of different weight restriction approaches. *Laxenburg*, 19 p.
- Kao C, Yang Y (1991).** Measuring the efficiency of forest management. *Forest Science*, 37(5), 1239-1252. doi.org/10.1093/forestsience/37.5.1239
- 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. doi.org/10.1006/jema.1993.1030
- Koopmans T (1951).** Analysis of production as an efficient combination of activities. *Activity analysis of production and allocation*, John Wiley, New York, 33-97.
- 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. doi: 10.5897/ajar11.1002
- Legea 1538(1998).** Legea nr. 1538 din 25.02.1998 privind fondul arilor naturale protejate de stat. *Monitorul Oficial R. Moldova*, Nr. 66-68 art. 442
- Limaie S (2013).** Efficiency of Iranian forest industry based on DEA models. *Journal of Forestry Research*, 24(4), 759-765. doi.org/10.1007/s11676-013-0371-8
- 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.
- Malai M, Talpă N, Popa B (2019).** Evaluarea comparativă a Agenției Moldsilva și a Regiei Naționale a Pădurilor-Romsilva în baza unui model de analiză instituțională. *Revista Pădurilor*, 134(4), 15-28.
- Mukherjee K (2008).** Energy use efficiency in US manufacturing: a nonparametric analysis. *Energy Economics* 30, 76-96.
- Nedelcu A (2017).** Efectele rotației capitalului asupra performanței financiare a întreprinderilor industriale. *Teză de doctor în științe economice*. Academia de Studii Economice a Moldovei. Chișinău, 219 p.
- Novac G (2021).** Economia produselor forestiere nelemnoase din Republica Moldova. *Teză de doctorat*. Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava, 317 p.
- 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), 1-16. doi: 10.4316/bf.2021.0
- Pavelkova D, Knapkova A (2005).** Podnikove finance: studijni pomucka pro distacni studium. Tomase Bati, 293 p.
- Popescu A (2007).** Analiza financiară. Ed. Do-Minor, București, 230 p.
- Salehira N, Sowlati T (2007).** Dynamic efficiency analysis of primary wood producers in British Columbia. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(1), 1179-1188. doi.org/10.1016/j.mcm.2006.10.003
- 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.
- Statutul Î.S. Rezervația Naturală Codrii (2021).** Lozova, 37 p.
- Statutul Î.S. Rezervația Naturală Pădurea Domnească (2016).** Glodeni, 12 p.
- Statutul Î.S. Rezervația Naturală Plaiul Fagului (2016).** Rădenii Vechi, 12 p.
- Statutul Î.S. Rezervația Naturală Prutul de Jos (2022).** Slobozia Mare, 18 p.
- Sun J, Wu J, Guo D (2013).** Performance ranking of units considering ideal and anti-ideal DMU with common weights. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 6301-6310.
- Rhodes E (1986).** An explanatory analysis of variations in performance among U.S. national parks. *Measuring efficiency: an assessment of DEA*, (32), 47-71. doi.org/10.1002/ev.1440
- Rolstadas A (1998).** Enterprise performance measurement. *International Journal of Operations and Production Management*, 18(9/10), 989-999.
- 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.

Talpă N, Hălălișan AF, Popa B (2021). Analysis of state forest institutions in the Republic of Moldova, using a causative model. *Forests*, 12(1), p.105.

Ugurlu M, Aksoy H (2006). Prediction of corporate financial distress in an emerging market: the case of Turkey. *Cross Cultural Management an International Journal*, 13(4), 277-295. doi: 10.1108/13527600610713396

Viitala E, Hanninen H (1998). Measuring the efficiency of public

forestry organizations. *Forest Science*, 44(2), 298-307. doi.org/10.1093/forests/44.2.298

Yan H, Wei Q, G. H (2002). DEA models for resource reallocation and production input/output estimation. *European Journal of Operation Research*, 136(1), 19-31.

Zadmirzaei M, Mohammadi Limaee 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.

Abstract

Use of the non-parametric DEA method to assess the performance of scientific reserves in the Republic of Moldova

The analysis of a company's performance plays a decisive role in determining the strategy to be followed, all the more so at a time of economic and financial crisis for forestry companies. The assessment of performance differences depends on the nature of the enterprise and the system of instruments used in asset management, which necessarily requires the existence of analysis to know their economic and financial status, on the one hand, and, on the other, to base decisions and monitor their implementation. The non-parametric DEA (Data Envelopment Analysis) method is commonly used and easy to implement to estimate the efficiency frontier. The method involves estimating an efficiency frontier based on empirical data and calculating efficiency scores of all units in the sample relative to this frontier. The aim of this research is to use the DEA method to identify solutions to improve the performance of scientific reserves in the Republic of Moldova and how to use the available resources to achieve the best results. The specific objectives underlying the structure of the article are: to identify the current state of knowledge on the performance of the enterprises studied; to identify and exploit the financial and forestry-technical indicators used to determine and evaluate performance; to develop an econometric tool to quantify performance at the level of science reserves. The DEA method was used to inform the decision-making process with regard to action on indicators that are important for increasing the performance of science reserves. Using the DEA method, we were able to rank the enterprises of the analysed sample and establish correlations between the matrix indicators (31 financial variables and 39 forestry variables). The results demonstrated that the DEA method can be used to assess the management performance of science reserves.

Keywords: scientific reserves, financial report, Data Envelopment Analysis, managerial performance

Regenerarea naturală a fagului (*Fagus sylvatica* L.) în rezervația științifică „Plaiul Fagului”

Gheorghe Postolache ✉

Grădina Botanică Națională (Institut) „Al. Ciubotaru”, Chișinău, R. Moldova

1. Introducere

În Republica Moldova, fagul (*Fagus sylvatica* L.) se află la limita de est al arealului de răspândire din Europa. Suprafețe cu păduri de fag au fost înregistrate în rezervațiile științifice „Plaiul Fagului” și „Codrii”, precum și în ocoalele silvice Călărași, Hârjauca, Păruceni, Ciorăști, Căpriana și Bravicea (Gheideman et al. 1964, Donița et al. 2007, Postolache & Postolache 2010).

În rezervația științifică „Plaiul Fagului” sunt cele mai multe suprafețe cu păduri de fag, în total 265,2 ha. Începând cu anul 1997, pentru prima dată în rezervația „Plaiul Fagului” au început să fie aplicat tratamentul tăierilor succesive, cu scop de reconstrucție ecologică a pădurilor de fag degradate. Utilizarea tratamentului tăierilor succesive urmărește atât recoltarea volumului de masă lemnoasă, cât și optimizarea structurii arboretelor derivate.

În această lucrare sunt prezentate rezultatele aplicării tratamentului tăierilor succesive, încă din primele etape (anii 1997-2008), respectiv dinamica dezvoltării regenerării naturale, în urma tăierilor aplicate în rezervația „Plaiul Fagului”.

2. Materiale și Metode

Pentru optimizarea structurii unor arborete derivate a fost utilizată tehnica tratamentelor succesive. Această tehnică cuprinde patru tăieri de regenerare: i) pregătitoare, ii) de însămânțare, iii) de dezvoltare (punere în lumină) și iv) definitivă.

Tăierea pregătitoare s-a aplicat în arboretele care nu au fost parcurse cu rărituri, înainte de începerea tăierilor de regenerare. Această tăiere s-a efectuat cu scopul de a pregăti arborii pentru fructificare, prin rărirea arboretului, astfel exemplarele rămase să beneficieze de mai multă lumină în coronament.

În a doua tăiere, de însămânțare, arboretul s-a pregătit pentru fructificarea abundentă a speciei de valoare,

urmărindu-se asigurarea unor condiții favorabile germinării semințelor căzute pe solul pădurii. S-a urmărit crearea unor condiții favorabile dezvoltării semințului în primii ani după instalare. În această etapă s-au extras arborii cu coroane mici, rupți, uscați.

A treia tăiere, de dezvoltare sau de punere în lumină, are ca scop de a oferi semințului instalat mai multă lumină și căldură. Aceasta s-a aplicat la 2-4 ani după tăierea de însămânțare, atunci când s-a realizat instalarea semințului.

Ultima tăiere, definitivă, a fost aplicată după ce semințul era suficient de bine dezvoltat, avea 30-100 cm înălțime și suporta lipsa adăpostului oferit de etajul arborilor bătrâni. Prin această tăiere a fost extras restul arborilor din parchet.

Metoda tăierilor succesive a fost folosită, mai întâi, la arborete constituite din fag, iar, în prezent, este utilizată cu succes și în arborete de gorun.

Pentru efectuarea tratamentelor succesive au fost selectate unitățile amenajistice cu păduri de fag din rezervația „Plaiul Fagului”. S-au selectat suprafețe unde au fost făcute tăieri preparatorii, suprafețe parcurse cu tăieri de dezvoltare sau de punere în lumină și suprafețe care au fost parcurse cu tăieri definitive (Tab. 1).

Numărul și starea puietilor de fag au fost inventariate în 52 suprafețe de probă, conform metodelor descrise de Uskov (1928), Nesterov (1948), Piatnițkii (1959), Pinciuk (1964), Vainștein (1966), Postolache (1979). Puietii de fag au fost inventariați în câte 10 suprafețe de probă de 4 m² (2x2 m), amplasate în fiecare parchet parcurs cu tăieri preparatorii și tăieri de dezvoltare. În parchetele parcurse cu tăieri definitive, puietii de fag s-au inventariat în suprafețe de probă de 100 m² (10x10 m). În fiecare suprafață de probă s-a evidențiat numărul de puietii din fiecare specie, s-a măsurat înălțimea puietului (H), diametrul și creșterea anuală (Ha) a puietilor speciilor principale (fag, gorun și stejar pedunculat).

3. Rezultate și Discuții

G. Tâșchevici (1984) a efectuat cercetări în pădurile de fag, cu scopul de a crește suprafața lor în Republica

Moldova. În lucrarea “Protecția și refacerea pădurilor de fag” face o analiză a posibilităților de extindere a suprafețelor cu păduri de fag și a descris crearea a 6,6 ha cu suprafețe de culturi silvice pure și amestecate de fag în Rezervația „Plaiul Fagului”, folosind puiți de fag aduși din Ucraina.

P. Cuza (2005) a făcut o analiză a publicațiilor care au reflectat particularitățile regenerării pădurii și reconstrucția ecologică inclusiv a pădurilor de fag din Rezervația „Plaiul Fagului”.

V. Chirtoacă (2006) a prezentat date despre numărul puiților de fag din două suprafețe din Rezervația „Plaiul Fagului”.

În rezervația „Plaiul Fagului” nu au fost efectuate studii privind lucrările de regenerare naturală a fagului, utilizând tehnici ale tratamentelor succesive. De aceea, a fost inițiat studiul privind implementarea tehnicii tratamentelor succesive în rezervația “Plaiul Fagului”, în perioada 1997-2008 (Tab. 1).

Tăierile succesive au fost efectuate pe o suprafață de 23,7 ha în 1997, 18,2 ha în 1998 și 20,6 ha în 1999. În același an au fost aplicate tăieri de însămânțare în două suprafețe (u.a. 26D și 29I). În 2003 a fost efectuată tăierea definitivă pe o suprafață de 8,2 ha în u.a. 26D. Astfel, în această subparcelă prin aplicarea metodei tăierilor succesive s-a realizat o transformare a structurii arboretului de la 10CA (compoziția până la reconstrucția ecologică anul 1997) la 4GO4FA1FR1TE (în 2003). Această transformare s-a efectuat prin trei tăieri (în 1997, 1999 și 2003). Metoda tăierilor succesive a fost aplicată pe o suprafață de 294,9 ha în Rezervația „Plaiul Fagului”, în perioada anilor 1997-2007.

Tab. 1. Lista unităților amenagistice parcurse cu tăieri de reconstrucție ecologică în suprafețe de pădure cu fag din rezervația „Plaiul Fagului” în anii 1997-2008

u.a.	S ha	Sp ha	Compoziția / Compoziția tel	Ve m ³ /ha	Vte m ³ /ha	T
1997						
26D	6,2	6,2	10CA / 4GO4FA1FR1TE	42,6	264	I
27J	22,4	7,8	3FA1G02PA4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	76,5	551	I
29I	12,3	7,2	3FA3CA2FR1G01DT / 4GO3FA1TE1FR1DT	87,8	632	I
47J	33,4	2,5	3FA2FR1PA2CA1TE1G0 / 4GO3FA1TE1FR1DT	56,8	142	I
Total		23,7		263,7	1589	
1998						
3F	31,0	5,0	4FA1FR2CA2G01DT / 4GO3FA1FR1TE1DT	64,0	320	I
13D	15,9	5,0	6FA1PA1TE1DT1CA / 4FA3G01FR1TE1DT	87,4	437	I
28J	8,6	4,7	4FA1G02FR2CA1TE / 4FA4G01TE1FR	61,3	288	I
49U	11,5	3,5	3FA1PA2TE1FR3CA / 4FA1PA1FR2TE2CA	73,1	256	I
Total		18,2		285,8	1301	
1999						
13M	3,7	3,7	4CA3TE1FR1G01DT / 4GO3FA1TE1FR1DT	17,8	66	I
13L	2,5	2,5	7CA1TE1FA1DT / 6G02FA1TE1DT	22,4	56	I
26D	8,2	8,2	10CA / 4GO4FA1FR1TE	23,7	194	II

u.a.	S ha	Sp ha	Compoziția / Compoziția tel	Ve m ³ /ha	Vte m ³ /ha	T
29I	12,3	6,2	3FA3CA3FR1G0 / 4GO3FA1TE1FR1DT	23,9	148	II
Total		20,6		87,8	464	
2000						
22M	5,0	4,7	2FA1G02FR3CA2DT / 4FA4G01FR1CA	53,2	250	I
26E	8,5	3,1	10CA / 3FA5CA1TE1FR	40,6	142	I
26G	8,5	6,5	4FA1G05CA / 4GO4FA1TE1FR	47,2	307	I
27J	22,4	7,8	3FA1G02PA4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	33,3	260	II
Total		22,1		174,3	959	
2002						
6J	6,0	5,0	2FA3FR2JU3CA / 4GO3FA1TE1FR1DT	42,9	214,5	I
27P	3,5	2,0	2FA1G04FR2PA1CA / 4GO3FA1TE1FR1DT	42,8	85,6	I
47J	33,4	10,1	3FA2FR1PA2CA1TE1G0 / 4GO4FA1TE1FR	52,9	534,3	II
470	2,9	2,9	2FR2TE6CA / 6G02FA1TE1FR	40,5	117,4	I
Total		20,0		179,1	951,8	
2003						
22M	5,0	5,0	2FA1G02FR3CA2DT / 4FA4G01FR1CA	28,4	142,2	II
26D	8,2	8,2	10CA / 4GO4FA1FR1TE	63,4	519,8	Def
Total		13,2		91,8	662,0	
2004						
6J	6,0	5,0	2FA3FR2TE3CA / 4GO3FA1TE1FR1DT	33,4	167,0	II
13L	2,5	2,5	7CA1TE1FA1DT / 6G01TE2FA1DT	-	130,0	II
13M	3,7	3,7	4CA3TE1FA1G01DT / 4GO3FA1TE1FR1DT	29,7	110,0	II
25F	3,3	2,5	10CA / 5G02FR1FA1TE1CA	58,4	146,0	I
26E	8,5	3,1	10CA / 3G02FA3CA1TE1FR	33,9	105,2	II
27J	22,4	5,0	3FA1G02PA4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	36,4	182,0	III
29I	12,3	5,0	3FA3CA3FR1G0 / 4GO3FA1TE1FR1DT	56,9	284,4	II
Total		26,8		248,7	1124,6	
2005						
6G	7,3	5,0	3FA3FR2TE1CA1CI / 6G02TE1FR1DT	37,5	184,4	I
27J	22,4	7,8	3FA1G02PA4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	32,1	99,8	III
27N	5,4	5,0	2FA2FR1G01CI4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	24,2	121,2	I
29E	6,4	5,0	2FA2G02TE3CA1DT / 4GO3FA1FR1TE1DT	20,1	100,5	I
29I	12,3	3,1	3FA3CA2FR1G01DT / 4GO3FA1TE1FR1DT	27,1	84,1	I
53C	31,1	7,5	1G01FA3FR2TE3CA / 4FA1G02FR2CA1TE	138,4	1037,8	III
Total		33,4		279,4	1627,5	
2006						
13D	15,9	2,0	6FA1PA1TE1DT1CA / 4FA3G01FR1TE1DT	59,7	119,3	II
17E	25,1	3,0	3FA1G02FR4CA / 4GO3FA1FR1TE1DT	52,5	157,5	I
22M	5,0	5,0	2FA1G02FR3CA2DT / 4FA4G01FR1CA	30,7	150,2	III
26E	8,5	3,1	10CA / 4CA2FA2G01TE1FR	49,2	250,0	Def.
26G	8,5	2,5	4FA1G05CA / 4GO4FA1TE1FR	33,8	160,0	II
28Q	7,2	1,6	6FA2FR2CA / 4FA3G01TE1FR1DT	87,1	139,4	I
470	2,9	2,9	2FR2TE6CA / 6G01FA1TE1FR1DT	68,7	147,0	II
53C	31,1	3,1	1G01FA3FR2TE3CA / 4GO3FA1TE1FR1DT	85,2	263,1	I

u.a.	S ha	Sp ha	Compoziția / Compoziția țel	Ve m ³ /ha	Vte m ³ /ha	T
Total		23,2		466,9	1386,5	
2007						
47J	33,4	4,0	3FA2FR1PA3CA1TE / 4FA3CA1FR1TE1PA	265	-	III
2008						
6J	6,0	5,0	2FA3FR2JU3CA / 6G03FA1TE1FR1DT	288	-	III

S: suprafața u.a.; Sp: Suprafața parcursă cu lucrări; Compoziția: compoziția arboretului până la reconstrucție; T: Caracterul tăierii: I – Tăiere preparatorie, la - Tăiere de însămânțare, II – Tăiere de dezvoltare, III – Tăiere definitivă; Ve: volumul extras; Vte: volumul total extras.

Dinamica seminișului în parchete cu arborete de vârste diferite

Pădurea martor reprezintă o suprafață de pădure similară suprafeței de pădure degradată în care s-au început tratamentele succesive (Fig. 1).



Fig. 1. Pădure martor de carpen cu fag

Seminișul din suprafețele parcurse cu tăieri preparatorii

În rezervația „Plaiul Fagului” tăierea preparatorie s-a aplicat pe parcursul primilor 10 ani în 24 subparcele pe o suprafață de 100,6 ha, în arborete neparcurse cu rărituri înainte de începerea tăierilor de regenerare. Prin această tăiere s-a pregătit arboretul dar totodată s-a și rărit pentru ca exemplarele de la care se așteaptă să fructifice să beneficieze de lumină în coronament, această tăiere având astfel și un caracter de însămânțare. În subparcele 25C, 28B și 48G s-au instalat suprafețe de probă și s-a numărat seminișul. În parchetele parcurse cu tăieri preparatorii seminișului cuprindea un număr de puiți de 61,0 mii / ha în subparcele 48G; 127 mii / ha în 28B și 149,5 mii / ha în 25C. Numărul puiților de fag variază de la 2,5 mii / ha în 28B la 5 mii / ha în 25C și 20 mii / ha în 48G. În 25C și 28B au fost evidențiați mulți puiți de gorun și carpen (Tab. 2).

Tab. 2. Seminișul în parchetele cu fag (mii puiți la hectar) după aplicarea tăierilor

Sp.	I			II		III	
u.a. Sp.	25C	28B	48G	26G	27J	26D	27J
Fa	5,0	2,5	20,0	10,0	5,0	2,6	2,0
Go	42,0	22,5	-	-	2,5	-	-
Ca	85,0	87,0	6,0	2,5	62,5	0,25	0,2
Fr	5,0	2,5	15,0	15,0	15,0	0,13	-
Te	2,5	-	7,5	2,5	2,5	-	-
Pac	5,0	2,5	7,5	27,5	5,0	-	-
Pam	-	-	5,0	-	-	0,06	-
Ci	5,0	5,0	-	-	-	-	-
Ul	-	2,5	-	2,5	2,5	-	-
Ju	-	2,5	-	-	-	-	-
Tot	149,5	127,0	61,0	60,0	95,0	3,04	2,2



Fig. 2. Subparcele 28B după tăierea preparatorie

Înălțimea puiților după efectuarea primei tăieri era de până la un metru. Înălțimea fagului era de 66 cm în 25C, 52 cm în 28B și 100 cm în 48G (Tab. 3-4). Înălțimea seminișului de stejar era mai mică decât a fagului: 28 cm în 25C și 44 cm în 28B (Tab. 3).

Tab. 3. Regenerarea naturală în u.a. 25C și 28B

u.a.		25C		28B		
Sp.	Nr	H cm	Ha cm	Nr	H cm	Ha cm
S1						
Stejar	10	27	5	10	33	8,5
Carpen	21	20	10	32	52	20
Jugastru				2	15	5
Cireș	2	32	14	1	25	15
Total	33			46		
S2						
Stejar	54	28	6	9	43	8
Carpen	11	11	20	30	50	22
Paltin de câmp				2	24	10
Cireș	3	22	15	1	32	15
Total	68			42		
S3						

u.a.		25C			28B	
Fag	8	66	25			
Stejar	8	25	6	9	47	10
Carpen	66	14	20	62	70	32
Cireș	6	13	16	5	25	13
Total	88			76		
S4						
Stejar	8	25	8	13	75	18
Carpen	2	18	22	27	60	24
Cireș				3	100	50
Frasin				1	100	35
Total	10			44		
S5						
Fag				6	52	14
Stejar	5	30	8	1	24	7
Carpen	70	24	23	26	25	14
Cireș	1	15	15			
Jugastru				1	20	8
Ulm de câmp				2	18	7
Total	76			36		
Media						
Stejar	17	27	7	9	44	10
Fag	2	66	25	1	52	14
Carpen	34	17	19	35	51	24
Frasin				1	100	35
Cireș	2	20	15	2	45	23
Paltin de câmp				1	24	10
Jugastru				1	17	12
Ulm de câmp				1	18	7
Total	55			51		

S-suprafața, S1 (2x2m); Nr: Numărul de exemplare; H: înălțimea; Ha: Înălțimea lăstarilor anuali; St: stejar pedunculat (*Quercus robur*), Go: gorun (*Quercus petraea*); Ca: carpen (*Carpinus betulus*), Ju: jugastru (*Acer campestre*), Ci: cireș (*Prunus avium*); Pac: paltin de câmp (*Acer platanoides*); Pac: paltin de munte (*Acer pseudoplatanus*); Fr: frasin (*Fraxinus excelsior*); Ul: ulm de câmp (*Ulmus campestris*); Fa: fag (*Fagus sylvatica*); Tei argintiu (*Tilia tomentosa*)

Tab.4. Regenerarea naturală în parchetul din subparcele 48G

Specie	Nr	H cm	Ha cm
S1			
Fag	7	100	24
Paltin de câmp	6	70	10
Paltin de munte	7	90	9
Frasin	6	110	20
Total	26		
S2			
Fag	12	100	22
Carpen	2	80	5
Frasin	10	35	8
Paltin de munte	2	25	7
Total	26		
S3			
Fag	1	100	15
Paltin de câmp	1	78	10
Paltin de munte	1	60	8
Frasin	4	25	7
Tei argintiu	12	70	10
Total	19		
S4			
Fag	5	100	22
Frasin	8	30	12
Paltin de câmp	1	45	8
Tei argintiu	3	41	15
Total	17		

Specie	Nr	H cm	Ha cm
S5			
Fag	15	55	30
Paltin de câmp	8	100	12
Tei argintiu	5	140	30
Total	28		
Media			
Fag	8	100	22
Paltin de câmp	3	73	10
Paltin de munte	2	55	8
Carpen	1	80	5
Frasin	6	50	13
Tei argintiu	3	55	12
Total	23		

Semințișul din suprafețele parcurse cu tăieri de dezvoltare

Tăierile de dezvoltare s-au aplicat la 3-7 ani după aplicarea tăierilor de însămânțare, atunci când s-a realizat instalarea semințișului.

În rezervația „Plaiul Fagului” s-au aplicat tăierile de dezvoltare în 13 parchete, pe o suprafață de 61,1 ha. S-a evidențiat un număr mai mic de puieți după tăierea a doua decât după prima. Au fost înregistrați 60 mii puieți în suprafețele din parchetul din 26G, respectiv 95 mii puieți în 27J. Numărul puieților de fag era de 10 mii în subparcele 26G și 5 mii în 27J, dar a fost înregistrat și un bogat semințiș de frasin și de paltin de câmp.

Înălțimea puieților de fag a fost de 1 m în subparcele 26G și 1,7 m în 27J. Regenerarea de carpen a fost mai înaltă (1,2 m) în 27J (Tab. 6).



Fig. 3. Parchet din subparcele 48G după tăiere de dezvoltare (II)

Tab. 6. Înălțimea semințișului în parchetele cu fag (m) după aplicarea tăierilor

Sp.	I			II			III	
	25C	28B	48G	26G	27J	26D	27J	
u.a.	25C	28B	48G	26G	27J	26D	27J	
Fa	0,66	0,52	1,0	1,0	1,7	10,0	11,0	
Go	0,28	0,44	-	-	0,3	-	-	
Ca	0,16	0,51	0,8	0,2	1,2	-	-	
Fr	0,5	1,0	0,5	0,6	0,4	6,0	5,2	
Te	0,4	-	0,3	0,1	0,3	3,3	-	
Pac	0,3	0,4	0,7	0,5	0,2	7,0	-	
Pam	-	0,3	0,5	-	0,2	-	-	
Ci	0,2	0,2	-	-	-	-	-	
Ulc	-	0,3	-	0,1	0,2	-	-	
Ju	-	0,4	-	-	-	-	-	

Tab. 7. Regenerarea naturală a arborilor în parchetele din 26G și 27J

u.a.	26G			27J		
Specie	Nr	H cm	Ha cm	Nr	H cm	Ha cm
S1(2x2m)						
Paltin de câmp	24	58	16	5	200	36
Fag	1	9	6	4	300	30
Frasin	7	20	6	3	68	11
Carpen	1	15	7			
Paltin de munte				5	220	50
Ulm de câmp				1	200	30
S2						
Fag	5	134	17	1	170	60
Frasin	17	23	4	15	160	26
Paltin de câmp	3	106	18	4	40	6
Jugastru				2	80	6
S3						
Fag	6	121	15	1	165	32
Gorun				8	80	16
Carpen				40	150	13
Frasin				2	23	5
Paltin de câmp	9			1	28	10
Ulm de câmp	2	15	12	2	30	10
S4						
Fag	1	120	10	2	140	34
Gorun				2	30	5
Paltin de câmp	6	48	6			
Frasin	2	16	4	5	24	6
Tei argintiu	1	42	6			
Carpen				38	75	20
S5						
Fag	4	124	9	1	70	13
Gorun				13	34	10
Paltin de câmp	14	31	5			
Frasin	3	33	4	5	24	5
Carpen				30	100	21
Med						
Fag	4	101	12	2	169	33
Gorun				1	30	5
Paltin de câmp	11	52	10	2	120	35
Paltin de munte				1	200	50
Carpen	1	15	7	25	120	20
Frasin	6	20	4	6	36	7
Tei argintiu	1	42	6	1	28	10
Ulm de câmp	1	50	12	1	200	30

Tab. 8. Regenerarea naturală a arborilor în parchetul din subparcela 48G

Specie	Nr	H cm	Ha cm
S1(2x2m)			
Gorun (<i>Quercus petraea</i>)	1	15	5
Fag (<i>Fagus sylvatica</i>)	3	26	22
Carpen (<i>Carpinus betulus</i>)	4	50	15
Paltin (<i>Acer platanoides</i>)	2	50	9
Paltin (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	2	32	10
Frasin (<i>Fraxinus excelsior</i>)	6	60	9
S2			
Carpen (<i>Carpinus betulus</i>)	3	60	33
Frasin (<i>Fraxinus excelsior</i>)	6	128	29
Paltin (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	1	130	27
S3			
Fag (<i>Fagus sylvatica</i>)	10	500	10
Paltin (<i>Acer platanoides</i>)	2	230	15
S4			
Gorun (<i>Quercus petraea</i>)	4	365	12
Frasin (<i>Fraxinus excelsior</i>)	1	46	4
Paltin (<i>Acer platanoides</i>)	2	80	10
Paltin (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	5	52	9
Tei (<i>Tilia cordata</i>)	1	250	50
S5			
Fag (<i>Fagus sylvatica</i>)	2	650	10
Carpen (<i>Carpinus betulus</i>)	1	400	4
Frasin (<i>Fraxinus excelsior</i>)	1	650	5
Paltin (<i>Acer platanoides</i>)	1	500	4
Cireș (<i>Prunus avium</i>)	1	700	6
Med			
Fag (<i>Fagus sylvatica</i>)	3	400	14
Gorun (<i>Quercus petraea</i>)	1	25	5
Paltin (<i>Acer platanoides</i>)	2	172	8
Paltin (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	2	71	14
Carpen (<i>Carpinus betulus</i>)	2	170	17
Frasin (<i>Fraxinus excelsior</i>)	3	177	11
Tei (<i>Tilia tomentosa</i>)	1	200	50
Cireș (<i>Prunus avium</i>)	1	700	6

Semințișul din suprafețele parcurse cu tăieri definitive

Ultima tăiere numită *tăiere definitivă* s-a aplicat după ce semințișul a fost suficient dezvoltat, a avut mai mult de un metru înălțime și a putut suporta lipsa adăpostului oferit de arboretul bătrân. La această tăiere s-a scos restul arborilor din parchet.

Această metodă este larg folosită în prezent, nu numai la arborete de fag, dar și în arborete de gorun și de stejar.

În rezervația „Plaiul Fagului” pe parcursul ultimilor 6 ani, tăierile definitive s-au aplicat în 8 parchete, pe o suprafață de 45,6 ha.

S-a evidențiat un număr cu mult mai mic de puiți după această tăiere (III), decât după cele de dezvoltare (II) și prima tăiere (I). În suprafețele din parchetul 26D au fost înregistrați 3,04 mii puiți / ha, iar în parchetul 27J numai 2,2 mii / ha. Numărul puiților de fag era de 2,6 mii / ha în 26D și 2,0 mii / ha în 27J. Semințișul de carpen, frasin și paltin de munte era slab reprezentat numeric.

Înălțimea tineretului de fag este de 10 m în subparcela 26D și 11 m în 27J. Înălțimea tineretului de frasin, tei și paltin de câmp este mai mică (Tab. 9, 10).



Fig. 4. Parchet din subparcela 27J după tăiere definitivă



Fig. 5. Parchet din subparcela 26D după tăiere definitivă

Tab. 9. Caracterizarea arboretului în subparcela 26D după tăierea definitivă din 2008

Specie	Nr	D (cm)			H (m)		
		Min	Max	Med	Min	Max	Med
S1							
Fa	32	4	18	9,7	6	18	11,1
S2							
Fa	21	3	20	8,7	6	17	10,0
Fr	1	-	-	4	-	-	8
Ca	1	-	-	3	-	-	6
Pac	2	3	4	3,5	6	8	7
S3							
Fa	24	4	20	8,5	5	18	9,5
Fr	2	1,5	3	2,3	2,5	4,5	3,7
Med/ar							
Fa	26	3,7	19,3	9,0	5,7	17,6	10,2
Med/ha							
Fa	2600	3,7	19,3	9,0	5,7	17,6	10,2
Fr	130	1,5	3	2,3	2,5	4,5	33,7
Pac	66	3	4	3,5	6	8	7
Ca	1	-	-	3	-	-	6

Sp: specia; Nr: număr puiți/100m² [ar]; D: diametrul de bază; H: înălțimea; S1-3: suprafața 1-3

Tab. 10. Caracterizarea arboretului în subparcela 27J (după tăiere definitivă) anul 2008

Specie	Nr	D (cm)			H (m)		
		Min	Max	Med	Min	Max	Med
S1							
Fa	32	3	16	8,4	4	16,5	8,8
Ca	4	1	2	1,8	2	3	2,5
S2							
Fa	12	5	16	10,7	5	16	12,7
Ca	1	-	-	6	-	-	8
S3							
Fa	17	4	16	9,6	5	17	11,5
Med/ar							
Fa	20	4	16	9,6	4,5	16,5	11,0
Ca	2	1	2	3,8	2	3	5,2
Med/ha							
Fa	2000	4	16	9,6	4,6	16,5	11,0
Ca	200	1	2	3,8	2	3	5,2

Sp: specia; Nr: număr puiți/100m² [ar]; D: diametrul; H: înălțimea; S1-3: suprafața N1-3

4. Concluzii

Pe parcursul anilor 1997-2008 a fost aplicată metoda tăierilor succesive în rezervația „Plaiul Fagului”, pe o suprafață de 294,9 ha, în păduri cu fag. În timpul acestor lucrări s-a extras o masă lemnoasă cu un volum de 2919,6 m³/ha.

Tratamentul tăierilor succesive a fost aplicat prin trei intervenții consecutive: i) *tăierea preparatorie (tăierea de însămânțare)*, ii) *tăierea de dezvoltare* și iii) *tăierea definitivă*. Acest tratament a început să fie aplicat în rezervația „Plaiul Fagului” începând cu anul 1997 pe o suprafață de 30 ha, în 1998 pe 18,2 ha, iar în 1999 pe 53,5 ha. În două suprafețe (subparcele 26D și 29I) au fost aplicate tăieri de dezvoltare (II). În 2003 a fost efectuată o tăiere definitivă, pe o suprafață de 8,2 ha, în 26D.

În acest mod, prin aplicarea tratamentelor tăierilor succesive, în subparcele 26D s-a realizat o transformare a structurii arboretului de la 10CA (compoziția până la reconstrucție ecologică, din 1997), la 4GO4FA1FR1TE (compoziția în 2003). Această transformare s-a efectuat prin trei intervenții (în 1997, 1999 și 2003).

Lucrări cu scop de reconstrucție (de optimizare a structurii arboretelor de carpen) s-au efectuat în 8 arborete de carpen (compoziția fiind 10CA) din Rezervația Științifică „Plaiul Fagului”. Astfel, tăierile succesive au oferit posibilitatea de optimizare a structurii arboretelor derivate.

Bibliografie

- Badea M, Mihalache V (1962).** Cercetări cu privire la fructificarea fagului în Moldova. *Revista pădurilor* 7.
- Chiriță C, Vlad I, Păunescu C, Pătrășcoiu N, Roșu C, & Iancu I (1977).** Stațiuni forestiere. Ed. Academiei RS România.
- Chirtoacă V (2006).** Regenerarea naturală a fagului (*Fagus sylvatica*) în Republica Moldova. *Mediul Ambient* 1 (25), 43-44.
- Cuza P, Țăcu I (2005).** Particularitățile regenerării pădurii și necesitatea creării bazei seminologice. *Natura Rezervației „Plaiul Fagului”*. Chișinău-Rădenii Noi, 408-410.
- Doniț N, Ursu A, Cuza P, Bușmachi G, Ostaficiuc V (2007).** Cercetarea ecosistemelor forestiere din rezervația „Plaiul Fagului”. Rădenii Vechi.

- ICAS (2015).** Amenajamentul silvic Rezervația Naturală "Plaiul Fagului".
- Postolache G, Postolache D (2010).** Genetic resources of beech (*Fagus sylvatica*) in the Republic of Moldova. *Communicationes Institutii Forestalis Bohemicae* 25, 191-200.
- Tudoran M (1996).** Amenajamentul silvic Rezervația Naturală "Plaiul Fagului".
- Вайнштейн АИ (1966).** Естественное семенное лесовозобновление на лесосеках в свежих дубравах Кодр Молдавии (Reîmpădurirea naturală a semințului din zonele cu tăieri recente din pădurile de stejar din Codrii Moldovei). Chișinău. Ed. Academiei R.S.S. Moldova.
- Гейдеман Т, Остапенко БФ и др (1964).** Типы леса и лесные ассоциации Молдавской ССР (Tipuri de păduri și asociații forestiere ale R.S. Moldova). Chișinău, Ed. Cartea Moldovenească.
- Иванов ГС (1951).** Возобновление дуба в дубравах Молдавии (Regenerarea stejarului în pădurile de cvercinee din Moldova). *Silvicultură*, 8.
- Нестеров ВГ (1948).** Методика изучения естественного возобновления леса (Metodologia de studiere a regenerărilor naturale). Krasnoiarск.
- Пинчук АМ (1964).** Шкала дифференцированной оценки естественного возобновления (Scara de evaluare diferențiată a regenerării naturale). *Silvicultură*, 3.
- Постолаке ГГ (1979).** Естественное семенное и порослевое лесовозобновление древесных пород и кустарников на лесосеке в березовой дубраве (Reîmpădurirea și regenerarea naturală a arborilor și arbuștilor într-o tăiere dintr-o pădure de stejar cu mesteacăn.). *Buletinul Academiei R.S.S. Moldova, Științe biologice și chimice*, 1, 5-10.
- Пятницкий СС (1959).** Методика исследования естественного семенного возобновления в лесах левобережной лесостепи Украины (Metodologia studiului regenerării naturale în pădurile din silvostepa Ucrainei). Harcov.
- Тышкевич ГЛ (1984).** Охрана и восстановление буковых лесов (Protecția și refacerea pădurilor de fag). Chișinău. Ed. Știința.
- Усков СП (1928).** О точности методов обследования естественного возобновления на сплошных лесосеках. (Despre acuratețea metodelor de examinare a regenerării naturale în tăieri rase). *Лесное хозяйство и лесная промышленность (Silvicultură și industria lemnului)*, 3 (63).

Abstract

Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) in the scientific reserve „Plaiul fagului”

The first proceedings of implementing the technique of successive silvicultural treatments in the beech forests of the "Plaiul Fagului" Scientific Reserve are described. These silvicultural treatments were applied through three successive cuttings, namely the first preparatory cutting - seeding cutting, the second development cutting and the last so-called definitive cutting. The successive silvicultural treatment was applied in the "Plaiul Fagului" Scientific Reserve from 1997 on an area of 23.7 ha, and continued in 1998 on an area of 18.2 ha, and in 1999 it was applied on an area of 20.6 ha. In two subplots (26D and 29I) seed-tree cuttings were applied. In 2003, the final cutting was carried out in subplot 26D on an area of 8.2 ha. In subplot 26D, a transformation of the forest stand structure from 10CB (100% common hornbeam) (composition before the ecological reconstruction in 1997) to the composition 4QP4FS1FE1TC (40% sessile oak, 40% European beech, 10% European ash, 10% small-leaved lime) (in 2003) was achieved, by applying successive cutting treatments. This transformation was carried out in three rounds cuts (in 1997, 1999 and 2003).

The overall major aim was to optimize the forest stand structure of hornbeam forest stands and were carried out in 8 hornbeam stands (with 100% hornbeam composition) in the "Plaiul Fagului" Scientific Reserve. Successive silvicultural treatments were performed in the rest of the forest stands, which made it possible to optimize the structure of the derivative forest stands.

Keywords: natural regeneration, derivative stand, beech, successive cuts, ecological reconstruction.

Phenotypic variability of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in a comparative trial from Eastern Romania

Ioana Maria Gafenco (Pleșca)^{1,2}, Bogdan Ionuț Pleșca²✉, Ecaterina Nicoleta Apostol², Robert Cristian Ivan², Ana Maria Ungureanu³, Neculae Șofletea¹

✉ corresponding author

¹ Interdisciplinary Doctoral School, Romania, “Transilvania” University of Brașov, Romania

² National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Drăcea” Voluntari, Romania

³ Coll. Bacău, SCDEP Câmpulung Moldovenesc, INCDS “Marin Drăcea”, Bacău, Romania

1. Introduction

Sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) is among Europe's most common and important broadleaved tree species. The natural range of this species extends between 37° and 62° latitude N, respectively 10° longitude W and 50° longitude E (Diaz-Maroto et al. 2006), being bordered by the Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea, the Caspian Sea, and the southern Scandinavian Peninsula (Ducousso & Bordacs 2004, Spiecker et al. 2021, Vospernik et al. 2023). Across its distribution range, it forms extensive and continuous forest massifs, especially in the central and western parts of the continent (Șofletea & Curtu 2007), except for some Mediterranean regions where the area is slightly scattered (Zanetto & Kremer 1995). Throughout the continent, it is found within a broad altitudinal range, from lowland areas (Jones 1959) up to montane regions where it can exceed 2000 m elevation (Aas 2002). The appreciable extent of sessile oak in latitude and longitude, and the wide altitudinal amplitude suggest a large intraspecific genetic variability. Provenance field trials are an effective approach for assessing genetic variation within a species (Chmura & Rozkowski 2002).

The oldest experimental studies of provenance were initiated at the end of the nineteenth century in Germany, with 8 provenances of sessile oak and 57 of pedunculate oak (Kienitz 1879). After 1900, the interest in the study of genetic and phenotypic diversity led to the expansion of sessile oak experimental networks in other European countries (see Kleinschmit (1993) for review). Thus, several provenance trials were established to describe the geographical variation of sessile oak in

different environments (Jensen & Hansen 2008, Bruschi 2010). The phenotypic assessments focused mainly on the evaluation of growth performances, phenology, and adaptive traits (Kleinschmit 1993), and to a lesser extent on traits related to physiology, xylem anatomy, or hydraulics (Torres-Ruiz et al. 2019). Considerable differences in growth rate, total growth, sizes achieved, biomass production, trunk and crown shape, resistance to frost, and other characteristics were observed for sessile oak in different provenance tests (Enescu 1985). More recently, due to its high phenotypic plasticity (Mátyás 2021), sessile oak is considered an ideal species to assess the effects of climate changes (Czúcz et al. 2011, Borovics & Mátyás 2013, Mátyás et al. 2018a) using provenance tests (Sáenz-Romero et al. 2017, Mátyás et al. 2018b, Sáenz-Romero et al. 2019, Ducousso et al. 2022).

In Romania, research on the genetic variability of sessile oak started in 1955-1959, at Mihăiești, where 12 provenances characteristic for the area of this species in our country were tested. Lăzărescu et al. (1967) analyzed the behaviour of sessile oak in the provenance trials from Mihăiești and highlighted the superiority of the provenances from Transylvania over those from the Southern Carpathians.

Nițu & Badea (1980) tested in the nursery phase 32 autochthonous sessile oak provenances to obtain information on the genetic and phenotypic diversity of this species. The tested variants register significant differences between them according to all the analyzed characters (seed germination, the start of the growing season, terminal bud formation, number of growths during a vegetation season, length of the second growth, total height, collar diameter, survival, resistance to abiotic factors). Moreover, the variation had a continuous character for all the nine features studied. The same provenances were later used for the establishment of multisite comparative trials (Mihăiești, Ramnicu Sarat and Fantanele).

In this study, we focused on assessing the performance,

adaptability, and behaviour of several autochthonous sessile oak provenances tested in a comparative trial located in the Eastern part of Romania, at Fantanele. It was assumed that the location of this comparative trial, close to the eastern range limit of the species, might provide useful information for the behaviour of the species and forest management under the conditions of ongoing climate change.

These results will contribute to the knowledge of sessile oak provenance variability and will be useful for the improvement of conservation strategies of sessile oak reproductive genetic material in Romania in the face of the expected climate changes.

2. Materials and methods

The research was carried out in the Fantanele sessile oak comparative trial, located in the Eastern part of the country (Figure 1). Specifically, the experiment was established within the Bisericesc Bacau Forest District (former Blagesti District), Production Unit II Buda, compartment 3 C and 5 E (46° 39' 42" N, 26° 43' 19" E, 260 m a.s.l.). It was installed in 1978 with two-year-old seedlings and included a total number of 33 native sessile oak provenances (Table 1, Figure 1).

Provenances 12 and 26 were excluded from the analysis, the first one because of unknown origin information and the second because of an insufficient number of replicates. In addition, to identify certain common features, provenances were grouped according to the region of provenances to which they belong (Table 1).

Table 1. Location and geographical coordinates of the tested provenances in the Fantanele comparative trial

Code	Provenance (Region of provenance**)	Latitude [N]	Longitude [E]	Altitude [m]
1	Botosani (G)	47°45'	26°40'	130
2	Dolhasca (G)	47°07'	26°37'	325
3	Roman (G)	46°52'	26°55'	300
4	Vaslui (G)	48°38'	27°48'	240
5	Zeletin (G)	46°20'	27°05'	340
6	Sascut (G)	46°10'	27°05'	300
7	Panciu (B)	45°52'	23°03'	370
8	Ramnicu Sarat (B)	45°23'	23°03'	410
9	Targoviste (C)	44°55'	25°25'	280
10	Mihaiesti (C)	44°08'	25°08'	550
11	Babeni (C)	44°55'	24°14'	290
12*	Unknown information	-	-	-
13	Tismana (C)	45°05'	22°50'	310
14	Valeni (B)	45°10'	26°02'	490
15	Beius (E)	46°40'	22°22'	300
16	Faget (D)	45°45'	22°05'	410
17	Reghin (F)	46°45'	24°42'	440
18	Orsova (D)	44°41'	22°26'	180
19	Vidra (B)	45°36'	27°10'	370
20	Buzau (B)	45°10'	26°55'	250
21	Panciu (B)	45°52'	27°06'	370
22	Fantanele (G)	46°40'	26°40'	450
23	Ramnicu Sarat (B)	45°32'	27°03'	410
24	Botosani (G)	47°45'	26°40'	130
25	Lipova (D)	46°06'	21°44'	300

Code	Provenance (Region of provenance**)	Latitude [N]	Longitude [E]	Altitude [m]
26*	Oravita	45°03'	21°44'	280
27	Bocsa Montana (D)	45°25'	21°45'	330
28	Blaj (F)	46°12'	23°54'	420
29	Ramnicu Sarat (B)	45°25'	27°03'	410
30	Voinesti (C)	45°04'	25°16'	610
31	Lechinta (F)	47°02'	24°20'	425
32	Cluj (E)	46°45'	23°34'	600
33	Zalau (E)	47°15'	22°48'	250

*Provenances excluded from the analysis

**Regions of provenances established in Romania: B – Curvature Carpathians, C – Southern Carpathians, D – Banat Mountains, E – Apuseni Mountains, F – Transylvanian Plateau, G – Moldavian Plateau.

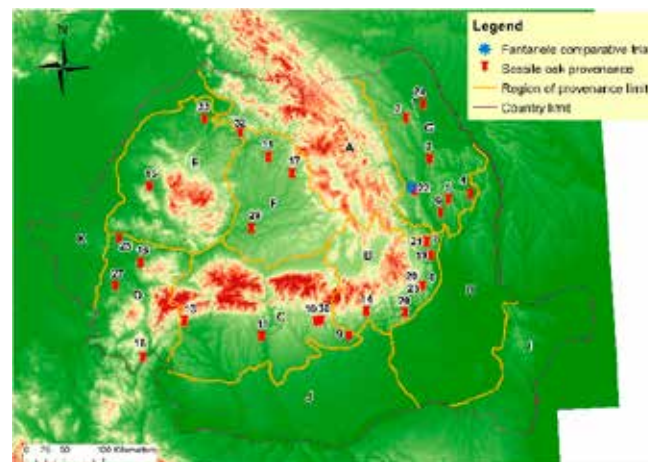


Figure 1. The location of the Fantanele comparative trial, and the geographic location of the origins according to the regions of provenance (A – Eastern Carpathians, B – Curvature Carpathians, C – Southern Carpathians, D – Banat Mountains; E – Apuseni Mountains; F – Transylvanian Plateau, G – Moldavian Plateau, H – Covurlui Tableland and Siret and Baragan Plains, I – Dobrogea Plateau and Danube Delta, J – Bucharest and Oltenia Plains, K – West Plain).

The experimental design was a balanced grid, with 24 variants and 3 replications for the first experimental device (3 C), respectively 9 variants and 3 replications for the second experimental device (5 E). All provenances had 25 trees per plot planted at 2 by 2 m spacing.

The site is characterized by a temperate climate with a mean annual temperature of 9.6°C and annual precipitation of 590 mm. The soil is a typical preluvosoil. This experiment is included in the long-term experimental areas in forestry from Romania (Guiman & Vlad 2013).

During the autumn of 2022, we performed the following phenotypic assessments: survival (% of an existing number of trees from the initial one), diameter at breast height (cm), total height (m), pruned height (m), stem straightness (index), trunk shape (index), branch insertion angle (index) and branch diameter (index).

Indexes were visually assessed with the following scores:

- *stem straightness*: 1= straight stem, 2= stem with curvature in one plane, 3= curvature in two planes, 4= sinuous steam;
- *trunk shape*: 1= not forked, 2= trunks with one fork, 3= trunks with two forks;

- the branch insertion angle: 1= angle < 60°, 2=angle between 60 and 90°, 3 =angle >90°;
- branch diameter: 1=branches with a diameter less than 5 cm, 2=branches with a diameter of 5-8 cm, 3=branches with diameters higher than 8 cm.

For all traits, we assessed the goodness of fit for normality and homogeneity of variances using Shapiro-Wilk test and Levene's test respectively. If the previous statistical assumptions were satisfied, we used analysis of variance (ANOVA) to estimate the difference between the assessed traits.

Considering the adopted experimental design, the total variance was separated into the variance due to replications, provenances, groups, and the variance of error (residual) (Nanson 2004). Consequently, provenance component significance was tested using the following statistical model:

$$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

where m is the overall mean values, α_i is the effect of the i^{th} provenance, β_j is the effect of the j^{th} replication; γ_k is the effect of the k^{th} group and ε_{ijk} is the random error associated with the ijk trees.

Furthermore, if ANOVA indicated a significant F-value, Duncan's test for a 5% transgression probability was applied to compare the means.

The relationship between the analyzed traits and the geographical position (latitude, longitude, altitude, and ecophysiological latitude) of the seed stands origin was evaluated using the Pearson correlation coefficient. The ecophysiological latitude (Le) representing the latitude (L) corrected by altitude (A), was determined using the formula $Le = L+A/100$ (Wiersma 1962).

All statistics were performed using STATISTICA v.8.0 software (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA).

3. Results and discussion

3.1. Provenance survival

Survival is considered the main indicator of the adaptation capacity of provenances to the environmental conditions at the trial site (Raebild et al. 2004).

Analysis of variance showed highly significant differences between all three analyzed factors in terms of survival ($p < 0.001$) (Table 2).

Table 2. Analysis of variance for the phenotypic traits studied in the Fantanele comparative trial

Trait	Factors	DF	SS	MS	F	p
Survival	Replications	2	3472.83	1736.41	50.55	0.000
	Provenances	30	6663.33	222.11	6.47	0.000
	Groups	5	1643.80	328.76	7.02	0.000
	Error	304	10614.98	34.35		
Breast height diameter	Replications	2	57.30	28.70	0.85	0.429
	Provenances	30	1366.00	45.50	1.35	0.112
	Groups	5	412.40	7104	2.42	0.036
	Error	304	10445.50	33.80		

Trait	Factors	DF	SS	MS	F	p
Trees' height	Replications	2	32.90	16.40	2.14	0.119
	Provenances	30	443.60	14.80	1.93	0.003
	Groups	5	144.80	29.0	3.62	0.003
	Error	304	2372.70	7.70		
Pruned height	Replications	2	2.04	1.02	0.23	0.798
	Provenances	30	180.78	6.03	1.33	0.120
	Groups	5	59.60	11.92	2.62	0.024
	Error	304	1398.75	4.53		
Volume per tree	Replications	2	0.12	0.06	1.12	0.326
	Provenances	30	2.84	0.09	1.65	0.019
	Groups	5	0.99	0.20	3.38	0.005
	Error	304	17.71	0.06		
Stem straightness	Replications	2	0.523	0.26	0.73	0.483
	Provenances	30	18.09	0.60	1.68	0.017
	Groups	5	3.25	0.65	1.73	0.128
	Error	304	110.90	0.35		
Trunk shape	Replications	2	0.84	0.42	1.04	0.354
	Provenances	30	23.23	0.77	1.92	0.003
	Groups	5	7.10	1.42	3.36	0.006
	Error	304	124.88	0.40		
Branch insertion angle	Replications	2	0.03	0.02	0.14	0.873
	Provenances	30	5.63	0.19	1.70	0.014
	Groups	5	0.88	0.18	1.52	0.184
	Error	304	34.07	0.11		
Branches' diameter	Replications	2	1.05	0.52	1.05	0.351
	Provenances	30	51.44	1.72	3.43	0.000
	Groups	5	12.43	2.49	4.29	0.000
	Error	304	154.41	0.50		

DF = degrees of freedom, SS = sum of squares, MS = mean squares, F-values, $p < 0.05$ is significant, $p < 0.01$ is distinctly significant, $p < 0.001$ is highly significant (bold).

Survival after 44 years from planting was very low, ranging from 6.7% (provenance 5-Zeletin) to 22.0% (provenance 25-Lipova), with an average of 13.1% (Figure 2).

Some non-local provenances (belonging to B, C, D, E, and F groups) proved to be better adapted compared to the local ones (belonging to group G - where the comparative trial was established) (Figure 2). Moreover, the local provenance 22-Fantanele registered a survival rate below the trial average (Figure 2). Therefore, provenances that grow under similar environmental conditions to those at their source site do not necessarily display higher adaptation capacity. Although it has been previously demonstrated that non-local provenances have often reduced survival rates compared to local ones (Grotehusmann & Schönfelder 2011, Piqué et al. 2014), this cannot be considered a general rule since the influence of other factors (which were not included in the study; e.g., soil type, slope) cannot be neglected.

Moreover, in a recent study, it has been reported that budburst phenology for the provenances tested in the Fantanele comparative trial followed an east-to-west longitudinal tendency (Gafenco et al. 2022). Thus, the non-local provenances may have registered higher survival rates than the local provenances most likely because of the slight delay in budburst timing, therefore avoiding exposure to late frost. Therefore, the slightly advanced beginning of budburst associated with low survival rates for some of the local provenances could also reflect the effect of climate disturbances in recent decades.

Concerning the three replications, the highest average survival rate was in the first replication, exceeding the trial average for all six provenance groups (Figure 3).

Conversely, the corresponding provenances groups from the second and third replication registered almost the same average survival, but below the trial average.

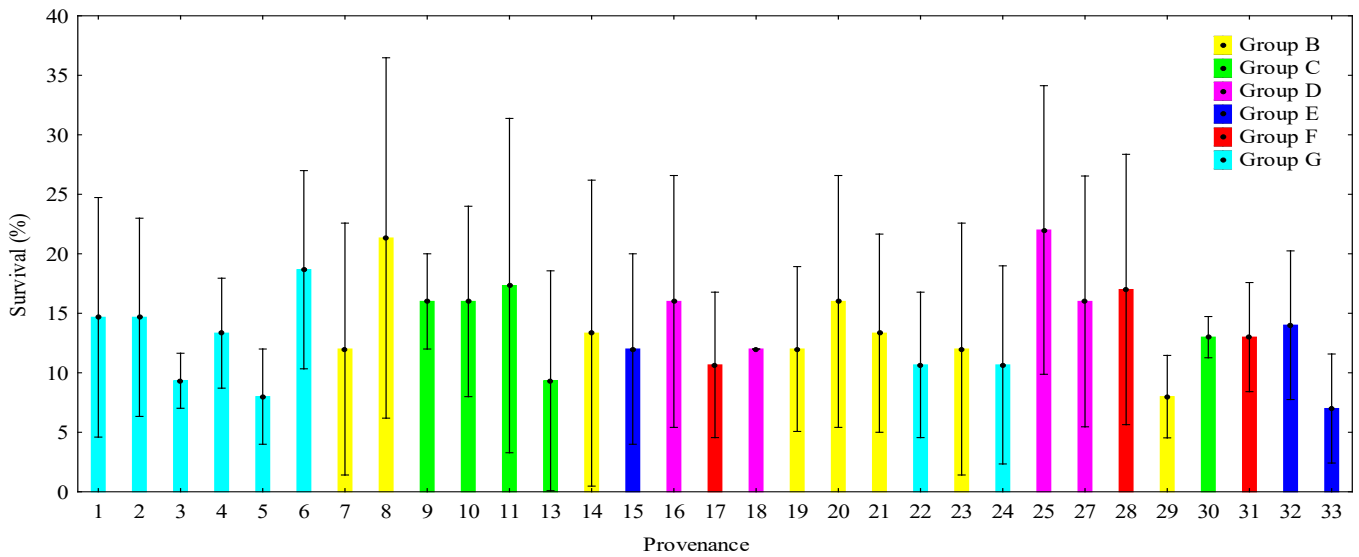


Figure 2. The survival variation of the sessile oak provenances in the Fantanele comparative trial. The whiskers represent the standard deviation. The provenance code and groups are the same as in Table 1.

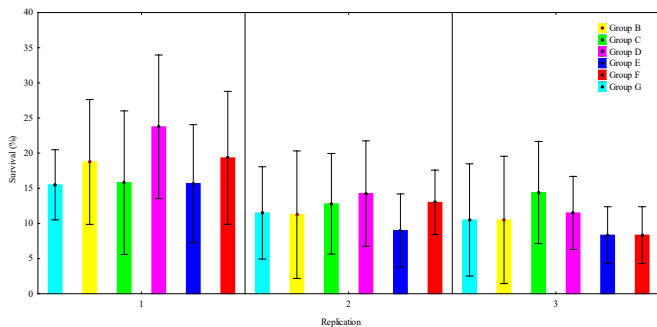


Figure 3. The survival variation of the sessile oak provenances among replications. The whiskers represent the standard deviation.

3.2. Diameter at breast height

After the ANOVA analysis, significant differences were

detected only within groups ($p < 0.05$) (Table 2). The average diameter at breast height value was 21.8 cm, with values between 17.4 cm (6-Sascut) and 26.2 cm (33-Zalau) (Figure 4).

If we compare our results to those obtained by Stuparu (2009) in the same comparative trial 25 years after plantation we observe that the provenances 6-Sascut and 33-Zalau kept their position in the ranking as the provenance with the smallest, respectively largest growth diameter. However, within the ranking, there were numerous position changes between the provenances, such as provenance 19-Vidra which was in the second position moved to the ninth position, and provenance 22-Fantanele which was above the average diameter value per experiment now is on position 28.

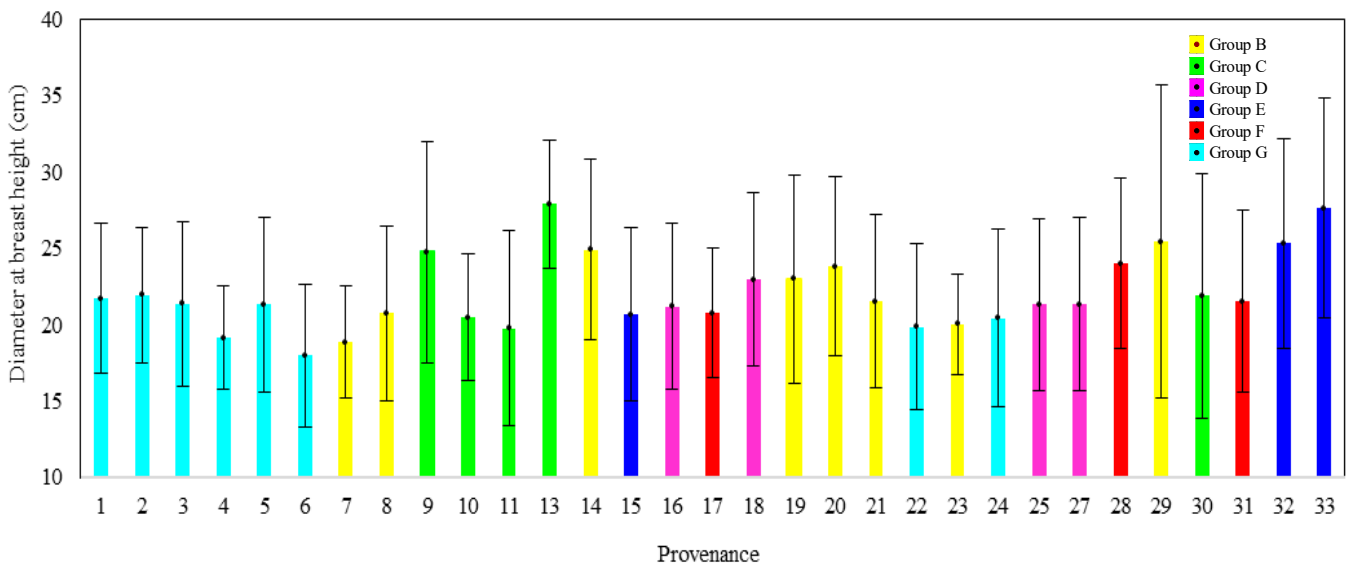


Figure 4. The diameter at breast height variation of the sessile oak provenances in the Fantanele comparative trial. The whiskers represent the standard deviation. The provenance code is the same as in Table 1

Although the trial is located inside the sessile oak optimum for the average annual temperature, the local provenances group (group G) had overall the smallest average diameter at breast height (Figure 5). However, in the test site, the average annual rainfall falls within the ecologically suboptimal conditions of sessile oak. This may be an explanation for the fact that six of the eight local provenances (group G) have poor performance regarding the diameter at breast height. The provenances originating from Apuseni Mountains (group E) had the best diameter growth and were 11% greater than the overall mean.

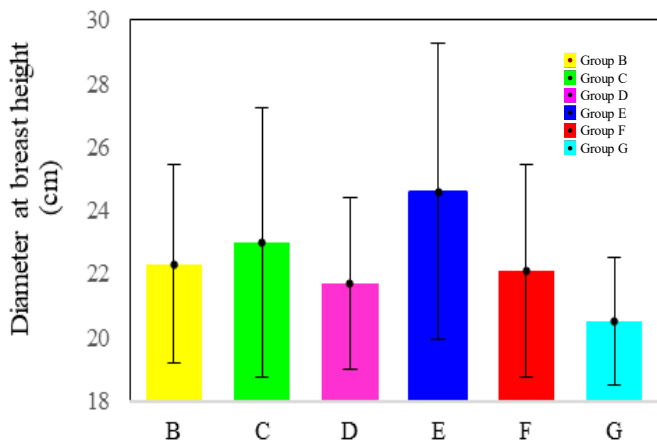


Figure 5. The diameter at breast height variation among groups. The whiskers represent the standard deviation

3.3. Total height

In the Fantanale comparative trial, the average value of total height was 19.7 m, with a range of variation between 17.7 m in provenance 4-Vaslui and 22.7 m in provenance 29-Ramnicu Sarat.

From the results reported by Stuparu (2009) for Fantanele comparative trial at 25 years from the plantation, we observed that provenance 4-Vaslui was among the provenances with the best height growths (6th position on the ranking), whereas 29-Ramnicu Sarat was among the provenances with the lowest height growths (30th position on the ranking). Also, the previous evaluation of Stuparu (2009) showed that the same sessile oak provenances exhibited significant differences in growth performance among three different sites. Therefore, results obtained from a single comparative trial cannot be used to establish which provenances are superior and which are inferior.

As in the case of diameter at breast height, the analysis of the performance of groups revealed that the local provenances group (group G) was the last in rank (Figure 6). Within this group, the top two provenances were 2-Dolhasca and 1-Botosani, both located around the overall mean. These local provenances also had the highest diameter at breast height. For the other groups, the rank position for the average total height was similar to that of diameter at breast height.

Distinctly significant differences in height performance were found only between provenances and groups ($p < 0.01$) (Table 2).

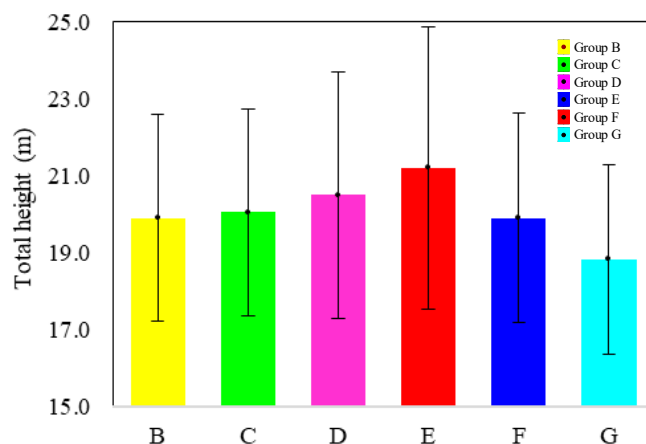


Figure 6. The total height variation among groups. The whiskers represent the standard deviation

By testing the significance of the differences between the provenances using the Duncan test for a 5% transgression probability, six homogeneous classes of variation were differentiated (Figure 7).

Provenance	Mean (m)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%					
29	22.7	****					
33	22.3	****	****				
32	22.0	****	****	****			
27	21.3	****	****	****	****		
9	20.8	****	****	****	****	****	
25	20.8	****	****	****	****	****	
30	20.5	****	****	****	****	****	****
13	20.4	****	****	****	****	****	****
21	20.4	****	****	****	****	****	****
20	20.3	****	****	****	****	****	****
31	20.2	****	****	****	****	****	****
19	20.0	****	****	****	****	****	****
23	20.0	****	****	****	****	****	****
1	19.9	****	****	****	****	****	****
2	19.8	****	****	****	****	****	****
17	19.8	****	****	****	****	****	****
28	19.7		****	****	****	****	****
8	19.5		****	****	****	****	****
11	19.4		****	****	****	****	****
5	19.3		****	****	****	****	****
10	19.3		****	****	****	****	****
14	19.3		****	****	****	****	****
15	19.1			****	****	****	****
16	19.0			****	****	****	****
22	19.0			****	****	****	****
3	18.9				****	****	****
18	18.8				****	****	****
7	18.5				****	****	****
24	18.4				****	****	****
6	18.0					****	****
4	17.7						****

Figure 7. Duncan test for the average total height (local provenances are highlighted)

The separation into several homogenous groups indicates high intra-provenance variation which constitutes an advantage in obtaining enhanced genetic

gains, by selecting provenances with superior heights. The best homogenous group comprises half of the total number of provenances, belonging to all six regions of provenance, but mainly originating from Curvature Carpathians (group B) and Southern Carpathians (group C). The best-ranking provenances for total height were 29-Ramnicu Sarat, 33-Zalau and 32-Cluj, while the worst-ranking included the local provenances 24-Botosani, 6-Sascut and 4-Vaslui.

3.4. Pruned height

For pruned height, ANOVA revealed a distinctly significant influence of the group factor ($p < 0.01$), while replication and provenance had an insignificant influence ($p > 0.05$) (Table 2). On average, the pruned height was 9.7 m, varying between 8.4 m in provenance 28-Blaj and 11.0 m in provenance 6-Sascut.

At 25 years after plantation, provenance 6-Sascut was also among the provenances with the highest pruned height average values (Stuparu 2009).

Among the groups, the local provenance group (group G) had the highest pruned height average (Figure 8).

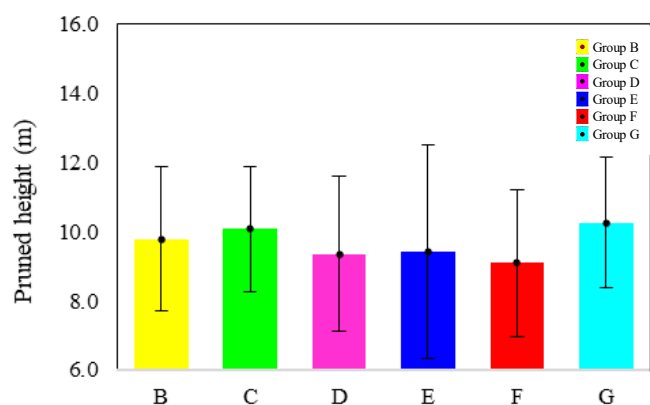


Figure 8. The pruned height variation among groups. The whiskers represent the standard deviation

3.5. Volume per tree

Considering the differences in height and diameter between provenances, it is obvious that there were also differences in volume. Among the studied provenances, the difference between the best growing provenance (33-Zalau) and the slowly growing provenance (6-Sascut) (Figure 9) reached 35%. For oak provenances at 35 years, Kleinschmit (1993) found differences in volume production up to 100%.

Furthermore, through the analysis of variance were found statistically significant differences between provenances ($p < 0.05$), distinctly significant differences between groups ($p < 0.01$) and non-significant between replications ($p > 0.05$) (Table 2).

The ranking according to the Duncan test showed that the provenances were divided into five homogeneous groups (Figure 9). The best homogeneous group (with the highest volume per tree average values) included 13 provenances covering all groups except group G. The ranking of provenances for volume per tree does not correspond to that of the total height, but there were

some consistencies. Specifically, in both rankings, the first three ranked provenances were the same (except that provenance 33-Zalau out-performed provenance 29-Ramnicu Sarat), and the same two local provenances (4-Vaslui and 6-Sascut) were amongst the lowest ranked.

Provenance	Mean (m³)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%				
		Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
33	0.622	****				
29	0.619	****	****			
32	0.542	****	****	****		
13	0.507	****	****	****	****	
9	0.498	****	****	****	****	
14	0.482	****	****	****	****	****
20	0.465	****	****	****	****	****
30	0.437	****	****	****	****	****
19	0.421	****	****	****	****	****
31	0.406	****	****	****	****	****
18	0.393	****	****	****	****	****
28	0.379	****	****	****	****	****
11	0.373	****	****	****	****	****
2	0.366		****	****	****	****
1	0.365		****	****	****	****
21	0.365		****	****	****	****
3	0.352			****	****	****
25	0.351			****	****	****
16	0.345			****	****	****
27	0.343			****	****	****
8	0.34			****	****	****
17	0.33			****	****	****
15	0.329			****	****	****
5	0.327			****	****	****
24	0.317			****	****	****
10	0.298			****	****	****
23	0.298			****	****	****
22	0.287			****	****	****
4	0.243				****	****
7	0.223					****
6	0.219					****

Figure 9. Duncan test for the average volume per tree (local provenances are highlighted)

3.6. Stem straightness

Earlier studies in oak provenance trials demonstrated that stem form is under strong genetic control (Kleinschmidt 1993, Jensen 2000), and therefore it is suitable for selection and improvement within breeding programs.

For this trait the average value was 1.68, indicating good stem straightness at the experimental level. The amplitude of variation varied between 1.31 and 2.25, with the provenance 30-Voinesti having the lowest average index (most straight stems), respectively 29-Ramnicu Sarat having the higher average index. Burianek et al. (2011) reported very large differences in stem straightness among sessile oak provenances from early growth stages. ANOVA revealed only significant differences between provenances ($p < 0.05$) (Table 2), which were confirmed by the Duncan test (Figure 10).

Provenance	Mean (index)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%			
30	1.31	****			
7	1.33	****			
15	1.33	****			
1	1.36	****	****		
21	1.40	****	****		
10	1.42	****	****		
13	1.43	****	****		
3	1.43	****	****		
23	1.44	****	****		
24	1.50	****	****	****	
16	1.58	****	****	****	
11	1.62	****	****	****	****
27	1.62	****	****	****	****
8	1.62	****	****	****	****
17	1.63	****	****	****	****
28	1.65	****	****	****	****
19	1.67	****	****	****	****
9	1.75	****	****	****	****
20	1.75	****	****	****	****
18	1.78	****	****	****	****
14	1.80	****	****	****	****
5	1.83	****	****	****	****
31	1.85	****	****	****	****
6	1.86	****	****	****	****
22	1.88	****	****	****	****
4	1.90	****	****	****	****
2	1.91	****	****	****	****
25	1.95	****	****	****	****
32	2.00		****	****	****
33	2.14			****	****
29	2.25				****

Figure 10. Duncan test for the average stem straightness index (local provenances are highlighted)

The provenances were arranged in four overlapping homogenous groups, with most provenances being included in the most favourable group. Only provenances 32-Cluj, 33-Zalau and 29-Ramnicu Sarat were outside this group.

Despite statistically assured differences between provenances for most of the considered traits (except diameter at breast height and pruned height), the provenances stem form ranking was not consistent with that of total height and volume per tree. A similar finding was reported by Fober (1998) in an experimental trial of Polish sessile oak and pedunculate oak provenances.

3.7. Trunk shape

In this comparative trial, the average value was 1.54, suggesting good trunk shape. Trees from provenance 24-Botosani had an ideal trunk shape (the average index was 1.00), while trees from provenance 29-Ramnicu Sarat had the worst trunk shape (the average index was 2.13).

Regarding this trait, distinctly significant differences were found for the provenance and group factors ($p < 0.01$) (Table 2). According to Duncan's test, the mean trunk shape of all provenances was arranged into five homogenous groups (Figure 11).

Provenance	Mean (index)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%			
24	1.00	****			
7	1.11	****	****		
3	1.14	****	****		
23	1.22	****	****	****	
8	1.25	****	****	****	
2	1.27	****	****	****	
1	1.27	****	****	****	
6	1.29	****	****	****	
33	1.29	****	****	****	
5	1.33	****	****	****	****
28	1.35	****	****	****	****
11	1.38	****	****	****	****
4	1.40	****	****	****	****
21	1.40	****	****	****	****
9	1.50	****	****	****	****
22	1.50	****	****	****	****
27	1.50	****	****	****	****
25	1.55	****	****	****	****
30	1.62	****	****	****	****
10	1.67	****	****	****	****
14	1.70		****	****	****
16	1.75		****	****	****
31	1.77		****	****	****
15	1.78		****	****	****
32	1.86			****	****
17	1.88			****	****
19	1.89			****	****
20	1.92			****	****
13	2.00				****
18	2.00				****
29	2.13				****

Figure 11. Duncan test for the average trunk shape index (local provenances are highlighted)

All local provenances were characterized by very good trunk shapes being included in the most favourable homogenous group. Furthermore, among groups, group G (local provenances group) had the best average index for trunk shape, while the rest of the provenance groups recorded slightly higher average values with very small differences between them (Figure 12).

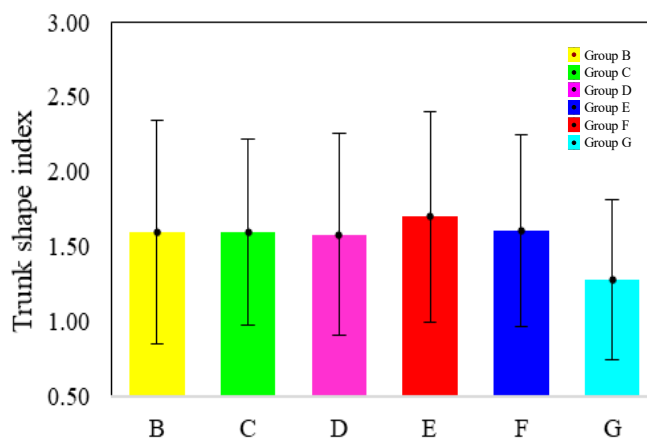


Figure 12. The trunk shape index variation among groups. The whiskers represent the standard deviation

3.8. Branch insertion angle

The ANOVA results showed a statistically significant difference between the investigated provenances for the branch insertion angle (with $p < 0.05$) (Table 2). Additionally, the Duncan test confirmed that there is a significant difference between the means of the provenances, resulting in three homogenous groups (Figure 13).

Provenance	Mean (index)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%		
24	1.50	****		
9	1.42	****	****	
18	1.33	****	****	****
20	1.33	****	****	****
21	1.30	****	****	****
14	1.30	****	****	****
13	1.29	****	****	****
22	1.25	****	****	****
7	1.22	****	****	****
2	1.18	****	****	****
1	1.18	****	****	****
3	1.14		****	****
8	1.13		****	****
17	1.13		****	****
28	1.12		****	****
15	1.11		****	****
19	1.11		****	****
4	1.10		****	****
16	1.08		****	****
10	1.08		****	****
11	1.08		****	****
6	1.07		****	****
25	1.05			****
33	1.00			****
32	1.00			****
31	1.00			****
27	1.00			****
5	1.00			****
23	1.00			****
30	1.00			****
29	1.00			****

Figure 13. Duncan test for the average trunk shape index (local provenances are highlighted)

Previous studies that investigated the branching angle in oak provenances (Hodžić & Ballian, 2020) pointed out that the most favourable branching angle range for better-quality individuals is between 67.5 and 90°. As such, in our case, trees scored with 2 have relatively good insertion angles, which means that an average index value of 2 is considered favourable. The highest percentage of trees with a branching angle of 60-90° were found for provenance 24-Botosani.

3.9. Branches' diameter

The analysis of variance for this trait highlighted highly significant differences between provenances and group factors ($p < 0.001$) (Table 2). Duncan's test (Figure 14) confirmed the existence of high variability between the provenances, these being separated into eight homogenous groups.

Provenance	Mean (index)	Homogeneous groups for the transgression probability of 5%							
30	2.8	****							
33	2.7	****	****						
29	2.5	****	****	****					
28	2.4	****	****	****	****				
32	2.3	****	****	****	****	****			
27	2.3	****	****	****	****	****	****		
25	2.2	****	****	****	****	****	****	****	
31	2.2	****	****	****	****	****	****	****	
11	2.1		****	****	****	****	****	****	****
14	2.0		****	****	****	****	****	****	****
9	1.9			****	****	****	****	****	****
19	1.9			****	****	****	****	****	****
8	1.9			****	****	****	****	****	****
24	1.9			****	****	****	****	****	****
3	1.9			****	****	****	****	****	****
2	1.8			****	****	****	****	****	****
6	1.8			****	****	****	****	****	****
18	1.8			****	****	****	****	****	****
7	1.8			****	****	****	****	****	****
13	1.7				****	****	****	****	****
20	1.7				****	****	****	****	****
5	1.7				****	****	****	****	****
15	1.7				****	****	****	****	****
10	1.6				****	****	****	****	****
23	1.6					****	****	****	****
16	1.5						****	****	****
21	1.5						****	****	****
22	1.4							****	****
4	1.3								****
1	1.3								****
17	1.3								****

Figure 14. Duncan test for the average branch diameter index (local provenances are highlighted)

In the first homogenous groups which were also the groups with the highest average values of branch diameter index, none of the Curvature Carpathians (group B) or local provenances (group G) were found.

Provenance 30-Voinesti obtained the highest average branch diameter index value, while provenances 17-Reghin, 1-Botosani and 4-Vaslui showed the lowest values of the branch diameter index.

Traits related to branch architecture (i.e., branch diameter, branch insertion angle) are less investigated in oaks trials (Jensen 2000). For broadleaves species, and in particular for sessile oak, the branch's diameter size (measured close to the junction of the branch with the stem) is a major determinant of wood quality (Struck & Dohrenbusch 2000). As such, branches with smaller diameters are preferable because the self-pruning process occurs more rapidly (Kint et al. 2010). However, Harmer (1992) pointed out that the growth potential of trees should be considered when estimating the influence of branch diameter on wood quality, as vigorous trees may carry heavy stem branches that reduce the wood value, while less vigorous ones might have small branches but perform poorly.

3.10. Correlation analysis between traits and geographical gradients of origin

The correlation coefficient matrix between the studied

traits and the geographical gradients of origin is shown in Table 3.

Table 3. Phenotypic correlations between traits in the Fantanele comparative trial

Traits	Survival	Bhd	Height	Pheight	Volume	StemS	Trunk	BranchIA	BranchD	Lat	Long	Le	Alt
Survival	-	-0.156**	-0.001	0.034	-0.136**	-0.079	-0.103	-0.034	-0.064	-0.160**	-0.248***	-0.154**	-0.033
Bhd	-	-	0.662***	-0.084	0.967***	-0.045	0.278***	0.180***	0.577***	-0.055	-0.012	-0.013	0.032
Height	-	-	-	0.174***	0.718***	-0.106	0.122*	0.060	0.459***	-0.065	-0.105	0.043	0.102
Pheight	-	-	-	-	-0.055	-0.199***	-0.252***	0.008	-0.175**	-0.012	0.091	-0.052	-0.047
Volume	-	-	-	-	-	0.425***	0.271***	0.145**	0.573***	-0.065	-0.027	0.013	0.069
StemS	-	-	-	-	-	-	0.284***	0.049	0.131*	0.085	-0.0004	0.053	-0.015
Trunk	-	-	-	-	-	-	-	-0.008	0.232***	-0.135*	-0.069	0.006	0.120*
BranchIA	-	-	-	-	-	-	-	-	0.044	-0.028	0.103	-0.172**	-0.164**
BranchD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.103	-0.179***	0.075	0.169**

Bhd: Breast height diameter; Height: tree height; Pheight: pruned height; Volume: Volume per tree; StemS: Stem straightness; Trunk: Trunk shape; BranchIA: Branch insertion angle; BranchD: branch diameter; The level of significance: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

The survival was found to be negatively and distinctly significantly correlated with the diameter at breast height, which means that the provenances with smaller diameters survived in a higher percentage.

Correlation between survival and the geographical gradients of seed stand origins showed that survival had no significant correlation with altitude, but there were found small influences of the other geographical gradients. Specifically, the correlations between survival and latitude and ecophysiological latitude were distinctly significant and negative ($r=-0.160^{**}$, respectively $r=-0.154^{**}$) and highly significant and negative with longitude ($r=-0.248^{***}$). Thus, in the Fantanele comparative trial western and southern provenances (from lower latitudes and longitudes) are better adapted.

The diameter at breast height was highly significant and positively correlated with tree height, volume per tree, trunk shape, branch insertion angle, and branch diameter. Therefore, the provenances with larger diameters at breast height had superior heights, and relatively good branch architecture (higher indices values), but with inferior trunk shapes (higher trunk shape indices).

Total height was directly and highly significantly correlated with pruned height, volume per tree and branches diameter and significant with trunk shape, which indicates that the provenances that register the highest heights have the stem pruned over a greater length, as well as trunks with lower qualities and greater branch thicknesses (indices with higher values).

The volume per tree was positively and highly significantly correlated with all form traits, which denotes that the trees with higher volumes had good branch architecture and inferior stem and trunk shapes.

No correlations were found between the growth traits (diameter at breast height, total height, volume per tree) and the geographical gradients of origin.

Stem straightness and trunk shape were directly and highly correlated, and both were positively correlated with branch diameter, meaning that straight stems and trunks had thicker branches. In addition, the trunk shape

was indirectly and significantly correlated with latitude ($r=-0.135^{*}$) and positively and significantly correlated with altitude ($r=0.120^{*}$), which means that the southern and lower altitudes provenances had straighter trunks.

Among the geographical gradients of seed stand origins, the altitude had a small influence on the branches' architecture. In this sense, provenances from inferior altitudes had sharper insertion angles and thinner branches. Also, a weak and negative correlation was observed between longitude and branch diameter, meaning that western provenances had thicker branches.

4. Conclusions

The results obtained revealed that the sessile oak provenances tested in the Fantanele comparative trial exhibited a high genetic variation for most of the studied traits. The comparative assessments indicated that non-local provenances (belonging to B, C, D, E, and F groups) were more adapted to the trial site conditions and performed better in terms of growth than local provenances (belonging to the G group). At 44 years from the plantation, provenances 29-Ramnicu Sarat, 32-Cluj and 33-Zalau were the most performant in terms of growth but had the most stem defects.

Considering that the analysis was carried out only in a single comparative trial, the best-performing provenances may be selected and used only in environmental conditions similar to those where Fantanele comparative trial is located. Therefore, to select the best provenances, it is extremely necessary to compare these provenances' relative performance in other experimental conditions (e.g., Mihaiesti, Ramnicu Sarat).

Statistically significant differences between provenances for survival, total height, stem straightness, trunk shape, branch insertion angle, and branches' diameter were confirmed by the Duncan test. Moreover, the considered traits showed very low-intensity correlations with geographical gradients (latitude, longitude, ecophysiological latitude and altitude) of the tested seed sources.

Funding and Acknowledgments

This work was supported by the Romanian Ministry of Research, Innovation and Digitization, within the Nucleu FORCLIMSOC Programme (Contract 12N/2023) / Project PN23090303, Nucleu BIOSERV Programme (Contract 12N/2019) / Project PN19070301, and by the CresPerInst project - "Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS, "Marin Drăcea" în activitatea de CDI" (Contract 34PFE/30.12.2021).

Bibliography

- Aas G (2002).** *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein, 1784. Traubeneiche. Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie: Wiley-VCH, 1-16.
- Borovics A, Mátyás C (2013).** Decline of genetic diversity of sessile oak at the retracting (xeric) limits. *Annals of Forest Science*, 70, 835-844.
- Bruschi P (2010).** Geographical variation in morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. as related to drought stress. *Plant Biosystems*, 144(2), 298-307.
- Burianek V, Benedikova M, Kyselakova J (2011).** Evaluation of twenty-years-old pedunculate and sessile oak provenance trial. *Journal of Forest Science*, 57(4), 153-169.
- Chmura DJ, Rozkowski R (2002).** Variability of beech provenances in spring and autumn phenology. *Silvae Genetica*, 51(2-3), 123-127.
- Czúcz B, Gálhidy L, Mátyás C (2011).** Present and forecasted xeric climatic limits of beech and sessile oak distribution at low altitudes in Central Europe. *Annals of Forest Science*, 68, 99-108.
- Diaz-Maroto IJ, Vila-Lameiro P, Diaz-Maroto MC (2006).** Autecology of sessile oak (*Quercus petraea*) in the north-west Iberian Peninsula. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21(6), 458-469.
- Ducouso A, Bordacs S (2004).** EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur*) and (*Quercus petraea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 6 p.
- Ducouso A, Ehrenmann F, Girard Q, Lamy JB, Louvet JM, Reynet P, Musch B, Kremer A (2022).** Long-term and large-scale *Quercus petraea* population survey conducted in provenance tests installed in France. *Annals of Forest Science*, 79(1), 26.
- Enescu V (1985).** Genetica ecologică. Ed. Ceres, București.
- Fober H (1998).** Provenance experiment with pedunculate (*Quercus robur* L.) and sessile (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.) oaks established in 1968. *Arboretum Kórnickie*, 43, 67-78.
- Gafenco IM, Pleșca BI, Apostol EN, & Șofletea N (2022).** Spring and autumn phenology in sessile oak (*Quercus petraea*) near the eastern limit of its distribution range. *Forests*, 13(7), 1125.
- Grotehusmann H, Schönfelder E (2011).** Comparison of French and German sessile oak ((Matt.) Liebl.) provenances. *Silvae Genetica*, 60(1-6), 186-196.
- Harmer R (1992).** Relationships between shoot length, bud number and branch production in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 65(1), 61-72.
- Hodžić MM, Ballian D (2020).** Quality of pedunculate oak Provenances in Bosnian-Herzegovinian provenance test based on branching angle and stem form. *Forestist*, 70(2), 95-105.
- Jensen JS (2000).** Provenance variation in phenotypic traits in *Quercus robur* and *Quercus petraea* in Danish provenance trials. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15(3), 297-308.
- Jensen JS, Hansen JK (2008).** Geographical variation in phenology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl and *Quercus robur* L. oak grown in a greenhouse. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(2), 179-188.
- Jones EW (1959).** *Quercus* L. *The Journal of Ecology*, 169-222.
- Kienitz M (1879).** Über formen und Abarten heimischer Waldbäume. Springer Berlin Heidelberg, 1-7.
- Kint V, Hein S, Campioli M, Muys B (2010).** Modelling self-pruning and branch attributes for young *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. trees. *Forest Ecology and Management*, 260(11), 2023-2034.
- Kleinschmit J (1993).** Intraspecific variation of growth and adaptive traits in European oak species. *Annales des Sciences Forestières*. EDP Sciences, 166s-185s.
- Lăzărescu C, Nițu C, Enescu V, Duran V, Gava M, Strîmbei M, Constantin A, Ciolac D, Papadopol CS, Papadopol V, Călugărescu C (1967).** Cercetări privind influența provenienței asupra dezvoltării culturilor la molid, pin silvestru, gorun, stejar și frasin 1961-1965. CDTEF, București.
- Mátyás C (2021).** Adaptive pattern of phenotypic plasticity and inherent growth reveal the potential for assisted transfer in sessile oak (*Quercus petraea* L.). *Forest Ecology and Management*, 482, 118832.
- Mátyás C, Berki I, Bidló A, Csóka G, Czímber K, Führer E, Gálos B, Gribovski Z, Illés G, Hirka A, Somogyi Z (2018a).** Sustainability of forest cover under climate change on the temperate-continental xeric limits. *Forests*, 9(8), 489.
- Mátyás C, Kóczán-Horváth A, Antoine K, Cuauhtémoc SR (2018b).** Juvenile height growth response of sessile oak populations to simulated climatic change based on provenance test data. *Erdészettudományi Közlemények*, 8(1), 131-148.
- Nanson A (2004).** Genetic and forest trees breeding. Ed. Gembloux, Belgium.
- Nițu C, Badea V (1980).** Proveniențe de gorun testate în faza de pepinieră. *Analele ICAS* 37(1), 7-18.
- Piqué M, Beltrán M, Martín-Alcón S, Coll L (2014).** Adapting Mediterranean forests to the effects of climate change by modifying management. *Forêt Méditerranéenne*, 35(3), 301-308.
- Sáenz-Romero C, Lamy JB, Ducouso A, Musch B, Ehrenmann F, Delzon S, Cavers S, Chalupka W, Dağdaş S, Hansen JK, Lee SJ, Liesebach M, Rau HM, Psomas A, Schneck V, Steiner W, Zimmermann NE, Kremer A (2017).** Adaptive and plastic responses of *Quercus petraea* populations to climate across Europe. *Global Change Biology*, 23(7), 2831-2847.
- Sáenz-Romero C, Kremer A, Nagy L, Újvári-Jármay É, ucouso A, Kóczán-Horváth A, Hansen JK, Mátyás C (2019).** Common garden comparisons confirm inherited differences in sensitivity to climate change between forest tree species. *PeerJ*, 7, e6213.
- Spiecker H (2021).** Production of valuable oak wood in Europe. *Annals of Forest Research*, 64(1), 5-12.
- STATISTICA v. 8.0** StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA.
- Struck G, Dohrenbusch A (2000).** Development of a new branchiness index Asix-A simple tool to describe branchiness in young deciduous forest stands. *Annals of Forest Science*, 57(8), 811-818.
- Stuparu E (2009).** Variația genetică a principalelor specii de arbori forestieri: evaluări în culturi comparative. Gorunul (*Quercus petraea* L.). In Mihai G (ed): Surse de semințe testate pentru principalele specii de arbori forestieri din România. Ed. Silvică, București, 201-220.
- Șofletea N, Curtu AL (2007).** Dendrologie. Ed. Universității "Transilvania".
- Torres-Ruiz JM, Kremer A, Carins Murphy MR, Brodribb T, Lamarque IJ, Truffaut L, Bonne F, Ducouso A, Delzon S (2019).** Genetic differentiation in functional traits among European sessile oak populations. *Tree Physiology*, 39(10), 1736-1749.
- Vospersnik S, Heym M, Pretzsch H, Pach M, Steckel M, Aldea J, ... & Wolff B (2023).** Tree species growth response to climate in mixtures of *Quercus robur/Quercus petraea* and *Pinus sylvestris* across Europe-a dynamic, sensitive equilibrium. *Forest Ecology and Management*, 530, 120753.
- Wiersma JH (1962).** Enquete kwantitatieve aspecten van het exotenvraagstuk. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift*, 34(5), 175-184.
- Zanetto A, Kremer A (1995).** Geographical structure of gene diversity in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. I. Monolocus patterns of variation. *Heredity*, 75, 506.

Abstract

Phenotypic variability of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in a comparative trial from Eastern Romania

The phenotypic variability of sessile oak (*Quercus petraea*) was assessed in a comparative trial established in Eastern Romania. We analysed the adaptability, performance, and behaviour of 31 native sessile oak provenances belonging to six groups (regions of provenance) at 44 years after planting. The evaluations focused on the most important adaptive, growth, stem, and branch characteristics: survival, diameter at breast height, total height, pruned height, stem straightness, trunk shape, branch insertion angle, and branches' diameter. Statistically significant differences were detected between provenances for most of the considered traits (except diameter at breast height and pruned height), which were confirmed by the Duncan test. The group's influence was also statistically assured for most of the investigated traits (except stem straightness and branch diameter). Generally, the non-local provenances were amongst the most performant in terms of growth. The correlation analysis revealed that provenances from western longitudes and southern latitudes, as well as from low altitudes had better survival rates. Trunk shape and branch diameter were positively and significantly correlated with altitude ($r = 0.120^*$, $r=0.169^{**}$), meaning that the lower altitudes provenances had straighter trunks and sharper insertion angles. There were no significant correlations detected between growth traits and the geographical gradients of origin. This study provides valuable information on sessile oak phenotypic variability, with evident implications for future tree improvement and genetic resource conservation programs.

Keywords: phenotypic variability, sessile oak, comparative trial, phenotypic traits, Eastern Romania

Rezumat

Variabilitatea fenotipică a gorunului (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) într-o cultură comparativă de proveniențe din estul României

Variabilitatea fenotipică a gorunului (*Quercus petraea*) a fost evaluată într-o cultură comparativă de proveniențe stabilită în estul României. S-a analizat adaptabilitatea, performanța și comportamentul a 31 de proveniențe native de gorun aparținând la șase grupuri (regiuni de proveniență) la 44 de ani de la plantare. Evaluările s-au concentrat pe cele mai importante caracteristici adaptative, de creștere, ale tulpinii și ramurilor: supraviețuire, diametru la înălțimea de 1,3 m, înălțime totală, înălțime elagată, rectitudinea tulpinii, forma trunchiului, unghiul de inserție a ramurilor și diametrul ramurilor. Au fost detectate diferențe semnificative statistic între proveniențe pentru majoritatea trăsăturilor luate în considerare (cu excepția diametrului la înălțimea de 1,3 m și a înălțimii elagate), care au fost confirmate de testul Duncan. Influența grupului a fost, de asemenea, asigurată statistic pentru majoritatea trăsăturilor investigate (cu excepția rectitudinii tulpinii și a diametrului ramurilor). În general, proveniențele non-locale au fost printre cele mai performante din punct de vedere al creșterii. Analiza de corelație a arătat că proveniențele vestice și sudice, precum și de la altitudini joase au avut rate de supraviețuire mai bune. Forma trunchiului și diametrul ramurilor au fost corelate pozitiv și semnificativ cu altitudinea ($r = 0,120^*$, $r=0,169^{**}$), ceea ce înseamnă că proveniențele la altitudini mai mici au avut trunchiuri mai drepte și unghiuri de inserție mai ascuțite. Nu au fost detectate corelații semnificative între trăsăturile de creștere și gradientii geografici ai locului origine. Acest studiu oferă informații valoroase despre variabilitatea fenotipică a gorunului, cu implicații evidente pentru viitoarele programe de ameliorare a arborilor și de conservare a resurselor genetice.

Cuvinte cheie: variabilitate fenotipică, gorun, cultură comparativă, trăsături fenotipice, estul României

The taxonomic structure of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in marginal populations from Eastern Romania – a bibliographic study

Ioana Maria Gafenco (Pleșca)^{1,2}, Bogdan Ionuț Pleșca² ✉, Neculae Șofletea¹

✉ corresponding author

¹ Interdisciplinary Doctoral School, “Transilvania” University of Brașov, Romania

² INCDS “Marin Drăcea” Voluntari, Romania

1. Introduction

1.1. The taxonomic position of *Quercus petraea*

Quercus L. is the best-represented genus of the *Fagaceae* family, comprising up to 600 species (Soepadmo & van Stennis 1972, Mabberley 1987, Kremer et al. 2007), with a wide distribution especially in Europe, Asia, and North America (Manos et al. 1999, Torres-Miranda et al. 2011). In Romania, there are 7-9 native species of oaks, depending on the taxonomic classification adopted (Georgescu & Murariu 1948, Beldie 1952, Stănescu et al. 1997, Șofletea & Curtu 2007, Ciocârlan 2009). The native oak species identified in the vascular flora of our country are systematized as follows: series *Sessiliflorae* Loj. (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. ssp. *petraea* (Liebl.) Soó, *Q. petraea* ssp. *dalechampii* (Ten.) Soó, *Q. petraea* ssp. *polycarpa* (Schur) Soó), series *Pedunculatae* Schwz. (*Q. robur* L., *Q. pedunculiflora* K. Koch), series *Confertae* Simk. (*Q. frainetto* Ten.), series *Lanuginosae* Simk. (*Q. pubescens* Willd., *Q. virgiliana* Ten.) and subgenus *Cerris* (Spach.) Oerst (*Q. cerris* L.).

In the case of taxa from the *Sessiliflorae* series Loj. for a long time it was not possible to make a clear distinction between the three units based on morphological characters, so in older works they appear grouped under the name of *Quercus sessiliflora* Salisb (Grecescu 1898, Prodan 1923) or *Quercus sessilis* Ehrh. (Anton 1935).

After the appearance of Schwarz's monograph (1936), in subsequent national publications, *Quercus petraea sensu lato* appears either divided into three distinct species – *Quercus petraea sensu stricto*, *Q. dalechampii* Ten. and *Q. polycarpa* Schur. (Beldie & Cretzoiu 1941, Georgescu & Morariu 1948, Negulescu et al. 1964, Ciocârlan 2009,

Sanda et al. 2004, Sîrbu et al. 2013), or divided into subspecies (Stănescu et al. 1997, Șofletea & Curtu 2007, Clinovschi 2005). Consequently, the disagreement regarding the number of oak species appeared because of the different assessments of the taxonomic status of taxa within the *Sessiliflorae* Loj. series.

Among the three taxa, only *Q. petraea sensu stricto* is considered easily recognizable and widely accepted by most taxonomists and botanists. In contrast, the taxonomic status of the other two sessile oaks is more problematic. Regarding *Q. dalechampii*, at the European level, two contrasting approaches are distinguished within the taxonomic classifications. Thus, in some cases, it is considered a distinct species related to *Quercus petraea* (Schwarz 1936, Govaerts & Frodin 1998, Aeschmann et al. 2004, Filipova & Asenov 2016), and in opposition is described as a distinct species related to *Quercus pubescens* (Camus 1934-1954, Brullo et al. 1999).

More importantly, according to the lectotype designed by Di Pietro et al. (2012) *Q. dalechampii* Ten. was fixed within *Q. pubescens sensu lato*. The results of the morphological analyses on the herbarium specimens indicated a high pubescence of the leaves and the young twigs, these being the main arguments for the selection of the lectotype. In this context, Kučera (2018) proposed, the name *Quercus banatus* P. Kučera, nomen novum, for the records of *Q. dalechampii* (with glabrous twigs and subsessile cups) interpreted as species taxonomically close to *Q. petraea* and reported in different countries of central and south-eastern Europe. This proposal was made for nomenclatural reasons, since the most relevant substitute *Q. aurea* Wierzb. did not comply with the requirements established by the *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants* (MelbourneCode). Thus, the new scientific name was Latinized after a toponymic name (Banat = geographical and historical region of the Austrian Empire from the period when P. P. Wierzbicki described *Q. aurea*).

Concerning *Q. polycarpa* most studies confirm morphological similarities with *Q. petraea sensu stricto*, most often being nominated as a distinct species (Chytrý 1997, Matula 2009, Bartha 2014) or as its subspecies (Govaerts & Frodin 1998, Raab-Straube & Raus 2013). However, there are countries in Central, Eastern and South-Eastern Europe where it is considered an independent species (Požgaj & Horváthová 1986, Koblížek 1990).

However, in our country, at least for the time being, the division into the three subspecies of sessile oak is preserved.

1.2. Intraspecific taxonomic variability of *Q. petraea*

Table 1. Main discrimination characteristics for sessile oaks, from the literature

Diagnosis	<i>Q. petraea sensu stricto</i>	<i>Q. p. ssp. dalechampii</i>	<i>Q. p. ssp. polycarpa</i>
Leaves	Piled towards the top, 8-16 cm long.	Not piled up towards the top, placed irregularly on the twigs, 8-13 cm long.	Equally distributed along the twigs, large 7-15 cm long and 5-7 cm wide.
	Lamina rhombic-obovate to elliptic-ovate, with maximum width in the upper half, on margins sinuate-lobate to pinnate-partite. On the back initially pubescent, later glabrescent, with hairy tufts in the axils of the ribs.	Lamina oblong-ovate or ovate-lanceolate, with the maximum width in the lower half, on the margin pinnate-fidate, rarely divided. On the lower face at first stellate-pubescent, later it becomes glabrous.	Lamina broad-obovate, with lobed sinuate margins. They are thick, shiny on the upper side, and on the back slightly stellate-pubescent along the ribs and at their axils; less often they become glabrous at maturity.
	Broad apex rounded or abruptly narrowed.	Apex gradually narrowed.	Apex wide rounded.
	Base gradually narrowed, not auriculate.	Base broad-truncate, less often broad-cuneate.	Abtruptly narrowed base, often asymmetrical.
	5-8 pairs of lobes rounded, entire or 1-2 lobed.	5-7(8) pairs of lobes ovate to oblong-lanceolate, irregular, entire or lobed.	6-8(10) pairs of short rounded lobes.
Twigs	With a small number of elliptical, dark green lenticels.	With numerous round, reddish-brown or greenish-reddish lenticels.	With relatively large, elliptical, reddish-brown, or greenish-brown lenticels.
Buds	6-8 mm long, ovoid, or ovoid-conical, clustered towards the tip of the twigs.	1-1.5 cm long, elongated ovoids, pointed, crowded towards the tip of the twigs.	1-1.5 cm long, ovoid-oblong.
Fruits	Solitary or placed in groups of 2-5, 1.5-2.5 cm long.	Solitary or placed 2-3, 1.5-3 cm long.	Usually placed in 2-6 or even more, up to 2.5 cm long.
	Cup conical-hemispherical, usually sessile, 0.8-1.4 cm diameter and 0.6-1.2 cm high, thin-walled.	Cup flattened-hemispherical, usually sessile, 1.2-1.9 cm diameter and 0.8-1.5 cm high, thick-walled.	Cup hemispherical, usually sessile, 1.5-2 cm diameter and 0.8-1.2 cm high, thick-walled.
	Cup scales are small, ovate-lanceolate ± pubescent, not glabrous.	The scales of the cup are acute, pubescent, to the base glabrous.	The scales of the cup are wide, acute, the ones at the base obviously concave.

The intraspecific variability of sessile oak is not only manifested by the existence of polytypism (splitting the species into subspecies), but also by the differentiation of other intraspecific taxonomic units (varieties, forms, subforms) (Șofletea 2005), especially according to the characteristics of the leaves.

For *Q. p. ssp. petraea*, three forms have been identified, each subdivided in turn into two subforms, for *Q. p. ssp. dalechampii* were distinguished into two forms and for *Q. p. ssp. polycarpa* two varieties (Georgescu & Morariu 1948, Beldie 1952) (Table 2).

Table 2. Intraspecific taxonomic units identified in sessile oaks, from the literature

<i>Q. petraea sensu stricto</i>	<ul style="list-style-type: none"> - f. <i>platyphylla</i> (Lam.) Schwz. • subf. <i>normalis</i> Schwz. • subf. <i>angulata</i> Schwz - f. <i>laciniata</i> (Lam.) Schwz. • subf. <i>pinnata</i> (C. K. Schn) Schwz. • subf. <i>lobulosa</i> Schwz. - f. <i>longifolia</i> (Dippei) Schwz. • subf. <i>angustifolia</i> (Zap) Schwz. • subf. <i>mespilifolia</i> (Wallr.) Schwz.
<i>Q. p. ssp. dalechampii</i>	<ul style="list-style-type: none"> - f. <i>lancifolia</i> (Vuk.) Schwz. - f. <i>pinnatifida</i> (Boiss.) Schwz.
<i>Q. p. ssp. polycarpa</i>	<ul style="list-style-type: none"> - var. <i>typica</i> Beldie - var. <i>glabra</i> Beldie

The separation of the aggregate *Q. sessiliflora* (= *Q. sessilis*) into species, or more recently into subspecies, has also determined afferent morphological differentiations. Considering the difficulties encountered in the separation of white oaks (Reutimann et al. 2023), and in particularly of sessile oaks, a simultaneous analysis of the characteristics of the main organs (leaves, branch stems, buds, and fruits) was often necessary. Therefore, a series of specific morphological descriptors were used, such as the shape, arrangement and location of the leaves, the characteristics of the twigs, the size and shape of the buds, and the characters of the fruit cup (Table 1).

Q. petraea sensu lato (including *Q. p. ssp. petraea*, *Q. p. ssp. dalechampii*, and *Q. p. ssp. polycarpa*) is the most frequent oak species in the Romanian forests, having an estimated area of 582826.95 ha (NFI 2019), representing approximately 8.3% of the forested area.

Unlike the common sessile oak which is a subspecies with typical mesothermal behaviour, the other two subspecies are subthermophilic (Șofletea & Curtu 2007), which is why they were usually found together towards the limit of the distribution range. In these parts the climate is very close to that of the forest-steppe having higher average annual temperatures, lower average annual rainfall, and intense evapotranspiration (Stanescu & Șofletea 1999).

In recent years populations located at the geographical limit of the distribution received special attention as they may provide valuable information on the species adaptative potential in the face of expected environmental changes (Eckert et al. 2008, Fady et al. 2016).

In the present study, we documented the presence and highlighted the taxonomic structure of *Q. petraea s.l.* in

populations situated at the geographical limit of these *infrataxa* in Eastern Romania.

2. Materials and methods

The study area is part of the Moldavian Plateau and overlaps the region between Vaslui, Bârlad and Prut rivers (Figure 1). Also, this area represents the eastern limit of the distribution of sessile oak in Romania. In addition, the eastern part of Romania has been the subject of numerous dendrological, floristic, and geobotanical studies.

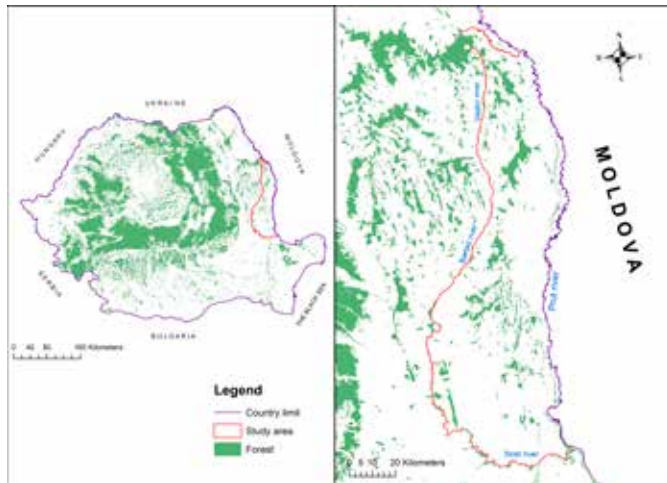


Figure 1. Location of the study area

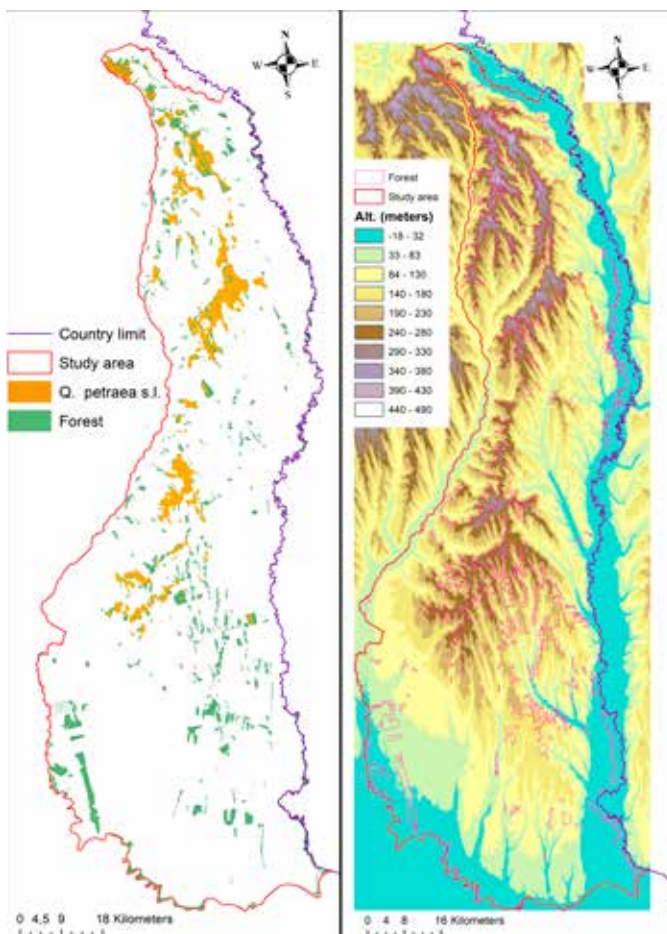


Figure 2. The distribution of *Q. petraea s.l.* forests (left) and in relation to altitude (right) in the study area

Within this territory, the surface occupied by pure and mixed stands of *Q. petraea s.l.*, according to forest management plans, is approximately 10500 ha (Figure 2). In this area, sessile oak is found at altitudes between 20 m (at Hanu Conachi) – 415 m (at Răducăneni) (Figure 2). The climate of the region is temperate-continental, with a mean annual temperature of 9–10°C. The average annual precipitation is around 500 mm, being one of the driest regions of the country.

To capture the taxonomic structure of sessile oak in this area we conducted a detailed bibliographic study. In this sense, a large body of literature concerning the distribution of the species with the most accurate indication (Beldie 1952, Pașcovschi & Doniță 1967, Sanda et al. 2004, Chifu et al. 2006a, Oprea 2022), as well as studies that investigated the intraspecific variability of oaks at the local level (Mititelu et al. 1968, Doniță 1970, Geacu 1999, Chifu et al. 2002, Chifu & Sârbu 2002, Geacu 2002, Chifu et al. 2004, Oprea 2004, Popa & Geacu 2004, Chifu et al. 2006b, Vicol 2016, Apostol et al. 2015, Chesnoiu 2017, Oprea & Sârbu 2021) were consulted. All reported occurrence locations of sessile oak subspecies in the study area were extracted and subsequently, they were mapped and the so-called "dotted maps" were obtained.

3. Results and discussions

Of the total forest cover (excluding degraded lands and wetlands), *Q. petraea s.l.* registers approximately 18%, being the most widespread tree species across the studied area. As can be seen from the cartographic material, in the northern part of the territory, it is much more abundant and has a uniform distribution, which however decreases along the southern part, in some forests being only locally signalled (e.g., Hanu Conachi and Gârboavele). Among its distribution five compact forest areas were distinguished, namely Tomești-Poieni, Răducăneni-Bunești, Huși-Vutcani, Ghermănești-Popeni-Grăjdeni, and Bălăbănești-Adam-Tălășmani-Rădești-Fundeanu. These five areas were signalled as being part of the prehistoric forests (Enculescu 1924).

The presence of *Q. petraea s.l.* in the forest's composition is variable, being constituted in formations of mixed sylvo-steppe forests (known as 'șleau') with linden and hornbeam very well represented for the study area, but also for the whole area of Moldova (Doniță & Purceanu 1975). Sessile oak is well-represented in the Popeni-Grăjdeni forest (40%), the Huși-Oltenești forest (30%), the Brădicești forest (16%) and the Bunești-Răducăneni forest (14%). It should be noted that in the case of the Huși-Oltenești forest, sessile oak is separated from linden in compact areas.

After reviewing the literature, were identified 61 forests in which the presence of sessile oak subspecies is mentioned (Table 3, Figure 3a-c).

Table 3. Reported occurrence locations of sessile oak subspecies in the study area, from the literature

Forest code	Forest (County-Forest district)	Qpet	Qdal	Qpol
1	Tomești-Poieni (Iași-Lunca Cetățuiei)	+	+	+
2	Schitu Duca (Iași-Lunca Cetățuiei)		+	
3	Marmora (Iași-Răducăneni)			+
4	Bunești-Moșna (Iași-Răducăneni)	+	+	
5	Voloaca (Iași-Răducăneni)		+	
6	Chircești (Vaslui-Dobrovăț)		+	
7	Bulboasa (Iași/Vaslui-Dobrovăț)	+	+	
8	Ghibarț (Vaslui-Huși)	+		
9	Dolțu (Vaslui-Vaslui)	+		
10	Păscăloaia (Vaslui-Huși)	+		
11	Epureni-Bălțați (Vaslui-Huși)		+	
12	Tătărani-Valea Teiului (Vaslui-Huși)	+	+	
13	Bogdana Voloseni (Vaslui-Huși)	+	+	+
14	Crețești (Vaslui-Huși)	+	+	
15	Târzii (Vaslui-Huși)	+	+	
16	Grumezoaia- Urlați (Vaslui-Huși)		+	
17	Hoceni (Vaslui-Huși)	+		
18	Rediul Mălăești (Vaslui-Huși)	+		+
19	Codreni (Vaslui-Vaslui)	+		
20	Cetățuia-Vladnic (Vaslui-Vaslui)	+		
21	Horga-Epureni (Vaslui)	+		+
22	Popeni-Bujoreni (Vaslui-Epureni)	+	+	+
23	Popeni-Bursuci (Vaslui-Epureni)	+	+	+
24	Ghireasca (Vaslui-Epureni)	+	+	
25	Grăjdeni (Vaslui-Epureni)	+	+	+
26	Trestiana (Vaslui-Bârlad)	+		
27	Tălășmani (Galați-Grivița)	+	+	+
28	Cruceanu (Galați-Grivița)	+		+
29	Pădurea Roșie (Galați-Grivița)	+		
30	Bârzanu (Galați-Grivița)			+
31	Codreanu (Galați-Galați)			+
32	Dealul Filii (Galați-Berești)		+	
33	Tainiței (Galați-Grivița)	+		
34	Valea Băneșei (Galați-Galați)	+	+	+
35	Zărnești (Galați-Galați)	+	+	+
36	Tâmpa (Galați-Grivița)	+	+	+
37	Ghinghești (Galați-Grivița)	+		
38	Adam (Galați-Grivița)		+	
39	Banciu (Galați-Grivița)	+		
40	Nisa-Banciu (Galați-Grivița)	+		
41	Jerdea-Stroiu (Galați-Grivița)	+		
42	Fundeanu (Galați-Grivița)	+	+	+
43	Certești (Galați-Grivița)	+		
44	Mândra (Galați-Grivița)	+		
45	Pogănești (Galați-Galați)		+	+
46	Ezătura (Galați-Galați)	+		
47	Breana-Roșcani (Galați-Galați)		+	
48	Pîrlești (Galați-Tecuci)	+		
49	30 Decembrie (Galați-Galați)	+	+	
50	Cuca (Galați-Galați)	+		
51	Drăgănești (Galați-Tecuci)	+		
52	Hanu Conachi (Galați-Hanu Conachi)	+	+	+
53	Gârboavele (Galați-Galați)		+	+
54	Valea Paielor (Galați-Galați)		+	
55	Pietrosu (Galați-Galați)	+	+	
56	Valea Chinejii (Galați-Galați)		+	
57	Brăiești (Galați-Grivița)		+	
58	Rediul Cerbului (Galați-Galați)		+	
59	Rediul Ciorei (Galați-Galați)		+	

Forest code	Forest (County-Forest district)	Qpet	Qdal	Qpol
60	Rediul Caprei (Galați-Galați)		+	
61	Codrețul (Vaslui-Grivița)	+		

Notes: Qpet – *Q. p. sensu stricto*; Qdal – *Q. p. ssp. dalechampii*; Qpol – *Q. p. ssp. polycarpa*; reported occurrences (+)

The good coverage of *Q. petraea s.l.* is also reflected by the several occurrence locations reported, being present in almost 75% of the forests from the study area (Figure 3a-c).

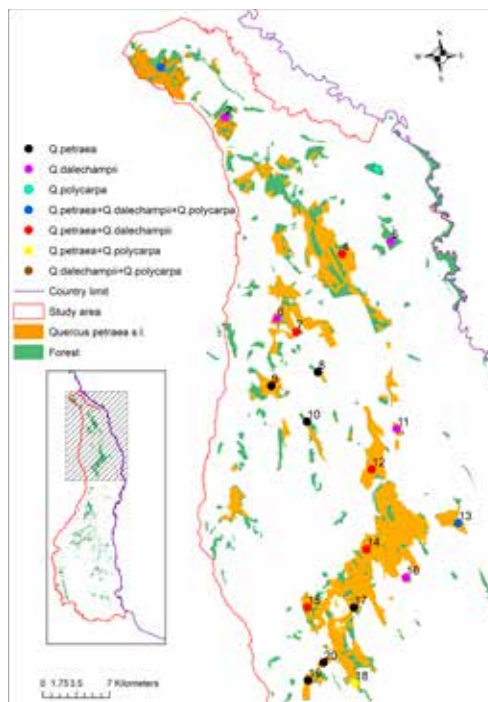


Figure 3a. Reported occurrence locations of sessile oak subspecies in the northern part of the study area. The forest codes are the same as in Table 3

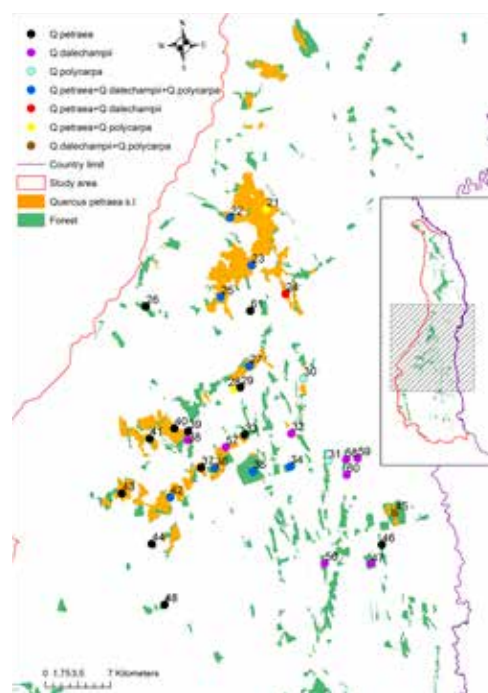


Figure 3b. Reported occurrence locations of sessile oak subspecies in the central part of the study area. The forest codes are the same as in Table 3

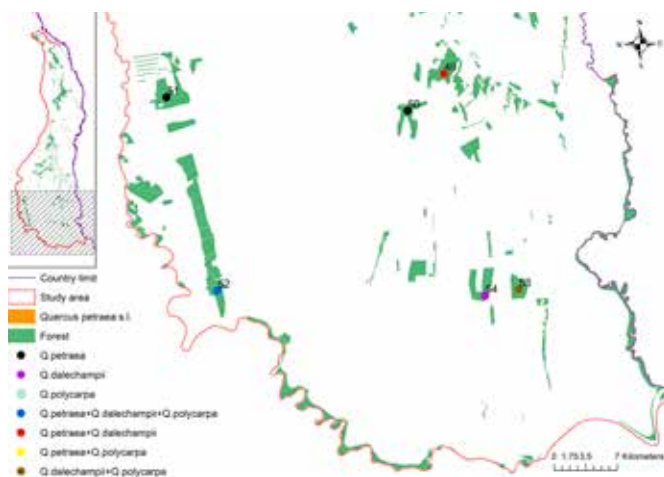


Figure 3c. Reported occurrence locations of sessile oak subspecies in the part of the study area. The forest codes are the same as in Table 3.

At the subspecies level, the most common and frequently reported was ssp. *petraea* (42 forests), followed by ssp. *dalechampii* (35 forests) and ssp. *polycarpa* (19 forests).

There are 11 forests (Fundeanu, Tălășmani, Hanu Conachi, Valea Bănesei, Popeni, Popeni-Bursuci, Tomești-Poieni, Tâmpa, Grajdani, Bogdana-Voloseni, Zărnești), where all three subspecies were found together, suggesting a higher taxonomic variability. Moreover, in an intensive research area established in the Fundeanu forest, Apostol et al. (2015) differentiated within the three subspecies also intraspecific taxonomic units (varieties, forms, subforms). According to the previously mentioned study, *Q. p. ssp. petraea* is represented by subf. *normalis* and subf. *angustifolia*, *Q. p. ssp. dalechampii* is represented by f. *lancifolia* and f. *pinnatifida*, and *Q. p. ssp. polycarpa* was assigned to var. *typica*.

In the situations where we found present only two subspecies, it can be observed that the associations between *Q. p. ssp. petraea* and *Q. p. ssp. dalechampii* are more frequent than *Q. p. ssp. petraea* and *Q. p. ssp. polycarpa*. This fact is not surprising considering that the study area overlaps the Bârlad Plateau and Central Moldavian Plateau where is known that *Q. p. ssp. dalechampii* has the most important distribution centre from the entire native range (Beldie 1952, Chirița 1981). Less frequent was also the association between *Q. p. ssp. dalechampii* and *Q. p. ssp. polycarpa*, being noted only in the Gârboavele and Pogănești forests.

In most forests, there were indications for the presence of only one subspecies of sessile oak, often represented by *Q. p. ssp. petraea* (one-third of the total number of reported forests). Furthermore, a considerable number of locations reported only the occurrence of *Q. p. ssp. dalechampii*, most occurrences being concentrated in the Covârlui Hills. According to some opinions in the region of Moldova *Q. p. ssp. petraea* is replaced by *Q. p. ssp. dalechampii* (Chifu et al. 2006a).

In the Moarmora, Bârzanu, and Codreanu forests, sessile oak was assigned only to *Q. p. ssp. polycarpa*, probably because it appears disseminated or in a small proportion in the forest composition.

However, it is assumed that the distribution of the two subthermophilic sessile oaks is wider (Sanda et al. 2004), but the difficulties encountered in the discrimination of the three subspecies made it difficult to precisely establish a clear distribution.

Moreover, we must point out that *Q. p. ssp. dalechampii* and *Q. p. ssp. polycarpa* are considered more drought tolerant than *Q. p. ssp. petraea* (Matula 2008, Demeter et al. 2014). Therefore, in the current and future conditions of aridification of the climate, the subspecies *dalechampii* and *polycarpa* could represent perspective solutions for the culture of this species in dry and warm areas.

4. Conclusions

Previous works reported the presence of all three subspecies of sessile oak in the study area. Consequently, the eastern part of Romania represents an overlapping distribution area of the three sessile oak subspecies, being at the same time representative of the geographical range limit of the species in our country. It was possible to distinguish both areas of interference where they are mixed and areas where only one of the three subspecies was present.

Overall, the subthermophilous sessile oaks (*Q. p. ssp. dalechampii* and *Q. p. ssp. polycarpa*) had fewer occurrence locations compared to the common sessile oak (*Q. p. ssp. petraea*). However, their occurrence may be much larger, but this will need to be verified. Future taxonomical studies should focus on eastern marginal sessile oak forests that were not reported in this study. In addition, in these marginal populations at the eastern border of the sessile oak in Romania, new evaluations - in which the taxonomic analysis should be doubled by an adequate study for the characterization of the seasonal conditions related to the thermal regime and soil moisture - are required.

Knowing the taxonomic structure as well as the distribution of sessile oak subspecies will be extremely useful for current forest management practices. More than that, populations at the eastern margin of the distribution range might provide valuable information for studying the effects of climate change.

Funding and Acknowledgments

This work was supported by the Romanian Ministry of Research, Innovation and Digitization, within the Nucleu FORCLIMSOC Programme (Contract 12N/2023) / Project PN23090303 and by the CresPerfInst project „Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS Marin Drăcea în activitatea de CDI” (Contract 34PFE/30.12.2021).”

Bibliography

- Aeschimann D, Lauber K, Moser D, Theurillat J (2004). Flora alpina. Vol 1-3. Bologna: Ed. Zanichelli.
- Anton R (1935). Relativ la nomenclatura stejarului și gorunului. *Revista pădurilor* (6), 442-446.
- Apostol EN, Curtu AL, Șofletea N (2015). Intraspecific taxonomic structure in a mixed oak stand from Eastern Romania, at contact with external forest-steppe. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 20(37), 47-51.

- Bartha D (2014).** *Quercus polycarpa* Schur, 1851. In book: Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. Band III/2/35 Chapter: *Quercus polycarpa*. Enzyklopädie der Holzgewächse: Handbuch und Atlas der Dendrologie.
- Beldie A, Cretzoiu P (1941).** Studiu sistematic al gorunului din România. *Analele ICEF*, Seria I, VII, 38-41.
- Beldie A (1952).** Flora R.P. România, vol I. Ed. Academiei R.P.R. București, 224-260.
- Brullo S, Guarino R, Siracusa G (1999).** Revisione tassonomica delle querce caducifoglie della Sicilia. *Webbia* 54(1), 1-72.
- Camus A (1934–1954).** Les chênes. Monographie du genre *Quercus*. Ed. Lechevalier, Paris.
- Chesnoiu EN (2017).** Discriminarea taxonomică prin descriptorii ai frunzelor și analiza fenologiei de primăvară la stejarul pedunculat (*Quercus robur* L.) și stejarul brumăriu (*Quercus pedunculiflora* K. Koch). Rezumatul Tezei de doctorat, Brașov.
- Chifu T, Sârbu I (2002).** O nouă contribuție la studiul fitosociologic al pădurilor din Moldova (România). *Bul. Grăd. Bot.*, 107-122.
- Chifu T, Sârbu I, Ștefan N (2004).** Phytocénoses de l'ordre *Quercetalia pubescentis* Br.-Bl. 1931 em Soó 1964 sur le territoire Moldave (Roumanie). *Bul Grăd Bot Iași*, 12, 17-34.
- Chifu T, Mânzu C, Zamfirescu O (2006a).** Flora și vegetația Moldovei (România) vol I+II. Ed. Universității Al. I. Cuza.
- Chifu T, Ștefan N, Zamfirescu O, Mânzu C, Zamfirescu Ș (2006b).** Forest communities floristically specific to eastern Romania. *Nature Conservation: Concepts and Practice*, 169-180.
- Chifu T, Ștefan N, Sârbu I, Mânzu C, Șurubaru B (2002).** Nouvelles contributions a l'etude phytosociologique des forêts de Moldova. *An. Șt. Univ., Al. I. Cuza" Iași*, 48(S II), 103-118.
- Chiriță CD (1981).** Pădurile Romaniei. Ed. Academiei R.S. România.
- Chytrý M (1997).** Thermophilous oak forests in the Czech Republic: Syntaxonomical revision of the *Quercetalia pubescenti-petraeae*. *Folia Geobotanica*, 32(3), 221-258.
- Ciocârlan V (2009).** Flora ilustrată a României. *Pteridophyta et Spermatophyta*. Ed. Ceres, București.
- Clinovschi F (2005).** Dendrologie. Ed. Universității Suceava.
- Demeter Z, Kanalas P, Máthé C, Cseke K, Szóllósi E, Márta M, ..., Mészáros I (2014).** Osmotic stress responses of individual white oak (*Quercus* section, *Quercus* subgenus) genotypes cultured in vitro. *Journal of Plant Physiology*, 171(2), 16-24.
- Di Pietro R, Viscosi V, Peruzzi L, Fortini P (2012).** A review of the application of the name *Quercus dalechampii*. *Taxon* 61(6), 1311-1316.
- Donita N (1970).** The thermophile forest vegetation of the Husi region and its relation to the vegetation of the northern Dobruja. *Studii si Cercetari de Biologie*, București (Ser. Bot.), 22, 383-8.
- Doniță N, Purcelean Ș (1975).** Pădurile de șleau din RS România și gospodărirea lor. Ed. Ceres, București.
- Eckert CG, Samis KE, Lougheed SC (2008).** Genetic variation across species' geographical ranges: the central-marginal hypothesis and beyond. *Molecular ecology*, 17(5), 1170-1188.
- Enculescu P (1924).** Zonele de vegetație lemnoasă din România în raport cu condițiunile oro-hidrografice, climaterice, de sol și de subsol. Ed. Cartea Românească.
- Fady B, Aravanopoulos FA, Alizoti P, Mátyás C, von Wühlisch G, ..., Zlatanov T (2016).** Evolution-based approach needed for the conservation and silviculture of peripheral forest tree populations. *Forest Ecology and Management*, 375, 66-75.
- Filipova E, Asenov A (2016).** Review on *Quercus dalechampii* Ten. and *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. in the vegetation of Bulgaria. *Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski" Faculty of Biology*, book 2-botany, Vol. 100.
- Geacu S (1999).** Pădurile cu gorun din Colinele Covurluiului. *Revista Geografică*, VI, București.
- Geacu S (2002).** Colinele Covurluiului: potențial ecologic, comunități biologice, modificarea antropică a peisajului geografic. Ed. Univ. Enciclopedic.
- Georgescu CC, Morariu I (1948).** Monografia stejarilor din România. Tip." Universul" SA.
- Govaerts R, Frodin DG (1998).** World checklist and bibliography of Fagales. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew vii.
- Grecescu D (1898).** Conspectul florei României. Tip. Dreptatea.
- ICAS / INCDS (1998, 2008, 2018).** Forest Management Plans of Dobrovăț FD.
- ICAS / INCDS (1997, 2007, 2017).** Forest Management Plans of Răducăneni FD.
- ICAS / INCDS (1991, 2003, 2013).** Forest Management Plans of Huși FD.
- ICAS / INCDS (2000, 2010).** Forest Management Plans of Vaslui FD.
- ICAS / INCDS (1998, 2008, 2018).** Forest Management Plans of Epureni FD.
- ICAS / INCDS (1997, 2007, 2017).** Forest Management Plans of Grivița FD.
- ICAS / INCDS (1995, 2005, 2015).** Forest Management Plans of Galați FD.
- ICAS / INCDS (1995, 2005, 2015).** Forest Management Plans of Hanu Conachi FD.
- ICAS / INCDS (1997, 2007, 2017).** Forest Management Plans of OS Tecuci FD.
- ICAS / INCDS (1999, 2009, 2019).** Forest Management Plans of Bârlad FD.
- Koblížek J (1990).** *Quercus* L. Květena ČR 2, 21-35.
- Kremer A, Casasoli M, Barreneche T, Bodénès C, Sisco P, Kubisiak T, Scaffi M, Leonardi S, Bakker E, Buiteveld J (2007).** Fagaceae trees. *Forest Trees*, 161-187.
- Kučera P (2018).** New name for Central European oak formerly labelled as *Quercus dalechampii*. *Biologia*, 73(4): 313-317.
- Mabberley DJ (1987).** The Plant-Book first edition. Cambridge University Press: UK.
- Manos PS, Doyle JJ, Nixon KC (1999).** Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12(3), 333-349.
- Matula R (2008).** Comparison of general tree characteristics of less known oak species *Quercus dalechampii* Ten. and *Quercus polycarpa* Schur. *J. For. Sci* 54(8), 333-339.
- Matula R (2009).** Analysis of ecology of a little known white oak *Quercus polycarpa* Schur, using geobiocoenological typology. *Journal of Landscape Ecology*, 2(2), 30-40.
- Mititelu D, Gociu Z, Pătrașc A, Gheorghiu V (1968).** Flora și vegetația Pădurii-Parc Gârboavele-Galați (Flora and vegetation of the Forest-Park Gârboavele-Galați). *Analele Științ. Univ. Al. I. Cuza Iași, Ser. A. Biol*, 14(1), 163-173.
- Negulescu EG, Stănescu V, Damian I (1964).** Dendrologia, cultura și protecția pădurilor. Vol. I. Ed. Didactică și Pedagogică.
- NFI (National Forest Inventory) (2019).** Available online: <http://roifn.ro/site/rezultate-ifn-2/> (accessed on 7 January 2023).
- Oprea A (2004).** Forest vegetation in the Tecuci Plain (Galati County). *Journal of Plant Development*, 12.
- Oprea A (2022).** Flora și vegetația Câmpiei Tecuciului. Ed. Universității Al. I. Cuza.
- Oprea A, Sîrbu C (2021).** Syntaxonomy of Hungarian oak (*Quercus frainetto* Ten.) forests in Eastern Romania (Moldavia). *Bocconea*, 29, 169-201.
- Pașcovschi S, Doniță N (1967).** Vegetația lemnoasă din silvostepa României. Ed. Academiei R.S. România.
- Popa B, Geacu S (2004).** Pădurea Dorasca-Barcea din Câmpia Tecucilor - acum un secol și astăzi. *Danubius* 1, 139-146.
- Požgaj J, Horváthová J (1986).** Variabilita a ekológia druhov rodu *Quercus* L. na Slovensku. Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied.
- Prodan I (1923).** Flora pentru determinarea și descrierea plantelor ce cresc în România.
- Raab-Straube EV, Raus T (2013).** Euro+Med-Checklist Notulae, 1. *Willdenowia* 43(1), 151-164.

- Reutimann O, Dauphin B, Baltensweiler A, Gugerli F, Kremer A, & Rellstab C (2023).** Abiotic factors predict taxonomic composition and genetic admixture in populations of hybridizing white oak species (*Quercus* sect. *Quercus*) on regional scale. *Tree Genetics & Genomes*, 19(3), 1-14.
- Sanda V, Barabaş N, Ştefănuţ S (2004).** Atlas Florae Romaniae. III Genul *Quercus*. Ed. "Ion Borcea", Bacău.
- Schwarz O (1936).** Entwurf zu einem natürlichen System der Cupuliferen und der Gattung *Quercus* L. *Notizblatt des Botanischen Gartens und Museums zu Berlin-Dahlem* 13(166), 1-22.
- Sîrbu I, Ştefan N, Oprea A (2013).** Plante vasculare din România. Determinator ilustrat de teren. Ed. Victor B Victor, Bucureşti.
- Soepadmo E, van Steenis C (1972).** *Fagaceae*. Flora Malesiana-Series 1, Spermatophyta 7(1), 265-403.
- Stănescu V, Şofletea N, Popescu OC (1997).** Flora forestieră lemnoasă a României. Ed. Ceres, Bucureşti.
- Şofletea N (2005).** Genetică şi ameliorarea arborilor. Ed. Pentru Viaţă, Braşov.
- Şofletea N, Curtu AL (2007).** Dendrologie. Ed. Universităţii Transilvania din Braşov, 156-164.
- Stănescu V, Şofletea N (1999).** Implicaţii genetice în declinul pădurilor. *Silvologie*, II, 65-77.
- Torres-Miranda A, Luna-Vega I, Oyama K (2011).** Conservation biogeography of red oaks (*Quercus*, section *Lobatae*) in Mexico and Central America. *American Journal of Botany*, 98(2), 290-305.
- Vicol I (2016).** Ecological pattern of lichen species abundance in mixed forests of Eastern Romania. *Annals of Forest Research*, 59(2), 237-248.

Abstract

The taxonomic structure of sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in marginal populations from Eastern Romania – a bibliographic study

In Romania, some present taxonomic classifications divided *Quercus petraea sensu lato* into three subspecies: *Q. p. ssp. petraea*, *Q. p. ssp. dalechampii* and *Q. p. ssp. polycarpa*. In this study, we used a large body of bibliographic material to document the presence and highlighted the taxonomic structure of *Q. petraea s.l.*, in populations situated at the geographical limit of this species in Eastern Romania. The presence of the three subspecies was specifically mentioned in 61 forests, covering almost 75% of the studied forested area. Only 11 forests were identified where the three subspecies are reported to occur together. For most forests, only one subspecies was reported, but cases, where two of these were found together, were also frequent, especially *Q. p. ssp. petraea* and *Q. p. ssp. dalechampii*. Knowing the taxonomic structure of populations located at the distribution range limit of a species is of particular importance because in addition to the implications for forest management practices, could offer insights into the species' adaptative potential in stressful environments in the context of climate changes.

Keywords: *Quercus petraea ssp. petraea*, *Quercus petraea ssp. dalechampii*, *Quercus petraea ssp. polycarpa*, taxonomic structure, marginal populations, Eastern Romania

Rezumat

Structura taxonomică a gorunului (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) în populații marginale din estul României – studiu bibliografic

În România, unele clasificări taxonomice actuale au împărțit *Quercus petraea sensu lato* în trei subspecii: *Q. p. ssp. petraea*, *Q. p. ssp. dalechampii* și *Q. p. ssp. polycarpa*. În acest studiu am folosit un amplu material bibliografic pentru a documenta prezența și a evidenția structura taxonomică a speciei *Q. petraea s.l.*, în populațiile situate la limita geografică a acestei specii din estul României. Prezența celor trei subspecii a fost menționată în mod specific în 61 de păduri, acoperind aproape 75% din suprafața împădurită studiată. Au fost identificate doar 11 păduri în care cele trei subspecii apar împreună. Pentru majoritatea pădurilor, a fost raportată o singură subspecie, dar și cazurile în care două dintre acestea au fost găsite împreună, au fost de asemenea frecvente în special *Q. p. ssp. petraea* și *Q. p. ssp. dalechampii*. Cunoașterea structurii taxonomice a populațiilor situate la limita de distribuție a unei specii este de o importanță deosebită deoarece, pe lângă implicațiile pentru practicile de management forestier, ar putea oferi perspective asupra potențialului de adaptare al speciei în condiții stresante în contextul schimbărilor climatice.

Cuvinte cheie: *Quercus petraea ssp. petraea*, *Quercus petraea ssp. dalechampii*, *Quercus petraea ssp. polycarpa*, structura taxonomică, populații marginale, estul României

Pajiștile stepice de la Grânari, din fondul forestier al Ocolului Silvic Făgăraș

Gabriel Lazăr ¹✉, Radu Comanici ¹, Cristian Cătălin ¹

autor corespondent

¹ SCDEP Brașov, Institutul National de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură “Marin Drăcea”, Brașov, România

1. Introducere

Pajiștile naturale din zona colinară a Transilvaniei, care ocupă versanți însoriți, puternic înclinați, cu sol superficial și de obicei cu substraturi geologice bogate în carbonat de calciu, uneori și cu un anumit grad de eroziune, au în general o bogăție floristică remarcabilă, în compoziția lor regăsindu-se pe alocuri și unele specii rare de plante de stepă sau silvostepă, cu caracter relictar, din perioada postglaciară cu climă mai caldă.

În decursul timpului și tot mai accentuat în ultimul secol, vegetația naturală a acestor zone, caracterizată în general printr-o reziliență destul de fragilă, a fost tot mai frecvent și mai intens afectată antropic. Din cauza înclinării mari, aceste terenuri nu au fost folosite ca fânețe, iar unele au fost modificate radical sub aspectul vegetației, fiind transformate în vii, livezi și uneori chiar terasate și cultivate agricol. Cele mai multe au fost folosite ca pășuni pentru animalele domestice și ca urmare a unui utilizări supra-intensive, practicate timp îndelungat, au ajuns într-un stadiu de degradare avansat. O parte dintre aceste terenuri degradate au fost împădurite în perioada comunistă, din păcate fără a exista o preocupare pentru identificarea și protejarea unor posibile comunități de plante ierboase rare și în plus de multe ori împăduririle s-au realizat cu specii alohtone exclusiviste.

Fenomenul de degradare s-a manifestat și la nivel european, astfel încât unele tipuri de habitate de pajiște stepică și unele specii de plante caracteristice acestora au fost declarate de interes comunitar sau chiar prioritar la nivel european, prin „Directiva Habitate” (Directiva 92/43/CEE a Consiliului European) și a căror conservare a reprezentat unul dintre obiectivele asumate la constituirea Rețelei ecologice Natura 2000.

În vara anului 2022, cu ocazia lucrărilor de amenajare a fondului forestier proprietate publică a statului din Unitatea de producție III Rupea, din cadrul Ocolului Silvic Făgăraș, pe raza teritorială a satului Grânari, din comuna

Jibert, într-o primă fază, s-a observat că în parcelele silvice 319 și 320, foste terenuri degradate, plantate în urmă cu 40 ani preponderent cu salcâm și frasin, există suprafețe mari de pajiște naturală, foarte bine conservată. Ulterior s-a hotărât ca zonele de pajiște să fie separate în subparcele distincte față de cele cu vegetație forestieră și să se facă și un inventar sumar al speciilor de pajiște care puteau fi identificate în perioada respectivă.

2. Metoda de lucru

Zona este situată în Podișul Hârtibaciului, în partea nord-vestică a județului Brașov, pe raza administrativ-teritorială a comunei Jibert, la aproximativ 2,5 km la nord de satul Grânari.

În data de 27.06.2022 s-au ridicat în plan suprafețele cu pajiște din parcelele silvice 319 și 320, separându-se 13 subparcele, care totalizează o suprafață de 25,79 ha (fig. 1).

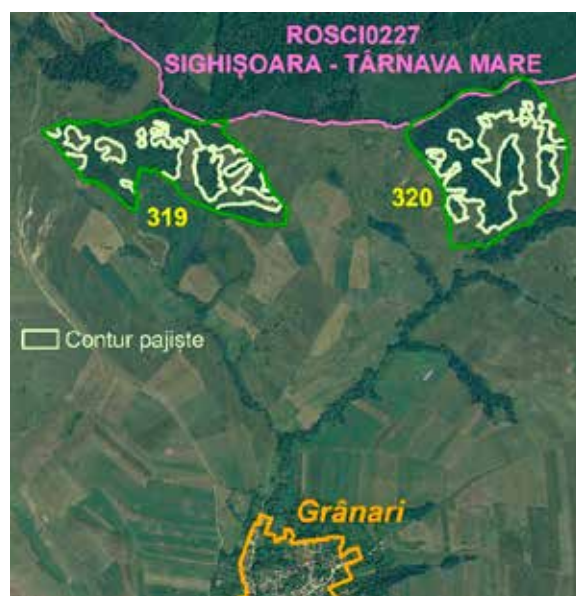


Fig. 1. Zona cu pajiști din parcelele 319 și 320

Pentru determinarea speciilor au fost utilizate următoarele lucrări: Plante vasculare din România (Sârbu et al. 2013) și Flora ilustrată a României (Ciocârlan 2000).

Pe teren și ulterior la birou au fost efectuate următoarele activități:

- a fost ridicat în plan conturul zonelor de pajiște, cu un receptor GPS terestru;
- limitele ridicate în plan au fost confruntate cu ortofotoplanuri recente;
- s-au realizat observații asupra condițiilor staționale;
- s-a parcurs suprafața pe transecte și s-a realizat un inventar sumar al speciilor de plante superioare;
- s-au determinat asociațiile vegetale și tipurile de habitate românești și Natura 2000;
- au fost făcute fotografiile relevante cu câteva dintre speciile importante din punct de vedere conservativ;
- au fost analizate starea de conservare și vulnerabilitatea de ansamblu a pajiștilor.

3. Rezultate

Zona studiată aparține Podișului Hârtibaciului, comuna Jibert, la nord de satul Grânari, județul Brașov.

Condițiile geomorfologice sunt reprezentate de versanți cu înclinare de 20-40°, accentuat fragmentați, cu expoziție predominant sudică. Altitudinea este cuprinsă în intervalul 580-720 m. Solurile sunt preluvosoluri calcice sau regosoluri calcarice, în general lipsite de eroziune.

Speciile de plante identificate sunt următoarele: *Achillea millefolium* L., *Achillea pannonica* Scheele, *Adonis vernalis* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Anthericum ramosum* L., *Asperula cynanchica* L., *Astragalus cicer* L., *Astragalus monspessulanus* L., *Asyneuma canescens* (Waldst. et Kit.) Griseb. et Schenk, *Avenula pratensis* (L.) Dumort., *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv., *Briza media* L., *Bupleurum falcatum* L., *Campanula sibirica* L., *Carex humilis* Leysser, *Carex tomentosa* L., *Carthamus lanatus* L., *Centaurea orientalis* L., *Centaurea scabiosa* L., *Centaurea stoebe* L., *Cephalaria radiata* Griseb. et Schenk, *Clematis integrifolia* L., *Coronilla varia* L., *Crambe tatarica* Sebeok, *Crataegus monogyna* Jacq., *Chamaecytisus albus* (Hacq.) Rothm., *Cytisus nigricans* L., *Dactylis glomerata* L., *Dianthus carthusianorum* L., *Dictamnus albus* L., *Dorycnium pentaphyllum* Scop., *Echium maculatum* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Eryngium campestre* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Falcaria vulgaris* Bernh., *Festuca rupicola* Heuffel, *Filipendula vulgaris* Moench, *Fragaria vesca* L., *Galium album* Miller, *Galium verum* L., *Hypericum perforatum* L., *Inula salicina* L., *Jurinea mollis* (L.) Reichenb., *Knautia arvensis* (L.) Coulter, *Knautia arvensis* ssp. *rosea* (Baumg.) Soo, *Lathyrus hirsutus* L., *Lavatera thuringiaca* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Ligustrum vulgare* L., *Linum flavum* L., *Linum hirsutum* L., *Muscari comosum* (L.) Miller, *Nonea pulla* DC. in Lam. et DC., *Onobrychis viciifolia* Scop., *Orchis militaris* L., *Orchis ustulata* L., *Ornithogalum pyramidale* L., *Phleum pratense* L., *Phlomis tuberosa* L., *Plantago media* L., *Polygala major* Jacq., *Potentilla recta* L., *Prunus spinosa* L., *Rhinanthus minor* L., *Salvia nutans* L., *Salvia pratensis* L., *Salvia verticillata* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Senecio jacobaea* L., *Seseli pallasii* Besser, *Stachys officinalis* (L.) Trev., *Stipa pulcherrima* C. Koch, *Teucrium chamaedrys* L., *Thalictrum minus* L.,

Tragopogon pratensis ssp. *orientalis* (L.) Celak, *Veronica orchidea* Crantz și *Vincetoxicum hirundinaria* Medikus.

Dintre acestea, 6 specii sunt incluse în „Lista Roșie a plantelor superioare din România” (Oltean et al. 1994) și anume: *Cephalaria radiata*, *Crambe tatarica*, *Dictamnus albus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Orchis militaris* și *Orchis ustulata*.

Specii cu valoare conservativă ridicată, protejate prin „Directiva Habitata”, sunt *Echium maculatum* și *Crambe tatarica* (fig. 2).

Demnă de evidențiat este prezența speciei stepice *Centaurea orientalis* (fig. 2), care nu mai fusese menționată anterior din Transilvania decât din 2 locuri, și anume de lângă satul Călimănești, comuna Fântânele (în județul Mureș) și de lângă satul Bărcuț, comuna Șoarș (în județul Brașov) (Bădărău et al. 1995). Primul punct cunoscut anterior este situat la o distanță de aproximativ 44 km către nord, de pajiștile de la Grânari, iar cel de al doilea la aproximativ 6 km spre sud-vest. Mărimea populației de la Grânari este de minim 150-250 exemplare, fiind concentrată în ochiurile de pajiște din partea vestică a parcelei 319.

O altă prezență importantă din punct de vedere științific este specia *Cephalaria radiata* (fig. 2), endemit românesc, din Transilvania și Banat (Ciocârlan 2000).



Fig. 2. Cele mai importante specii identificate (Foto G. Lazăr)

S-a constatat că pajiștile din parcela 319, datorită înclinării mai mari a terenului, sunt mai bogate în specii xerofile, comparativ cu pajiștile din parcela 320, unde nu au fost observate speciile: *Adonis vernalis*, *Centaurea orientalis*, *Clematis integrifolia*, *Crambe tatarica* și *Stipa pulcherrima*.

Vegetația care acoperă versanții cu înclinare mai mică, unde predomină speciile xero-mezofite și cele mezofite, face parte din asociația *Festuco rupicolae* – *Caricetum humilis* Soó (1930) 1947, în timp ce vegetația de pe versanții cu înclinare mai mare, unde speciile xerofite sunt mai numeroase, se încadrează în asociația *Festuco rupicolae* – *Brachypodietum pinnati* Mahn 1965.

Prima dintre aceste asociații corespunde tipului de habitat românesc R3413 Pajiști panonic-balcanice de *Festuca rupicola* și *Cleistogenes serotina*, care are o valoare conservativă considerată moderată la nivel național (Popescu 2005a). Cea de a doua asociație corespunde tipului de habitat românesc R3414 Pajiști ponto-panonice de *Festuca valesiaca*, care are o valoare conservativă considerată redusă la nivel național (Popescu 2005b).

În schimb la nivel european situația stă diferit, prima asociație se încadrează în tipul de habitat de interes comunitar 6210 Pajiști xerofile seminaturale și facies cu tufişuri pe substrate calcaroase (*Festuco* – *Brometalia*), pajiști care sunt situri importante pentru orhidee. Cea de a doua asociație face parte din tipul de habitat prioritar de interes comunitar 6240* Pajiști stepice subpanonice (Doniță et al. 2005, EUR27 2007, Gafta & Mountford 2008).

Starea de conservare a pajiștilor din parcelele 319 și 320 este foarte bună, aceasta din cauză că fac parte din fondul forestier, deci nu sunt pășunate. În plus, de jur-împrejur, aceste parcele sunt mărginite, aproape în totalitate, de terenuri agricole, fânețe sau alte zone de fond forestier. Singura zonă mai vulnerabilă la pășunatul accidental pare a fi latura vestică a parcelei 319.

Din cauză că o mare parte a acestor pajiști este de origine secundară, există riscul de a fi invadate de vegetație arbustivă (îndeosebi de păducel și porumbar), sau cu salcâm, care se extinde în special prin drajonare de la arboretele limitrofe.

4. Discuții și recomandări

Pentru că pajiștile din parcelele 319 și 320 sunt foarte bine conservate, au caracter relictar, reprezintă tipuri de habitate importante la nivel european și conțin specii considerate rare la nivel național sau european, s-a decis să fie protejate și menținute ca pajiști în noul amenajament silvic.

Ar merita ca limita sitului Natura 2000 ROSCI0227 Sighișoara – Târnava Mare, care este chiar pe culmea nordică a parcelelor 319 și 320, să fie extinsă, astfel încât să înglobeze integral și parcelele menționate. În acest fel, se vor putea accesa mai ușor fonduri și se vor putea realiza lucrări de întreținere a stării favorabile de conservare a habitatelor și a speciilor rare, prin extragerea speciilor de arbuști și arbori care au tendințe expansioniste, ce pot să conducă la o succesiune nedorită. Ar fi ideal să se construiască un gard pe latura vestică a parcelei 319, care să preîntâmpine pășunatul accidental.

Totodată considerăm că este oportun să se realizeze un studiu detaliat privind speciile de plante care se întâlnesc în aceste pajiști.

Conservarea unor fragmente reprezentative de pajiști

valoroase și a unor specii de plante rare, în foste terenuri degradate, incluse în trecut în fondul forestier și împădurite, așa cum este cazul și la Grânari, nu reprezintă un fenomen cu totul izolat, tocmai de aceea ar fi util să se facă un studiu la nivel național prin care să se verifice fiecare caz potențial și, unde este cazul, să se propună măsuri de conservare adecvate.

Mulțumiri

Diseminarea a fost facilitată prin proiectul CresPerfInst (Contract 34PFE/30.12.2021).

Bibliografie

- Bădărău A, Groza G, Peștina C (1995).** *Centaurea orientalis* L. (element biogeografic sarmatic-nord balcanic) și *C. ruthenica* Lam. (element biogeografic sarmato-turanic) în flora Podișului Transilvaniei. *Contribuții botanice*, 13-20.
- Chifu T (2014).** Diversitatea fitosociologică a vegetației României. II Vegetația erbacee antropizată. Tom. 1 Vegetația pajiștilor. Ed. Institutul European, Iași.
- Chirilă SD (2021).** Ecological and chorological studies of the species *Crambe tataria* Sebouk from Romania. *Rom. J. Biol. – Plant Biol.*, 66, 1-2, 39-54.
- Ciocârlan V (2000).** Flora ilustrată a României. Ed. Ceres, București.
- Directiva 92/43/CEE (1992).** Directiva 92/43/CEE a Consiliului Comunităților Europene din 21 mai 1992 privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică. *Jurnalul Oficial al Uniunii Europene*, 15(2), 109-152.
- Doniță N, Popescu A, Paucă-Comănescu M, Mihăilescu S, Biriș IA (2005).** Habitatele din România – Modificări conform amendamentelor propuse de România și Bulgaria la Directiva Habitate (92/43/EEC). Ed. Tehnică-Silvică, București.
- EUR27 (2007).** Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR27. European Commission, DG Environment, Nature and biodiversity.
- Gafta D, Mountford O (coord.) (2008).** Manual de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România. Ed. Risoprint.
- INCDS (2022).** Amenajament UP III Rupea, Ocolul silvic Făgăraș.
- Oltean M, Negrean G, Popescu A, Roman N, Dihoru G, Sanda V, Mihăilescu S (1994).** Lista Roșie a plantelor superioare din România. In: Oltean M (coord.), Studii, sinteze, documentații de ecologie. Academia Română, Institutul de Biologie, București, 1, 1-52.
- Oprea A (2005).** Lista critică a plantelor vasculare din România. Ed. Universității A.I. Cuza, Iași.
- Oroian S, Hirișiu M, Curticăpean M (2007).** The xero-mezophytic and xerophytic grasslands of *Festuco* – *Brometea* class in the Sighișoara – Târnava Mare potențial Natura 2000 site (Transylvania, Romania). *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res.* 4, 83-126.
- Oroian S, Sămărghișan M, Calalb T, Hirișiu M, Popa R (2015).** Study on the conservation status of the species of community interest in the „Hârțibaciu – Târnava Mare – Olt” Natura 2000 site. *Contribuții botanice*, L, 113-122.
- Oroian S, Sămărghișan M, Popa R, Calalb T (2014).** The conservation status of grasslands habitats identified in the „Hârțibaciu – Târnava Mare – Olt” Natura 2000 site. *Contribuții botanice*, XLIX, 179-189.
- Ordin 1166(2016).** Planul de management al ariilor naturale protejate ROSPA0099 Podișul Hârțibaciului, ROSCI0227 Sighișoara-Târnava Mare, ROSCI0144 Pădurea de gorun și stejar de pe Dealul Purcărețului, ROSCI0143 Pădurea de gorun și stejar de la Dosul Fănațului, ROSCI0132 Oltul Mijlociu-Cibin-Hârțibaciu, ROSCI0303 Hârțibaciu Sud-Est, ROSCI0304 Hârțibaciu Sud-Vest, Rezervația Naturală "Stejarii seculari de la Breite municipiul Sighișoara", Rezervația "Canionul Mihăileni", "Rezervația de stejar pufos" - sat Criș, din 27.06.2016. Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor. *Monitorul Oficial*, Partea I nr. 781 din 05 octombrie 2016.

Popescu A (2005a). R3413 Pajiști panonic-balcanice de *Festuca rupicola* și *Cleistogene serotina*. În Doniță N, Popescu A, Paucă-Comănescu M, Mihăilescu S, Biriș IA (2005). Habitatele din România. Ed. Tehnică-Silvică, București, 123.

Popescu A (2005b). R3414 Pajiști panonic-balcanice de *Festuca rupicola* și *Cleistogene serotina*. În Doniță N, Popescu A, Paucă-Comănescu M,

Mihăilescu S, Biriș IA (2005). Habitatele din România. Ed. Tehnică-Silvică, București, 123-124.

ROSCI0185 (2007) Păduricea de la Santău. <https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ROSCI0227>

Sârbu I, Ștefan N, Oprea A (2013). Plante vasculare din România. Ed. Victor B Victor, București.

Abstract

The steppe meadows of Grânari, in the forest fund of the Făgăraș Forest District

During the forest management planning works of the III Rupea Management Unit, in the Făgăraș Forest District, in the forest fund located within the territory of the Grânari village, in the Jibert commune, several areas of very well-preserved xerophilic meadows were identified, which are part of the forest fund, public property of the state. Because these meadows represent habitats of community interest and in addition support the existence of plant species populations of high conservation interest, both at the European and national level, it has been established that, in the new forestry management plan, their current use should be maintained. Following a brief floristic inventory, 6 species included in the "Romanian Red List of vascular plants" and 2 species of community interest were identified. At the same time, it should be mentioned that this is only the third place where the *Centaurea orientalis* species was identified in Transylvania. In the end, some active management measures are proposed to maintain the favourable state of conservation of the respective meadows and species.

Keywords: meadows with a high conservation status, rare plant species, forest management planning, Transylvania, Romania.

Monumental maple trees in the rural and urban landscapes in Romania

Diana Vasile¹, Raluca Enescu^{1,2} ✉, Simona Coman¹, Virgil Scărlătescu³, Constantin Dumitru-Dobre¹

✉ corresponding author

¹ SCDEP Brașov, INCDS “Marin Drăcea”, Romania

² Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transylvania University of Brasov, Romania

³ Coll. Mihăiești, SCDEP Pitești, INCDS “Marin Drăcea”, Romania

1. Introduction

An important part of the Northern Hemisphere forests is formed by species of the genus *Acer* L. In this area have been found *Acer* fossils belonging from the Paleocene to more recent times (Akhmet 1971, Chen et al. 2017). In Romania (Jiu Valley, Almas Valley) were discovered *Acer* fossils from upper Oligocene (Hernea & Posta 2009).

Acer L. includes 129–156 species (Van Gelderen et al. 1994, Xu et al. 2008). Approximate 100 species are native to Asia, the rest occurs in North America, Europe, and North Africa (Van Gelderen et al. 1994, Xu et al. 1998). In Romania, there are five native species: *Acer platanoides* L. (Norway maple), *A. pseudoplatanus* L. (sycamore), *A. campestre* L. (field maple), *A. monspessulanum* L. (Montpellier maple), and *A. tataricum* (Tatarian maple) (Stănescu et al. 1997). Other two non-native species have been introduced in degraded lands and green areas: *A. negundo* L. (ash-leaf maple) and *A. saccharinum* L. (silver maple) (Stănescu et al. 1997).

The tallest, largest, oldest, historical maple trees were catalogued as „monumental” (similar to ancient, notable, oversized or veteran trees), considered to be a keystone for the maintenance of the biological diversity of forests, landscapes, and urban environment (Nolan et al. 2020, Tews et al. 2004, Cholewinska et al. 2021).

All the monumental trees play an important role, are hotspots of biodiversity, habitats for saproxylic insects, habitats for the development of epiphytic plants, fungi and lichens (Lutz et al. 2012, Rostamian & Kavosi 2013, Bastin et al. 2015, Siitonen & Ranius 2015, Úradníček et al. 2107, Zapponi et al. 2017, Larrieu et al. 2018).

For hundreds of years the monumental trees act on generations of other trees, shrubs and herbaceous species by influencing the microenvironment around

them (Bastias et al. 2020).

These trees through their regenerative power, fertility and vitality, became symbols of life (Rival 2001) and they constitute an exceptional research material.

In this article we aim to provide updated information about the monumental *Acer* trees of Romania.

2. Material and method

The research took place in the entire area of the country, in the 41 counties, over a period of four years (2019-2022).

Dendrometric measurements were taken, such as tree height (using a Vertex clinometer) and circumference at the breast height (1.30 m) (using a measuring tape).

The age determination of monumental trees is depending on the available data on each tree species, considering that the precision of tree-age estimates is questionable. Sometimes it can be used the Pressler drill (Altman et al. 2016, Ehrlich et al. 2017, Génova Fuster & Sadornil 2020), but the frequent presence of rotten wood enables the proper evaluation. We also interviewed local people and authorities about the documented age of the trees (the year when the tree was planted).

According to the criteria established at the beginning of the research, the monumental *Acer* species must have the following dimensions:

Species	Height (m)	CBH (m)	Age (yr)
Norway maple (<i>A. platanoides</i>)	>25	> 3,5	>200
Ash-leaf maple (<i>Acer negundo</i>)	>25	> 2,5	>200
Sycamore (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	>35	> 3,5	>200
Field maple (<i>A. campestre</i>)	>15	> 2,5	>200
Silver maple (<i>A. saccharinum</i>)	>25	>2,5	>200

CBH: circumference at the breast height (1.30 m)

The health status of the entire tree was evaluated: all the branches, trunks and leaves paying special attention to the damages (fire damage, the presence of insects, wood decay, etc.). The health status scale has 3 degrees (based on visual assessment of trees damage): *good* - no visible damage, only thin dead branches are present in the canopy; *satisfactory* - thin dead branches are present in the canopy and one other type of damage (the presence of

the insects, thick broken branches); *poor* - thin and thick dead branches are present in the canopy, fissure and bark defects, the presence of the decay in the trunk and the branches, leaves and bark heavily attacked by insects.

3. Results and discussions

There were inventoried 32 monumental trees from the genus *Acer* (Fig. 1), in 21 counties. They belong to 5 species: *A. campestre* (9 trees), *A. pseudoplatanus* (8), *Acer platanoides* (6), *A. saccharinum* (6), and *A. negundo* (3) (Fig. 2).

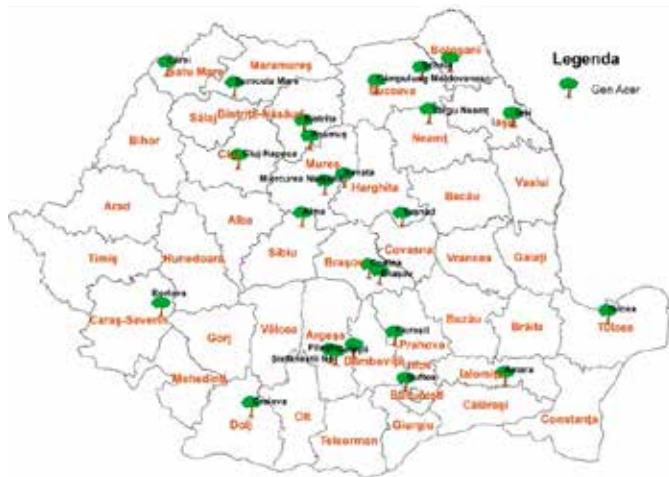


Fig. 1. Distribution of monumental trees of *Acer*

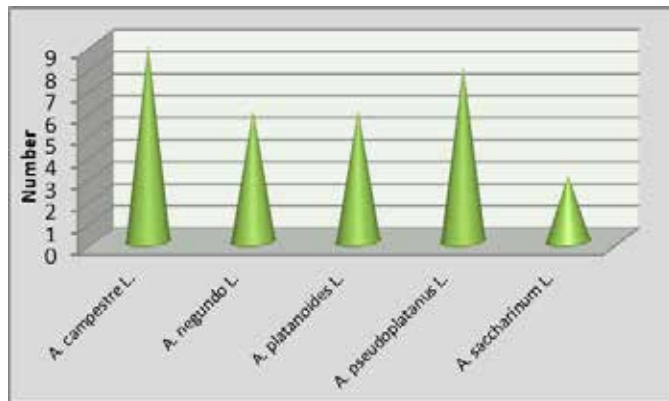


Fig. 2. Number of inventoried trees / species

Most trees with monumental characteristics were recorded in parks (urban green areas), and public institution's enclosures, just scarcely in cemeteries and on the roadside (Fig. 3).

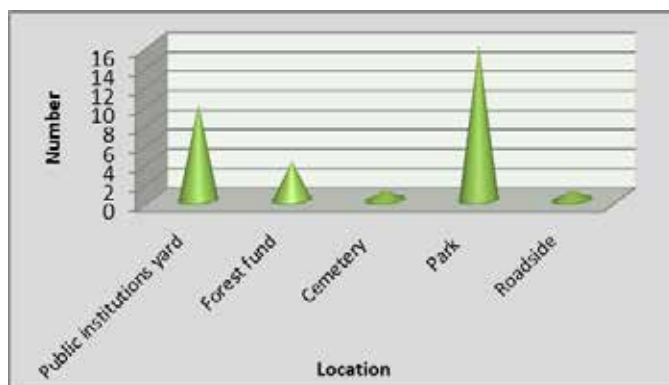


Fig. 3. Location of monumental trees

After the visual evaluation, 43% and 40% of the trees are in good and satisfactory health status, while 15% are in poor health status, requiring urgent specific measures of conservation (Fig. 4).



Fig. 4. Health status of inventoried trees

Acer campestre L. (field maple) can be found in deciduous mixed forests in Europe (Mills 1996), being absent in the northern regions (Tutin et al. 2001). It is a euthermic-mesothermic, mesoxerophyte-mesophyte species, that occurs in silvo-steppe, but prefers temperate climates. In Romania it is growing in plain and hilly sites (rarely on the sunny slopes of limestone low mountains), generally in mixed stands dominated by oaks (especially *Quercus robur*). It is a small tree of 12-15 m in height, rarely higher (Stănescu et al. 1997, Bendixen 2001, Șofletea & Curtu 2007).



Fig. 5. Field maple from Ștefănești (Golescu museum) (AG) (Foto: Scărlătescu V.) (Vasile et al. 2022)

In our inventory, the nine selected field maple specimens have heights of over 16.0 m and the circumference of over 20.07 m. The tallest and the thickest field maple is from the courtyard of the Golescu Museum from Ștefănești, Argeș county, with a height of 22.3 m and a circumference at the breast height of 3.30 m (Fig. 5). The health status is satisfactory, with some thin dead branches in the canopy, with minor damage caused by insects and with a crack on the trunk and rotten wood (microhabitat of diverse organisms).

Acer platanoides (Norway maple) is a native tree species, mesothermic-submesothermic and mesophyte, intolerant of low soil nitrogen conditions, growing best on moist, drained and fertile soils (Dineva 2006), where it can reach heights of up to 25 m.

The recorded trees have heights of over 19.0 m and circumferences of over 3.00 m. The tallest Norway maple is in Codlea city park (Brasov County) with a height of 27.7 m (Fig. 6) and the thickest is in the park of Scheia (Suceava County) with a circumference of 5.28 m (Fig. 7). Both Norway maples are in good health status. After the visual assessment, it could be observed only some dead thin and medium-thickness branches in the canopy.



Fig. 6. Norway maple from Codlea city park (BV) (Foto: Mihalache E.) (Vasile et al. 2022)



Fig. 7. Norway maple from the park of Scheia (SV) (Foto: Mihalache E.) (Vasile et al. 2022)

Acer pseudoplatanus L. (sycamore) is a native, very appreciated, and valuable species (Spiecker et al. 2008). It is a mesothermic and mesophyte species. Its timber is highly appreciated, it has good growth and moderate soil requirements. The trunk is quite straight, the bark is grey, it has a globular, symmetrical and dense canopy. Its height can reach up to 30 m (rarely 40 m) (Stănescu et al. 1997).

Eight monumental sycamore trees were selected. The average height of sycamores is approx. 28 m and the average circumference is up to 3.80 m. The tallest is the sycamore of Carei city park (Satu Mare county) (Fig. 8) with 32.4 m height and the thickest is the one from Târgu Neamț Forest District (Neamț county), with a circumference of 5.56 m. Both of the trees are in good status of health of the foliage, but they have large areas of rotten trunk wood. The sycamore of Carei city park has only some dead branches in the canopy.

Acer negundo (ash-leaved maple) is native to North America. In Europe it was planted in the 17th century (Sikorska et al. 2019), being nominated as an invasive plant species (even its degree of invasiveness is low) due to its tolerance to high temperature and water stress, being present in riparian forests. In Romania, it is allowed to be used only in degraded lands and green areas (Norma 1/2022). In our country it does not exceed

the height of 10-12 m, while in its native land can reach a height of about 20 m (Stănescu et al. 1997).

The six measured trees have heights of over 14 m and circumferences of over 2.50 m.



Fig. 8. Sycamore from Carei city park (SM) (Foto: Mihalache E.) (Vasile et al. 2022)



Fig. 9. Ash-leaved maple from Craiova (DJ) (Foto: Scărlătescu V.) (Vasile et al. 2022)

The ash-leaved maple from Craiova city park (Dolj county) is the tallest and the thickest, having a height of 25.4 m and a circumference of 4.80 m (Fig. 9). After the visual assessment it was found to have thin dead branches in the canopy, damages caused by insects and cankers on the trunk, therefore the health status is satisfactory.

Acer saccharinum L. (silver maple) is originating from North America, with low drought resistance, with high frost resistance. It is a medium size tree with a height of up to 25 m, with a short, solid trunk and wide, irregular crown, it may live 130 years. Due to its delicate foliage is planted in parks and green spaces as an ornamental tree (Sănescu et al. 1997, Șofletea & Curtu 2007).

Three silver maple large trees have been identified, the

tallest, the thickest and the older is the silver maple from Miercurea Nirajului (Mureș County) with 29.8 m height, a circumference of 4.33 m and with an age of 200 years.



Fig.10. Silver maple from Miercurea Nirajului (MS) (Foto: Mihalache E.) (Vasile et al. 2022)

The visual assessment reveals that the trunk is twisted, and on the thick branches grows a dense layer of moss. There are no visible injuries, therefore it can be considered that the health status is good.

4. Conclusions

Monumental trees of *Acer* have been inventoried, in 21 counties of Romania: *A. campestre* (9 trees), *A. pseudoplatanus* (8), *Acer platanoides* (6), *A. saccharinum* (6), and *A. negundo* (3). All the selected monumental maple trees have significant dimensions, the species with the most numerous monumental trees being the native *Acer campestre*, *A. pseudoplatanus*, and *A. platanoides*, respectively the allochthonous *A. negundo*.

The majority of veteran maples still has a (relative) good health status of their foliage, showing a good physiological activity.

Variable zones of the trunk (partly the roots and thick branches) are affected by wood rot, which may affect their stability and longevity.

Specific conservation measures (pruning, stabilization, fertilization, treatments, etc.) are needed for each monumental tree, according to their health status and scanning the rot presence.

All the above-described maples were included in the „Catalogue of monumental trees from Romania”.

Acknowledgement

This work was implemented by the National Institute of Research and Development in Forestry „Marin Dracea”, project number 19070505 „Health status and conservation of monumental trees in Romania in the conditions of climate change”, within the BIOSERV program and project

number 23090301 ”Assessment of specific, structural and functional diversity in natural and quasi-natural forests to protect biodiversity in the context of climate change” within the FORCLIMSOC program, financed by the Romanian Ministry of Research and Innovation. Dissemination was facilitated by CresPerfInst project (Contract 34PFE/30.12.2021).

References

- Akhmet MA (1971).** Tertiary maples of Eastern Asia. *Paleontol. J.* 5, 362–371.
- Altman J, Doležal J, Čížek I (2016).** Age estimation of large trees: New method based on partial increment core tested on an example of veteran oaks. *Forest Ecol. Managem.* 380, 82-89.
- Bastin JF, Barbier N, Réjou-Méchain M, Fayolle A, Gourlet-Fleury S, et al. (2015).** Seeing Central African forests through their largest trees. *Sci. Rep.* 5, 13156.
- Bastias CC, Truchado DA, Valladares F, Benavides R, Bouriaud O, Bruelheide H, et al. (2020).** Species richness influences the spatial distribution of trees in European forests. *Oikos* 129, 380–390.
- Bendixen K (2001).** Zum Reproduktionssystem des Feldahorns (*Acer campestre* L.) – Blühphänologie und genetische Untersuchungen. PhD Dissertation, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Universität Göttingen.
- Chen YF, Wong WO, Hu Q, Liufu YQ, Xie ZM (2017).** A new fossil-species of *Acer* (Sapindaceae) from the Ningming Basin in Guangxi, South China. *Phytotaxa* 298, 158.
- Cholewinska O, Keczynski A, Kusinska B, Jaroszewicz B (2021).** Species identity of large trees affects the composition and the spatial structure of adjacent trees. *Forests*, 12, 1162.
- Dineva SB (2006).** Development of the leaf blades of *Acer platanoides* in industrially contaminated environment *Dendrobiology* 55, 25-32.
- Ehrlich Y, Regev L, Kerem Z, Boaretto E (2017).** Radiocarbon dating of an olive tree cross section: New insights on growth patterns and implications for age estimation of olive trees. *Frontiers Pl. Sci.* 8, 1918.
- Génova Fuster M, Sadornil E (2020).** The age of monumental trees. A case study of *Juniperus thurifera* L. in Spain. *Forest Syst.* 29, e007.
- Larrieu L, Paillet Y, Winter S, Büttler R, Kraus D, Krumm F, Lachat T, Michel AK, Regnery B, Vandekerckhove K (2018).** Tree Related Microhabitats in Temperate and Mediterranean European Forests: A Hierarchical Typology for Inventory Standardization. *Ecol. Indic.* 84, 194–207.
- Lutz JA, Larson AJ, Swanson ME, Freund JA (2012).** Ecological Importance of Large-Diameter Trees in a Temperate Mixed-Conifer Forest. *PLoS ONE* 7, e36131.
- Mills E (1996).** An appreciation and natural history of the English field maple (*Acer campestre* L.). *Arboricultural Journal* 20, 405–410.
- Nolan V, Reader T, Gilbert F, Atkinson N (2020).** The Ancient Tree Inventory: A Summary of the Results of a 15 Year Citizen Science Project Recording Ancient, Veteran and Notable Trees across the UK. *Biodivers. Conserv.* 29, 3103–3129.
- Norma 1 (2022).** Norme tehnice privind compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor și de împădurire a terenurilor degradate. *Monitorul Oficial al României, Partea I, Nr. 1000bis/14.X.2022.*
- Rostamian M, Kavosi MR (2013).** The Effect of Trees Diameter on Establishment, Diversity and Richness of Bracket Fungi in Golestan Province Forest, North of Iran. *J. Biodivers. Ecol. Sci.* 3, 99–105.
- Sitonen J, Ranius T (2015).** The importance of veteran trees for saproxylic insects. In *Europe's Changing Woods and Forests: From Wildwood to Managed Landscapes*; Kirby KJ, Watkins C, Eds.; CABI: Wallingford, UK, 140–153.
- Sikorska D, Sikorski P, Archicinski P, Chormanski J, Hopkins RJ (2019).** You Can't See the Woods for the Trees: Invasive *Acer negundo* L. in Urban Riparian Forests Harms Biodiversity and Limits Recreation Activity. *Sustainability* 11, 5838.

- Spiecker H, Hein S, Makkonen-Spiecker K, Thies M (2008).** Valuable broadleaved forests in Europe. EFI Research-Report, European Forest Institute, Joensuu.
- Stănescu V, Șofletea N, Popescu O (1997).** Flora forestieră lemnoasă a României. Ed. Ceres, București, 451.
- Șofletea N, Curtu L (2007).** Dendrologie. Ed. Universității "Transilvania", 215.
- Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F (2004).** Animal Species Diversity Driven by Habitat Heterogeneity/Diversity: The Importance of Keystone Structures. *J. Biogeogr.* 31, 79–92.
- Tutin TG, Heywood VH, Burges NA, Valentine DH, Walters SM, Webb DA (2001).** Flora Europaea, Volumes 1–5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Úradníček L, Šrámek M, Dreslerová J (2017).** Checklist of Champion Trees in The Czech Republic. *J. Landsc. Ecol.* 10, 109–120.
- van Gelderen DM, Jong PC, Oterdoom HJ, Dudley TR (1994).** Maples of the World, *Timber Press*, Portland.
- Xu TZ, Chen YS, de Jong PC, Oterdoom HJ, Chang CS (2008).** Aceraceae. In *Flora of China Science Press*, Beijing, 515–553.
- Vasile D, Enescu R, Scărlătescu V (2022).** Catalogul arborilor monumentali din România și Ghidul pentru managementul arborilor monumentali. Ed. Silvică, 314.
- Xu TZ (1998).** The systematic evolution and distribution of the genus *Acer*. *Acta Bot. Yunnanica* 20, 383–393.
- Zapponi L, Mazza G, Farina A, Fedrigoli L, Mazzocchi F, Roversi PF, Peverieri GS, Mason F (2017).** The Role of Monumental Trees for the Preservation of Saprobial Biodiversity: Re-Thinking Their Management in Cultural Landscapes. *Nat. Conserv.* 19, 231–243.

Abstract

Monumental maple trees in the rural and urban landscapes in Romania

The trees from the *Acer* genus identified as having large diameters, the tallest trees, and the oldest trees, linked to certain historical or folklore events were catalogued as monumental trees. All the monumental trees play an important role in carbon storage, are hotspots of biodiversity, habitats for saprobial insects, and habitats for the development of epiphytic plants, fungi and lichens.

The research took place over a period of four years respectively from 2019 to 2022.

Dendrometric measurements were taken, such as tree height and diameter (at the breast height). The age of the trees was estimated. The health status of the entire tree was assessed.

There were recorded 32 monumental trees, in 21 counties, belonging to 5 species: native species *Acer platanoides* (Norway maple), *A. pseudoplatanus* (sycamore), *A. campestre* (field maple), and non-native species *A. negundo* (ash-leaf maple) and *A. saccharinum* (silver maple). After the visual evaluation, 43% and 40% of the monumental specimens are in good and satisfactory health status (especially on the canopy level), while 15% are in poor health status, requiring specific measures of conservation.

The specialists need to find out the necessary measures to maintain these unique creations of nature and achieve and preserve their proper conservation (health and stability) status.

Keywords: maples, diameter, height, health, management, monumental tree.

Rezumat

Arbori monumentali din genul *Acer* în peisajele rurale și urbane din România

Arborii din genul *Acer* identificați ca având diametre mari, cei mai înalți arbori, cei mai bătrâni arbori, legați de anumite evenimente istorice sau folclorice au fost catalogați ca arbori monumentali. Toți arborii monumentali joacă un rol important în stocarea carbonului, sunt puncte fierbinți de biodiversitate, habitate pentru insecte saproxitice, habitate pentru dezvoltarea plantelor epifite, ciuperci și licheni. Cercetările s-au desfășurat pe o perioadă de patru ani, respectiv din 2019 până în 2022.

Au fost efectuate măsurători dendrometrice, cum ar fi: înălțimea arborelui cu ajutorul clinometrului Vertex și diametrul la înălțimea pieptului (1,30 m; DBH). A fost estimată vârsta arborilor. A fost evaluată starea de sănătate a întregului arbore.

Au fost înregistrați 32 de arbori monumentali, în 21 de județe, aparținând a 5 specii: speciile indigene: *Acer platanoides* (paltin de câmp), *A. pseudoplatanus* (paltin de munte), *A. campestre* (jugastru), și speciile exotice: *A. negundo* (arțar cu frunze de frasin) și *A. saccharinum* (arțar argintiu). După evaluarea vizuală, 43% și 40% dintre exemplarele monumentale sunt într-o stare de sănătate bună și satisfăcătoare (în special la nivelul coroanei), în timp ce 15% sunt într-o stare de sănătate precară, necesitând măsuri specifice de conservare. Specialiștii trebuie să determine măsurile necesare pentru a menține aceste creații unice ale naturii și pentru a păstra sau obține un statut de conservare (sănătate și stabilitate) corespunzător.

Cuvinte cheie: paltini/arțari, arbore monumental, diametru, înălțime, stare de sănătate, management.

Pădurile virgine și cvasivirgine din România

Diana Vasile¹✉, Bogdan-Ionuț Pleșca², Cosmin Bragă¹, Constantin Dumitru-Dobre¹, Virgil Scărlătescu³, Any-Mary Petrițan¹

✉ autor corespondent

¹ SCDEP Brașov, INCDS “Marin Drăcea”

² INCDS “Marin Drăcea” – București

³ Col. Mihăiești, SCDEP Pitești, INCDS “Marin Drăcea”

1. Introducere

Pentru descrierea caracteristicilor specifice anumitor suprafețe de pădure, în care nu a intervenit factorul antropic, s-au folosit mai mulți termeni (Brünig et al. 1980, Schuck et al. 1994, Parviainen 2005, Veen et al. 2010). Astfel pentru a puncta naturalitatea, respectiv absența intervenției factorului antropic, s-au folosit denumiri precum: pădure *naturală*, *aproape naturală* sau *semi-naturală*, *nederanjată*, pădure *virgină*, *originară* (pristine forest), *primară* (primeval forest) sau, ca în Marea Britanie și SUA, pădure *antică*, *seculară* (ancient forest, old-growth forest).

O pădure *seculară* este considerată acea pădure care s-a dezvoltat spontan, dar a fost supusă, în trecut, influenței omului, care este, încă, vizibilă în anumite trăsături structurale (Peterken 1993, 1996, Schuck et al. 1994, Gilg 2005).

Pădurea *virgină* este definită, conform Organizației pentru Alimentație și Agricultură (UN-ECE/FAO 2000), drept „pădure dezvoltată în condiții naturale și netulburată de activitățile umane”. După Prpić et al. (2007) pădurea *virgină* ar fi: „... acea pădure care crește și se dezvoltă sub impactul factorilor naturali biotici și abiotici, având ca rezultat vitalitatea și diversitatea speciilor și totodată prezentând mai multe stadii de dezvoltare din punct de vedere structural și spațial (stadiul inițial, optim, terminal și de selecție)”.

Conform Veen et al. (2010), o pădure *virgină* (naturală, cvasivirgină etc.) este formată din specii indigene de arbori, originare din regiunea biogeografică și zona fitogeografică, speciile de arbori și arbuști sunt prezente în toate stadiile de dezvoltare (de la semințis, până la codru bătrân), prezintă lemn mort în diferite stadii de degradare (în picioare și culcat) și o caracteristică importantă este prezența arborilor foarte groși și foarte bătrâni.

Suprafața minimă a unei păduri virgine depinde de tipul de pădure și este suprafața în care toate etapele de succesiune ale comunității forestiere se dezvoltă în condiții obișnuite în cadrul aceluși tip de pădure. De asemenea, este foarte important ca pădurile virgine să nu prezinte niciun element prin care să se vadă prezența umană din trecut (cioate, drumuri forestiere, efecte ale pășunatului).

Începând cu secolul al XV-lea, în Europa, suprafața acestor păduri neafectate de factorul uman (păduri naturale, virgine, cvasivirgine etc.) s-a redus vertiginos, atât din cauza schimbării modului de folosință a terenurilor (defrișarea pădurii pentru extinderea suprafețelor agricole ș.a.), cât și a exploatărilor forestiere (Küster 1998, 1999). În acest sens, pentru salvarea pădurilor virgine a fost nevoie ca la începutul secolului al XIX-lea să se ia primelor măsuri de conservare a acestor păduri, cu scopul de a le proteja prin interzicerea intervenției umane de orice fel (Küster 1998, 1999).

Unul dintre primii silvicultori care a fost preocupat de soarta pădurilor virgine din Europa a fost Göppert (1868). Gayer (1898) și Engler (1904) au promovat silvicultura naturalistă, înțelegând prin aceasta o abordare pentru a crește stabilitatea pădurii, pentru a menține pădurile virgine rămase ca „organisme” intacte, ulterior Cermak (1910) a descris compoziția și structura unor păduri virgine din Bosnia-Herțegovina precum și factorii perturbatori din aceste păduri, iar silvicultorul italian Pavari (1914, 1948) a scris mai multe lucrări pentru a-și prezenta ideea de „selvicultura naturalistică” (Brang et al. 2014).

Baseler (1932) considera că cercetarea pădurilor virgine este foarte importantă deoarece rezultatele cercetărilor pot fi folosite ca model pentru gestionarea pădurilor gospodărite într-un mod cât mai apropiat de natură. După aceea, structura și dinamica pădurilor virgine a fost studiată tot mai mult, iar după modelul pădurilor virgine a început promovarea unui mod de gospodărire a pădurilor „apropiat de natură” (“close to nature”), care presupunea luarea în considerare a particularităților fiecărui arboret, și chiar ale fiecărui arbore, acest mod

de gospodărire fiind în contrast cu practicile din acea perioadă (Pintarić 1999). Cercetările efectuate asupra pădurilor virgine au stimulat trecerea de la pădurile influențate de factorul antropoc la păduri mai naturale (Brang 2005).

Același lucru se observă și la începutul secolului XXI, când, din cauza impactului schimbărilor climatice asupra pădurilor (de exemplu, cazul monoculturilor de rășinoase), se urmărește înțelegerea și imitarea structurilor complexe de păduri virgine în pădurile gospodărite (Visnjić et al. 2015). Modul în care sunt gestionate pădurile necesită o abordare diferită, fiind necesare noi practici și strategii de management sustenabil, constatându-se din nou că pădurile virgine pot oferi un model pentru viitoarele practici silviculturale (Petritan et al. 2015, Král et al. 2018, Chivulescu et al. 2020).

În ultimele două decenii, interesul pentru pădurile naturale și virgine din Europa a crescut considerabil, deoarece s-a observat că ele reprezintă habitate pentru anumite specii de plante și animale care sunt dependente de aceste păduri (Parviainen 2005, Hafellner et al. 2010, Vondrák et al. 2018).

Odată cu creșterea interesului pentru conservarea biodiversității pădurilor virgine, acestea sunt studiate nu numai pentru structura, dinamica și regenerarea arboretelor naturale (Petritan et al. 2015), ci și ca habitate pentru speciile de floră și faună, inclusiv pentru speciile pe cale de dispariție (Brang et al. 2014).

Pădurile virgine sunt analizate la diferite scări, de la studii asupra arborelui și arboretului, la cercetări la nivel de peisaj, sau de habitat pentru anumite specii (Brang 2005).

Primele suprafețe de păduri virgine protejate au fost cele din Cehia (sudul Boemiei) în anii 1838 și 1858; acestea există și în prezent și sunt permanent monitorizate, fiind folosite doar pentru cercetare (Průša 1985, Vrška et al. 2001, Veen et al. 2010).

La nivel European peste 80% din pădurile virgine sunt cuprinse în arcul carpatic de pe teritoriul Ucrainei, României și Slovaciei (Luick et al. 2021). Iar, dacă se face referire la Europa centrală, peste 90% dintre pădurile virgine sunt situate în Munții Carpați, iar restul pădurilor sunt formate din suprafețe mici, izolate, în zone montane greu accesibile; în timp ce pădurile virgine din Germania nu mai există de mult (Gratzer et al. 2012, Luick et al. 2021). Regiuni întinse din Europa, mai ales din vestul și sudul continentului, nu mai au în prezent astfel de păduri.

În România, prima pădure virgină protejată a fost rezervația forestiera Slătioara, din Munții Bistriței, la propunerea silvicultorului F. Cech (șef serviciu de amenajarea pădurilor în cadrul fondului bisericesc), la începutul anului 1930. Prin demersurile realizate de acesta, cu sprijinul profesorilor Gușuleac M. și Drăcea M., rezervația este oficializată prin decret în anul 1941 (Ichim 1988).

Suprafața pădurilor virgine și cvasivirgine a început

să scadă, în România, pe parcursul anilor 1945-2004 (Giurgiu et al. 2001, Veen et al. 2010) (Fig.1).

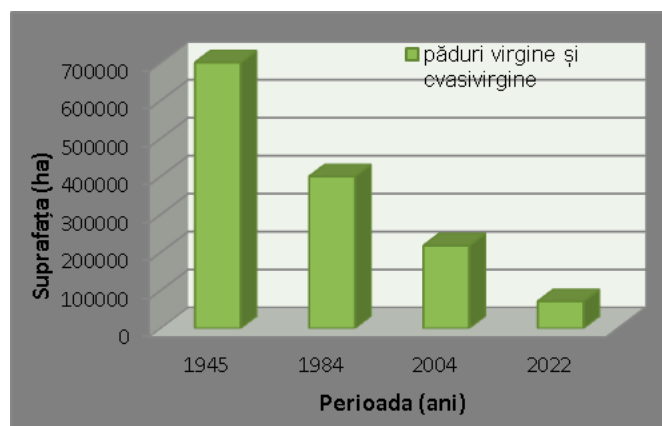


Fig.1. Suprafețele pădurilor virgine și cvasivirgine în perioada 1945-2022 / Virgin and cvasivirgin forests areas in 1945- 2022

Actualmente, cea mai mare suprafață cu păduri virgine și cvasivirgine din Uniunea Europeană, respectiv două treimi se găsesc în România, aceasta fiind formată în cea mai mare parte din păduri de foioase (Luick et al. 2021, Sabatini et al. 2020).

Pe baza unor studii de specialitate, a unor criterii și indicatori s-au identificat și selectat anumite suprafețe de pădure care au fost introduse în ultima ediție (a 13-a) a *Catalogului pădurilor virgine și cvasivirgine* (2022).

Scopul articolului este definirea acestor păduri, descrierea criteriilor și a indicatorilor care au stat la baza selectării lor, distribuția acestora pe județe, pe tipuri de proprietate, pe niveluri altitudinale și pe formațiuni și grupe de tipuri de pădure.

2. Metoda de identificare a pădurilor virgine și cvasivirgine din Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine

Toate pădurile virgine și cvasivirgine, care sunt luate în evidență în cea de-a 13-a ediție a *Catalogului pădurilor virgine și cvasivirgine*, se află sub protecție strictă. Catalogul s-a constituit în baza Ordinului nr. 2525/30.12.2016, iar suprafețele de pădure incluse au fost selectate pe baza unor criterii și indicatori de identificare, care sunt definiți prin Ordinul nr. 3397/2012 (ordine emise de Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor).

Îndeplinirea tuturor criteriilor și indicatorilor, prin care s-au selectat pădurile virgine și cvasivirgine, trebuie certificate prin anumite studii de specialitate, care sunt avizate de Comisia Tehnică de Avizare pentru Silvicultură (CTAS), în cadrul Ministerului Mediului, Apelor și Pădurilor. Toate studiile de specialitate se elaborează ținând cont de prevederile Ordinului nr. 2525/2016 și conform alineatului (2) din articolul 1 al ordinului, Catalogul urmează să fie actualizat în permanență „**de către autoritatea publică centrală care răspunde de silvicultură**” și trebuie publicat pe pagina de internet dedicată acestuia.

Identificarea acestor păduri a început din anul 2012, în baza Ordinului nr. 3397/2012. Cu ocazia lucrărilor

de amenajare a pădurilor, au fost selectate suprafețele de pădure care îndeplineau criteriile și indicatorii de identificare și care erau încadrate în categoriile funcționale 1.5j – păduri virgine - și 1.5o – păduri cvasivirgine. Pe baza datelor din amenajamentele silvice, administratorii fondurilor forestiere au propus Gărzii Forestiere, înscrierea în Catalog a suprafețelor identificate, iar acestea au fost avizate de către CTAS, potrivit prevederilor art. 2, alin. (2) al Ordinului nr. 2525/2016.

3. Definiții, criterii și indicatori de identificare a pădurilor virgine și cvasivirgine în România

Definiții

Pădurea virgină: “acea pădure care s-a format și dezvoltat exclusiv sub acțiunea factorilor naturali și în care procesele ecosistemice în dinamica lor se produc fără nici o influență antropică directă sau indirectă” (Ordinul 3397/2012).

Pădurea cvasivirgină: “pădurea virgină din trecut, care, între timp, a suferit modificări antropice observabile, ne semnificative asupra structurii, stațiunii și proceselor ecosistemice (Majoritatea pădurilor considerate virgine din Europa și din țara noastră sunt în realitate cvasivirgine)” (Ordinul 3397/2012).

3.1. Naturalitatea

Criteriul de naturalitate are următorii indicatori:

- Pădurea virgină să aibă o compoziție și o distribuție naturală a speciilor componente, structuri complexe stratificate în plan vertical și mozaicate în plan orizontal și toate fazele de dezvoltare să fie prezente. În cazul pădurii cvasivirgine pot lipsi unele faze de dezvoltare, de exemplu faza de regenerare;
- Biodiversitatea pădurii virgine să fie accentuată, inclusiv sub raportul dimensiunilor și vârstei arborilor, unii dintre aceștia să aibe vârste apropiate de limita longevității fiziologice, iar în cazul pădurilor cvasivirgine să aibe vârste mai mari de 150 ani. Să predomine structura pluriennă și relativ pluriennă;
- În pădurea virgină să nu existe intervenții silviculturale (să nu fie cioate) și nici alte activități antropice (pășunatul). În pădurile cvasivirgine să nu fi fost intervenții silviculturale în ultimii 30 ani și pot fi admise cel mult 5 cioate vechi la hectar, cu diametre de peste 15 cm, aflate în diferite stadii de descompunere;
- Atât în pădurile virgine cât și în cele cvasivirgine să fie prezent în mod frecvent lemnul mort pe picior și la sol, în diferite stadii de descompunere;
- Pădurea să aibe o consistență naturală, adecvată condițiilor staționale, variabilă în raport cu faza de dezvoltare (0,7-0,8 pentru păduri virgine și diminuată cu cel mult 0,2 la pădurile cvasivirgine). În condiții staționale precare consistența poate fi mult mai redusă (Molidiș de stâncărie calcaroasă, Molidiș cu *Polytrichum* ș.a.);
- Pădurea virgină să nu aibe solul alterat (cu excepția

eroziunii produse natural), confirmat prin inexistența drumurilor și a construcțiilor ci doar a infrastructurii cu scop științific, a traseelor turistice și a limitelor amenajate. Pentru pădurile cvasivirgine, pot exista drumuri vechi de exploatare, neutilizate în ultimii 30 ani dar acoperite în mod natural cu litieră, plantule, arbuști, arbori și/sau plante ierboase;

- Accesibilitatea să fie dificilă sau chiar restricționată – numai pentru pădurile virgine.

3.2. Mărimea suprafeței și limite

Criteriul privind suprafața și limitele are următorii indicatori:

- Mărimea suprafeței pădurilor virgine (ansamblul unităților amenajate) să fie de cel puțin 20 ha, iar cele cvasivirgine de 30 ha (fără fragmentele care nu corespund criteriilor de selecție), cu excepția ecosistemelor rare și de mare interes ecologic (ecosisteme cu *Pinus cembra*, ecosisteme unicat din Delta Dunării și multe altele). Suprafața minimă să fie de 10 ha. Ecosistemele rare și de mare interes ecologic vor fi înconjurată de zone tampon de protecție;
- Pădurea să fie cât mai compactă, astfel încât să se asigure autoreglarea și perpetuarea ecosistemului;
- Pădurea virgină să aibe limitele naturale (culmi, văi, pâraie, liziera pădurii ș.a.), astfel încât pădurii selectate să i se asigure stabilitate la acțiunea factorilor externi, fără ca aceste limite să se suprapună în mod obligatoriu cu limitele parcelare. Pădurea cvasivirgină poate fi mărginită și de limite artificiale: drumuri permanente, culoare pentru linii de înaltă tensiune sau alte utilități, linii parcelare deschise, căi ferate ș.a.;
- Pot fi incluse suprafețe care nu corespund criteriilor de selecție, fără ca aceste suprafețe să depășească 10-15% din suprafața totală a arboreturilor care îndeplinesc condițiile de selecție;
- Frecvent, să fie prezentă configurația frământată a suprafeței terenului, cauzată mai ales de antrenarea solului din jurul rădăcinilor principale ale arborilor mari care au fost doborâți natural.

Inventarul pădurilor virgine și cvasivirgine desfășurat începând cu anul 2016, relevă doar 1% din pădurile socotite ca fiind virgine în anul 1945 (raportat la anul 2022). Evoluția suprafețelor de pădure înscrise în Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine este prezentată în figura 2.

Ca urmare a acțiunilor de inventariere, identificare, reevaluare, a pădurilor cu potențial ridicat de conservare din România, desfășurate în perioada 2016-2022, suprafața pădurilor virgine, introdusă în Catalog a crescut de 3 ori din 2016 până în 2022 (de la 2569 ha la 8579 ha), fapt întâmplat și în cazul suprafeței pădurilor cvasivirgine care au crescut de 6 ori (de la 10557 ha la 62497 ha).

În ultima ediție (a 13-a) a *Catalogului pădurilor virgine și cvasivirgine* (2022) este înscrisă o suprafață totală de 71.077,44 ha, din care 8.579,80 ha păduri virgine și 62.497,64 ha păduri cvasivirgine.

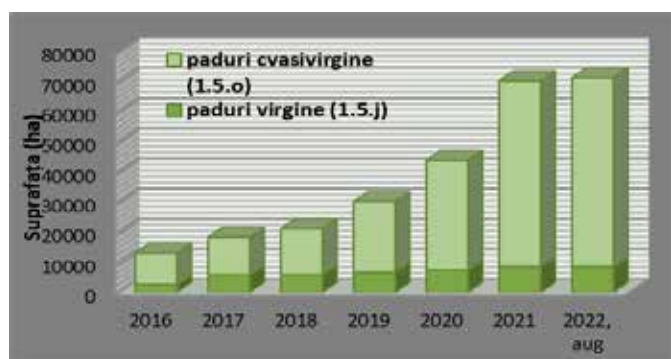


Fig.2. Suprafața pădurilor virgine și cvasivirgine / Virgin and cvasivirgin forest areas

Totodată, trebuie menționată existența în fondul forestier a unor arborete cu vârsta medie de peste 200 ani, considerate arborete exploatabile dar inaccesibile, care ar putea fi supuse unui regim de protecție specific pădurilor cvasivirgine, așa cum în trecut se semnala cazul arboretelor de pe raza Munților Goșmanu (Popa & Duduman 2016).

4. Distribuția pădurilor virgine pe județe

În urma inventarului realizat în perioada 2016 și până în 30 august 2022 au fost identificate păduri virgine pe suprafața a 24 de județe (Fig.3 și Fig.4). Ponderea cea mai mare a pădurilor virgine este în județele Caraș-Severin și Gorj, acestea reprezentând 25,5% și respectiv 16,5% din suprafața totală cu păduri virgine din țară.

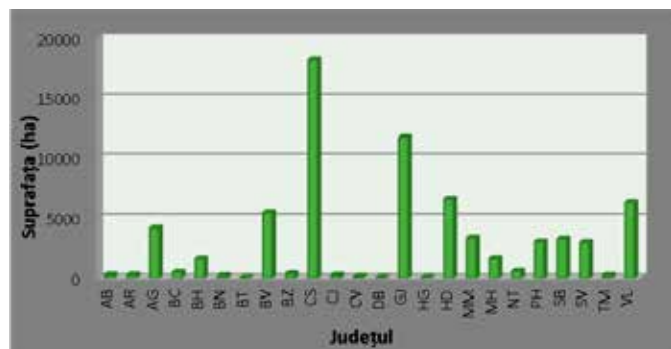


Fig.3. Suprafața pădurilor virgine și cvasivirgine din cele 24 județe / Virgin and cvasivirgin forest areas in the 24 counties

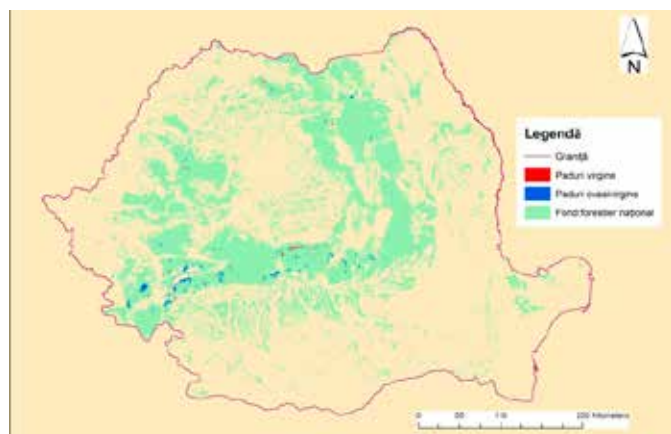


Fig.4. Harta pădurilor virgine și cvasivirgine din România / Map of virgin and cvasivirgin forests of Romania

La polul opus, județele cu o pondere mică a acestor păduri, sunt județele Botoșani, Dâmbovița și Harghita care au un procent de doar 0,1%.

Pădurile virgine sunt bine reprezentate și în județele Hunedoara, Vâlcea și Brașov cu 9,2%, 8,8% și 7,7% din suprafața totală cu păduri virgine.

O posibilă explicație pentru aceste diferențe dintre județe ar fi procentul de împădurire, care diferă în funcție de relieful predominant, precum și de prezența parcurilor naționale sau naturale.

5. Distribuția pe tipuri de proprietate

Cea mai mare suprafață cu păduri virgine aparține tipului de proprietate publică a statului (53481,97 ha), apoi a Unităților Administrativ Teritoriale (U.A.T) care reprezintă 10% din suprafața cu păduri virgine și cvasivirgine din proprietatea publică a statului (5310,72 ha), iar restul suprafețelor (12284,75 ha) se află în cadrul unor-proprietăți private juridice și fizice (Fig.4).

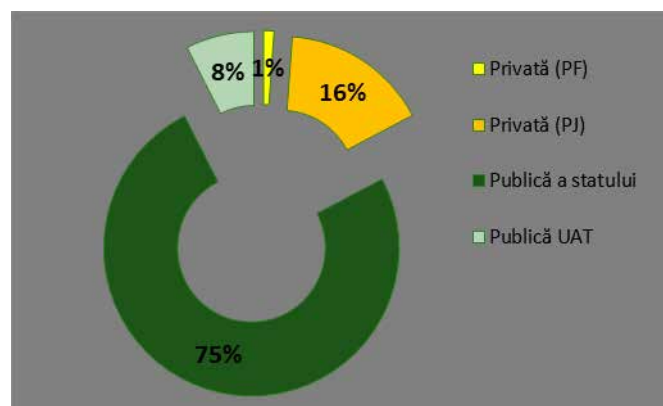


Fig.4. Distribuția pădurilor virgine și casivirgine pe tipuri de proprietate / Distribution of virgin and cvasivirgin forests by properties

6. Distribuția pe zone altitudinale

Distribuția pădurilor virgine pe altitudini se poate observa în figura 5. Intervalele între 1000-1400 m, 600-1000 m și peste 1400 m s.l.m. sunt cele mai importante zone altitudinale pentru prezența pădurilor virgine. Aproximativ 92,7% din pădurile virgine sunt situate la aceste altitudini.

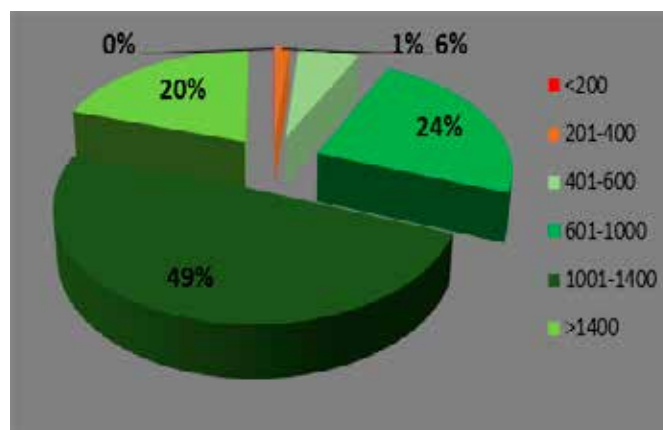


Fig.5. Distribuția pădurilor virgine și cvasivirgine pe altitudini / Distribution of virgin and cvasivirgin forests by altitude

Pădurile virgine dominate de genul *Fagus* (în amestec cu *Quercus petraea* la altitudini mai joase și în amestec cu *Abies alba* și/sau *Picea abies* la altitudini mai mari) și molidișurile pure sunt tipurile de pădure cel mai des întâlnite și mai bine conservate din România. Acest fapt se datorează condițiilor topografice din Munții Carpați, a reliefului accidentat cu văi greu accesibile și pante mari și abrupte, care au îngreunat accesul în aceste suprafețe în trecut.

Păduri virgine și cvasivirgine în regiunile de câmpie și deal (situat sub 600 m s.l.m.) sunt rare, ponderea lor fiind mai mică de 7% din suprafața totală înregistrată în Catalogul pădurilor virgine și cvasivirgine (Fig.5). Cu siguranță că pădurile de la aceste altitudini joase au fost în trecut intens exploatate și în marea lor majoritate au fost transformate în terenuri agricole. Ceea ce a mai rămas din aceste suprafețe de pădure au fost administrate până de curând ca păduri de producție, când s-a pus problema protejării acestor habitate forestiere (Veen et al. 2010).

7. Distribuția pe formații și grupe de tipuri de pădure

Pădurile virgine și cvasivirgine au fost grupate în funcție de tipul de pădure pe formații și pe grupuri de tipuri de pădure, astfel:

- **Molidișurile pure** sunt toate suprafețele cu molid din formația 11 (111, 112, 113, 114, 115, 116 și 117);
- **Molidișurile de amestec** sunt suprafețele cu molid care fac parte din formațiile: 12 Molideto-brădet; 13 Amestecuri de molid-brad-fag; 14 Molideto-făgete; 15 Molideto-laricete; 16 Amestecuri de molid cu zâmbriu;
- **Jnepenișurile** - formația 17;
- **Brădetele pure** - formația 21;
- **Brădeto-făgetele** - formațiile 22 Brădeto-făget și 23 Brădete și făgete amestecate;
- **Pinetele pure de pin silvestru** - formația 3 1;
- **Pin negru cu foioase** - formația 32 Pinete pure de pin negru și 33 Pinete amestecate de pin negru;
- **Lariceto-cembrete** - formația 35;
- **Făgete pure** - formațiile 41 Făgete pure montane și 42 Făgete pure de dealuri;
- **Făgete de amestec** - formația 43 Făgete amestecate;
- **Gorunete pure** - formația 51;
- **Goruneto-făgete** - formația 52;
- **Șleau de deal cu gorun** - formația 53;
- **Stejăret de luncă** - formația 61, grupa de tipuri 612;
- **Amestec de gorun, gârniță și cer** - formația 74, grupa de tipuri 741;
- **Stejar brumăriu** - formația 81 Stejărete pure de stejar brumăriu;
- **Aninișuri de anin alb** - formația 98, grupa de tipuri 982 Aninișuri de anin alb pe aluvuni nisipoase și prundișuri.

Tab. 1. Distribuția pe formații de pădure

Formația de pădure	S (ha)	S (%)
Molidișuri pure	14650,42	20,61
Molidișuri de amestec	12231,46	17,21
Jnepenișuri	3,66	0,01
Brădete pure	29,03	0,04
Brădeto-făgete	3715,74	5,23
Pinete pure de pin silvestru	16,85	0,02
Pin negru cu foioase	104,14	0,15
Lariceto-cembrete	13,10	0,02
Făgete pure	36086,67	50,77
Făgete de amestec	375,09	0,53
Gorunete pure	1378,92	1,94
Goruneto-făgete	1652,46	2,32
Șleau de deal cu gorun	440,81	0,62
Stejăret de luncă	2,19	0,003
Amestec de gorun, gârniță și cer	36,67	0,05
Stejar brumăriu	51,52	0,07
Aninișuri de anin alb	13,49	0,02
Neproductive	275,22	0,39
TOTAL	71077,44	100,00

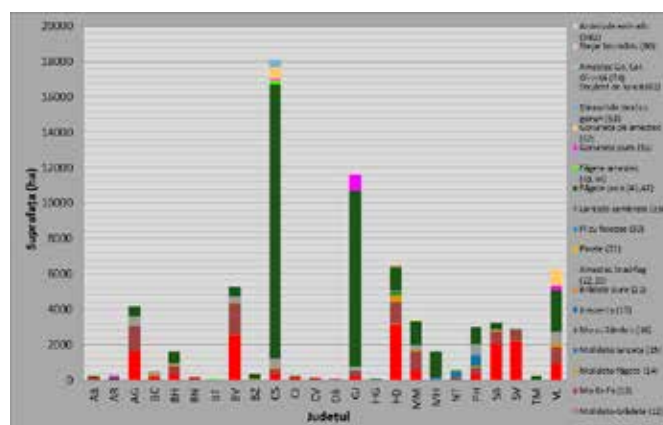


Fig.6. Distribuția suprafețelor pădurilor virgine și cvasivirgine pe formații de pădure, din fiecare județ / Distribution of virgin and cvasivirgin forest areas by forest types, in Romanian counties

Pădurile de fag (făgete pure) sunt tipurile de pădure predominante. Reprezintă 51% din toate pădurile virgine din țară (fig. 6). Suprafețe mari de făgete virgine și cvasivirgine apar în Regiunea Banatului, inclusiv Rezervația Naturală Nera la altitudini cuprinse între 700 și 1350 m s.l.m. Această pădure a fost și este studiată de diverse echipe de cercetare (Smejkal et al. 1995, Turcu & Ștețca 2006, Veen et al. 2010).

Făgetele de amestec preferă climatele montane relativ umede și reci (Ellenberg 1988) și reprezintă unele dintre cele mai importante categorii de pădure din regiunile montane din Europa (Bohn et al. 2003). Aceste păduri sunt încă bine conservate nefiind niciodată utilizate intensiv pentru agricultură sau așezări (Peterken 1996).

Pădurile virgine de *Picea abies* (molidișurile pure și molidișurile de amestec) sunt foarte răspândite, ele reprezentând 38% din suprafața totală a pădurilor virgine și cvasivirgine din Catalog, cele cu *Abies alba* pure și în amestec cu fag reprezintă 5%, iar lariceto-cembretele și jnepenișurile sunt tipuri importante de păduri virgine în

zonele înalte din munți deși apar pe suprafețe mici.

Pădurile de altitudine joasă, de dealuri, podișuri și câmpii, cu gorun, goruneto-făgete, șleauri de deal cu gorun, stejăret de luncă, sunt rare, fiind reprezentate de mici suprafețe, care sunt reminiscente din fostele păduri extinse.

Pădurile virgine dominate de stejar pufos, stejar brumăriu, cer și gârniță, sunt, rare și tipice pentru locurile xero-termice, acestea apar în zonele inferioare ale țării, de obicei pe versanții sudici. O suprafață mică, ce face parte din pădurile virgine, este reprezentată de cele 13,49 ha de păduri ripariene - Aninișuri de anin alb pe aluvuni nisipoase și prundișuri.

8. Concluzii

Pădurea care s-a format și dezvoltat exclusiv sub acțiunea factorilor naturali și în care procesele ecosistemice în dinamica lor se produc fără nici o influență antropică directă sau indirectă este definită ca pădure virgină, iar dacă această pădure a suferit în timp modificări antropice observabile, nesemnificative asupra structurii, stațiunii și proceselor ecosistemice, va fi definită ca pădure cvasivirgină.

România are cea mai mare suprafață cu păduri virgine și cvasivirgine din Uniunea Europeană (două treimi), ponderea cea mai mare a acestora fiind în județele Caraș-Severin și Gorj, reprezentând 25,5% și respectiv 16,5% din suprafața totală cu păduri virgine din țară. Cele mai multe păduri virgine sunt făgetele pure (51%) urmate de molidișurile pure și molidișurile de amestec (38%), situându-se la altitudini cuprinse între 600 m și 1400 m. Suprafața cea mai mare de păduri virgine și cvasivirgine face parte din proprietatea publică a statului și este administrată de Regia Națională a Pădurilor – Romsilva.

Mulțumiri

Această lucrare a fost implementată de Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură „Marin Dracea”, prin proiectul nucleu PN 23090301 „Evaluarea diversității specifice, structurale și funcționale în păduri naturale și cvasinaturoale pentru protejarea biodiversității în contextul schimbărilor climatice”, în cadrul programului Management forestier sustenabil adaptat schimbărilor climatice și provocărilor societale (FORCLIMSOC), finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării. Diseminarea a fost facilitată prin proiectul CresPerfInst (Contract 34PFE/30.12.2021).

Bibliografie

Baseler J (1932). Urwaldprobleme in Nordanatolien. Mitt. Inst. ausl. Forstwirtschaft. *Tharandt* 2, 168.

Brang P (2005). Virgin forests as a knowledge source for central European silviculture: reality or myth? *For. Snow Landsc. Res.* 79, 1-2, 19-32.

Brang P, Spathelf P, Larsen J. Bo, Bauhus J, Boncina A, Chauvin C, Drossler L, Garcia-Guemes C, Heiri C, Kerr G, Lexer M J, Mason B, Mohren F, Muhlethaler U, Nocentini S, Svoboda M (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87, 492-503.

Bohn U, Neuhäusl R, Gollub G, Hettwer C, Neuhäuslová Z, Raus T, et

al. (2003). Karte Der Natürlichen Vegetation Europas / Map of the Natural Vegetation of Europe. Münster: Landwirtschaftsverlag.

Brünig E, Mayer H, Frauendorfer R, Glatzel G, Gossow H (1980). Waldbauliche Terminologie. Fachwoerter der forstlichen Produktion.

Cermak L (1910). Einiges über den Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. *Cent.bl. Ges. Forstwes.* 36, 340-370.

Chivulescu Ș, Ciceu A, Leca Ș, Apostol B, Popescu O, Badea O (2020). Development phases and structural characteristics of the Penteleu-Viforâta virgin forest in the Curvature Carpathians. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 13, 5, 389-395.

Ellenberg H (1988). Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

Engler A (1904). Der Urwald bei Schattawa im Böhmerwald. Schweiz. *Z. Forstwes.* 55, 173-182.

Gayer K (1898). Der Waldbau. Vierte, verbesserte Auflage, Berlin, Parey.

Gilg O (2005). Old-growth forests. Characteristics, conservation and monitoring. Habitat and species management. Technical Report N°74 bis. L'Atelier, Montpellier.

Giurgiu V, Doniță N, Bândiu C, Radu S, Cenușă R, Stoiculescu C, Biriș I-A (2001). Les forêts vierges en Roumanie. Asbl. Forêt wallone, Louvain-la-Neuve.

Göppert THR (1868). Skizzen zur Kenntnis der Urwälder Schlesiens und Böhmens. Dresden, Blochmann & Sohn.

Gratzer G, Veselinovic B, Lang HP (2012). Urwälder in Mitteleuropa - die Reste der Wildnis. *Silva Fera* (1), 16-29.

Hafellner J, Kärnefelt I, Wirth V, & Lichenologica B (2010). Lichenized and lichenicolous fungi from the Sutjeska National Park (Bosnia and Herzegovina), with special emphasis on the virgin forest reserve Peruuica. *Diversity and Ecology of Lichens in Polar and Mountain Ecosystems*, 104, 65.

Ichim R (1988). Istoria pădurilor și silviculturii din Bucovina. Ed. Ceres.

Küster H (1998). Geschichte des Waldes. Vlg. C. H. Beck, München.

Küster H (1999). Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Vlg. C. H. Beck, München.

Král K, Danek P, Janík D, Kruček M, Vrška T (2018). How cyclical and predictable are Central European temperate forest dynamics in terms of development phases? *Journal of Vegetation Science* 29 (1), 84-97.

Luick R, Reif A, Schneider E, Grossmann M, Fodor E (2021). Virgin forests at the heart of Europe - The importance, situation and future of Romania's virgin forests. Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz 24. Doi: 10.6094/BLNN/Mitt/24.02

OMMP 3397 (2012). Ordinul nr. 3397 din 10 septembrie 2012 privind stabilirea criteriilor și indicatorilor de identificare a pădurilor virgine și cvasivirgine în România. Ministerului Mediului și Pădurilor. *Monitorul Oficial*, nr. 668 din 24 septembrie 2012.

OMMAP 2525 (2016). Ordinul nr. 2.525 din 30 decembrie 2016 privind constituirea Catalogului național al pădurilor virgine și cvasivirgine din România. Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, *Monitorul Oficial*, nr. 63 din 25 ianuarie 2017.

Parviainen J (2005). Virgin and natural forests in the temperate zone of Europe. *For Snow Landsc Res* 78(1/2), 9-18.

Pavari A (1914). Riproduzione naturale e taglio saltuario. *L'Alpe* 1, 356-361.

Pavari A (1948). Alcune osservazioni sulle fustaie resinose delle Alpi Venete. *L'eco de lla montagna* 8, 181-188.

Peterken GP (1993). Woodland conservation and management. 2nd ed. Chapman and Hall, London.

Peterken GP (1996). Natural woodland-ecology and conservation in northern temperate regions. Cambridge University Press, Cambridge.

Petritan IC, Commarmot B, Hobi ML, Petritan AM, Bigler C, Abrudan IV, Rigling A (2015). Structural patterns of beech and silver fir suggest stability and resilience of the virgin forest Sinca in the Southern

- Carpathians, Romania. *Forest Ecology and Management*, 356, 184-195.
- Pintarić K (1999)**. Forestry and forest reserves in Bosnia and Herzegovina. In: Diaci J (ed). Virgin forests and forest reserves in central and east European countries: History, present status and future development. Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Ljubljana. *Proceedings COST E4 MC & WG meeting in Ljubljana, Slovenia*, 25-28 April 1998, 1-15.
- Popa C, Duduman G (2016)**. Aplicarea metodei claselor de vârstă la fonduri de producție puternic excedentare în arborete exploatabile: un studiu de caz. *Bucovina forestieră*, 16(1), 23-41.
- Průša E (1985)**. Die böhmischen und mährischen Urwälder—ihre Struktur und Ökologie. Academia, Praha.
- Prpić B, Seletković Z, Tikvić I (2007)**. Virgin forest of Čorkova uvala in the light of providing non-wood forest functions. *Glas. šum. pokuse*, 42, 87-95.
- Sabatini FM, Keeton WS, Lindner M, Svoboda M, Verkerk PJ, Bauhus J, Bruelheide H, Burrascano S, Debaieve N, Duarte I, Garbarino M, Grigoriardi N, Lombardi F, Mikoláš M, Meyer P, Motta R, Mozgeris G, Nunes L, Ódo P, Panayotov M, Ruete A, Simovski J, Stillhard J, Svensson J, Szwagrzyk J, Tikkanen OP, Vandekerkhove K, Volosyanchuk R, Vrska T, Zlatanov T, Kuemmerle T (2020)**. Protection gaps and restoration opportunities for primary forests in Europe. *Diversity and Distributions*, 26, 1646-1662.
- Schuck A, Parviainen J, Bücking W (1994)**. A review of approaches to forestry research on structure, succession and biodiversity of undisturbed and semi-natural forests and woodlands in Europe. *Eur. For. Inst. Working Pap.* 3, 64.
- Smejkal G, Bândiu C, Vișoiu-Smejkal D (1995)**. Banater Urwälder. Mirton Verlag, Timișoara.
- Turcu DO, Ștețca IA (2006)**. The structure and dynamics of virgin beech forest ecosystems from "Izvoarele Nerei" Reserve—initial results. IUFRO International Conference "Beech silviculture in Europe", Brașov, Romania, 4-8 September 2006.
- UN-ECE/FAO (2000)**. Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries): UN-ECE/FAO contribution to the global forest resources Assessment 2000. UN Economic Commission for Europe, FAO, Rome, Italy.
- Veen P, Fanta J, Raev I, Biris I-A, de Smidt J, Maes B (2010)**. Virgin forests in Romania and Bulgaria: results of two national inventory projects and their implications for protection. *Biodivers Conserv*, 9, 1805-1819.
- Visnjić C, Balić B, Vojniković S, Mekić F, Uzunović A (2015)**. Structural characteristics, dynamics and texture development of virgin forest Ravna Vala on Bjelašnica. Faculty of Forestry, University of Sarajevo, 2, 100-112.
- Vrška T, Hort L, Odehnalova P, Horal D, Adam D (2001)**. The Boubín virgin forest after 24 years (1972-1996) development of tree layer. *J For Sci* 47(10), 439-459.
- Vondrák J, Malíček J, Palice Z, Bouda F, Berger F, Sanderson N, Acton A, Pouska V, Kish R (2018)**. Exploiting hot-spots; effective determination of lichen diversity in a Carpathian virgin forest. *PLoS One*, 13(9), e0203540.

Abstract

Virgin and quasi-virgin forests from Romania

Many terms have been used to describe the specific characteristics of certain areas of forest where the anthropogenic factor has not intervened, such as: natural, near and semi-natural forest, undisturbed, virgin forest, pristine forest, primeval forest or as in Great Britain and the USA, ancient, secular forest. Virgin forest is defined according to the Food and Agriculture Organization (UN-ECE/FAO 2000) as a "forest developed under natural conditions and undisturbed by human activities".

The largest area with virgin and quasi-virgin forests in the European Union, respectively two-thirds, is found in Romania, which is mostly made up of deciduous forests.

The identification of virgin and quasi-virgin forests started in 2012, based on Order No. 3397/2012. Following the inventory carried out starting from 2016 to 2022, virgin forests were identified on the surface of 24 counties. According to the latest results, there is a total area of 71,077.44 ha, of which 8,579.8 ha are virgin forests and 62,497.64 ha are quasi-virgin forests. The largest share of virgin forests is in Caraș-Severin and Gorj counties, representing 25.5% and 16.5% respectively of the total area with virgin forests in the country.

The largest area with virgin forests is public property of the state (53481.97 ha) and public UAT (Territorial Administrative Units - 5310.72 ha). The most widespread virgin forest types are beech forests (51%) and spruce and mixed spruce forests (38%).

Virgin forests represent a natural heritage of inestimable value and concern for their existence and protection should be permanent. The continuous research of these unique forest ecosystems is a priority both at the national and international levels, especially through the need to deepen the understanding of the principles that determine their stability and functionality.

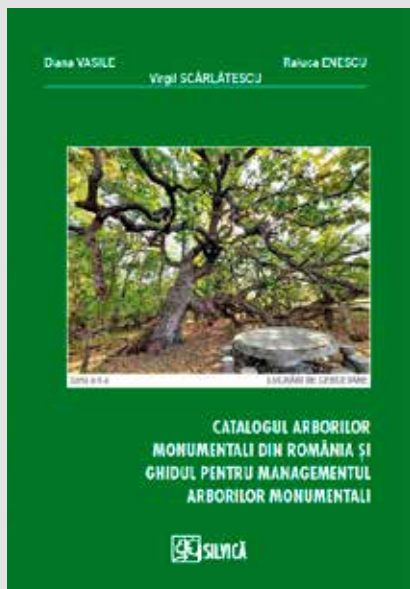
Keywords: protected area, ecosystem, inventory, virgin forests, quasi-virgin forests.

Recenzie

Diana Vasile, Virgil Scărlătescu, Raluca Enescu (2022). Catalogul arborilor monumentali din România și ghidul pentru managementul arborilor monumentali. Ed. Silvică, 314 p.

O carte interesantă, care scoate la lumină numeroase monumente ale naturii din toate colțurile țării și le prezintă coerent, științific, precis localizate, biometric definite, împreună cu starea lor actuală de sănătate.

Un catalog valoros, care concentrează științific pe ordine, familii și genuri, comorile patrimoniului nostru natural și cultural și care astfel se alătură patrimoniului universal.



1



2

Fig. 1. Coperta cărții (față); Fig. 2. Bradul din pădurea virgină de la Șinca (Foto: V. Scărlătescu)

Un album care ne umple de bucurie și în același timp un ghid practic, deosebit de important pentru managementul arborilor monumentali, nu rareori uitați sau neglijați.

Felicitări Ministerului Cercetării, Inovării și Digitalizării pentru proiectul care a oferit ocazia colectivului de cercetători de la INCDS "Marin Drăcea", să realizeze acest catalog, care ne-a încântat prin fotografiile arborilor monu-

mentali și datele științifice riguroase.

Prin această lucrare, colectivul de cercetători aduce o contribuție consistentă la punerea în valoare a patrimoniului nostru natural și cultural și la progresul în silvicultură, fapt pentru care propunem premiarea Catalogului arborilor monumentali de către Societatea „Progresul Silvic”.

Important este ca acest catalog să con-

stituie un pas hotărâtor în elaborarea „Cărții de aur a arborilor excepționali”, așteptat cu atâta nerăbdare de Societatea „Progresul Silvic”. Acum este relativ ușor să completăm articolele publicate până în prezent în *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, cu noi detalii privind arborii monumentali din catalog.

Dr. ing. Valentin Bolea

Detectarea și localizarea incendiilor de pădure și urmărirea evoluției acestora pe baza imaginilor satelitare de înaltă rezoluție temporală

Adrian Lorent^{1,2} ✉, Vladimir Gancz¹, Marius Petrila¹, Bogdan Apostol¹, Florin Capalb^{1,2}, Cristiana Marcu¹, Ovidiu Badea^{1,2}

✉ autor corespondent

¹ Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Voluntari, România

² Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea "Transilvania" din Brașov, Brașov, România

1. Introducere

Detectarea cât mai timpurie a incendiilor de vegetație și a celor de pădure în special este de mare importanță și ajutor în managementul riscului la incendii, pentru ca alertarea să se producă cât mai repede, forțele de intervenție să intervină rapid și pentru a se lua măsurile adecvate și prompte pentru protejarea populației și a infrastructurii sensibile (Lorent²⁰²¹).

Teledetecția este utilizată cu succes în acest sens, în special odată cu lansarea pe orbită a unor senzori de observare a Pământului de mare rezoluție temporală, cum sunt MODIS sau VIIRS. MODIS (*MODERate Resolution Imaging Spectroradiometer*) este un senzor aflat la bordul a doi sateliți lansați de NASA, TERRA și AQUA care vizualizează întreaga suprafață a Pământului la fiecare 1 până la 2 zile, achiziționând date în 36 de benzi spectrale sau intervale de lungimi de undă (Crosson et al. 2012). Senzorul MODIS identifică zonele de la sol care sunt distinct mai fierbinți decât împrejurimile lor și le semnalează drept incendii active. Diferența de temperatură, dintre zonele care ard activ față de zonele învecinate, permite detectarea și cartografierea incendiilor active. Rezoluția spațială a pixelului activ de detectare a incendiului a senzorului MODIS este de 1 km (Hawbaker 2008).

Senzorul VIIRS (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite*) de la bordul satelitului NASA/NOAA *Suomi National Polar-orbiting Partnership* (SNPP) folosește algoritmi

similari celor utilizați de MODIS pentru a detecta incendiile active. Rezoluția spațială a pixelului activ de detectare a incendiului pentru VIIRS este de 375 m ceea ce determină ca senzorul să fie capabil să detecteze incendii pe suprafețe mai mici (e.g. sub 30 ha) și poate suplimenta astfel incendiile active detectate de senzorul MODIS (Briones-Herrera et al. 2020, Fu et al. 2020).

Ambii senzori permit detectarea în timp cvasi-real a incendiilor de vegetație precum și cartarea suprafețelor incendiate (Ying et al. 2019, Fornacca et al. 2017, Veraverbeke et al. 2014, Oliva & Schroeder 2015, Coskuner 2022).

Detectarea incendiilor active este realizată pentru a oferi o imagine sinoptică a incendiilor actuale și ca mijloc de a ajuta la cartografierea ulterioară a perimetrelor afectate de incendiu.

Prelucrarea imaginilor MODIS și VIIRS este realizată atât de Centrul de Cercetare al Comisiei Europene (*Joint Research Centre - JRC*), cât și de NASA, ambele având dezvoltate platforme pentru publicarea produselor obținute: incendiile active și suprafața afectată de incendii. Informațiile despre incendiile active sunt, în mod normal, actualizate de 6 ori pe zi și sunt disponibile în platformele online în 2-3 ore de la achiziționarea imaginilor satelitare MODIS/VIIRS (Coskuner 2022).

În Europa, platforma dedicată pentru publicarea produselor de telelecție dedicată incendiilor este *European Forest Fire Information System (EFFIS)*¹ care a devenit operațională în anul 2000, în timp ce NASA a dezvoltat geoportulul *Fire Information for Resource Management System (FIRMS)*². Detectarea activă a incendiilor și estimarea rapidă a distrugerilor se bazează pe date/imagini furnizate de senzorul MODIS plasat la bordul sateliților (tandem) NASA, Terra și Aqua. Imaginile

¹ https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/

² <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map>

În domeniul spectral infraroșu termal (benzile spectrale 20-23) sunt utilizate pentru cartarea așa numitelor *hot-spots* (incendii active), iar imaginile din domeniul roșu și infraroșu apropiat (benzile spectrale 1-7) sunt utilizate pentru cartarea zonelor afectate de incendii. Adicional, se utilizează și imagini provenite de la senzorul VIIRS.

Pentru detectarea incendiilor și urmărirea evoluției acestora se pot utiliza și sateliți cu rezoluție spațială semnificativ mai mare decât a celor 2 senzori menționați anterior, respectiv sateliții Sentinel 2 (care au rezoluții de 10 și 20 m și timpul de revizitare de 5 zile). Misiunea este formată din doi sateliți, Sentinel 2A și Sentinel 2B, care orbitează în jurul Pământului pe o orbită cvasipolară, heliosincronă la altitudinea de 786 km, în opoziție de fază, astfel încât perioada de revenire (rezoluția temporară) la latitudinea țării noastre este de 5 zile (Thales Alenia Space 2021).

Sateliții Sentinel 2 sunt echipați cu un captor-senzor de colectare a imaginilor suprafeței terestre denumit *MultiSpectral Imager* (MSI), de tip *push-broom*, cu 13 benzi spectrale care înregistrează imagini pe o bandă lată de 290 km sub satelit (stânga-dreapta față de nadir).

Rezoluția spațială este diferită pentru cele 13 benzi, de la 10 m pentru benzile 2, 3, 4 și 8 (vizibil și infraroșu apropiat - NIR), 20m pentru benzile 5, 6, 7, 8a, 11 și 12 (benzi în zona "red edge" și SWIR) și 60 m pentru benzile 1, 9 și 10 (benzi de corecție atmosferică) (Thales Alenia Space 2021). Imaginile Sentinel 2 au fost descărcate corectate atmosferic (produsele 2A) și au fost reproiectate din proiecția nativă UTM/WGS84 în Stereografic 1970.

O altă sursă de date satelitare o constituie produsele satelitare furnizate de către compania *Planet Labs* care a lansat pe orbită constelația de sateliți *Doves* care constă într-o suită de peste 300 de sateliți cubici de mici dimensiuni care sunt capabili să ofere imagini zilnice pentru aceeași zonă cu o rezoluție geometrică de 3 m la nadir. *SkySat* este cea de-a doua constelație de sateliți *Planet Lab* și care este alcătuită în prezent din 21 de sateliți care pot fi însărcinați să preia imagini deasupra aceluiași zone la o rezoluție geometrică de 50 cm și cu rezoluție temporală sub-zilnică³.

Obiectivul studiului a constat în testarea posibilităților de detectare și localizare a incendiilor de pădure pe baza utilizării imaginilor satelitare de înaltă rezoluție temporală, precum și urmărirea evoluției acestora.

2. Material și metodă

Cercetările efectuate în cadrul acestui studiu s-au desfășurat într-o zonă împădurită din raza comunelor Jiana și Pătulele din județul Mehedinți (Fig.1).

Anul 2021 a fost unul ieșit din comun în ceea ce privește incendiile de vegetație (miriști și fond forestier), acestea producându-se cu o frecvență remarcabilă, pe fondul unei perioade de secetă și uscăciune coroborate cu practicile de incendiere a miriștilor pentru curățarea terenurilor de către localnici. Astfel, în perioada 01.07-30.09.2021 s-au produs în județ 852 de incendii care au

pornit de la miriști și vegetație uscată de pe terenuri necultivate, dintre care 35 de incendii s-au manifestat în fond forestier, din care 24 incendii de litieră în arborete mature și 11 incendii în plantații forestiere (date comunicate de către ISU Mehedinți). Practic, în lunile iulie și august (și într-o oarecare măsură și în septembrie), pompierii militari au intervenit aproape zilnic pentru stingerea incendiilor de vegetație, acestea punând în pericol gospodăriile din sate și extinzându-se chiar în gospodăriile cetățenilor, cum a fost cazul incendiului produs în data de 8 august în raza localității Scăpău din comuna Devesel, în care acesta s-a extins în 7 gospodării. Astfel, în raza celor 2 comune, Jiana și Pătulele, au fost afectate de incendiu suprafețe extinse de pădure în perioada 4-13 august 2021, prin urmare a fost aleasă această zonă pentru a se testa modul în care teledetecția poate contribui la gestionarea situațiilor de urgență de acest tip, pe de o parte prin detectarea locurilor de inițiere a incendiilor și pe de altă parte prin urmărirea evoluției în timp a acestora.



Fig. 1. Localizarea cercetărilor (o zonă împădurită din raza comunelor Jiana și Pătulele din județul Mehedinți) (Lorenț et al. 2022)

Datele privind incendiile de pădure produse în raza comunelor Jiana și Pătulele în luna august 2021 au fost obținute de la Ocolul Silvic Renașterea Pădurii și Ocolul Silvic Vînju Mare, acestea fiind cele care administrează suprafețele de pădure din trupul Jiana și respectiv, Pătulele. Totodată, au fost utilizate evidențele

3 <https://www.planet.com/our-constellations/>

electronice tabelare, care sintetizează rapoartele de incendii pentru anul 2021 furnizate de către Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor (MMAP). Aceste rapoarte conțin o descriere detaliată a incendiilor, cum ar fi data și ora izbucnirii incendiului, a primei intervenții și a stingerii incendiului, coordonatele geografice ale incendiului, tipul incendiului, compoziția arboretului și vârsta acestuia, forțele de intervenție participante la intervenție, cauza producerii incendiului etc. Aceste informații au fost centralizate într-un tabel sintetic pentru a fi utilizate ulterior (Tab.1).

Tab. 1. Centralizarea incendiilor de pădure înregistrate în trupurile de pădure Jiana și Pătulele în perioada 04-13.08.2021 (conform rapoartelor de incendiu redactate de către ocoalele silvice și centralizatorul sintetic al incendiilor din 2021 furnizat de MMAP)

OS	UP	ua	Comp	Vârsta (ani)	Sa (ha)	Tip Inc.	Data și ora	
							izbucnire	stingere
Renașterea Pădurii	UP II Burila	89-242%	10 SC	10;12	160,0	liti-eră	04.08.2021 15:10	06.08.2021 12:00
Vinju Mare	IX Burila Mare	82	10 SC	12	4,0	liti-eră	04.08.2021 17:00	04.08.2021 22:00
Vinju Mare	IX Burila Mare	38A-C, 39, 46AC, 50	10 SC	2; 22	43,41	liti-eră	04.08.2021 17:00	04.08.2021 21:30
Renașterea Pădurii	XXIV Mehedinti	292%-300%	10 SC	6; 30	80,0	liti-eră	06.08.2021 12:30	07.08.2021 6:00
Vinju Mare	IX Burila Mare	84A	10 SC	15	10,0	liti-eră	07.08.2021 12:00	07.08.2021 22:15
Greengold Vest SRL	XV	21-30, 37, 38%	fo	21-30; 37; 38	173,3	liti-eră	09.08.2021 14:15	10.08.2021 -
Vinju Mare	IX Burila Mare	84	10 SC	15	3,24	liti-eră	09.08.2021 10:45	09.08.2021 14:00
Renașterea Pădurii	XXIV Mehedinti	2, 3, 31, 32	10 SC	6; 20	70,0	liti-eră	11.08.2021 13:40	11.08.2021 14:00
Renașterea Pădurii	XXIV Mehedinti II Burila	4%-15%, 7%, 8%	10 SC	6; 20	55,0	liti-eră	11.08.2021 16:20	11.08.2021 19:20
Renașterea Pădurii	I Gogosu	101	Plant SC	6; 10	8,0	liti-eră	13.08.2021 14:00	13.08.2021 15:00
Renașterea Pădurii	XXIV Mehedinti	6%, 8%	10 SC	6; 10	5,0	liti-eră	14.08.2021 14:00	14.08.2021 15:40

Notă: Sa: Suprafața afectată; Comp: compoziție, fo-foioase, Plant: plantație; Tip inc: tip incendiu

În total au fost raportate **11 incendii de pădure** produse într-un interval de 10 zile care au afectat o suprafață totală de 611,85 ha. Incendiile au fost de suprafață, afectând litiera, vegetația erbacee, subarboretul, lemnul mort de la sol. De asemenea, acestea au afectat preponderent arborete și plantații de salcâm. Cauza raportată a incendiilor a fost propagarea din teren agricol pentru 10 dintre incendii și, respectiv, arderea miriștilor pentru 1 incendiu. Se constată că incendiile au fost inițiate de localnici în terenurile arabile limitrofe fondului forestier care, lăsate nesupravegheate, s-au extins cuprinzând și

arboretele din zonă.

Pentru **localizarea incendiilor și urmărirea evoluției** acestora s-au utilizat **imagini satelitare** Sentinel 2 disponibile gratuit pe platforma Copernicus (<https://scihub.copernicus.eu/>), cât și două imagini înregistrate de sateliți din constelația Doves. Imaginile Doves sunt preluate în 4 benzi spectrale (3 benzi în spectrul vizibil și o bandă în spectrul infraroșu apropiat), ora de revizitare zilnică la Nadir este 8:30 GMT (11:30 ora locală, oră de vară). Aceste imagini au fost obținute prin amabilitatea domnului prof. Mihai Daniel Niță, cadru didactic al Facultății de Silvicultură și Exploatarea Forestiere, Universitatea "Transilvania" din Brașov.

Totodată s-au utilizat date satelitare privind locul incendiilor provenite de la senzorii MODIS și VIIRS, descărcate de platforma EFFIS.

Astfel, pentru atingerea obiectivului studiului au fost descărcate 9 imagini satelitare Sentinel 2 (pentru zilele de 01.08.2021, 04.08.2021, 06.08.2021, 11.08.2021, 19.08.2021, 24.08.2021, 03.09.2021 și 08.09.2021), precum și datele vectoriale MODIS și VIIRS, reprezentând incendiile active de tip punct și extinderea suprafețelor incendiate de tip poligon derivate din imaginile MODIS au fost obținute de pe platforma EFFIS pentru toată luna august. Acestea sunt în format *shapefile* de tip punct în proiecție ETRS89.

Pentru localizarea incendiilor și urmărirea propagării acestora, au fost comparate imaginile Sentinel 2 și Doves înregistrate în perioada acestor incendii cu informațiile oferite de produsele MODIS și VIIRS, precum și cu datele din teren raportate de către ocoale silvice.

3. Rezultate și discuții

Prin utilizarea imaginii Sentinel 2 (combinația benzilor spectrale 8, 4, 3) înregistrată în 01.08.2021 se observă situația inițială a trupului Jiana, înainte de propagarea incendiilor în fondul forestier (Fig. 2).

Punctele semnalizate de produsele bazate pe imaginile senzorilor MODIS și VIIRS, precum și punctele indicate de observațiile la sol (coordonatele incendiilor raportate de către ocoalele silvice) au fost suprapuse peste imaginea Sentinel 2 din 4 august 2021 (Fig. 3).

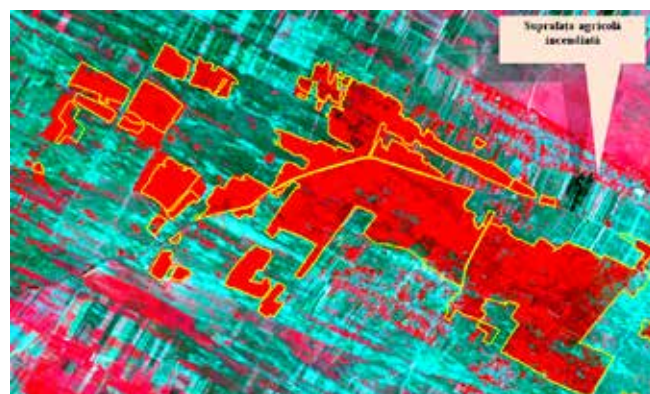


Fig. 2. Trupul Jiana - Imagine Sentinel 2 (combinația benzilor spectrale 8,4,3) din 1 august 2021. Cu linie galbenă-limita fondului forestier. Suprafața forestieră nu este afectată încă de incendii (imagine Sentinel 2 prelucrată după Lorenț et al. 2022)

Senzorul VIIRS a detectat 20 anomalii termale (incendii) în zona de studiu în perioada 4-13 august, în timp ce senzorul MODIS a detectat doar 6. Aceasta diferență poate fi explicabilă prin faptul că rezoluția spațială a pixelului activ de detectare a incendiului caracteristic senzorului MODIS este de 1 km, comparativ cu cel al senzorului VIIRS, care prezintă o sensibilitate mai mare, având o rezoluție spațială de 375 m. Astfel, se observă că punctul indicat de senzorul MODIS este mai apropiat de zona reală de declanșare a incendiului pe terenul agricol aflat la nord-est de trupul Jiana (~285 m) comparativ cu punctul indicat pe teren (~500 m).

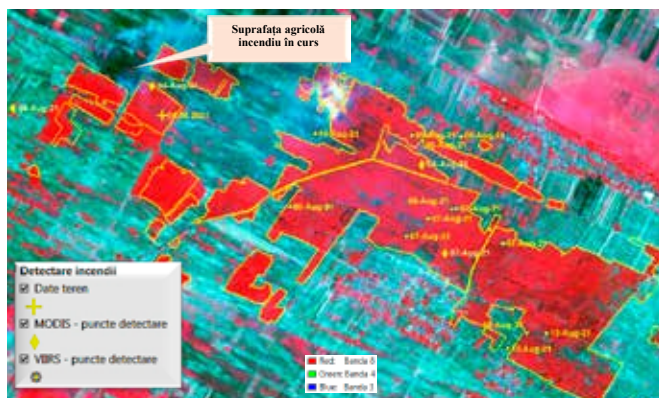


Fig. 3. Imagine Sentinel 2 (combi-nația benzilor spectrale 8,4,3) trupul Jiana. Situația la 4 august 2021

Incendiul s-a propagat ulterior în fondul forestier, imaginea Sentinel 2 înregistrată în 6 august (Fig. 4) arată extinderea acestuia spre sud-est, iar punctele de incendii reprezentând anomaliile termale extrase de la senzorii MODIS și VIIRS arată, de asemenea, aceeași extindere.



Fig. 4. Trupul Jiana - imagine Sentinel 2 (combi-nația benzilor spectrale 8,4,3) din 4 august 2021

Următoarea imagine Sentinel 2 disponibilă, pune în evidență extinderea incendiului în fond forestier și pe terenul agricol în 11 august (Fig. 5). Deși nu sunt disponibile imagini Sentinel 2 la date intermediare, se poate observa ritmul de propagare a incendiilor din datele oferite de produsele MODIS și VIIRS. Conform acestora, se deduce că incendiul a continuat și după 11 august, până pe 13 august în partea de sud-est a trupului Jiana. De asemenea, se poate constata faptul că, deși rezoluția geometrică a pixelului activ de detectare a incendiului pentru senzorul MODIS este de 1 km, delimitarea suprafeței incendiate detectate pe baza

imaginilor MODIS se realizează cu acuratețe. Totodată, serviciul oferă și suprafața total afectată de incendiu (Fig. 5), care are o acuratețe destul de bună, ținând cont de rezoluția geometrică spațială a imaginilor MODIS utilizate pentru cartarea suprafețelor incendiate (250 m).

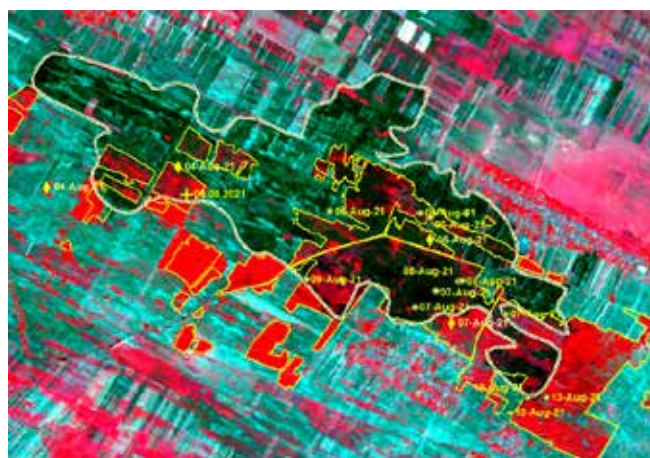


Fig. 5. Imagine Sentinel 2, trupul Jiana. Situația la 11 august 2021. Sunt prezentate punctele semnalizate de sateliții MODIS și VIIRS, precum și punctul indicat de observațiile la sol. Se observă că datele indicate de sateliți coincid cu extinderea incendiului. Suprafață detectată pe baza imaginilor MODIS cu linie întreruptă pe fond galben. Se remarcă acuratețea acestei limite cu toate că rezoluția geometrică a pixelului activ de detectare a incendiului senzorul MODIS este de 1000 m.

Un alt exemplu de detectare și localizare a incendiilor de pădure în timp cvasi-real pe baza imaginilor satelitare de înaltă rezoluție temporală este cel care prezintă situația incendiului în cazul trupului Pătulele, unde un incendiu pe o suprafață agricolă declanșat în 9 august s-a extins ulterior și în fondul forestier. Astfel, imaginea Sentinel 2 înregistrată în 6 august prezintă situația înainte de declanșarea incendiilor (Fig. 6).

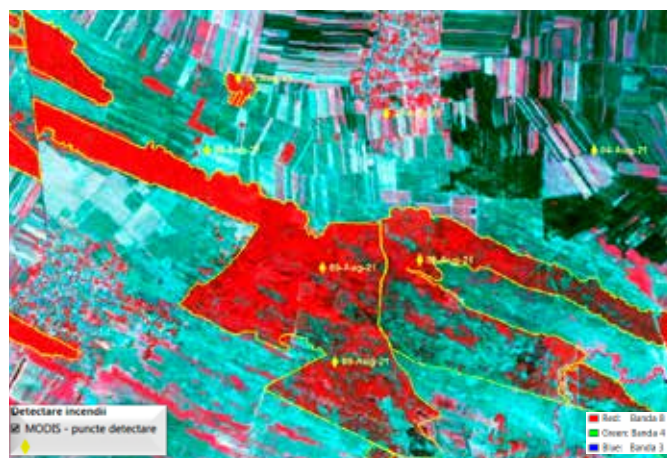


Fig. 6. Imagine Sentinel 2, trupul Pătulele. Situația la 6 august 2021. Sunt prezentate punctele semnalizate de senzorul MODIS.

În 9 august (Fig. 7) apare un incendiu pe terenul agricol din nord-vestul trupului. Imaginea surprinde extinderea incendiului la ora 9:30 GMT (12:30 ora locală, oră de vară), moment în care se observă apariția incendiului și în fond forestier. Se observă, de asemenea, pana de fum și chiar foc deschis pe terenul agricol. Este de

menționat că, la acea oră, vântul bătea cu aproximativ 5 km/h din direcția nord-est. Datele meteorologice au fost descărcate de pe site-ul <https://www.visualcrossing.com/weather/weather-data-services>. Se remarcă punctele semnalizate de produsul MODIS care indică apariția și propagarea incendiului în 9 august.

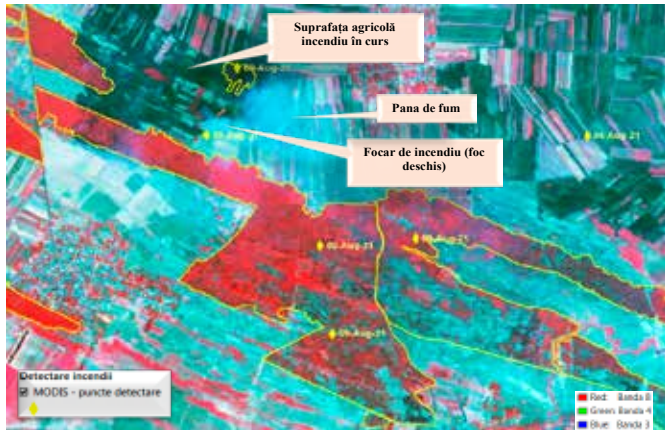


Fig. 7. Imagine Sentinel 2, trupul Pătulele. Situația la 9 august 2021. Sunt prezentate punctele semnalizate de senzorul MODIS. Se observă terenul agricol incendiat la nord-vest. Incendiu este în curs, se remarcă pana de fum și chiar foc deschis.

Următoarea imagine Sentinel 2 disponibilă este înregistrată în 11 august 2021 (Fig. 8). Pe această imagine se observă extinderea finală a incendiului atât pe terenul agricol cât și în fondul forestier. Incendiu s-a propagat rapid de pe terenurile agricole în fondul forestier, în aceeași zi, după cum indică semnalizările senzorului MODIS. Suprafața afectată extrasă de pe imaginea MODIS coincide foarte bine cu cea vizibilă pe imaginea Sentinel 2, în special în partea de Est a trupului Pătulele.

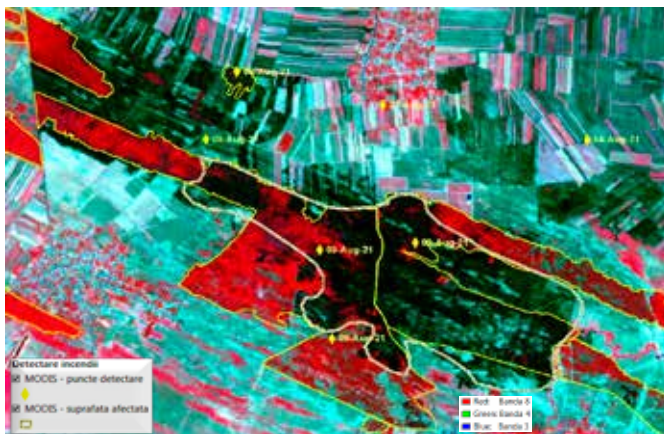


Fig. 8. Imagine Sentinel 2, trupul Pătulele. Situația la 11 august 2021. Sunt prezentate punctele semnalizate de senzorul MODIS. Incendiu s-a propagat rapid de pe terenurile agricole în fondul forestier.

În ceea ce privește situația declanșării incendiului, aceasta a fost analizată pe o imagine satelitară Doves, înregistrată în 09.08.2021 ora 8:30 GMT.

O serie de imagini ale unui detaliu din suprafața trupului Pătulele, unde s-a declanșat incendiu sunt prezentate pentru a evidenția etapele din evoluția acestuia (Fig. 9).

Pe imaginea Sentinel 2 din 6.08.2021 (Fig. 9A) se poate remarca că locul unde apare incendiul în fond forestier

este reprezentat de un mic gol în pădure. Asta sugerează că focul s-a propagat prin litieră, fapt confirmat și de observațiile efectuate în teren. Pe imaginea Doves, înregistrată în 09.08.2021 la ora 8:30 GMT (11:30 ora locală, oră de vară), cu o oră înainte de trecerea satelitului Sentinel 2 se observă suprafața agricolă arsă, incendiul este în curs și s-a propagat și în suprafața de pădure din sud, unde este la început (Fig. 9B). Pe imaginea Sentinel 2 din 09.08.2021 ora 9:30 GMT (12:30 ora locală, oră de vară), deci cu o oră după imaginea Doves, se observă că incendiul s-a propagat atât pe suprafața agricolă cât și în pădure, fiind semnalat și foc deschis pe suprafața agricolă (Fig. 9C). Din analiza comparativă a Fig. 9B și 9C se poate observa faptul că focul s-a propagat într-o oră pe o distanță de aproximativ 500 m (măsurată pe imagine, în mediu GIS), favorizat și de vântul din nord-est, care sufla la acea oră.

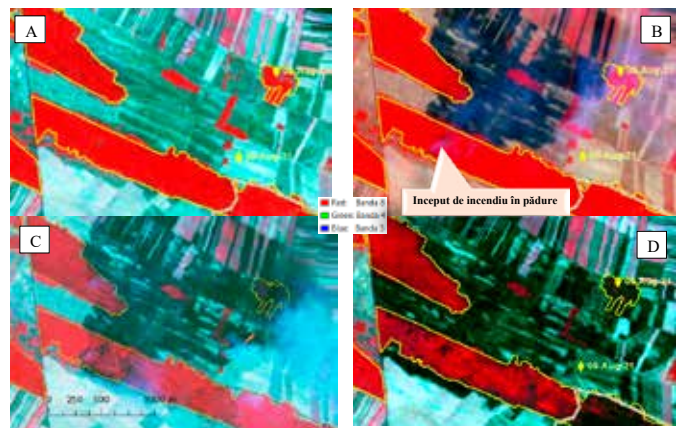


Fig. 9. Trupul Pătulele – detaliu. A) Imagine Sentinel 2, 06.08.2021: nu a apărut vreun focar de incendiu; B) Imagine Doves, 09.08.2021 ora 8:30 GMT: suprafață agricole arsă, incendiu în curs s-a propagat și în suprafața de pădure din sud; C) Imagine Sentinel 2, 09.08.2021 ora 9:30 GMT: incendiu în curs, atât pe suprafața agricolă cât și în pădure; se observă și foc deschis; D) Imagine Sentinel 2, 11.08.2021: efectul incendiului.

Astfel, din combinarea diferitelor surse de date de teledetecție s-a reușit reconstituirea evoluției incendiilor din luna august 2021 în cadrul trupului de pădure Jiana. Datele MODIS și VIIRS au semnalat corect focarele de incendiu active în zonă, fapt confirmat atât de rapoartele de incendii ale ocoalelor silvice cât și de imaginile satelitare Sentinel 2 și Doves.

În ceea ce privește suprafața de pădure afectată de incendii în cele două trupuri de pădure pe perioada analizată, suprafața obținută din datele MODIS totalizează 859,47 ha, din care 493,30 ha în trupul Jiana și 366,17 ha în trupul Pătulele. Din datele raportate de către silvicultori, suprafața totală incendiată pentru Trupul Jiana a fost de 308,65 ha (7 incendii), iar pentru Trupul Pătulele a fost de 303,3 ha (4 incendii) cu un total pe cele două trupuri de 611,85 ha. Se constată o diferență în plus de 247,62 ha (40,47%) a suprafeței totale arse determinată după imaginile MODIS comparativ cu datele de teren. Între suprafețele derivate MODIS comparativ cu cele raportate din teren. Menționăm că suprafețele incendiate descărcate de pe platforma EFFIS

sunt determinate în baza imaginilor zilnice MODIS cu rezoluția spațială de 250 m, iar perimetrele incendiilor sunt rafinate din 2018 prin utilizarea și a imaginilor Sentinel 2 cu rezoluția de 20 m⁴. Imaginile capturate de senzorul VIIRS nu sunt utilizate de EFFIS în procesul de cartare al suprafețelor incendiate. Ca urmare a rezoluției spațiale scăzute, senzorul MODIS tinde să nu surprindă incendiile pe suprafețe mici, performanța acestuia la detectarea incendiilor crescând pe măsură ce mărimea incendiilor crește (Coskuner 2022, Katagin și Gitas (2022). Franquesa et al. 2022 au evaluat sursele de erori care influențează acuratețea suprafețelor arse derivate din produsele MODIS la nivel global utilizând ca date de referință suprafețele incendiilor delimitate pe baza imaginilor satelitare multitemporale Landsat 8. Densitatea activă a focului, severitatea incendiului, dimensiunea poligoanelor arse și clasa de acoperire a terenului au fost selectate ca variabile explicative pentru erorile de omitere și comitere. Rezultatele au indicat că cea mai mare contribuție la erorile de comitere (70-80%) a fost legată de dimensiunea pixelilor, în special când pixelii sunt doar parțial afectați de incendiu.

Katagin și Gitas (2022) au evaluat performanțele celor mai noi categorii de produse MODIS pentru evaluarea suprafețelor incendiate în ecosisteme mediteraneene și raportat că estimările spațiale ale suprafețelor incendiate au prezentat un acord destul de satisfăcător cu datele de referință, atingând o medie de 78% în rata de detectare.

Într-un alt studiu, desfășurat în cadrul aceleiași zone de cercetare, s-au utilizat imagini Sentinel 2 pentru cartarea suprafețelor afectate de incendii în cele două trupuri de pădure și determinarea severității incendiilor, suprafața total incendiată determinată prin intermediul indicelui *Differential Normalized Burn Index (dNBR)*, fiind de 756,3 ha, prin urmare o estimare în plus față de raportările silvice de 144,5 ha (23,62%) (Lorenț et al. 2022). Această diferență de suprafață ar putea fi explicată, într-o anumită măsură, de faptul că datele raportate privind suprafețele arse reprezintă, în general, estimări și nu măsurători de precizie ale perimetrelor incendiate. Totodată, studiul a constatat că severitatea incendiilor în pădurile de salcâm din cele două trupuri de pădure este corelată cu consistența și înălțimea arboretelor. Corelația dintre dNBR și consistența arboretelor este negativă, ceea ce înseamnă că un grad scăzut de închidere a coroanelor tinde să indice pe imaginile satelitare un grad de afectare mai ridicat decât cel real, deoarece vegetația erbacee și subarboretul sunt mai abundente și mai ușor vizibile pe imaginea satelitară. De asemenea, arboretele cu înălțime redusă (sub 10 m) sunt mai grav afectate de incendii din cauza căldurii degajate de arderea stratului ierbos și a litierei, care se propagă mai ușor la coroanele arborilor, ceea ce a determinat obținerea de valori mai ridicate ale indicelui de severitate.

4. Concluzii

În ceea ce privește detectarea incendiilor de pădure și urmărirea evoluției propagării incendiilor prin utilizarea imaginilor satelitare, s-a confirmat faptul că punctele de

ignție ale incendiilor semnalate din datele senzorilor cu mare rezoluție temporală (MODIS și VIIRS) și furnizate de EFFIS au surprins corect incendiile de pădure analizate în zona de studiu.

Estimările suprafețelor de pădure incendiate se realizează cu o acuratețe satisfăcătoare, în special în cazul incendiilor care se manifestă pe suprafețe mari și în arborete cu densitate mai redusă, întrucât rezoluțiile spațiale scăzute ale senzorilor au limitări în cazul detectării și cartării incendiilor de litieră dezvoltate sub arborete închise, cu densitate ridicată.

Prin urmare se recomandă utilizarea acestor sisteme bazate pe utilizarea teledetecției pentru alertarea timpurie a incendiilor, și totodată ca instrument de analiză comparativă cu cel al determinării suprafețelor de pădure incendiate prin măsurători la sol.

Prin combinarea datelor satelitare de înaltă rezoluție spațială (e.g. Sentinel 2 și Doves), se poate reconstitui în mod fidel și precis, evoluția aproape zilnică a incendiilor (cu condiția ca cerul să nu fie acoperit de nori în momentul înregistrării imaginilor).

Finanțare și mulțumiri

Cercetările din cadrul acestui studiu au fost finanțate de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării, prin Programul Național Nucleu FORCLIMSOC (Contract 12N/2023), proiectul PN23090204, Programul Național Nucleu BIOSERV (contract 12N/2019), proiectul PN19070108, iar diseminarea prin proiectul „Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS „Marin Drăcea” în activitatea de CDI - CresPerfInst” (Contract 34PFE/30.12.2021) finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării prin Programul 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare, Subprogram 1.2 - Performanță instituțională - Proiecte de finanțare a excelenței în CDI. Adresăm mulțumiri OS Renașterea Pădurii și OS Jiana pentru sprijinul acordat în desfășurarea cercetărilor.

Bibliografie

- Briones-Herrera CI, Vega-Nieva, DJ, Monjarás-Vega N A, Briseño-Reyes J, López-Serrano PM, Corral-Rivas JJ, Alvarado-Celestino, E, Arellano-Pérez S, Álvarez-González JG, Ruiz-González AD, Jolly WM, Parks SA (2020).** Near real-time automated early mapping of the perimeter of large forest fires from the aggregation of VIIRS and MODIS active fires in Mexico. *Remote Sensing*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/RS12122061>
- Coskuner KA (2022).** Assessing the performance of MODIS and VIIRS active fire products in the monitoring of wildfires: a case study in Turkey. *IForest*, 15(2), 85-94. <https://doi.org/10.3832/ifor3754-015>
- Crosson WL, Al-Hamdan MZ, Hemmings SNJ, Wade GM (2012).** A daily merged MODIS Aqua-Terra land surface temperature data set for the conterminous United States. *Remote Sensing Of Environment*, 119, 315-324.
- Fornacca D, Ren G, & Xiao W (2017).** Performance of three MODIS fire products (MCD45A1, MCD64A1, MCD14ML), and ESA Fire_CCI in a mountainous area of Northwest Yunnan, China, characterized by frequent small fires. *Remote Sensing*, 9(11), 1131. <https://doi.org/10.3390/rs9111131>
- Franquesa M, Stehman S V, & Chuvieco E (2022).** Assessment and characterization of sources of error impacting the accuracy of global

4 <https://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis/technical-background/rapid-damage-assessment>

burned area products. *Remote Sensing of Environment*, 280, 113214. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113214>

Fu Y, Li R, Wang X, Bergeron Y, Valeria O, Chavardès RD, Wang Y, Hu J (2020). Fire detection and fire radiative power in forests and low-biomass lands in northeast Asia: MODIS versus VIIRS fire products. *Remote Sensing*, 12(18), 1–20. <https://doi.org/10.3390/rs12182870>

Hawbaker TJ, Radeloff VC, Syphard AD, Zhu Z, & Stewart SI (2008). Detection rates of the MODIS active fire product in the United States. *Remote Sensing of Environment*, 112(5), 2656–2664. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.12.008>

Katagis T, & Gitas IZ (2022). Assessing the accuracy of MODIS MCD64A1 C6 and FireCCI51 burned area products in Mediterranean ecosystems. *Remote Sensing*, 14(3), 602. <https://doi.org/10.3390/rs14030602>

Lorenț A (coordonator) (2021). Studiu privind apărarea pădurilor împotriva incendiilor. Proiectul SIPOCA 395 <http://www.mmediu.ro/app/webroot/uploads/files/Studii.zip>

Lorenț A, Petrila M, Gancz V, Apostol B, Capalb F, Badea O (2022). Quick assessment of burn area and burn severity on black locust stands using Sentinel 2 imagery in South-West Romania. In Viegas DX & Ribeiro LM (Ed.) *Advances in Forest Fire Research*, 1282-1291.

Oliva P, Schroeder W (2015). Assessment of VIIRS 375m active fire detection product for direct burned area mapping. *Remote Sensing of Environment*, 160, 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.01.010>

Thales Alenia Space (2021). Sentinel-2 Products Specification Document. <https://sentinel.esa.int/documents/247904/685211/sentinel-2-products-specification-document>

Veraverbeke S, Sedano F, Hook SJ, Randerson JT, Jin Y, Rogers BM (2014). Mapping the daily progression of large wildland fires using MODIS active fire data. *International Journal of Wildland Fire*, 23(5), 655–667. <https://doi.org/10.1071/WF13015>

Ying L, Shen Z, Yang M, Piao S (2019). Wildfire detection probability of MODIS fire products under the constraint of environmental factors: A study based on confirmed ground wildfire records. *Remote Sensing*, 11(24), 3031. <https://doi.org/10.3390/rs11243031>

<https://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis/technical-background/rapid-damage-assessment>

https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis_current_situation/

<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map>

<https://www.planet.com/our-constellations/>

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

<http://193.136.200.59/chapter?chapter=9789892622989194>

Abstract

Detection and localization of forest fires and tracking their evolution based on high temporal resolution satellite images

Early detection of vegetation fires and forest fires in particular is of great importance and helps in fire risk management so that alerting and intervention can take place quickly and the necessary measures can be taken in time to protect the population and sensitive infrastructure. Remote sensing is successfully used in this respect, especially with the launch into orbit of Earth observation sensors with high temporal resolution such as MODIS or VIIRS. The present research was carried out in a forested area within the administrative borders of Jiana and Pătulele communes in Mehedinți County (South-West Romania). The year 2021 was unusual in terms of vegetation fires (agricultural and forest fires), these occurring with a remarkable frequency, following a period of drought combined with local practices of burning stubble to clear the agricultural parcels. Thus, in the period 01.07-30.09.2021, 852 fires in the county started from stubble and dry vegetation on uncultivated land, of which 35 fires occurred in the forest, 24 surface fires in mature stands and 11 fires burned forest plantations. To detect, locate the fires and track their evolution, Sentinel 2 satellite images (which have spatial resolutions of 10 and 20 m and a revisit time of 5 days) were used, freely available on the Copernicus platform, as well as two images recorded by the Doves satellite constellation. It was confirmed that fire hotspots derived from high temporal resolution satellite data (MODIS and VIIRS) and provided by EFFIS correctly captured the forest fires analyzed in the study area. At the same time, by combining high spatial resolution satellite data (Sentinel 2 and Doves), the almost daily evolution of fires can be faithfully and precisely reconstructed, on the condition that the sky is not covered by clouds at the time of image recording.

Keywords: forest fires, fire detection, disaster management, high temporal resolution satellite images, civil protection

Susceptibilitatea unor taxoni ornamentali de *Cupressaceae* la atacul de *Lamprodila festiva* (Coleoptera: Buprestidae) din pepiniera Ștefănești (Câmpia Română)

Dragoș Toma^{1,2} ✉, Flavius Bălăcenoiu¹, Constantin Nețoiu³

✉ autor corespondent

1. Institutul Național de Cercetare Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea", Voluntari, Romania
2. Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, Universitatea Transilvania din Brașov, Romania
3. SCDEP Craiova, INCDS "Marin Drăcea", Craiova, România

1. Introducere

Spațiile verzi urbane au căpătat din ce în ce mai multă importanță, în contextul gradului ridicat de urbanizare (Colusca & Alpopi 2011), datorită funcțiilor pe care acestea le îndeplinesc: îmbunătățirea calității aerului, reducerea zgomotului, sporirea biodiversității (Maes et al. 2019), precum și moderarea temperaturilor în perioadele calde (Romanello et al. 2021).

Speciile ornamentale de arbori, în special cele cu frunze persistente, au un spectru larg de utilizare, regăsindu-se frecvent în parcuri, grădini sau aliniamente (Kentelky & Szekely-Varga 2022). Speciile din familia Cupressaceae au o importanță însemnată în peisagistică, nu doar din punct de vedere estetic, ci și datorită capacității de a capta particulele poluante datorită structurii mai complexe a sistemului foliar (Beckett et al. 2000).

Spațiile verzi urbane, deși foarte importante, se află sub o constantă presiune, în procesul dezvoltării urbanizării (Haaland & van Den Bosch 2015). Arborii și arbuștii ornamentali, din zonele urbane, suferă, în principal, din următoarele cauze: densitatea clădirilor limitează accesul la lumină, împiedicând răspândirea rădăcinilor și a ramurilor; centrele urbane generează (în procesul de încălzire a clădirilor) și stochează mai multă căldură (în construcții, drumuri etc.); materiale de construcții artificiale alterează pH-ul și degradează structura solului; traficul intens și întreprinderile industriale poluează

aerul atmosferic și solul (Czaja et al. 2020), iar drumurile sunt tratate constant cu sare (la care speciile de tuia și alte rășinoase sunt cele mai sensibile) în timpul iernii pentru a se evita depunerea gheții (Bolea & Chira 2009). În acest context, arborii din spațiile verzi sunt supuși unui stres continuu și devin susceptibili la atacurile de insecte (Jendek et al. 2018).

Comerțul fără precedent de plante vii, majoritatea ornamentale, contribuie la apariția de noi și noi organisme invazive (Santini et al. 2013, Paraschiv 2023, Sun et al. 2023).

Lamprodila festiva (Linnaeus, 1767) este o specie comună țărilor mediteraneene și se dezvoltă, în mod normal, pe speciile de ienupăr (*Juniperus* spp.) și chiparos (*Cupressus* spp.) (Razinger et al. 2013, Volkovitsh & Karpun 2017, Ruicănescu & Stoica 2019).

Adultul se poate întâlni în perioada mai-august, are o lungime de 7-10 mm, este de culoare verde-aprins cu reflexe metalice și puncte negre (Pedersoli 2016). După împerechere, femela depune ouăle în crăpăturile scoarței (Razinger et al. 2013, Ruicănescu & Stoica 2019).

Larva este tipică pentru speciile de *Buprestidae* (Ruicănescu & Stoica 2019), de culoare albă, turtită. Aceasta provoacă daune plantei gazdă, prin săparea galeriilor largi, plate și sinuase între scoarță și lemn (Wermelinger 2011, Nitzu et al. 2016, Pedersoli 2016, Ruicănescu & Stoica 2019, Kereși 2020, Keszthelyi et al. 2022). Din cauza galeriilor sunt afectați floemul și xilemul împiedicându-se astfel circulația sevei brute. Împuparea are loc în perioada martie-aprilie (Nitzu et al. 2016, Volkovitsh & Karpun 2017).

Ciclul de viață diferă, în funcție de condițiile climatice locale (umiditate și temperatură), de la monovoltină în zona mediteraneeană, la multianuală în zonele temperat continentale (Ruicănescu & Stoica 2019).

Atacul dăunătorului asupra speciilor gazdă se caracterizează prin: cloroza aparatului foliar, apariția fisurilor în scoarță și umflarea acesteia, scurgerea rășinii, prezența găurilor de ieșire de forma literei "D" și uscarea ramurilor (Volkovitsh & Karpun 2017).

Recent, *L. festiva*, care se regăsea doar pe speciile spontane de Cupressaceae, a început să atace și pe cele folosite în scop ornamental (Ruicănescu & Stoica 2019). Creșterea semnificativă a comerțului cu specii ornamentale (Nitzu et al. 2016, Ruicănescu & Stoica 2019) a permis ca *L. festiva* să-și extindă rapid arealul și să producă vătămări importante la speciilor ornamentale de Cupressaceae: în Franța (Barbier 2002), Germania (Kahlen 2011, Köhler 2011), Spania (Ugarte San Vicente et al. 2011, López-Pérez 2016), Italia (Salvetti 2013, Pedersoli 2016), Slovenia (Razinger et al. 2013), România (Nitzu et al. 2016, Ruicănescu & Stoica 2019), Luxemburg (Thoma & Eickermann 2014), Ungaria (Schmidt et al. 2015), Rusia (Volkovitsh & Karpun 2017), Austria (Rabl et al. 2017), Cehia (Bílý 2002), Slovacia (Jendek et al. 2018), Bulgaria (Ruseva et al. 2020) și Serbia (Kereși 2020).

O măsură pentru a limita expansiunea și respectiv daunele provocate de *L. festiva* este selecția taxonilor ornamentali de Cupressaceae în funcție de condițiile de mediu ale locului de cultură (Razinger et al. 2013), dar și alegerea speciilor mai puțin susceptibile la dăunător (Volkovitsh & Karpun 2017).

Pentru determinarea taxonilor mai puțin susceptibili la atacul insectelor, un bun indicator este *gradul de atac* sau *gradul de agresivitate*, care reprezintă agresivitatea unui agent vătămător asupra diferitelor specii de plante (Munteanu 2006, Ivașcu 2009). Dacă gradul de atac este mai mic de 1% se consideră că planta respectivă este mai puțin susceptibil la atacul agentului vătămător (Ivașcu 2009).



Fig. 1. Localizarea cercetărilor (Google Earth 2022)

Cercetările efectuate în cadrul lucrării de față au avut drept scop studierea susceptibilității taxonilor de Cupressaceae, cultivați în scop ornamental, la atacul dăunătorului *L. festiva* în condițiile de mediu din Pepiniera Ștefănești administrată de Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea".

2. Material și metodă

Localizarea studiului

Cercetările au fost efectuate în Pepiniera Ștefănești,

administrată de INCDS "Marin Drăcea", localizată în partea de nord-est a Municipiului București, în orașul Voluntari, județul Ilfov (Fig. 1).

În cadrul pepinierii sunt cultivate diferite specii și varietăți de arbori și arbuști ornamentali de conifere și foioase, printre care 14 taxoni de Cupressaceae ornamentali (Tab. 1).

Tab. 1. Lista taxonilor ornamentali de Cupressaceae în Pepiniera Ștefănești

Nr	ID	Denumire taxon	Cm (cm)	Hm (cm)	An
1	T1	<i>Juniperus horizontalis</i>	10	32	2019
2	T2	<i>Juniperus communis</i> "Hibernica"	12	130	2019
3	T3	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> "Ellwoodii"	14	140	2019
4	T4	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> "Columnaris Glauca"	16	132	2019
5	T5	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> "Globus"	14	78	2019
6	T6	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	10	70	2019
7	T7	<i>Thuja occidentalis</i> "Globosa"	16	80	2018
8	T8	<i>Thuja occidentalis</i> "Rheingold"	20	94	2017
9	T9	<i>Thuja occidentalis</i> "Smaragd"	14	102	2019
10	T10	<i>Thuja occidentalis</i> "Columnaris"	14	100	2019
11	T11	<i>Thuja occidentalis</i> "Yellow Ribbon"	18	184	2018
12	T12	<i>Thuja occidentalis</i> "Aurea"	14	156	2017
13	T13	<i>Thuja plicata</i>	14	120	2019
14	T14	<i>Platycladus orientalis</i>	16	208	2017

Id: ID taxon; Cm: circumferința medie la colet; Hm: înălțimea medie; An: anul înființării culturii

Cele mai importante caracteristici din punct de vedere al condițiilor staționale și climatice ale Pepinierii Ștefănești au fost extrase din amenajamentul silvic UP I Ștefănești-Cornetu (Tab. 2) (Ionescu et al. 2017).



Fig. 2. Schița cu amplasarea taxonilor în vederea experimentului

Culegerea datelor

Primele semnalări ale dăunătorului *L. festiva* în Pepiniera Ștefănești au fost observate la finalul anului 2021 în urma analizelor unor exemplare de *Thuja plicata*. În anul 2022, au fost monitorizate exemplarele de Cupressaceae din cadrul pepinierii observându-se o accentuare a gradului de vătămare a acestora.

Pentru studierea susceptibilității Cupresaceelor la atacul dăunătorului, în luna februarie a anului 2023 au fost analizați 14 taxoni amplasați în 2 sole (Fig. 2) din cadrul pepinierii Ștefănești.

Intensitatea atacului a fost determinată pentru 50

exemplare per taxon, iar pentru determinarea frecvenței atacului au fost analizate 100 exemplare.

Pentru determinarea frecvenței exemplarelor atacate s-a urmărit prezența dăunătorului *L. festiva* după formele de vătămare caracteristice: găuri de ieșire în forma D, scoarță fisurată sau umflată, scurgeri de rășină sau după prezența insectei în stadiul de larvă în lemn. În cazul în care nu au fost identificați indivizi sau urme de atac s-a infirmat ipoteza că respectivul exemplar a fost atacat (Fig. 3).

Tab. 2. Condițiile staționale în cadrul pepinierii Ștefănești

Caracteristici	
Coordonate	44°30'7"N 26°11'14"E
Altitudinea	90 m
Tip sol	pluviosol tipic
Ph sol	6,2 (slab acid)
Textura solului	luto-argiloasă
Structura solului	poliedrică subangulară medie
Porozitatea totală a solului	42% [mică]
Drenaj	Foarte slab
Compactitatea solului	moderat compact
Temperatura medie anuală	10,3° C
Precipitațiile medii anuale	555,1 mm
Umiditatea aerului	66%
Evapotranspirația potențială	691 mm



a.

b.



c.

d.

Fig. 3. Determinarea exemplarelor atacate de *L. festiva* după formele de vătămare caracteristice sau a prezenței acesteia: a. gaura de ieșire a adultului; b. scurgere de rășină; c. scoarță fisurată; d. prezența insectei în stadiul de larvă în lemn



Fig. 4. Exemplar de *Thuja plicata* cu intensitatea atacului produs de *L. festiva* de 11% (o ramură atacată dintr-un total de nouă ramuri). Ramurile neafectate sunt indicate cu o săgeată albă, iar ramura afectată (nr. 5) este indicată cu o săgeată roșie

În acest mod, după studierea tuturor exemplarelor din fiecare taxon, frecvența exemplarelor afectate a fost determinată prin raportul dintre numărul exemplarelor atacate și numărul exemplarelor analizate.

Intensitatea atacului s-a stabilit prin raportarea numărului de ramuri uscate la numărul total de ramuri de pe fusul principal al fiecărui exemplar analizat (Fig.4).

Exemplarele care nu aveau încă urme de atac asupra ramurilor dar care semnalau prezența insectei (scurgeri de rășină, scoarță fisurată sau pulbere în jurul trunchiului) nu au fost incluse în analiza determinării intensității atacului, însă au fost incluse în analiza frecvenței exemplarelor atacate.

Odată ce au fost determinate atât infestarea atacului cât și frecvența atacului taxonilor ornamentali de Cupressaceae a fost calculat gradul de atac (GA%) folosind formula $GA\% = F \times I/100$ unde F reprezintă frecvența exemplarelor afectate unui taxon iar I reprezintă intensitatea atacului aceluiași taxon (Munteanu 2006, Ivașcu 2009).

Analiza statistică a datelor

În urma aplicării testului Shapiro-Wilk a fost confirmată ipoteza normalității distribuției datelor, respectându-se astfel cerințele testelor parametrice. Pentru verificarea diferențelor privind intensitatea atacului dăunătorului per taxoni ornamentali și genuri de Cupressaceae a fost aplicat testul parametric One-way ANOVA.

Datele au fost analizate utilizând softul STATISTICA 8.0 (StatSoft INC, 2007).

3. Rezultate

3.1. Frecvența exemplarelor afectate

Analizând frecvența exemplarelor afectate se evidențiază faptul că taxonul T8 *Thuja occidentalis* "Rheingold" înregistrează cea mai ridicată valoare a frecvenței exemplarelor afectate 92%, dintre care 48% dintre exemplare vătămate în diferite grade și 44% exemplarele

moarte (Fig. 5). De asemenea, T13 *Thuja plicata*, T7 *Thuja occidentalis* "Globosa" și T12 *Thuja occidentalis* "Aurea" au avut o frecvență a exemplarelor afectate ridicată: T13-66%; T7 - 64%; T12 - 60%.

În același timp, T1 *Juniperus horizontalis*, T2 *Juniperus communis* "Hibernica" și T14 *Platyclusus orientalis* au înregistrat cele mai reduse valori ale frecvenței exemplarelor afectate: T1 - 4%; T2 - 12%; T14 - 18%.

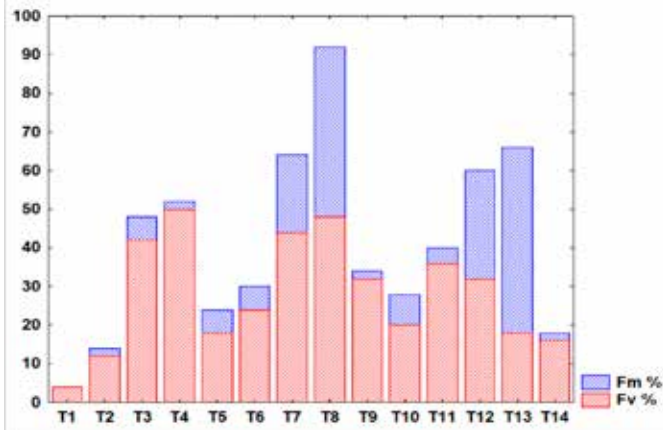


Fig. 5. Frecvența exemplarelor de Cupressaceae afectate (Fv: frecvența exemplarelor vătămate % + Fm frecvența exemplarelor moarte %) de *L. festiva* în Pepiniera Ștefănești

3.2. Intensitatea atacului asupra speciilor de Cupressaceae

Analiza statistică a datelor arată că intensitatea atacului diferă în funcție de taxonul gazdă (Fig. 6), în unele cazuri diferențele fiind asigurate statistic ($p < 0.05$).

Cea mai mare intensitate a atacului a fost înregistrată la T8 - *Thuja occidentalis* "Rheingold" (72%), fiind semnificativ mai mare decât ceilalți taxoni analizați ($p < 0.05$). De asemenea, T13 - *Thuja plicata* (54%) a înregistrat o intensitate a atacului semnificativ mai mare față de restul taxonilor analizați. Intensitatea atacului înregistrată de T12 - *Thuja occidentalis* "Aurea" (35%), a diferit semnificativ ($p < 0.05$) față de restul taxonilor analizați cu excepția intensității atacului înregistrată de T7 - *Thuja occidentalis* "Globosa" (24%).

Cea mai mică intensitate a atacului a fost înregistrată de T1 - *Juniperus horizontalis* (1%).

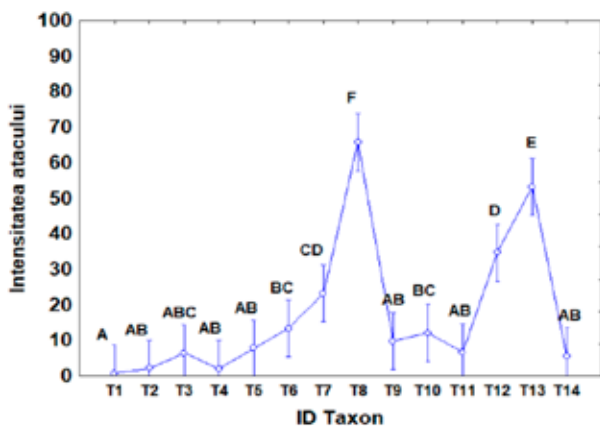


Fig. 6. Intensitatea atacului produsă de *L. festiva* asupra taxonilor de Cupressaceae în Pepiniera Ștefănești

3.3. Intensitatea atacului asupra genurilor de Cupressaceae

Analiza datelor asupra intensității atacului produs de dăunător asupra celor patru genuri de Cupressaceae (Fig. 7) arată că cel mai afectat este genul *Thuja*, intensitatea atacului (31%) fiind semnificativ mai mare ($p < 0.05$) decât a celorlalte trei genuri, *Chamaecyparis* (10%), *Platyclusus* (6%) și *Juniperus* (2%).

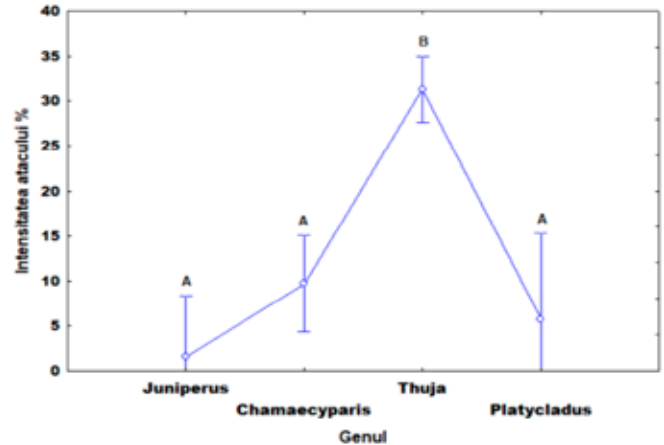


Fig. 7. Intensitatea atacului produsă de *L. festiva* asupra genurilor de Cupressaceae în Pepiniera Ștefănești

3.4. Gradul de atac

Urmărind gradul de atac produs de *L. festiva* asupra taxonilor ornamental de Cupressaceae reiese faptul că cele mai mici valori le înregistrează T1 *Juniperus horizontalis* și T2 *Juniperus communis* "Hibernica": T1 - 0.04%; T2 - 0.28% (Fig. 8). Cel mai mare grad de atac a fost înregistrat la T8 *Thuja occidentalis* "Rheingold" (66%), datorat valorilor ridicate a frecvenței exemplarelor afectate (92%) și a intensității atacului (72%), urmat de T13 *Thuja plicata* (36%), T12 *Thuja occidentalis* "Aurea" (21%) și T7 *Thuja occidentalis* "Globosa" (15%).

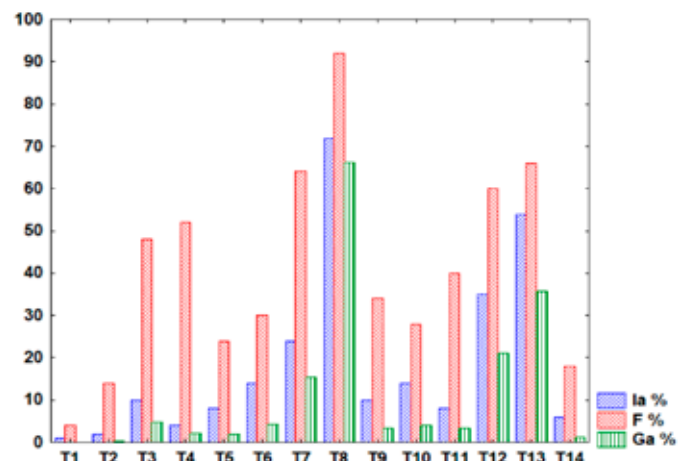


Fig. 8. Gradul de atac (Ga) produs de *L. festiva* asupra taxonilor de Cupressaceae în Pepiniera Ștefănești (Ia: intensitate; F: frecvență)

4. Discuții

În această lucrare a fost studiată susceptibilitatea și rezistența taxonilor ornamental de Cupressaceae din cadrul Pepinierii Ștefănești la atacul insectei invazive *L. festiva*.

O cercetare asemănătoare a fost realizată de Schmidt et al. (2015) în 2014 într-o pepiniară din cadrul Universității Corvinus din Budapesta, Facultatea de Știință horticola. În urma acestui studiu a rezultat că *L. festiva* a afectat 25 de taxoni de Cupresaceae din cadrul pepinierii. Dintre aceștia, șase se regăsesc și în cadrul Pepinierii Ștefănești, dar cu intensități ale atacului diferite față de cele înregistrate în studiul lui Schmidt et al. (2015).

Juniperus communis "Hibernica" în Pepinierea Ștefănești a înregistrat o intensitate medie a atacului de doar 3%, în timp ce în cercetarea efectuată de Schmidt et al. (2015) a înregistrat o intensitate a atacului considerabil mai mare, de 50%.

Diferența dintre cele două studii privind intensitatea atacului în cazul varietății *Thuja occidentalis* "Columnaris" este relativ redusă, 14% în pepinierea Ștefănești, respectiv 5% în pepinierea din cadrul Universității Corvinus. T8 *Thuja occidentalis* "Rheingold" a fost cel mai afectat taxon (92% exemplare afectate și 72% intensitatea atacului), în cadrul cercetării din Budapesta a înregistrat o intensitate a atacului de 40%. *Thuja occidentalis* "Smaragd" T9, una dintre cele mai atacate varietăți de *Thuja occidentalis* în cadrul studiului Schmidt et al. (2015) cu o intensitate de 70%, în Pepinierea Ștefănești a prezentat o intensitate a atacului substanțial mai mică, de doar 10%. *Thuja occidentalis* "Yellow Ribbon", varietatea care în Pepinierea Ștefănești a fost una dintre cele mai puțin afectate (8% intensitatea atacului), în studiul efectuat de Schmidt et al. (2015) a înregistrat o intensitate de 30%.

Unul dintre taxonii afectați în totalitate în cadrul studiului Schmidt et al. (2015), *Chamaecyparis pisifera* "Boulevard", în Pepinierea Ștefănești a fost afectat cu o intensitate considerabil mai mică (14%).

Deosebirea dintre intensitățile atacului celor două studii poate fi datorată diferențelor de condiții staționale și climatice, astfel încât unii taxoni să se preteze mai bine la condițiile din Pepinierea Ștefănești și invers. Exemplarele nefiind supuse unui stres fiziologic sunt mai rezistente la atacul insectelor.

Al doilea cel mai afectat taxon în Pepinierea Ștefănești a fost *Thuja plicata*, cu o intensitate a atacului de 54%, rezultat care diferă semnificativ față de cele obținute de Schmidt et al. (2015), la varietățile de *Thuja plicata* "Gelderland" și "Gold Perle", care au fost printre cele mai puțin afectate din pepiniară cu doar 5% și 10%. În schimb, acest rezultat se potrivește cu observațiile studiului efectuat de Curletti & Ranghino (2003), care afirmă că numeroase pepiniere din zona Biellese (Italia) au fost infestate de *L. festiva* ducând la moartea tuturor exemplarelor de *Thuja plicata* "Aprovirens". O observație asemănătoare a fost făcută și de Salvetti (2013) care afirmă că este legată în mod particular de speciile de *Thuja*, în special de *Thuja plicata*. Volkovitsh & Karpun (2017), în studiul său, a menționat faptul că *L. festiva* a produs pagube semnificative la specia *Thuja plicata* de pe coasta Mării Negre din Caucaz.

Faptul că *Thuja plicata* a fost una dintre cele mai afectate specii de către *L. festiva* în mai multe studii poate fi

cauzată de sensibilitatea acesteia la ger și arșiță în stadiul de puiet (Nețoiu et al. 2008). Exemplarele debilitate pot deveni, în timp, mai susceptibile la atacul insectelor.

Atât în Pepinierea Ștefănești, cât și în cercetarea efectuată de Schmidt et al. (2015), genul *Thuja* este cel mai sensibil dintre Cupressaceae la atacul insectei *L. festiva*. Acest rezultat este în concordanță cu observațiile din Serbia (Glavendekić et al. 2014), unde dăunătorul a produs vătămări importante la culturile ornamentale de Cupressaceae, în special de *Thuja occidentalis*. De asemenea, Pedersoli (2016) afirmă că insecta este dăunătoare, în special, pentru speciile din genul *Thuja*.

Cu toate că T3 *Chamaecyparis lawsoniana* "Ellwoodii" și T4 *Chamaecyparis lawsoniana* "Columnaris Glauca" au înregistrat valori ridicate ale frecvenței exemplarelor vătămate, se remarcă faptul că ceilalți indicatori (frecvența exemplarelor moarte, intensitatea atacului și gradul de atac) au valori relativ reduse. Acest lucru poate indica o rezistență a acestor varietăți a speciei *C. lawsoniana* la atacul insectei *L. festiva*, cel puțin atunci când intensitatea atacului este scăzută.

Alta este situația privind taxonii T8 *Thuja occidentalis* "Rheingold", T12 *Thuja occidentalis* "Aurea" și T13 *Thuja plicata*. Aceștia au înregistrat o frecvență a exemplarelor moarte ridicată (T8 - 44%, T12 - 28% și T13 - 48%) arătând o sensibilitate ridicată la atacul dăunătorului.

Diferența între frecvența exemplarelor afectate (Fig. 5) și intensitatea atacului afectate de dăunător (Fig. 7) poate fi explicată prin faptul că focarul în Pepinierea Ștefănești este unul incipient. Deși intensitatea atacului este scăzută (<20%) în cazul a 8 taxoni, frecvența exemplarelor afectate de către *L. festiva* este una importantă (peste 20%) pentru 11 dintre cei 14 taxoni prezenți.

Potrivit lui Jendek et al. (2018), exemplarele care în prezent au o medie a intensității atacului scăzută, sau prezintă urme de atac doar pe trunchi (secreții de rășină, scoartă crăpată, pulbere la baza tulpinii) o să moară în timp, odată cu creșterea intensității atacului și a populației.

Taxonii cei mai puțin susceptibili la atacul insectei invazive în Pepinierea Ștefănești sunt *Juniperus horizontalis* și *Juniperus communis* "Hibernica" (Fig. 8). Acest rezultat se poate datora faptului că taxonii din genul *Juniperus* sunt mai puțin pretențioși față de condițiile climatice și edafice (Nețoiu et al. 2008), astfel, plantele nefiind destabilizate sunt mai puțin susceptibile la atacul dăunătorului. Schmidt et al. (2015), a concluzionat că speciile din genul *Juniperus* sunt mai puțin susceptibile atacului de *L. festiva*, fiind atacați doar doi taxoni din 33 prezente în studiul său.

De asemenea, nu ar trebui neglijată nici schimbarea în comportament a dăunătorului, care, în mod natural, este unul specific ienupărului (Salvetti 2013, Pedersoli 2016, Volkovitsh & Karpun 2017, Ruicănescu & Stoica 2019, Kereși 2020), dar s-a adaptat și a găsit o nișă pe alți taxoni ornamentali de Cupressaceae, în special din genul *Thuja*.

Schimbări în comportamentului insectelor dăunătoare

se pot manifesta prin înmulțirea în masă a unor specii care înainte nu provocau vătămări însemnate, creșterea intensităților și a frecvențelor gradațiilor, modificarea ciclului de viață, modificări în modul de hrănire (Roques et al. 2014).

Această schimbare a gazdei a fost observată și la alte insecte cu caracter invaziv. Tomescu et al. (2018) în studiul lor asupra insectei *Corythucha arcuata* Say., specie invazivă în Europa, provenită din America de Nord, unde se dezvoltă pe stejarii americani, inclusiv stejarul roșu american (*Quercus rubra* L.) (Trieff 2002), au observat că, în toate cele 3 suprafețe de probă, doar exemplarele de stejari autohtoni au fost atacați de dăunător, deși erau și exemplare de stejar roșu american în proximitate.

Rebek et al. (2014) au testat susceptibilitatea speciilor de frasini americani și frasini asiatici la atacul insectei *Agilus planipennis* Fairmare, specie originală din Asia și invazivă în America de Nord, observând faptul că frasinii asiatici sunt mai puțin susceptibili și mai rezistenți la atacul dăunătorului.

În urma analizei datelor și a rezultatelor obținute, se poate afirma că *L. festiva* este unul dintre cei mai importanți dăunători ai taxonilor ornamentali de Cupressaceae, putând produce pagube materiale și economice importante în culturile de pepinieră.

Nu doar plantele din pepiniere prezintă un grad ridicat de vătămare, ci și cele din spațiile verzi, garduri vii sau grădini private, mai ales cele care sunt supuse unui stres continuu (secetă, caniculă, poluare ș.a.).

Concluzii similare au avut autorii mai multor studii din diferite țări. Ruseva et al. (2020) afirmă că *L. festiva* este considerat un dăunător important al taxonilor ornamentali de Cupressaceae în Bulgaria. Volkovitch & Karpun (2017) consideră că dăunătorul a devenit o specie comună pe coasta Mării Negre, posibil și în Crimeea, reprezentând o amenințare atât pentru speciile ornamentale cât și cele sălbatice de Cupressaceae. În Croația (Šubić 2018) și Muntenegru (Kandić 2019), *L. festiva* este considerat un dăunător important al varietăților de *Thuja occidentalis*. În România, Nitzu et al. (2016) afirmă că acest dăunător are un potențial enorm de a fi considerat un pericol pentru speciile ornamentale de Cupressaceae.

În România (Nitzu et al. 2016), Bulgaria (Ruseva et al. 2020), Austria (Rabl et al. 2017), Slovacia (Jendek et al. 2018), Italia și Elveția (Pedersoli 2016), *L. festiva* a trecut de la nivelul de specie rar-întâlnită la specie comună. Acest lucru poate fi cauzat de faptul că insecta a început să se dezolte pe specii ornamentale de Cupressaceae, pe fondul intensificării comercializării acestora din ultimii ani. Nu se exclude nici efectul schimbărilor climatice, care, prin creșterea temperaturilor, poate schimba comportamentul insectelor dăunătoare și/sau rezistența plantelor gazdă (Bălăcenoiu et al. 2021). Modelul climatic realizat de Ruicănescu & Stoica (2019) demonstrează că *L. festiva*, dintr-o specie care se regăsește în mod preponderent în zona mediteraneană, poate să devină o specie comună și în Europa Centrală și de Est.

5. Concluzii

Frecvența exemplarelor afectate, intensitatea atacului și gradul de atac produs de *Lampra festiva* a variat în funcție de taxonul gazdă.

Dintre cei 14 taxoni de Cupressaceae, analizați în pepiniera INDCS "Marin Drăcea", *Thuja occidentalis* "Rheingold" a fost cel mai afectat de atacul insectei, urmat de *Thuja plicata* și *Thuja occidentalis* "Aurea". Cei mai puțin susceptibili au fost taxonii *Juniperus horizontalis* și *Juniperus communis* "Hibernica".

Rezultatele cercetărilor de față au evidențiat faptul că *L. festiva* a preferat taxonii genului *Thuja* față de cei de *Juniperus*, deși se regăseau în proximitatea lor.

Având în vedere experiențele din anii precedenți, este probabil ca, în viitor, să se constate vătămări însemnate și la taxonii care au înregistrat atacuri în cadrul acestui studiu.

Mulțumiri

Lucrările au fost realizate în cadrul următoarelor proiecte:

- PN 23090102 „Fundamente științifice în vederea dezvoltării unor metode de protecție a pădurilor”, finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării.
- P_40_380/105506 "Creșterea competitivității economice a sectorului forestier și a calității vieții prin transfer de cunoștințe, tehnologie și competențe CDI" – Cresforlife, Contract subsidiar nr. 12.

Publicarea a fost susținută prin programul „Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS „Marin Drăcea” în activitatea de CDI - CresPerfInst” (Contract nr. 34PFE/30.12.2021) finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării prin Programul 1 – Dezvoltarea sistemului național de cercetare - dezvoltare, Subprogram 1.2 - Performanță instituțională – Proiecte de finanțare a excelenței în CDI.

Bibliografie

- Barbier G (2002).** Observations en Sarthe de *Lampra festiva* Linne, 1767 (Coleoptera, Buprestidae). *Bulletin de l'Entomologie Tourangelle et Ligerienne*, 23 (2), 37-38.
- Bălăcenoiu F, Simon DC, Nețoiu C, Toma D, & Petrișan IC (2021).** The seasonal population dynamics of *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) and the relationship between meteorological factors and the diurnal flight intensity of the adults in Romanian oak forests. *Forests*, 12(12), 177.
- Beckett KP, Freer-Smith PH, & Taylor G (2000).** Particulate pollution capture by urban trees: effect of species and windspeed. *Global change biology*, 6(8), 995-1003.
- Bílý S (2002).** Summary of the bionomy of the Buprestid beetles of Central Europe (Coleoptera: Buprestidae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae*.
- Björkman C, & Niemelä P (Eds.). (2015).** Climate change and insect pests. CABI.
- Bolea V, & Chira D (2009).** Monitorizarea poluării prin bioindicatori. Ed. Cybela.
- Colusca SE, & Alpopi C (2011).** The quality of Bucharest's green spaces. Theoretical and Empirical Researches. *Urban Management*, 6(4), 45-59.

- Curletti G, Ranghino S (2003).** Su una infestazione di *Palmar festiva* (Linnaeus) nel biellese (Coleoptera Buprestidae). *Informatore Fitopatologico*, IV, 28-30.
- Czaja M, Kołton A, & Muras P (2020).** The complex issue of urban trees—Stress factor accumulation and ecological service possibilities. *Forests*, 11(9), 932.
- Glavendekić M, Mihajlović L, & Stanivuković Z (2014).** *Palmar festiva* (Coleoptera: Buprestidae) a pest of *Thuja* and *Chamaecyparis* cultivars. In *Book of abstracts - VII Congress on plant protection, November*, 24-28.
- Google Earth 7.3.6.9345 (2022).** Pepiniera Ștefănești. 44°30'7.63"N 26°11'14.86"E, elevation 1,38 km. Terrain data layer. *Maxar Technologies*. <http://www.google.com/earth/index.html>
- Haaland C, & van Den Bosch CK (2015).** Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 760-771.
- Ionescu M, Dumitrelea C, Brătescu R (2017).** Amenajamentul U.P. I Ștefănești-Cornetu. S.E.P. Ștefănești, INCDS „Marin Drăcea”.
- Ivașcu A (2009).** Ghid pentru determinarea rezistenței la boli și dăunători. Institutul de stat pentru testarea și înregistrarea soiurilor. <https://istis.ro/image/data/download/publicatii/ghid.pdf>
- Jendek E, Poláková J, Szopa R, & Kodada J (2018).** *Lamprodila (Palmar) festiva* (Coleoptera, Buprestidae) a new adventive jewel beetle pest of Cupressaceae in Slovakia. *Entomofauna Carpathica*, 30(1), 13-24.
- Kahlen M (2011).** Fünfter Beitrag zur Käferfauna Nordtirols. *Wissenschaftliches Jahrbuch der Tiroler Landesmuseen*, 4, 137-319.
- Kandić B (2019).** Tuja traži stalnu pažnju i nadzor, ali i zimski tretman. Agrokлуб, Podgorica.
- Kentelky E, & Szekely-Varga Z (2022).** Effect of the cutting length and propagation period on three *Thuja occidentalis* varieties. *Current Trends in Natural Sciences*, 11(21), 440-447.
- Kereši T (2020).** Recent records of the cypress jewel beetle: *Lamprodila (Palmar) festiva* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Buprestidae) in Serbia. *Topola*, (205), 25-31.
- Keszthelyi S, Sipos T, Csóka Á, & Donkó T (2022).** X-ray based computed tomography, a non-invasive approach in order to assess the damage caused by *Lamprodila festiva* of hidden lifestyle. *Plant Protection Science/Ochrana Rostlin*, 58(1), 65-69.
- Köhler F (2011).** 2. Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (Köhler & Klausnitzer 1998) (Coleoptera). *Entomologische Nachrichten und Berichte*, 55, 109-174, 247-254.
- López-Pérez JJ (2016).** Presencia de *Lamprodila (Palmar) festiva* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Buprestidae) en la provincia de Huelva (SO de Andalucía, España). *Rev Gaditana de Entomología*, 7(1), 511-513.
- Maes J, Zulian G, Günther S, Thijssen M, & Raynal J (2019).** Enhancing resilience of urban ecosystems through green infrastructure (EnRoute). *Publications Office of the European Union: Luxembourg*.
- Munteanu N (2006).** Evaluarea stadiului actual și a potențialului de dezvoltare a producției legumicole ecologice în zona de nord-est a României. Raport intern USAMV "Ion Ionescu de la Brad" Iași, https://www.uaiasi.ro/CEEURI/PRODLECO/RAPORT_CERCETARE_ETAPA_I.pdf
- Nețoiu C, Vișoiu D, & Bădele O (2008).** Dendrologie. Eurobit.
- Nitzu E, Dobrin I, Dumbravă M, & Gutue M (2016).** The range expansion of *Ovalisia festiva* (Linnaeus, 1767) (Coleoptera: Buprestidae) in Eastern Europe and its damaging potential for Cupressaceae. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 58(1-2), 51-57.
- Paraschiv M (2023).** First record of the invasive scale insect, *Pulvinaria hydrangeae* Steinweden, 1946 (Hemiptera: Coccoomorpha: Coccidae) in Romania. *Insects*, 14(4), 345.
- Pedersoli D (2016).** Presenza di *Lamprodila (Palmar) festiva* Linneo, 1767 in due siti nelle province di Brescia e Bergamo (Coleoptera Buprestidae Buprestinae): “*Natura Bresciana*” *Annali del Museo Civico de Scienze Naturali di Brescia*, 40, 143-144.
- Rabl D, Rabl C, & Rabl S (2017).** The Mediterranean distributed Cypress jewel beetle *Ovalisia festiva* (Linnaeus, 1767) has reached the east of Austria (Coleoptera: Buprestidae). *Entomol. Zeitschrift*, 127, 109-111.
- Razinger J, Žerjav M, & Modic Š (2013).** *Thuja occidentalis* L. is commonly a host for cypress jewel beetle (*Ovalisia festiva* L.) in Slovenia. *Zbornik predavanj in referatov*, 11, 5-6.
- Rebek EJ, Herms DA, & Smitley DR (2014).** Interspecific variation in resistance to emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae) among North American and Asian ash (*Fraxinus* spp.). *Environmental Entomology*, 37(1), 242-246.
- Romanello M, McGushin A, Di Napoli C, Drummond P, Hughes N, ... & Hamilton I (2021).** The 2021 report of the Lancet Countdown on health and climate change: code red for a healthy future. *The Lancet*, 398(10311), 1619-1662.
- Ruicănescu A, & Stoica AI (2019).** The distribution and behaviour studies on a new invasive Buprestid species, *Lamprodila festiva* (Coleoptera: Buprestidae) in Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 62(1), 43-56.
- Ruseva S, Todorov I, & Pencheva A (2020).** New data on *Ovalisia (Palmar) festiva* (Linnaeus) (Coleoptera: Buprestidae) and its natural enemies reported from Bulgaria. *Ecologica Montenegrina*, 28, 53-60.
- Salvetti M (2012).** *Lamprodila festiva* (Coleoptera Buprestidae), specie olomediterranea legata alle piante dei generi *Thuja*, *Juniperus*, *Cupressus*. *Il naturalista valtellinese*, 23, 47-49.
- Santini A, Ghelardini L, De Pace C, Desprez-Loustau ML, Capretti P, Chandelier A, ... & Stenlid J (2013).** Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytologist*, 197(1), 238-250.
- Schmidt G, Diószegi MS, Szabó V, & Hrotkó K (2014).** Cypress borer (*Lamprodila festiva*), a new urban pest in Hungary. *Plants in Urban Areas and Landscape*, 31-33.
- Statsoft INC (2007).** STATISTICA (data analysis software system). *Version*, 8, 1984-2007.
- Šubić M (2018).** Bolesti i štetnici ukrasnih tuja. *Gospodarski list*, 1.
- Sun Z, Chen Y, Chen Y, Lu Z, & Gui F (2023).** Tracking Adaptive Pathways of invasive insects: Novel insight from genomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 8004.
- Thoma J, & Eickermann M (2014). Erstauftreten des Wacholderprachtkäfers *Ovalisia festiva* (Linnaeus, 1767) in Luxemburg. *Bul. Soc. Nat. Luxemb*, 115, 227-229.
- Tomescu R, Olenici N, Nețoiu C, Balacenoiu F, & Buzatu A. (2018).** Invasion of the oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say.) in Romania: a first extended reporting. *Annals of Forest Research*, 61(2), 161-170.
- Trieff DD (2002). Composition of the Coleoptera and associated insects collected by canopy fogging of northern red oak (*Quercus rubra* L.) trees in the Great Smoky Mountains National Park and The University of Tennessee Arboretum.
- Ugarte San Vicente I, Salgueira Cerezo F & Zabalegui L (2011). Nuevos interesantes registros de buprestidos para la Comunidad Autónoma del País Vasco (norte de la Península Ibérica) (Coleoptera: Buprestidae). 2a parte. Heteropterus *Revista de Entomologia*, 11: 95-108.
- Volkovitsh MG, & Karpun NN (2017).** A new invasive species of buprestid beetles in the Russian fauna: *Lamprodila (Palmar) festiva* (L.) (Coleoptera, Buprestidae), a pest of Cupressaceae. *Entomological Review*, 97, 425-437.
- Wermelinger (2011). Der Grüne Wacholder-Prachtkäfer. G'plus die Gartner-Fachzeitschrift, 3, 30.

Abstract

Susceptibility of ornamental Cupressaceae taxa to *Lamprodila festiva* (Coleoptera: Buprestidae) in the Ștefănești nursery (Romanian Plain)

Lamprodila festiva (Linnaeus, 1767) is a species commonly found in the Mediterranean area, which is typically associated with spontaneous taxa of the genera *Juniperus* and *Cupressus*. Recently, this insect has exhibited a change in behavior and begun to develop on ornamental taxa of Cupressaceae, thereby becoming a significant pest in both nurseries and green spaces. In order to determine which are less susceptible taxa to this pest, 14 ornamental Cupressaceae taxa were analyzed from the Ștefănești nursery, in February 2023. For each taxon the intensity of the attack, the frequency of affected specimens, and the degree of injury were determined. The results show that *L. festiva* has an affinity for taxa belonging to the genus *Thuja*. The most affected were *Thuja occidentalis* "Rheingold", *Thuja plicata*, and *Thuja occidentalis* "Aurea". The least susceptible to *L. festiva* were *Juniperus horizontalis* and *Juniperus communis* "Hibernica", although the insect normally develops on spontaneous species of *Juniperus* in the Mediterranean area. While the attack intensity / frequency and the degree of injury varied according to the analyzed taxon, significant damage is likely to occur in currently less affected taxa in the future.

Keywords: cypress jewel beetle, Cupressaceae taxa, susceptibility, degree of injury, Europe.

Pot fi spațiile verzi din orașele României mai prietenoase cu păsările sălbatice și cu biodiversitatea în general?

Dan Traian Ionescu ¹✉, Călin Vasile Hodor ²

✉ autor corespondent

¹ Universitatea Transilvania din Brașov, Romania, dionescu@unitbv.ro

² Wildlife Management Consulting, Brașov, Romania, wildlifeconsulting@gmail.com

1. Introducere

Între funcțiile și beneficiile spațiilor verzi, se regăsesc și cele de mediu, iar dintre acestea, beneficiile pentru biodiversitate ocupă un rol considerabil (http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf). Spațiile verzi urbane, dar și alte tipuri de structuri verzi din diverse ecosisteme antropice sau modificate de om, pot fi foarte atractive pentru numeroase componente ale biodiversității, așa cum sunt păsările. Ele sunt adevărate insule de concentrare a biodiversității în interiorul aglomerărilor umane, sau oaze din mijlocul "junglei urbane" (Sulaiman *et al.* 2013), iar când spațiile verzi alcătuiesc păduri urbane, păsările beneficiază în plus de existența lor (Bolea *et al.* 2020).

Pentru speciile de păsări migratoare, parcurile orașelor aflate pe principalele drumuri de migrație, sunt importante locuri de popas (Seewagen & Slayton 2008). Nu doar marile parcuri sau pădurile urbane au un rol semnificativ benefic pentru biodiversitate, ci și suprafețele mici de spațiu verde în care se regăsesc numeroase specii de plante ce atrag multe specii de insecte și păsări. (http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf). În același timp, spațiile verzi constituie adevărate coridoare verzi pentru fauna sălbatică, asigurând legătura cu habitatele din zonele nelocuite (http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf).

O parte a speciilor de păsări sălbatice cuibăresc sau poposesc în diferite perioade ale anului pentru a se hrăni și odihni în spațiile verzi urbane. Structurile de habitat cele mai frecventate cuprind obligatoriu diverse specii de plante lemnoase (arbuști și arbori) precum și alte elemente: suprafața ocupată de spațiul verde, gradul de acoperire cu vegetație lemnoasă și ierboasă, deranjul

provocat de activitățile antropice, managementul vegetației, suprafața ocupată de structuri construite etc. Toate acestea influențează apariția, menținerea și abundența speciilor de păsări în zonele verzi. În acest fel, modul de gospodărire a grădinilor și parcurilor poate avea influențe negative sau benefice pentru avifaună. Întreținerea spațiilor verzi are de regulă cu totul alte scopuri decât cele de a menține biodiversitatea sau de a atrage specii din fauna sălbatică. Diverse tipuri de lucrări ce se execută țin cont de tipul vegetației, sezon și alte interese, dintre ele remarcându-se: eliminarea arborilor parțial sau total uscați, toaletarea arborilor, tunderea gardurilor vii și a tufelor, igienizarea repetată a litierii – greblarea materialului vegetal de orice fel, aplicarea diverselor tratamente împotriva insectelor sau agenților fitopatogeni, astuparea scorburilor mari din arbori. Cu toate acestea, gospodărirea spațiilor verzi, îndeosebi a celor publice sau de mari dimensiuni, poate și trebuie să fie prietenoasă pentru natură. Astfel, ele ar deveni atractive inclusiv pentru păsările sălbatice, având în vedere că multe specii de păsări de pădure, sunt capabile să se adapteze mediilor urbane, mai ales în cele care le oferă o structură complexă a habitatului format din vegetație lemnoasă (Rutz 2008, Evans *et al.* 2009, Minor & Urban 2010, toți în Mikusiński *et al.* 2018). Se sugerează astfel că aceste comunități de păsări urbane răspund pozitiv la creșterea complexității structurale a habitatului (Evans *et al.* 2009 în Mikusiński *et al.* 2018).

Nu trebuie să uităm rolul păsărilor în natură, mai ales legăturile trofice ale acestora în zonele verzi urbane. Mai mult, spațiile verzi oferă și o funcție socială legată de experimentarea naturii, contribuind la îmbunătățirea sănătății psihice și fizice (http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf). Din punct de vedere estetic, parcurile oferă oamenilor posibilitatea de a se bucura de natură într-un mediu urban sărăcit de elementul natural (Sulaiman *et al.* 2013), un exemplu fiind cei care practică birdwatching, avantați în mod evident de bogăția în specii oferite de parcuri (Zhang & Huang 2020). Păsările au desigur un rol important în acest fel atât prin simpla lor prezență dar

și prin cântecele lor sau prin coloritul penajului. Omul este așadar beneficiarul existenței păsărilor în parcuri. Acestea pot contribui la sporirea confortului omului chiar și în afara spațiilor verzi, prin limitarea înmulțirii excesive a unor insecte sau șoareci.

Pornind de la lipsa sau incompleta viziune prietenoasă pentru natura și fauna sălbatică a spațiilor verzi din România, am conceput o serie de propuneri menite să creeze spații verzi prietenoase cu natura. Aceste măsuri și principii gândite în vederea atragerii și menținerii păsărilor și biodiversității în ansamblu în parcuri și grădini, ne dorim a fi adresate în special autorităților și experților din acest domeniu. Propunerile noastre vizează arhitectii peisagiști, autoritățile locale și serviciile de gospodărirea spațiilor verzi, organizațiile profesionale și ONG-urile de mediu, autoritățile de protecția mediului, dar și publicul larg ce dorește a se implica în protejarea și îmbunătățirea condițiilor de viață a faunei sălbatice din aceste spații.

2. Material și metodă

Lucrarea de față reprezintă o analiză tehnică de sinteză asupra subiectului abordat, în care s-a utilizat bibliografia selectată din domeniu, fiind consultate diverse date, rapoarte și literatură românească și internațională. Desigur, ne-am bazat în mare măsură pe propria experiență privind păsările din parcuri și grădini și managementul habitatelor din zonele verzi, experiență acumulată în decursul a peste 3 decenii de observații, monitorizări și aplicații ornitologice în parcuri și alte spații verzi din România.

3. Rezultate și discuții

Pentru un management cât mai favorabil păsărilor și biodiversității în general, propunem mai multe măsuri de atragere sau menținere a păsărilor în spațiile verzi urbane, dintre care cel puțin o parte sunt benefice și altor grupe de animale. Propunerile noastre pot fi cu siguranță îmbunătățite din punct de vedere conceptual și tehnic și de asemenea pot fi identificate altele noi. Putem clasifica măsurile propuse în trei mari categorii:

- a. Generale, legate de principii, viziune, proiectare, management integrat și legislație
- b. Directe, legate de structura spațiilor verzi și îmbunătățirea unor condiții concrete de viață a păsărilor și altor grupe.
- c. Măsuri ce vizează societatea și relația sa cu biodiversitatea spațiilor verzi.

Din prima categorie, propunem :

- *La proiectarea spațiilor verzi și ulterior în gospodărirea acestora, să se ia în considerare principiul atragerii și conservării biodiversității, care actualmente este neaplicat la noi. Vedem astfel ca o necesitate, elaborarea unei legislații clare în acest sens, norme de aplicare cu măsuri concrete și implicarea unor grupuri de lucru (eventual comisii mixte de experți) privind managementului spațiilor verzi, formate și din specialiști biologi și ecologi cel puțin la nivelul*

local;

- *Menținerea pe termen mediu și lung a unei suprafețe suficiente de spațiu verde urban raportată la numărul de locuitori conform legislației naționale și comunitare, iar în cazul localităților unde suprafața este insuficientă, crearea de noi spații verzi. În mod evident, menținerea sau extinderea spațială a zonelor verzi din interiorul orașelor este benefică numeroaselor specii din fauna sălbatică, inclusiv păsărilor. Aceasta trebuie însă completată cu o structură corespunzătoare a lor și bineînțeles cu un management propice. Sub nici o formă nu trebuie redusă suprafața spațiilor verzi urbane, considerând și rolul lor în combaterea schimbărilor climatice. În *Acordul privind Orașele Verzi*, unul din obiectivele stabilite până în anul 2030, este conservarea și îmbunătățirea biodiversității urbane, prin stoparea pierderii spațiilor verzi, refacerea acestora și creșterea suprafețelor lor (https://environment.ec.europa.eu/system/files/2021-04/RO_Green%20City%20Accord%20political%20%20commitment.pdf). Este de asemenea importantă și suprafața spațiilor verzi pentru păsările cuibăritoare. Astfel, suprafața minimă a parcului necesară pentru păsări, variază între 10-35 ha, conform unor studii efectuate în orașe europene (Fernandez-Juricic & Jokimäki 2001). Aceste suprafețe pot fi luate în considerare când se creează noi spații verzi;*
- *Realizarea pe cât posibil a unor spații verzi interconectate și deci a unor structuri verzi continue (<https://adrvest.ro/wp-content/uploads/2021/04/Ghid-ADR-Vest-spatii-verzi.pdf>). Cu siguranță măsura este dificil de pus în practică, dar cel puțin în cartierele noi sau acolo unde se creează ori se extind spații verzi, interconectarea lor trebuie luată în considerare. Interconectarea poate fi făcută și la nivelul unui județ, prin planul de amenajare a teritoriului (PATJ). Scopul acestei măsuri este facilitarea deplasării / dispersiei florei și faunei locale și eliminarea unor bariere ce pot afecta negativ speciile și populațiile prin impactul cu diversele structuri sau izolarea populațiilor. Chiar dacă păsările, fiind specii bune zburătoare, nu sunt cu adevărat izolate prin fragmentarea habitatelor, sunt avantajate de structurile verzi continue inclusiv în timpul migrației în cazul speciilor care migrează prin orașe (Fernandez-Juricic 2000). La scară regională, parcurile urbane formează insule de habitat ce se conectează cu alte petice de vegetație și formează o adevărată rețea de habitate (Fernandez-Juricic & Jokimäki 2001, Goddard *et al.* 2010, Vasquez & Wood 2022);*
- *Inventarierea și clasificarea spațiilor verzi și elaborarea unor zonări interne. Acest fapt este benefic pentru aplicarea unor tipuri diferite de management și măsuri specifice, inclusiv menite să mențină și îmbunătățească biodiversitatea. Diferite tipuri de spații verzi sau suprafețele din ele, pot fi gospodărite primordial sau secundar în scopul menținerii sau îmbunătățirii biodiversității. Este însă necesară cunoașterea detaliată a lor, a rolului acestora și realizarea unor hărți în sistem GIS ce vor fi utilizate în diverse analize;*

– Desemnarea unor tipuri de arii naturale protejate în unele spații verzi urbane și peri-urbane și promovarea conceptului de arii naturale urbane (<https://parcnaturalvacaresti.ro/portfolio-item/reteaua-nationala-a-ariilor-naturale-urbane-2021-2023/>). Măsura trebuie aplicată dacă este necesară în funcție de obiective clar stabilite, iar managementul lor elaborat și aplicat printr-o largă participare a factorilor interesați. În prezent, există în Europa diverse tipuri de arii naturale protejate desemnate în localități. La nivelul statelor membre ale Uniunii Europene, sunt desemnate câteva sute de Situri Natura 2000 suprapuse peste zeci de orașe, inclusiv în capitale (http://www.europarc.org/wp-content/uploads/2019/08/Biodiversity-and-N2000-in-urban-Areas-Brussels_2006.pdf). În România, este bine cunoscut exemplul Parcului Natural Văcărești din interiorul Municipiului București. La nivelul Uniunii Europene Siturile Natura 2000 din spațiile urbane dețin numeroase specii de interes comunitar. Dintre acestea, amintim: rădașca (*Lucanus cervus*), croitorul mare al stejarului (*Cerambyx cerdo*), boarța (*Rhodeus sericeus amarus*), izvoarașul cu burtă galbenă (*Bombina variegata*), tritonul cu creastă (*Triturus cristatus*), castorul (*Castor fiber*), vidra (*Lutra lutra*), mai multe specii de lilieci etc. Păsările sunt foarte bine reprezentate, identificându-se Situri Natura 2000 din orașe, având și peste 50 de specii de interes comunitar – parte a anexei I a Directivei Păsări (http://www.europarc.org/wp-content/uploads/2019/08/Biodiversity-and-N2000-in-urban-Areas-Brussels_2006.pdf).

Din cea de-a doua categorie, propunem:

- Promovarea unor arbori și arbuști din specii autohtone, preferate de insectele polenizatoare sălbatice și păsări pentru cuibărit și hrănire. Măsura este foarte necesară și la amenajarea spațiilor verzi de pe proprietățile persoanelor fizice sau juridice, mai ales datorită efectului benefic al păsărilor și altor elemente ale biodiversității pentru proprietari. Persoanele fizice apelează de regulă la plantarea speciilor exotice sau doar la așternerea gazonului care de multe ori sunt fără importanță majoră pentru biodiversitate. Menținerea și îmbunătățirea vegetației native ca vegetație ornamentală, ajută la îmbunătățirea habitatului și la atragerea păsărilor pe termen lung, în spațiile verzi urbane (Sulaiman *et al.* 2013); Exemplu de specii cu rol benefic pentru biodiversitatea din spațiile urbane:
 - Specii de arbuști și arbori cu fructe preferate de păsări (soc, măceș, corn, lemn câinesc, scoruș, salbă moale etc.);
 - Arbuști cu țepi (păducel, măceș, porumbar, dracilă etc.), utilizați de unele specii pentru amplasarea cuiburilor, dar și pentru hrănirea cu fructele acestora;
 - Pomi fructiferi, precum: cireșul, vișinul, mărul, corcodușul, nucul. Este preferabil lăsarea unei cantități de fructe în pomi, pe perioada rece a anului;
 - Specii lemnoase care se pretează la tundere, izolat sau preferat în grupuri (carpen, merișor, dracilă,

cununiță), așa încât prin tăieri repetate să producă o îndesire suficientă pentru ca anumite specii de păsări să cuibărească în ele. Modul de toaletare a arborilor, inclusiv a celor de pe arterele rutiere sau de pe cele pietonale poate avea beneficii sau nu, deoarece un anumit mod de intervenție poate favoriza construirea cuiburilor în coronament;

- Specii de conifere (izolat sau grupate), atât pentru asigurarea hranei (semințele produse de tuia, diferite specii de pin, molid, brad larice etc.), cât și pentru adăpost (spre exemplu, ciuful de pădure *Asio otus* preferă să ierneze în grupuri, mai ales în conifere) sau amplasarea cuibului (fig. 1);



Fig. 1. Grup de specii conifere într-un parc mic (suar), utilizate de păsări atât pentru hrănire, cât și pentru odihnă sau refugiu (foto D.T. Ionescu) [Group of coniferous species in a small park, used by birds both for feeding and for rest or refuge]

- În zonele unde există pâraie sau locuri mlăștinoase, se pot planta specii de arbori caracteristice habitatelor umede, precum: specii de salcie, răchită, anin. Dacă acestea există pe amplasament, vor fi menținute pe cât posibil;
- Plantarea sau menținerea unor specii de plante lemnoase agățătoare, cum ar fi: iedera, trâmbița, glicina, vița sălbatică, inclusiv pe garduri și clădiri. Ele atrag diferite păsări pentru a cuibări sau a se hrăni;



Fig. 2. Gard viu îndesit prin tundere, poate deveni loc de cuibărit sau de refugiu pentru diferite specii de păsări (foto D.T. Ionescu) [Hedge thick by pruning, can become a breeding place or refuge for different species of birds]

- *Promovarea gardurilor vii.* Sunt deosebit de importante ca refugiu și loc de cuibărit pentru unele păsări (fig. 2). Din păcate în România sunt utilizate doar pe scară restrânsă comparativ cu alte state europene, unde aproape toate proprietățile sunt astfel delimitate;
- Una dintre cele mai importante măsuri de conservare, este aceea a *menținerii unor arbori mari, groși (fig. 3), scorburoși, eventual parțial sau total uscați, sau a unor pâlcuri formate din specii lemnoase, fără nicio intervenție de gospodărire, sau cu intervenții minore / extensive (fig. 4).* Desigur acești arbori uscați sau grupe de arbori și arbuști, nu trebuie să pericliteze viața oamenilor (să nu fie în apropierea aleilor, băncilor, zonelor de picnic, zonelor de joacă etc.). Aplicarea măsurii de menținere a unor pâlcuri de vegetație lemnoasă fără intervenție poate fi foarte benefică întregii biodiversități dintr-o zonă verde, fiind într-o oarecare măsură asemănătoare la o scară desigur restrânsă, cu structura unei păduri în care nu se aplică management forestier. Chiar și în condițiile unui habitat prielnic, dar restrâns și înconjurat de structuri urbane masive, unele specii de insecte saproxilice de interes conservativ comunitar (specii din anexa II a Directivei Habitata a UE), ocupă arborii bătrâni cu lemn mort, din parcuri. Este bine cunoscut de exemplu, cazul gândacului pustnic (*Osmoderma eremita*), care se reproduce în unele parcuri ale marilor orașe europene (Carpaneto *et al.* 2010);



Fig. 3. Arbore de mari dimensiuni, în imediata vecinătate a arterelor de circulație și clădirilor dintr-un oraș, utilizat pentru cuibăritul ciocănititorilor – orificiu de intrare în cuib, cerc alb (foto D.T. Ionescu) [Large tree in the immediate vicinity of roads and buildings in a city, used for woodpecker nesting - nest entrance, white circle]



Fig. 4. Spațiu verde cu grupare de arbuști și arbori având aspect sălbatic, în care nu se fac intervenții semnificative, loc favorabil de hrănire și reproducere pentru multe specii de păsări (foto D. T. Ionescu) [Green space with grouping of shrubs and trees having a wild feature, where no significant interventions are made, favorable foraging and breeding habitat for several species of birds]

- În cazul tăierii unor arbori, sau crăci, este utilă lăsarea unei cantități de lemn rezultat, sub formă de grămezi, în anumite locuri din spațiul verde. Acestea vor constitui habitate prielnice pentru numeroase specii de animale, unele constituind hrana păsărilor. Trunchiurile doborâte se vor lăsa pe cât posibil în zona verde, putând avea și rol educativ pentru publicul larg în ce privește informațiile privind lemnul mort și rolul său în natură;



Fig. 5. Covorul de frunziș uscat împreună cu solul spațiilor verzi este un microhabitat extrem de util unei faune nevertebrate ce constituie parțial și hrana unor specii de păsări (foto D.T. Ionescu) [The dry foliage together with the soil of the green spaces is an extremely useful microhabitat for invertebrates that is also partly the food of several bird species]

- Se vor păstra frunzele uscate (litiera) pe anumite porțiuni din parcuri și grădini (fig. 5), iar acolo unde acestea se adună, se vor realiza grămezi lăsate pe loc în spațiile verzi. Măsura are un rol pozitiv pentru menținerea unei faune nevertebrate specifice, dar și a multor

specii de vertebrate ce folosesc frunzișul uscat de pe sol ca adăpost sau loc de hibernare (reptile, amfibieni, mamifere). Nu este de neglijat la nivelul parcurilor nici concentrarea frunzelor pentru compostare în aer liber, proces în care participă și numeroase specii mai ales de nevertebrate;

- *Netratatarea unor scorburii, sau diverse orificii ori rupturi din arbori*, toate acestea constituind microhabitate pentru numeroase specii de nevertebrate. Unele păsări își construiesc cuiburile în scorburile mari (fig. 6). Desigur, în decizia păstrării unor astfel de structuri, se va ține cont în primul rând de siguranța oamenilor, apoi de starea fito-sanitară a vegetației lemnoase;

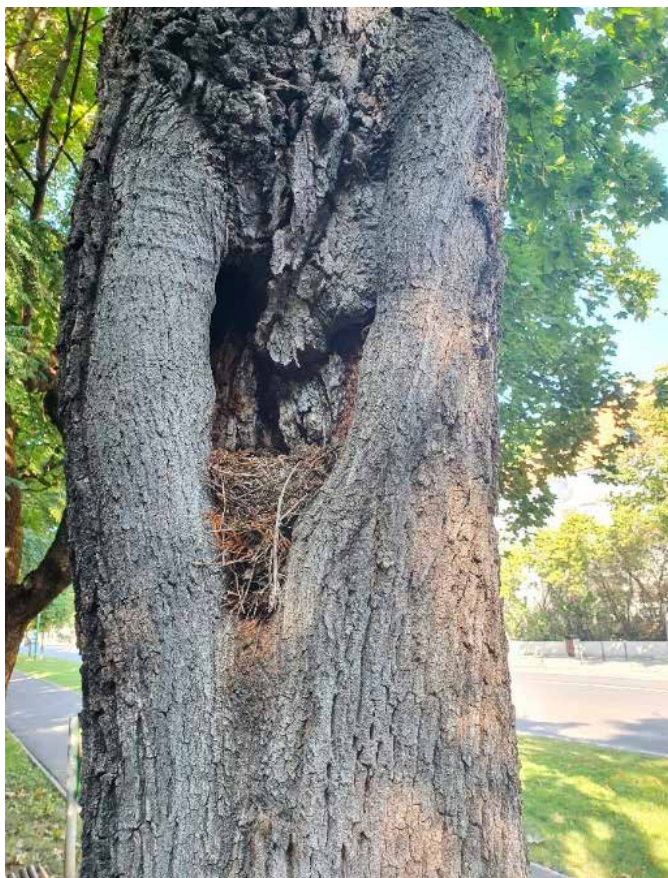


Fig. 6. Cuib de mierlă (*Turdus merula*) construit într-o scorbură mare a unui arbore de pe un bulevard (foto D.T. Ionescu)
[Blackbird (*Turdus merula*) nest built in a large natural hollow of a tree next to a main road of a city]

- *Promovarea unui mozaic de habitate, în care să se combine zonele cu arbori și arbuști cu cele cu habitate deschise înierbate sau ronduri cu flori ornamentale*. Aceste două tipuri majore de habitat, precum și zonele de tranziție dintre ele (ecoton) sunt importante pentru întreaga biodiversitate (fig. 7). Spațiile verzi cu o mare varietate de caracteristici locale, necesită a fi încorporate în proiectele de planificare urbană pentru a asigura existența diverselor comunități de păsări (Korányi *et al.* 2020). Creșterea complexității habitatelor din parcuri, prin structuri cât mai mozaicate în plan orizontal și vertical, duce la creșterea diversității avifaunei, chiar și în parcuri de mici dimensiuni (Fernandez-Juricic & Jokimäki 2001);



Fig. 7. Mozaic de habitate cu arbuști, arbori și pajiște într-un parc, optim pentru hrănirea și cuibăritul speciilor de păsări (foto D.T. Ionescu) [Mosaic of shrub, tree and grassland habitats in a park, optimal for foraging and breeding of bird species]

- *Realizarea unor perdele forestiere și altor tipuri de spații verzi peri-urbane, cu multiple funcții, utile atât pentru om (acestea contribuie la reținerea unei părți a noxelor și prafului, estompează zgomotul și pot crea un microclimat mai umed și mai răcoros) cât și pentru biodiversitate*. Spre exemplu, astfel de perdele / centuri verzi pot atrage pentru cuibărit ciorile de semănătură (*Corvus frugilegus*) din interiorul orașelor, eliminându-se unele probleme și conflicte existente în cazul coloniilor din parcuri (fig. 8). Există ideea conceperii de centuri verzi în jurul marilor orașe, iar punerea lor în practică ar însemna desigur un avantaj multiplu la nivelul comunităților locale, din care flora și fauna ar avea de câștigat. Astfel de centuri verzi pot fi realizate și în jurul localităților rurale mai ales a celor expuse la viscole sau la călduri excesive;



Fig. 8. Plantațiile de arbori din zonele peri-urbane, mai ales sub forma unor perdele forestiere de protecție, aliniamente sau mici parcuri, pot atrage speciile coloniale, precum cioara de semănătură (foto D.T. Ionescu) [Tree plantations in peri-urban areas, especially in the form of protective forest screens, alignments or small parks, can attract colonial species such as the rook]

- Terenurile cu iarbă, preferabil vor fi reprezentate de amestecuri din diferite specii și se vor cosi, dar este recomandat a se lăsa câteva benzi sau suprafețe ne cosite. În acest fel, dacă există vegetație ierboasă sub arbuști sau arbori, este de preferat a fi lăsată ne cosită. Cu cât compoziția floristică va fi mai variată și mai apropiată de cea a pajiștilor naturale, cu atât va fi atrasă o biodiversitate mai bogată;
- La alegerea speciilor de flori, se va ține cont și de importanța lor pentru insecte, așa încât vor fi preferate cele melifere, sau care atrag diverse insecte din entomofauna locală. Este necesară o campanie de informare și conștientizare pe această temă, mai ales focusată pe proprietarii de grădini;
- Montarea unor structuri care să atragă insectele (așa-numitele hoteluri pentru insecte) în spațiile verzi publice, dar și în grădinile private. Există o gamă variată de structuri benefice insectelor, care atrag mai ales polenizatori, albine sau viespi (<https://entomologistlounge.wordpress.com/2017/09/18/insect-hotels-a-refuge-or-a-fad/>), ce pot fi achiziționate din comerț. Acestea utilizează diferite materiale, precum lemnul, argila, stuful etc. în care se pot refugia sau reproduce insectele. Și alte animale nevertebrate sau vertebrate pot beneficia de asemenea structuri;
- Montarea de adăposturi pentru lilieci. Pe lângă păsările insectivore, lilieci au un rol important în natura urbană, prin consumul de insecte. În plus, speciile de lilieci sunt protejate, de aceea aceste mamifere pot și trebuie ajutate prin atragerea sau menținerea lor în orașe, inclusiv cu ajutorul unor adăposturi special construite pentru ei și montate inclusiv în parcuri și alte spații verzi. Montarea unor astfel de căsuțe sau conceperea unor soluții arhitecturale la construcțiile urbane ce atrag sau mențin liliecii (<https://aplr.ro/wp-content/uploads/2016/06/Conservarea-speciilor-de-lilieci-in-adaposturi-antropice-Ghid-metodologic-web.pdf>);
- Dacă se dorește amenajarea unor iazuri / lacuri în grădini și parcuri, acestea nu trebuie să fie total artificiale, ci să aibă elemente naturale ce pot atrage diverse animale, de la insecte, până la broaște, păsări și mamifere. Astfel, se va ține cont de următoarele recomandări:
 - se vor promova specii din flora autohtonă, submersă, natantă și emersă (papură, stuf);
 - fundul bazinului va fi impermeabilizat, dar acoperit cu piatră, nisip sau măr;
 - malurile, cel puțin parțial, vor fi construite din pământ, cu pantă cât mai mică spre interiorul bazinului, așa încât să se poată fixa flora spontană iubitoare de apă.
 - Trebuie să existe zone cu diferite adâncimi, obligatoriu zone cu adâncimi mai mari de 65 cm pentru a preveni înghețarea completă și moartea faunei acvatice.
 - În cazul în care spațiile verzi urbane sau periurbane au incluse și lucii de apă, este preferabil ca o parte a acestora (anumite maluri) să fie cât mai sălbatice, prin

acoperirea cu vegetație emersă – stuf, papură etc. (fig. 9). În aceste habitate umede pot chiar cuibări specii tipice de baltă, precum: rața mare (*Anas platyrhynchos*), lișița (*Fulica atra*), găinușa de baltă (*Gallinula chloropus*), lăcarul mare (*Acrocephalus arundinaceus*) etc. Crearea sau menținerea de zone umede în localități ar trebui să fie un obiectiv primordial pentru autoritățile publice locale, deoarece infrastructura albastră are beneficii semnificative și pentru comunitățile locale, mai ales în contextul modificării climatului actual. Complexul de spații verzi și ape de suprafață, numit infrastructură verde-albastră, este tot mai frecvent realizată la nivelul orașelor lumii. Aceasta are un rol multifuncțional, oferind mai multe beneficii pe același spațiu, îmbunătățind atât viața oamenilor prin crearea unui microclimat mai umed și mai răcoros comparativ cu situația în care nu ar exista, cât și serviciile ecosistemice legate de apă și zonele verzi (<https://www.greengrowthknowledge.org/blog/blue-and-green-cities-role-blue-green-infrastructure-managing-urban-water-resources>). Zonele umede urbane, mai ales dacă au o structură apropiată de cea naturală, cu vegetație sebmersă, natantă și emersă, pot contribui și la stocarea carbonului și bineînțeles la îmbunătățirea calității apelor;



Fig. 9. Stuful pe anumite maluri ale lacurilor din spații verzi urbane sau periurbane, constituie habitat optim pentru numeroase specii de păsări și alte grupe de animale (foto D.T. Ionescu)
[Reedbeds on certain shores of lakes in urban or peri-urban green spaces are optimal habitat for several species of birds and other animals]

- Anterior aplicării în localități a unor metode și tehnici împotriva insectelor, acarienilor, rozătoarelor sau altor animale considerate dăunătoare, este necesară consultarea experților biologi / ecologi și realizarea unor studii de impact asupra biodiversității. În urma rezultatelor și concluziilor acestor studii și a expertizei specialiștilor, pot fi concepute scheme și metode de intervenție. Contrar acestei abordări, se procedează adesea la luarea unor decizii ale autorităților locale în privința acțiunilor de dezinsecție și deratizare, ce pot avea consecințe negative pentru păsări și alte componente ale biodiversității. Aplicarea tratamentelor cu

substanțe împotriva bolilor și dăunătorilor trebuie realizată la recomandarea și aprobarea unităților fitosanitare pentru protecția plantelor în conformitate cu legislația existentă (http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf);

- *Cuiburi artificiale, hrănituri*. Menținerea sau atragerea păsărilor în diverse tipuri de spații verzi, se poate face și prin acțiuni directe de tipul construirii unor cuiburi artificiale, hrănituri și adăpători / scăldători. Acesta este un subiect foarte vast, ce merită a fi tratat în detaliu, de aceea îl vom discuta într-un articol special dedicat.

Din cea de-a treia categorie, propunem:

- *Implicarea publicului larg sau a unor segmente de public în conservarea spațiilor verzi și a biodiversității lor, prin conceperea și aplicarea de acțiuni și programe educaționale și de conștientizare*. Educația ecologică a copiilor și a tinerei generații va avea cu siguranță efecte pozitive și asupra biodiversității urbane. Realizarea unor trasee tematice în parcuri prin care se va explica rolul zonelor verzi în menținerea și îmbunătățirea biodiversității urbane se poate adresa tuturor vârstelor și pot fi create secțiuni dedicate familiilor. Unele acțiuni de conștientizare și asistență tehnică sunt foarte necesare și în cazul spațiilor verzi proprietate a persoanelor fizice sau juridice chiar dacă de regulă sunt de mici dimensiuni. Numărul lor este semnificativ și iar suprafețele lor însumate depășesc de multe ori zonele verzi publice.
- *Demararea și intensificarea cercetării la nivelul parcurilor urbane, prin proiecte și programe specifice*. Cercetarea biodiversității, a legăturii sale cu omul și a conservării acesteia, poate conduce din punct de vedere practic la propunerea unui management al spațiilor verzi mult mai prietenos cu natura. Este de dorit o implicare adecvată a instituțiilor de cercetare și de învățământ universitar în teme, proiecte sau programe de cercetare în acest sens.

4. Concluzii

Deși spațiile verzi urbane din România nu au fost concepute și nu sunt gospodărite luând în considerare biodiversitatea, implementarea unor principii și tehnici prietenoase cu natura, ușor de aplicat, fără costuri suplimentare celor alocate managementului uzual, vor duce cu siguranță la realizarea acestui obiectiv. Sperăm ca demersul nostru și propunerile concrete din această lucrare să fie receptate îndeosebi de către autoritățile locale, organizațiile de profil din domeniul arhitecturii peisagistice și experți din acest domeniu.

Mulțumiri

Pentru echipamentele utilizate în prezentul studiu, autorii aduc mulțumiri firmei SC Wildlife Management Consulting SRL.

Bibliografie

- Bolea V, Gavrilesu G, Mihalache L, Alexandru C (2020)**. Păsările – componentă vitală a ecosistemelor pădurilor urbane. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 46: 109-119.
- Carpaneto GM, Mazziotta A, Coletti G, Audisio P, Luiselli L (2010)**. Conflict between insect conservation and public safety: The case study of a saproxylic beetle (*Osmoderma eremita*) in urban parks. *Journal of Insect Conservation*, 14 (5), 555-565.
- Fernández-Juricic E (2000)**. Avifaunal use of linear strips in an urban landscape. *Conservation Biology* 14: 513-521.
- Fernandez-Juricic E, Jokimäki JA (2001)**. Habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: Case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity Conservation*, 10, 2023-2043.
- Goddard MA, Dougill AJ, Benton TG (2010)**. Scaling up from gardens: Biodiversity conservation in urban environments. *Trends in Ecology and Evolution*, 25, 90-98.
- Korányi D, Gallé R, Donkó B, Chamberlain D E, Batáry P (2021)**. Urbanization does not affect green space bird species richness in a mid-sized city. *Urban Ecosystems*, 24, 789-800.
- Mikusinski G, Roberge JM, Fuller RJ (eds) (2018)**. Ecology and conservation of forest birds. Cambridge University Press.
- Seewagen CL, Slayton EJ (2008)**. Mass changes of migratory landbirds during stopovers in a New York City Park. *The Wilson Journal of Ornithology*, 120, 296-303.
- Sulaiman S, Nik Hanita NM, Idilfitri S (2013)**. Contribution on vegetation in urban parks as habitat for selective bird community. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 85, 267-281.
- Vasquez AV, Wood EM (2022)**. Urban parks are refuge for birds in park-poor areas. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 1-16.
- Zhang Z, Huang G (2020)**. How do urban parks provide bird habitats and birdwatching service? Evidence from Beijing, China. *Remote Sensing*, 12, 3166.
- <https://entomologistlounge.wordpress.com/2017/09/18/insect-hotels-a-refuge-or-a-fad/>
- <https://advest.ro/wp-content/uploads/2021/04/Ghid-ADR-Vest-spatii-verzi.pdf>
- http://www.asop.org.ro/lan-net/documente/LAN-NET_Ghid_2017_web.pdf
- https://environment.ec.europa.eu/system/files/2021-04/RO_Green%20City%20Accord%20political%20commitment.pdf
- <https://aplr.ro/wp-content/uploads/2016/06/Conservarea-speciilor-de-lilieci-in-adaposturi-antropice-Ghid-metodologic-web.pdf>
- <https://parcnaturalvacaresti.ro/portfolio-item/reteaua-nationala-ariiilor-naturale-urbane-2021-2023/>
- http://www.europarc.org/wp-content/uploads/2019/08/Biodiversity-and-N2000-in-urban-Areas_Brussels_2006.pdf
- <https://www.greengrowthknowledge.org/blog/blue-and-green-cities-role-blue-green-infrastructure-managing-urban-water-resources>

Abstract

Can green spaces in Romanian cities be friendlier to wild birds and biodiversity in general?

Green spaces are optimal habitats for numerous species of birds, but also for other wild animals. They can be very attractive for avifauna if the principle of biodiversity conservation is taken into account when building and managing them and if concrete measures are applied to maintain or attract birds in parks and gardens. In this way, we proposed several types of measures, some general, related to principles, vision, design, integrated management, legislation, and others concrete and technical, which concerned the structure of green spaces and the conditions necessary for the occupation of green spaces by birds or keeping them inside parks and gardens. Last but not least, we formulated educational, awareness and research measures. Among the general measures, we proposed: the application of the principle of attracting and preserving biodiversity; maintaining existing areas of green spaces or creating new ones; connectivity of green spaces; the designation of some types of protected areas in urban and peri-urban green spaces and the application of efficient and sustainable management. From the second category, we proposed: the promotion of trees and shrubs of native species and those that can provide fruits and seeds consumed by birds; planting fruit trees and leaving some quantities of fruit over the winter; planting of conifer species, isolated or in groups; promoting thorny shrubs; leaving some thick, hollow, partially or totally dead trees in parks and public gardens and maintaining areas of trees and shrubs without interventions; not treating some hollows that can be used by birds for nesting or feeding; keeping dead leaves on certain surfaces of the parks and making piles with them; the creation of peri-urban forest around cities, but also in rural areas; the promotion of honeydew flowers; keeping some uncut strips on the grass fields. The target groups to whom our proposals are addressed are: local public administrations and landscape architecture associations, which we are convinced will take them into consideration.

Keywords: green spaces, management, birds, biodiversity conservation

Monitorizarea șacalului auriu (*Canis aureus*) în zona localității Smârdan, județul Tulcea (România)

Constantin Ștefan¹, Mihai Fedorca^{1,2}✉, Ancuța Fedorca^{1,2}, Ion Mirea^{1,3}, Cosmin Mariș⁴, Ovidiu Ionescu^{1,2}

✉ autor corespondent

¹ Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brasov, Romania

² SCDEP Brasov, National Institute for Research and Development in Forestry "Marin Dracea", Brasov, Romania

³ National Institute for Research and Development in Forestry "Marin Dracea", Voluntari, Romania

⁴ Facultatea de Inginerie și Tehnologii Aplicate, Universitatea de Științe Vietii "Regele Mihai I" din Timișoara, România

1. Introducere

Șacalul auriu (*Canis aureus*, Linnaeus 1758) este un canid de o mărime medie, acesta fiind reprezentantul genului *Canis* cu cea mai mare răspândire dintre speciile de șacali (Sheldon 1992). Șacalul auriu are arealul începând cu cele mai îndepărtate părți ale Asiei, cum ar fi Vietnamul, Peninsula Indiană, continuând răspândirea acestuia prin Peninsula Arabică, până în Peninsula Balcanică, Europa de Est și Europa Centrală (Sheldon 1992, Jhala & Moehlman 2004, Böcker et al. 2023), fiind raportat în 33 de țări europene (Cunze & Klimpel 2022).

Din cauza plasticității sale ecologice, șacalul auriu se poate adapta la orice tip de mediu (Lanszki et al. 2022); astfel, exemplare de *C. aureus* sunt prezente în deșerturi, câmpii, păduri, dar și în zonele antropizate (MacDonald 1979, 1984, Roberts 1997, Giannatos et al. 2010, Hunter & Barrett 2011), fiind raportată chiar și în zona subarctică din Rusia (Rykov et al. 2022).

Din punct de vedere altitudinal, șacalul auriu preferă altitudinile joase, totuși existând semnalări ale speciei și în zone altitudinale ridicate: la peste 1000 m în Peninsula Balcanică (Giannatos et al. 2005, Stoyanov 2012), între 1700 și 1900 m în Munții Alpi din regiunea Italiei (Rassati 2014), iar prezența la cea mai mare altitudine s-a observat în Nepal, la 3300-3500 m (Katuwal & Dahal 2013, Chopra & Ansari 2022).

Pe lângă adaptabilitatea sa ridicată, în zonele de câmpie

ale României nu are prădători naturali, acest lucru plasându-l în vârful piramidei trofice.

În jurul anului 1962, șacalul auriu a reușit să recolonizeze fostele teritorii din Bulgaria (Spasov 1989), avansând ulterior înspre România și Serbia (Kryštufek et al. 1997, Ćirović et al. 2016). Printre primele documentări ale șacalului auriu pe teritoriul României, se menționează un prim nucleu populațional stabil în zona localității Niculițel, jud. Tulcea, în 1984 (Almășan 1995, Murariu & Munteanu 2005).

Conservarea faunei de interes cinegetic joacă un rol din ce în ce mai important atât pe teritoriul țării noastre, cât și la nivel global, având în vedere extinderea și multiplicarea factorilor antropici care acționează asupra animalelor sălbatice.

Astfel, nevoia determinării cât mai exacte a statusului populațional și a eficienței managementului fondurilor cinegetice, a făcut ca programele de monitorizare a faunei să fie din ce în ce mai promovate. Astfel, pentru a evita o suprapopulare a speciei, dar și pentru a diminua pagubele pe care aceasta le produce, ar fi de dorit implementarea unor programe de monitorizare cu ajutorul cărora să se determine cât mai exact numărul de exemplare.

2. Locul cercetărilor și metoda de cercetare

Locul cercetărilor este situat în zona localității Smârdan din județul Tulcea și cuprinde o suprafață monitorizată de aproximativ 15500 ha (Fig. 1).

Obiectivul acestui studiu a fost de a determina numărul minim de indivizi de șacal auriu din zona de studiu. Pentru îndeplinirea obiectivului, s-au folosit o serie de metode de identificare a numărului minim de exemplare, după cum urmează:

a) *Metoda inventarierii semnelor de prezență* (monitorizarea prin parcurgerea unor transecte în zona monitorizată și notarea pe aparatele GPS a locurilor semnelor de prezență - urme, lăsături - precum și fotografiile ale acestora).

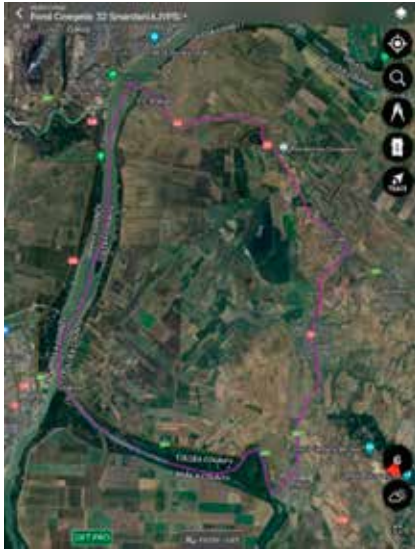


Fig. 1. Zona de studiu

Deosebirea dintre urmele de câine și cele de șacal auriu se poate realiza, ușor, prin simpla observare a formelor acestora. Cea de șacal auriu este mai alungită și îngustată spre partea superioară, iar cele două degete mijlocii sunt unite la partea posterioară, pe când cea de câine are o conformație mai rotundă, spațierea interdigitală a celor două degete mijlocii fiind vizibilă.

Metoda este una simplă la bază, procedeul de lucru constând în căutarea semnelor de prezență, mai precis urmele, excrementele în zonele de trecere (Ionescu et al. 2013) considerate de interes pentru specie: în apropierea surselor de apă (Dunărea și diferite zone inundabile), în zonele limitrofe satelor unde locuitorii aruncă ilegal resturi de hrană, dar și în proximitatea vizuinilor acestora (Fig. 2).

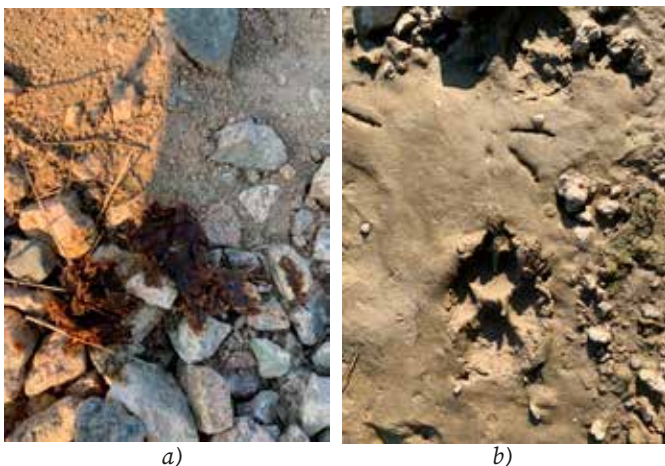


Fig. 2. a) excremente de șacal; b) urmă de șacal

b) *Metoda inventarierii adăposturilor* (monitorizarea speciei în concordanță cu activitatea exemplarelor la vizuini). Această metodă se realizează prin inventarierea și identificarea vizuinilor din cadrul zonei de studiu (Heidecke 1995). Baza funcțională a acestei metode este aceea că un adăpost, pentru a fi considerat activ, trebuie să aibă minim un locuitor (Ionescu et al. 2013). Metoda se bazează pe inventarierea regulată a vizuinilor luate în studiu. În timpul vizitelor se aplică o serie de procedee

cum ar fi ștergerea urmelor preexistente și amplasarea de mici obstacole la gura vizuinii (resturi de vegetație, bucăți de lemn etc.), cu scopul determinării activității șacalului auriu la aceasta (Ionescu et al. 2013). Astfel, se întâlnesc următoarele cazuri:

- constatarea unor noi urme la gura vizuinii, cu un rezultat pozitiv asupra activității;
- înlăturarea de către animal a obstacolelor amplasate, de regulă acestea fiind deplasate din interiorul vizuinii către exterior, fapt datorat amplasării lor pe timp de zi, când șacalul auriu stă de regulă în interiorul acesteia.

Fiecare urmă nou înregistrată sau un deranj al obstacolelor puse de către personalul de teren, indică o utilizare a acestora (Fig. 3).



Fig. 3. Amplasarea de obstacole la intrarea în vizuină

Această metodă de monitorizare a fost aplicată pe parcursul mai multor zile, la toate vizuinile identificate în teren. Metodologia de lucru cuprinde:

- identificarea vizuinii;
- parcurgerea terenului limitrof acesteia (în căutare de semne de activitate: urme, lăsături, poteci de trecere etc.);
- fotografierea vizuinii la momentul găsirii;
- ștergerea urmelor preexistente (unde este cazul);
- fotografierea vizuinii înainte de plecare.

Principiul de bază al acestei metode este acela de a elimina orice urmă preexistentă a speciei aferentă vizuinilor monitorizate, astfel încât la următoarea ieșire în teren se va identifica utilizarea acesteia de către specia monitorizată.

c) *Metoda ascultării urletelor* (monitorizarea speciei în funcție de răspunsurile vocale ale șacalilor la un stimul extern, în cazul de față fiind utilizată o chemătoare electronică).

Intuitiv denumirii, această metodă de lucru presupune amplasarea strategică în anumite puncte distribuite pe suprafața monitorizată, la un interval orar bine ales, mai exact după o oră de la apusul soarelui, până la miezul

noapții (Giannatos et al. 2005, Krofel 2008), în funcție de anotimp. Următoarele etape implică pornirea chemătorii electronice sau folosirea celei acționată mecanic, iar mai apoi ascultarea propriu-zisă a urletelor șacalilor aurii. Fiind o specie teritorială, aceștia au dezvoltat un sistem ierarhic bazat pe urlete, lucru ce permite identificarea precisă a tuturor exemplarelor care răspund sunetelor produse de către chemătoare.

Metoda a fost utilizată pe parcursul sezonului de repaus vegetativ, în luna februarie, perioadă ce coincide cu sezonul de împerechere, fapt ce o face mai activă în această perioadă.

Metodologia de lucru implică poziționarea operatorului în puncte prestabilite, cu o distanță între ele de aproximativ 3 km, acest lucru prevenind dubla numărare a exemplarelor. Direcțiile de pe care s-au notat răspunsurile oferite de șacalii aurii, au fost ilustrate în figura 4, sub forma unor conuri cu o lungime de 800-1000 m, lungime ce reprezintă distanța de la care se poate auzi un urlet de șacal (Graf & Hatlauf 2021). Odată perceput un urlet, operatorul aproximează distanța în metri de la care s-a auzit.

Totodată, conurile sunt ilustrate și diferențiate pe culori, fiecare culoare reprezentând un punct diferit al ieșirii în teren, astfel având următoarele puncte:

- primul punct, în sudul fondului cinegetic, pe malul Dunării vechi, fiind reprezentat, pe hartă, de culoarea roșie;
- al doilea punct, în estul fondului cinegetic, în apropierea localităților Garvăn și Jijila, fiind reprezentat de culoarea brun-închisă;
- al treilea punct, în vestul fondului cinegetic, în fâșia de pădure de pe malul Dunării dintre localitățile Smârdan și I.C. Brătianu, fiind reprezentat de culoarea galbenă;
- al patrulea punct, în nordul fondului cinegetic, la ferma agricolă a domnului Lombardi, în proximitatea localității I.C. Brătianu, fiind reprezentat de culoarea verde.



Fig. 4. Hartă reprezentativă pentru metoda ascultării urletelor

d) *Metoda transectelor* (parcurea unor transecte prestabilite în fondul cinegetic și colectarea de informații de pe acestea)

Metodologia de lucru este reprezentată de parcurea unor trasee prestabilite în zonele considerate de interes pentru specia *Canis aureus* L. colectând semnele de prezență de pe traseu. Semnele de prezență constau în urme, excremente, fire de păr, urină, dar și prezența fizică a exemplarelor (Ionescu et al. 2013).

Transectele au fost realizate în decursul a mai multor zile și perioade din an, două dintre ele fiind de-a lungul malului Dunării, unul fiind în apropierea localităților limitrofe, iar cel din urmă în partea centrală a fondului cinegetic.

e) *Metoda camerelor foto* cu senzori de mișcare (amplasarea camerelor foto în teren cu scopul capturării video al exemplarelor)

Metodologia de lucru abordată o reprezintă poziționarea camerelor, de tip foto-trap, în zonele în care s-au observat semne aferente de prezență, cum ar fi: urme, excremente, urlete etc. (Ionescu et al. 2013, Vinitpornasawan & Fuller 2023).



Fig. 5. Hartă zonelor de amplasarea a camerelor cu senzori de mișcare

Amplasarea camerelor a avut loc în patru locuri diferite: zona Bugeac (cercul roșu), zona Piatra Fetei (cercul galben), zona podului (cercul verde) și zona monumentului (cercul albastru).

3. Rezultate

Au fost selectate pentru această lucrare doar rezultatele obținute în urma utilizării celor mai bune metode.

3.1 Metoda urletelor

Această metodă a furnizat cele mai bune rezultate, în sensul că a fost determinat cel mai mare număr de exemplare de șacal auriu din zona de studiu.

În primul punct de observații, au fost identificate 6 exemplare distincte, în cel de al doilea punct au fost

identificate 4, în cel de al treilea punct 5, iar în ultimul punct fiind auziți 7 indivizi distincți.

3.2 Metoda adăposturilor

Prin intermediul acestei metode s-au identificat și studiat cu succes vizuinile active (Fig. 6), în zona Bugeac fiind cea mai mare densitate de vizuini locuite de pe cuprinsul întregului fond cinegetic studiat. Densitatea mare de vizuini din zona mai sus menționată se datorează solului nisipos și ușor de săpat, respectiv conformației terenului, mai puțin plană decât în restul teritoriului fondului cinegetic.



Fig. 6. Vizuina la momentul găsirii și la momentul plecării

În figurile 6 și 7 sunt reprezentate două vizuini în cele două faze diferite. Prima fotografie redă aspectul vizuinii în momentul inițierii inventarierii, iar cea de a doua redă aspectul după ce urmele au fost șterse cu scopul determinării frecvenței acesteia. Pentru această metodă, numărul minim de exemplare nu s-a putut determina, dat fiind faptul că mai multe exemplare folosesc același sistem de vizuini și mărimea urmelor imprimate, nu permite identificarea exemplarelor.



Fig. 7. Vizuină cu semne de prezență ale speciei vizate în studiu

3.3. Metoda transectelor

În urma aplicării metodei transectelor, în zona limitrofă localităților adiacente fondului cinegetic, pe baza urmelor pârție s-a constatat faptul că exemplarele de șacal auriu frecventează zonele urbane în căutarea hranei (Fig. 8). Această metodă ne oferă aspecte legate de utilizarea zonei de către specie, dar nu poate indica numărul de exemplare, mai ales în cazul în care aceeași potecă

este utilizată de mai mulți indivizi. La fel ca și metoda adăposturilor, această metodă este foarte greu de aplicat la această specie și oferă mai ales informații generale, referitoare la prezența speciei într-o anumită zonă.



Fig. 8. Urmă tipar și urmă pârție de șacal auriu

4. Discuții, concluzii

În urma prezentului studiu, s-a concluzionat faptul că, pe raza fondului cinegetic nr. 32 Smârdan, metoda cea mai eficientă de monitorizare a șacalului auriu este "metoda urletelor", prin pornirea chemătorii electronice, după apusul soarelui până la miezul nopții. Același rezultat a fost obținut și de către Martin Šálek et al. (2014), într-un studiu realizat în Peninsula Balcanică (Bulgaria, Serbia, Croația și România), iar aceleași metode sunt folosite și în Estonia (Männil & Ranc 2022).

La finalul anului 2022, în fondul Smârdan, populația de șacali aurii era de 22 exemplare.

Canis aureus a fost întâlnit cu preponderență în:

- i) habitate cu vegetație erbacee deasă și înaltă;
- ii) habitate cu vegetație arbustivă;
- iii) zonele limitrofe ale localităților;
- iv) au fost constatate și anumite preferințe pentru marginile drumurilor.

Condiții asemănătoare au fost identificate în toată Peninsula Balcanică (Šálek et al. 2014), precum și în India (Aiyadura & Jhala 2006).

Deși, în acest studiu s-a identificat care dintre metode se pretează cel mai bine pentru determinarea populației de șacal (cel puțin din zonele de câmpie), este necesar ca aceasta să fie aplicată unitar pe o zonă cât mai extinsă, pentru a se putea evalua această specie, cel puțin la nivel județean.

Datorită faptului că șacalul auriu are o plasticitate foarte ridicată, reușind într-un timp relativ scurt să colonizeze majoritatea zonelor din țara noastră (Arnold et al. 2012), dar și o mare parte din Europa (Barash et al. 2023, Trouwborst et al. 2015), este necesară o aprofundare a cunoștințelor privind minimul numărului de pui născuți de o femelă, precum și procentul supraviețuirii până la vârsta maturității.

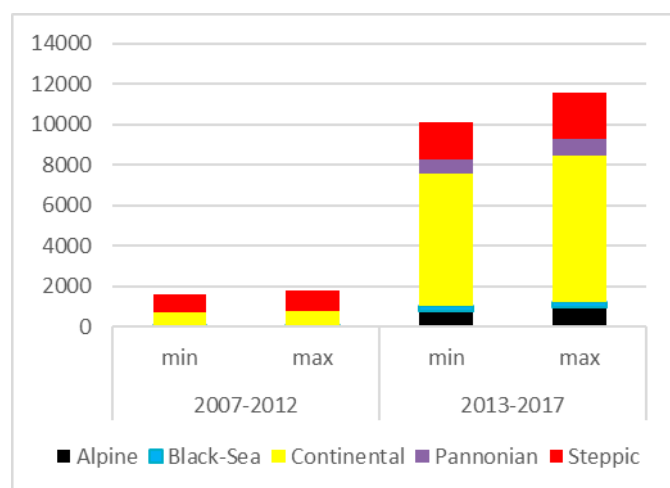


Fig.8. Evoluția populației de *Canis aureus* din România, pe zone fitoclimatice / Evolution of *Canis aureus* in Romania by phytoclimatic zone

Mai mult decât atât, o atenție sporită trebuie acordată cotelor de recoltă, dar mai ales asupra modului de realizare al acestora, pentru că, deși se propune un procent relativ mare de exemplare pentru extragere în fiecare an (din populația de referință – 25 exemplare evaluate, propunerea de cotă de recoltă este de 25 ex și se realizează în totalitate), populația este în continuă creștere și expansiune la nivel național (1595-1785 ex pentru perioada 2007-2012, față de 10150-11570 ex pentru perioada 2013-2018) (raportul României pentru Articolul 17 a Directivei Habitate - <https://nature-art17...>).

Mulțumiri

Această cercetare a fost finanțată în cadrul proiectului PN23090304 (Programul Nucleu / MCID ANCSI) și diseminată prin proiectul “Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS ‘Marin Drăcea’ în activitatea de CDI - CresPerfInst” (Contract nr. 34PFE/2021) finanțat de Ministerul Cercetării, Inovării și Digitalizării prin Programul 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare-dezvoltare, Subprogram 1.2 - Performanță instituțională - Proiecte de finanțare a excelenței în CDI.

Referințe

- Almășan H (1995).** Șacalul în fauna României. *Vânătorul și Pescarul Român* 1: 18-19.
- Aiyadurai AM, Jhala YV (2006).** Foraging and habitat use by golden jackals (*Canis aureus*) in the Bhal Region, Gujarat, India. *Journal-Bombay Natural History Society*, 103(1), 5.
- Arnold J, Humer A, Heltai M, Murariu D, Spassov N, & Hackländer K (2012).** Current status and distribution of golden jackals *Canis aureus* in Europe. *Mammal Review*, 42(1), 1-11.
- Barash A, Preiss-Bloom S, Machluf Y, Fabbri E, Malkinson D, Velli E, Mucci N, Barash A, Caniglia R, Dayan T, Dekel Y. (2023).** Possible origins and implications of atypical morphologies and domestication-like traits in wild golden jackals (*Canis aureus*). *Sci Rep* 13, 7388. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34533-w>
- Böcker F, Weber H, & Collet S (2023).** First documentation of golden jackal (*Canis aureus*) reproduction in Germany. *Mammal Research*, 68(2), 249-252.
- Chopra N, & Ansari MM (2022).** Golden jackal optimization: A novel

nature-inspired optimizer for engineering applications. *Expert Systems with Applications*, 198, 116924.

- Ćirović D, Penezić A, & Krofel M (2016).** Jackals as cleaners: Ecosystem services provided by a mesocarnivore in human-dominated landscapes. *Biological Conservation*, 199, 51-55.
- Cunze S, & Klimpel S (2022).** From the Balkan towards Western Europe: Range expansion of the golden jackal (*Canis aureus*) - A climatic niche modeling approach. *Ecology and Evolution*, 12(7), e9141.
- Demeter A & Spassov N (1993).** *Canis aureus* Linnaeus, 1758 – Schakal, Goldschakal. In Stubbe M, Krapp F (eds.), *Handbuch der Säugetiere Europas, Canidae – Hundartige*. AULA Verlag, Wiesbaden, 107-138.
- Giannatos G, Marinos Y, Maragou P, & Catsadorakis G (2005).** The status of the golden jackal (*Canis aureus* L.) in Greece. *Belgian Journal of Zoology*, 135(2), 145.
- Graf L, & Hatlauf J (2021).** Distance estimation of howling golden jackals (*Canis aureus*) using relative sound level. *Mammal Research*, 66(4), 567-572.
- Heidecke D (1995a).** Betreuung des Wiederansiedlungsprojektes, Sinntal-Hessen' und Kartierung von Renaturierungsflächen an der Schmalen Sinn. - *Ber. Vertrag 32/1995 i.A des RP Darmstadt, Obere Naturschutzbehörde*.
- Heidecke D (1995b).** Verbreitungskarten mit differenzierter Darstellung von Sommer- und Winterquartieren der in Sachsen-Anhalt beheimateten Fledermäuse. Unveröff. Forschber. zum Werkvertrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung Sachsen-Anhalt.
- Heidecke D, Berbiq A, Busse R & Paparoth (1995).** Die Tierwelt, Säuger. In: Untere Havelniederung im Land Sachsen-Anhalt. - Naturschutz im Land Sachsen-Anhalt 32, Sonderh., 23-25.
- INCDS (2016).** Amenajamentul Ocolului Silvic Măcin, U.P. VII Ghecet, U.P. I Luncavița.
- Ionescu O, Ionescu G, Jurj R, Cazacu C, Adamescu M, Cotovelea A, Pașca C, Popa M, Mirea I, Sîrbu G, Chiriac S, Pop S, Sándor A, Deju R (2013).** Ghid sintetic de monitorizare pentru speciile de mamifere de interes comunitar din România. *Seria Norme, Îndrumări și Recomandări Tehnice*, 47-57.
- Jhala YV, Moehlman PD (2004).** Golden Jackal (*Canis aureus*). In Sillero-Zubiri C, Hoffmann M, Macdonald DW (eds.). *Canids: Foxes, Wolves, Jackals, and Dogs: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN-The World Conservation Union, 156-161.
- Katuwal H, & Dahal S (2013).** Golden Jackals (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in human dominated landscapes of Manaslu Conservation Area, Nepal. *Vertebrate zoology*, 63, 329-334.
- Krofel M, & Potočnik H (2008).** First record of a golden jackal (*Canis aureus*) in the Savinja Valley (Northern Slovenia). *Natura Sloveniae*, 10(1), 57-62.
- Kryštufek B, Murariu D, Kurtonur C (1997).** Present distribution of the Golden Jackal *Canis aureus* in the Balkans and adjacent regions. *Mammal Review*. 27, 2, 109-114. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1997.tb00375.x>
- Lanszki J, Hayward MW, Ranc N, & Zalewski A (2022).** Dietary flexibility promotes range expansion: The case of golden jackals in Eurasia. *Journal of Biogeography*, 49(6), 993-1005.
- Männil P, & Ranc N (2022).** Golden jackal (*Canis aureus*) in Estonia: Development of a thriving population in the boreal ecoregion. *Mammal Research*, 67(2), 245-250.
- Marciuc L, Simon DC, Sîrbu G (2018).** Distribution and expansion of the golden jackal (*Canis aureus* L. 1758) in Romania. *Revista de Silvicultura și Cinegetică*, XXIII, 42, 70-74.
- Murariu D, & Munteanu D (2005).** *Mammalia. Carnivora*. Vol. 16, Fasc. 5. Ed. Academiei Române.
- Modiga B (2022).** Fișa fondului cinegetic nr. 32 Smârdan. Manuscris.
- Rassati G (2013).** Golden jackals *Canis aureus* extend their range in the carnic Alps (north-eastern Italy). *Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste*, 56, 219-222.
- Rykov AM, Kuznetsova AS, & Tirronen KF (2022).** The first record

of the golden jackal (*Canis aureus* Linnaeus, 1758) in the Russian subarctic. *Polar Biology*, 45(5), 965-970.

Šálek M, Červinka J, Banea OC, Krofel M, Čirović D, Selanec I, Penezić A, & Grill S & Riegert J (2014). Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research*, 60, 193-200.

Sheldon JW (1992). Wild Dogs: The Natural History of the Nondomestic Canidae. Academic Press, Inc., San Diego.

Trouwborst, A., Krofel, M. & Linnell, J.D.C. (2015). Legal implications of range expansions in a terrestrial carnivore: the case of the golden jackal (*Canis aureus*) in Europe. *Biodivers Conserv* 24, 2593-2610. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0948-y>

Vinitpornsawan S, & Fuller TK (2023). A camera-trap survey of mammals in Thung Yai Naresuan (East) Wildlife Sanctuary in Western Thailand. *Animals*, 13(8), 1286.

<https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/species/report/?period=3&group=Mammals&country=RO®ion=>

Abstract

Survey of the golden jackal (*Canis aureus*) in the Smârdan hunting management unit (Tulcea, Romania)

The golden jackal is a species in full expansion at the European level; his capacity to adapt to new habitat conditions makes it capable of using new territories, being able to become the dominant species in areas where wolves are not present. Establishing the number of individuals at the local, regional, and national levels is essential due to the damage it is causing to wildlife and domestic species. In this research, several methods have been tested in order to establish the minimum number of individuals in the Smârdan area, Tulcea County. Taking into consideration that the specie is active mainly after sunset when the visibility conditions are very poor, there have been tested the hauling method for individual identification mainly because the specie is very vocal in the breeding period. This method indicated that the minimum number of individuals is 23. The method of inventory of signs of the presence and the one which surveys the dens are offering mainly information regarding the use of habitat and individual identification being hard to tell, because several can use the same tracks or dens.

Keywords: golden jackal, monitoring, management

Evaluarea mamiferelor mari existente în zona localității București (Hunedoara, România)

Ion Mirea^{1,3}, Roxana Cazacu¹, Mihai Fedorca^{2,3}✉, Ancuța Fedorca^{2,3}, Lucian Toiu², Georgeta Ionescu^{2,3}

✉ autor corespondent

¹ National Institute for Research and Development in Forestry (INCDS) “Marin Dracea”, Voluntari, Romania

² SCDEP Brasov, INCDS “Marin Dracea”, Brasov, Romania

³ Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brasov, Brasov, Romania

1. Introducere

O evaluare științifică a mamiferelor mari dintr-o arie specifică este un proces important, pentru a înțelege ecologia și comportamentul speciilor și interacțiunile lor cu mediul înconjurător. O astfel de evaluare presupune colectarea datelor referitoare la mărimea populației de mamifere, analizarea și interpretarea lor. Aceste evaluări sunt foarte importante, în special, în zonele cu activități umane frecvente, cum ar fi: parchetele de exploatare, zonele agricole sau cele urbane, unde, de multe ori, acestea pot avea un impact negativ asupra faunei sălbatice. Înțelegând efectele acestor activități, pot fi luate măsuri de atenuare a impactului negativ asupra populației de mamifere (Mekonen 2020).

La evaluarea populațiilor de mamifere este important să se ia în considerare factori precum: pierderea habitatului, fragmentarea lui, degradarea solului etc.

O bună cunoaștere a prezenței și distribuției speciilor de faună sălbatică este crucială pentru strategia de conservare a unei regiuni (Philips & Dudik 2008).

Cele mai folosite metode de evaluare științifică a mamiferelor și nu numai sunt: transectele, urmele, capcanele și observațiile directe (Voss & Emmons 1996, Voss et al. 2001, Trolle 2003a, Mendes Pontes 2004, Haugaasen & Peres 2005).

Silveira et al. (2003) a demonstrat că metoda de evaluare a antilopelor cu cea mai mare acuratețe a fost camera phototrap. Atât fotografiile cât și înregistrările video ale camerelor phototrap oferă informații care pot fi verificate (Meijaard et al. 2006). Metoda phototrap a fost folosită cu succes în multe țări încă din 2007 (Tobler et al. 2008).

Populația de mamifere poate varia destul de mult, de la o zonă la alta, în funcție de mai multe caracteristici: dietă (Silva et al. 1997), accesibilitatea și disponibilitatea hranei (Robinson & Redford 1986, Silva et al. 1997, Carbone & Gittleman 2002, Jetz et al. 2004). De asemenea, densitatea populației de mamifere mari poate varia în funcție de abundența prădătorilor (Carbone & Gittleman 2002, Hatton et al. 2015), habitat (Roseberry & Woolf 1998, Šálek et al. 2014), impact antropogenic (Roseberry & Woolf 1998, Šálek et al. 2014), respectiv ciclul demografic (Benítez-López et al. 2019, Tucker et al. 2020).

Scopul studiului constă în evaluarea științifică a populațiilor de mamifere mari existente în zona Licenței de exploatare a SC SAMAX SRL.

În vederea atingerii scopului, s-au stabilit următoarele obiective specifice:

- estimarea abundenței speciilor de mamifere în perimetrul de exploatare prin metoda phototrap;
- estimarea mărimii populațiilor speciilor de mamifere mari (numărul de exemplare) din perimetrul de exploatare.

Principalele rezultate preconizate ale studiului de cercetare sunt:

- A. Centralizatorul pe specii, cu abundența acestora în perimetrul de exploatare obținut prin metoda phototrap;
- B. Centralizatorul cu mărimea populațiilor speciilor de mamifere mari (numărul de exemplare) din perimetrul de exploatare, obținut prin calibrarea metodei phototrap cu metoda citirii urmelor pe transecte.
- C. Hărțile cu amplasarea camerelor phototrap și a transectelor de monitorizare.
- D. Hărțile cu prezența speciilor de mamifere în perimetrul de exploatare.

Centralizatorul pe specii reflectă starea inițială privind mărimea populațiilor speciilor de mamifere mari în perimetrul de exploatare la momentul realizării lucrărilor. Aceste estimări sunt dinamice în timp și spațiu, fiind influențate de capacitatea de dispersie a

fiecărei specii și de cerințele ecologice față de condițiile de mediu (hrană, liniște și adăpost) necesare unui ciclu biologic de viață.

2. Locul cercetărilor și metoda de cercetare

2.1. Localizare

Zona Licenței de exploatare se suprapune parțial peste fondurile cinegetice 9 Rovina (administrat de AJVPS Hunedoara) și 8 După Piatră (administrat de AVPS Căprioara Vișca). Din punct de vedere administrativ perimetrul de exploatare se află pe raza comunei București (jud. Hunedoara). Suprafața totală a perimetrului de exploatare este de 2767,75 ha, fiind acoperită în principal de vegetație forestieră, terenuri agricole și vatra localităților Rovina, București și o parte din Criscior. De menționat este faptul că parte din vegetația forestieră este reprezentată de pășuni și fânețe împădurite.

2.2. Metoda de lucru

Estimarea mărimii populației sau a densității unei specii de animale într-o zonă este fundamentală pentru înțelegerea statutului și a demografiei acesteia și pentru planificarea gestionării și conservării acesteia (Varman & Sukumar 1995). În ciuda dezvoltării metodelor statistice complexe de prelevare a probelor de teren (Burnham et al. 1980), estimarea mărimii acestora utilizând o singură metodă, ridică semne de întrebare și lasă loc de interpretări asupra rezultatelor. Pornind de la acest inconvenient pentru zona Licenței de exploatare a SC SAMAX SRL s-au utilizat două metode de estimare:

I. Metoda phototrap – cu înregistrarea directă a indivizilor populației, pentru estimarea abundenței relative;

II. Metoda transectelor - cu înregistrarea urmelor pe zăpadă ale indivizilor populației, pentru calibrarea estimărilor de mărime a populațiilor.

Estimările bazate pe metode indirecte implică, de obicei, numărarea urmelor și semnelor de prezență a indivizilor populației de mamifere, în timp ce metodele directe utilizează vizualizarea indivizilor populației (Varman & Sukumar 1995). Utilizarea metodei transectelor este practică, eficientă și relativ ieftină pentru multe specii de faună (Anderson et al. 1979, Burnham et al. 1980, Buckland et al. 1993), iar în cazul zonei de Licență de exploatare, redusă ca suprafață, conferă rezultatelor obținute o acuratețe ridicată. Pentru culegerea datelor din teren în prima etapă a lucrărilor s-a realizat un grid de 500 x 500 m (Fig. 1). Pentru claritatea și transparența lucrărilor, fiecare transect de culegere a datelor a fost identificat pe baza unui cod format din numerele punctelor de intersecție ale gridului de la est la vest (exemplu: Cod transect: 4-101). Folosind această metodă au fost stabilite un număr de 19 transecte. Având în vedere că o parte din perimetrul de exploatare cuprinde vetrele satelor Rovina, București și parțial Criscior, au fost eliminate din lucrarea de culegere a datelor un număr de trei transecte suprapuse total sau parțial peste vetrele acestor localități. În prima etapă, fiecare transect din cele 16 rămase (cu

lungimi variabile între 2,5 km și 4 km) a fost parcurs de o echipă formată din doi experți în mamifere, fiind colectate în Fișa de teren datele privind indicatorii de prezență ai speciilor. Acuratețea de parcurgere în teren a transectelor comparativ cu poziția lor geografică din grid este relativă, cauza fiind dată de orografia terenului și erorile de determinare a coordonatelor în teren cu receptoarele GPS. Pentru fiecare indicator de prezență (urme tipar sau pârție, semne de marcă a teritoriului, excremente, observații directe, culcușuri, locuri de hrănire (râmături)) s-a realizat o capturare de imagine și s-a înregistrat poziția geografică cu GPS-ul. Parcurgerea transectelor s-a realizat în luna martie, pe sol moale, după o perioadă de ploaie, timp de două zile consecutiv.

Cu ocazia parcurgerii în teren a transectelor, au fost stabilite locurile unde vor fi amplasate phototrap-urile în etapa a doua a lucrărilor. În etapa a doua au fost realizate două acțiuni:

Prima acțiune a constat în instalarea la nivelul fiecărui transect a două camere phototrap (camere foto pentru capturare imagini) în punctele în care a fost detectată, pe baza indicatorilor de prezență, cea mai mare densitate de mamifere. Perioada aleasă a fost octombrie-decembrie 2017, după căderea frunzelor, pentru a crește vizibilitatea și a surprinde o etapă încă activă a tuturor mamiferelor. S-au utilizat 32 de camere phototrap marca ForestCam, cu următoarele caracteristici:

- rezoluția imaginii: 5MP-12 MP;
- HD video și audio: 1080 P;
- senzor de mișcare și termosenzor;
- sistem Hyper PIR;
- parolă de protecție;
- sistem de trimitere imagini prin MMs și/sau email;
- led IR (infraroșu), invizibil pe timp de noapte.

Toate camerele au fost echipate cu baterii alcaline marca Varta AA Mignom, model Energy de 1,5V, cu card de memorie de 32 GB și cartelă SIM cu număr pentru transmitere email. Camerele phototrap au fost amplasate de personal instruit, în locuri cu maximă vizibilitate și probabilitate ridicată de capturare a imaginilor. Au fost alese locuri de adăpare, de scăldat, de trecere, de odihnă și adăpost.

Imaginile culese de fiecare cameră au fost descărcate în baza de date a proiectului pentru analiză și interpretare. Descărcarea s-a realizat prin email, acolo unde a existat semnal GSM și ulterior imaginile au fost comparate cu cele stocate pe card, iar acolo unde nu a existat semnal GSM descărcarea datelor s-a realizat direct de pe card.

A doua acțiune realizată în luna februarie 2018, a constat în culegerea datelor de prezență a speciilor prin metoda transectelor. Cele trei ipoteze de bază ale metodei transectelor, de la cea mai mult criticată la cea mai puțin criticată sunt: (1) toate speciile din transect sunt identificate; (2) speciile sunt înregistrate în locația inițială, înainte ca ele să se deplaseze în alte direcții ca urmare a unor factori; (3) distanțele și unghiurile de deplasare sunt măsurate corect (Focardi et al. 2002).

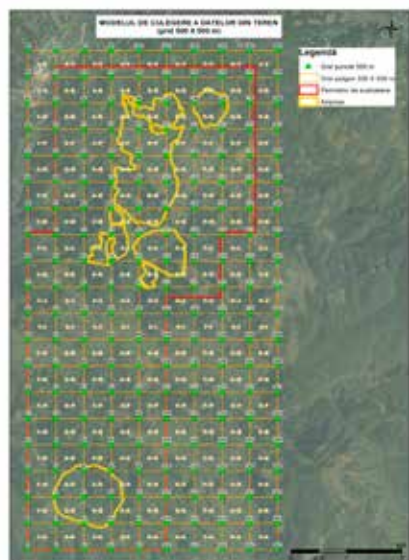


Fig. 1. Model de culegere a datelor

Prin urmare pe cele 16 transecte din grid s-au deplasat simultan echipe alcătuite din doi experți în faună, care au înregistrat toate semnele de prezență ale speciilor studiate. Datele au fost încărcate în GPS și înregistrate în fișele de teren. Culegerea de date a fost realizată de 4 echipe în două zile consecutive, deplasarea în teren făcându-se pe teren acoperit parțial cu zăpadă. Datele astfel culese au fost descărcate în baza de date a proiectului pentru a putea fi analizate și interpretate.

Pentru crearea bazei de date și a analizei și interpretării acestor date s-au utilizat următoarele software ArcGIS, Excel, Adobe Photoshop, Camerabase și IBM SPSSStatistics.

3. Rezultate

O singură estimare a populației la un anumit moment într-un anumit spațiu are de obicei o valoare limitată, care oferă mult mai puțină informație despre starea populației decât ceea ce se crede în mod obișnuit (Richard et al. 1996). În schimb, o estimare suplimentară, în același loc dar în alt moment sau în alt loc și alt moment, ne ajută să facem o estimare mult mai corectă pentru zona studiată (Richard et al. 1996). Monitorizarea ecologică ar trebui să fie o componentă vitală a oricărui proiect de conservare, astfel încât efectele managementului să poată fi evaluate (Kremen et al. 1994).

Pornind de la aceste constatări, s-a urmărit ca zona studiată să fie parcursă cu lucrări de culegere de date, în momente diferite ale anului și cu metode alternative, astfel încât să poată fi realizată o estimare a populațiilor de mamifere mari cât mai precisă.

În prima etapă a proiectului, culegerea de date de teren s-a realizat în martie 2017 și a urmărit, în principal, identificarea speciilor de mamifere mari prezente în perimetrul de exploatare Rovina, pe baza indicatorilor de prezență.

În urma analizei și interpretării datelor de teren au fost identificate ca prezente în zona de cercetare 12 specii de mamifere (Tab. 1).

Tab. 1. Speciile de mamifere mari prezente în Perimetrul de exploatare Rovina

Nr.	Specia
1	Lup [<i>Canis lupus</i>]
2	Câprior [<i>Capreolus capreolus</i>]
3	Pisică sălbatică [<i>Felis silvestris</i>]
4	Râs [<i>Lynx lynx</i>]
5	Bursuc [<i>Meles meles</i>]
6	Jder de copac [<i>Martes martes</i>]
7	Mistreț [<i>Sus scrofa</i>]
8	Urs [<i>Ursus arctos</i>]
9	Vulpă [<i>Vulpes vulpes</i>]
10	Vidră [<i>Lutra lutra</i>]
11	Cerb comun [<i>Cervus elaphus</i>]
12	Iepure [<i>Lepus europaeus</i>]

Tot în cadrul primei etape, pentru fiecare specie de mamifere prezentă în perimetrul de exploatare, au fost realizate următoarele:

A. Descrierea speciei care a cuprins:

- statutul de protecție;
- starea de conservare a speciei la nivel național;
- presiunile și amenințările asupra populației la nivel național;
- distribuția și mărimea populației la nivel național;
- descrierea morfologică;
- biologia și ecologia speciei.

B. Protocolul de monitorizare a cuprins:

- întrebarea (întrebările) la care monitorizarea va răspunde în urma aplicării acestui protocol;
- indicatorul de monitorizare;
- justificarea monitorizării;
- atributele de monitorizare;
- metodologia de evaluare/monitorizare;
- numărul de piețe de probă/transecte/puncte fixe;
- distribuția piețelor/transectelor/punctelor fixe;
- mărimea/aria (și forma) suprafeței de probă;
- locurile și modul de marcarea acestora în teren;
- informații detaliate asupra datelor care se colectează și modul de colectare;
- descrierea formularelor de teren;
- descrierea metodelor de asigurare a calității colectării datelor și metodele de standardizare;
- frecvența și calendarul monitorizării;
- modul de stocare și management al informației;
- date privind procedurile de analiză, inclusiv a metodelor statistice care vor fi folosite;
- modul de raportare a rezultatelor analizate;
- resursele umane care vor trebui alocate protocolului;
- resursele materiale care vor trebui alocate protocolului;
- responsabilitatea asupra menținerii, calibrării și eventual reparării echipamentului folosit;
- imagini originale ale speciilor și cu permisiunea utilizării acestora de către Beneficiar (cu mențiunea autorului).

În etapa a doua a proiectului au fost realizate două acțiuni de teren pentru culegerea de date, în vederea estimării mărimii populațiilor speciilor de mamifere mari care frecventează perimetrul de exploatare Rovina.

Metoda phototrap

Prima acțiune de culegere a datelor de teren folosind metoda phototrap a utilizat un număr 32 de camere photo-trap instalate pe cele 16 transecte de monitorizare din zona cercetată. Pentru fiecare cameră photo-trap a fost realizată o fișă de teren (tab. 2).

Tab. 2. Fișă de teren pentru camera photo-trap: exemplu camera nr. 1 (adaptare după modelul Ancrenaz et al. 2012)

Nr	Coordonate	Perioada de lucru			Observații	
	Lat / Long	Data D	Data Î	Efort *	Detalii loc**	Tip habitat
1	46 5 50.284 N 22 53 9.093 E	17.10. 2017	06.12. 2017	51	scăldătoare	poiană

Notă: Nr: nr. cameră; Data D: data deschiderii; Data Î: data închiderii; Efort: efortul de anchetă; * numărul de zile de funcționare; ** scăldătoare, sărărie, hrănitore, trecătoare, drum

Locurile pentru capturare de imagini au fost alese astfel încât să fie acoperite toate tipurile de habitate și au fost amplasate camere phototrap în punctele de atractivitate ridicată pentru mamifere, astfel încât să poată fi înregistrat numărul maxim de exemplare din toate speciile de mamifere mari care frecventează perimetrul de exploatare.

Efortul total de anchetă a fost de 1555 zile realizat cu ajutorul a 32 de camere phototrap.

Analizând baza de date se observă că au fost capturate un număr de 1046 imagini din care 29,2% (n=306) imagini cu mamifere de interes pentru studiu, 42,7% (n=445) imagini cu alte specii, 17,7% (n=185) imagini cu factorul antropic (oameni, câini, animale domestice). Nu au putut fi identificate speciile într-un procent de 10,5% (n=110) din imagini, din cauza focalizării camerei, iluminării, unghiului redus de fotografiere, vitezei de declanșare etc. Din totalul de imagini care au capturat mamifere (n=306), 212 (69,2%) au fost imagini cu mistreți, 86 (28,1%) cu câpriori, patru (1,2%) cu jderi de copac, două (0,60%) cu bursuci și câte una (0,30%) cu urs, pisică, respectiv vulpe.

Dintre speciile monitorizate în studiu, nu au fost capturate imagini cu lupul, râsul, cerbul comun, vidra și iepurele. Camera C10 care a fost furată ar fi putut captura imagini cu lupul sau/și râsul, deoarece la toate cele patru deplasări în teren au fost identificate urme tipar și pârție în zona de focalizare a camerei. Cerbul nu a fost capturat datorită apariției sporadice în zona de cercetare, iar iepurele lipsește pentru că mărimea populației din perimetrul de exploatare și preferința acestuia este foarte mică față de habitatele din jurul vetrei satelor (livezi, grădini etc.) incluse într-un procent mic în transectele de monitorizare.

Pentru vidră nu au fost instalate camere phototrap deoarece cursurile de apă cu potențial pentru vidră din perimetru de exploatare, unde în prima etapă au fost identificate semne de prezență ale speciei, au fost supuse pe toată perioada cercetărilor unor lucrări ample de consolidare a malurilor și de regularizare a cursurilor.

Datele culese din teren cu ajutorul fiecărei camere phototrap au fost încărcate într-o bază de date, care a

permis o analiză statistică integrată pentru toate speciile de mamifere întâlnite în perimetrul de exploatare. Pe baza acestor date au fost realizate sinteze statistice prezentate în cele ce urmează.

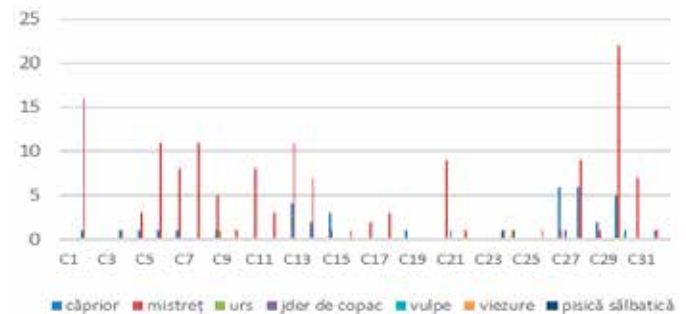


Fig. 2. Graficul de estimare a numărului de indivizi din fiecare specie de mamifere mari

Din grafic prezentat în figura 2 se poate observa că:

- eficiența maximă ca număr de indivizi este realizată de camera nr. 30 (n=28);
- cea mai abundentă specie este mistrețul, cu un vârf de 22 indivizi la camera nr. 30;
- diversitatea cea mai mare este înregistrată la camera nr. 24, cu un număr de 4 specii;
- camerele nr. 1, 3, 20, 23 și 25 nu au înregistrat imagini cu mamifere, activitatea acestora în raza lor de focalizare lipsind în perioada în care a fost activată camera.

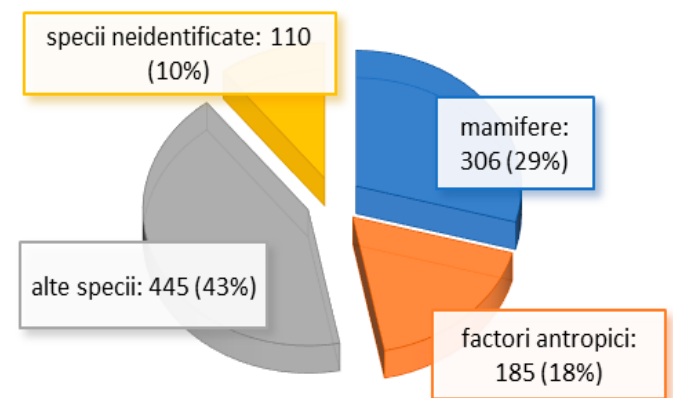


Fig. 3. Graficul structurii imaginilor capturate de camerele phototrap mari

Analizând graficul prezentat în figura 3 se observă că doar 29% din imaginile capturate sunt de interes pentru acțiunea de estimare a populațiilor de mamifere din perimetrul de exploatare. Se remarcă o prezență importantă (18%) a activității antropice, cu doar zece procente mai puțin decât activitatea mamiferelor. Acest aspect arată că zona perimetrului de exploatare are un grad ridicat de antropizare, redat de modul tradițional de trai al moșilor. Un aspect important și în strânsă legătură cu această observație este faptul că, o parte însemnată din habitatele din perimetrul de exploatare Rovina utilizate de mamifere sunt fostele pășuni sau terenuri agricole, actualmente împădurite natural sau în curs de împădurire ca urmare a depopulării satelor și cătunelor.

Ponderea ridicată (43%) a imaginilor cu alte specii arată diversitatea faunistică existentă în zona de studiu, cuprinzând diverse specii de mamifere mici, păsări, lilieci și insecte.

Imaginile cu speciile neidentificate (10%) cuprind, în principal, imagini goale, cauzate de trecerea rapidă a unor păsări în zbor sau de mișcările de frunze coroborate cu încălzirea diferită a lor și/sau a pământului de către soare etc.

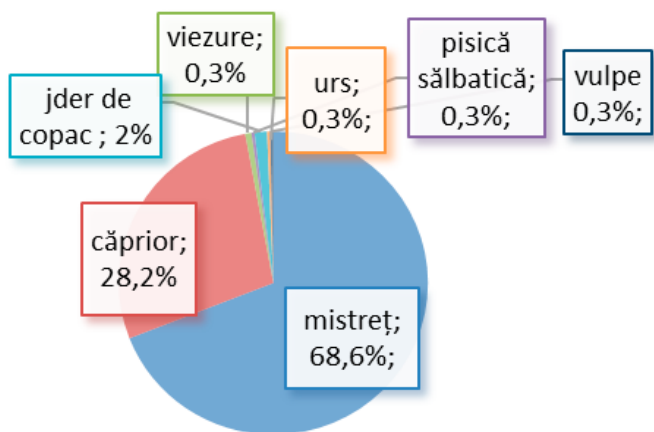


Fig. 4. Graficul structurii pe specii a imaginilor capturate

Ponderea mistrețului în ecosistemul din perimetrul de exploatare, precum și raza de activitate mai mare a acestuia față de cea a căpriorului, au condus la un procent de peste două ori mai mare a imaginilor capturate față de căprior (68,6%, respectiv 28,2%).

Indicele de abundență relativă (RAI) a fost calculat utilizând formula prezentată mai jos (după Arroyo-Arce et al. 2017):

$$RAI = (\text{Nr imagini specie} \times 100) / \text{efortul de anchetă},$$

unde:

- Nr imagini specie: numărul de imagini capturate cu specia țintă;
- 100: indice de standardizare, pentru a putea compara rezultatele cu alte studii;
- efortul de anchetă: numărul de zile cât a funcționat camera.

În tabelul nr. 3 se regăsesc valorile RAI calculate pentru fiecare specie capturată prin metoda phototrap în cadrul studiului.

Tab. 3. Indicele de abundență relativă pentru speciile monitorizate în perimetrul de exploatare Rovina

Ordinul	Clasa	Specia	RAI
Artiodactyla	Suidae	<i>Sus scrofa</i>	13,5
	Cervidae	<i>Capreolus capreolus</i>	5,53
Carnivora	Mustelidae	<i>Martes martes</i>	0,39
		<i>Meles meles</i>	0,06
	Ursidae	<i>Ursus arctos</i>	0,06
	Felidae	<i>Felis silvestris</i>	0,06
	Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	0,06

Activității antropice îi corespunde un indice de abundență ridicat, de 11,9.

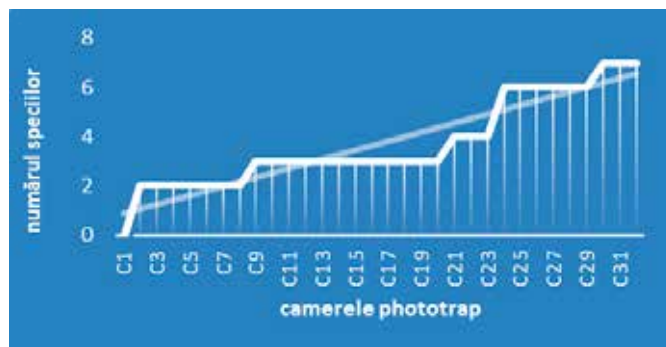


Fig. 5. Graficul de acumulare a speciilor

Curba de acumulare arată un necesar de 30 de locuri ale camerelor phototrap pentru a captura numărul de mamifere total realizat. De asemenea, efortul de anchetă pentru a captura prima imagine cu o specie studiată a fost de 34 zile. Media efortului de capturare a primei specii de mamifere de interes este de 10 zile, cu un minim de 1 zi pe camera C1 și C7 și un maxim pe camera C19 de 42 zile. Pentru fiecare cameră phototrap instalată în perimetrul de exploatare Rovina s-a urmărit randamentul de capturare, ca raport între numărul total de imagini și numărul de imagini cu speciile de mamifere de interes. Deși randamentul maxim raportat în procente este pe camera C26, cu un procent de 100%, acesta nu este relevant, numărul de înregistrări fiind de o singură imagine capturată. Pentru evaluarea randamentului maxim s-a avut în vedere o ponderare a raportului cu numărul de înregistrări. Aplicând acest algoritm s-a constatat o eficiență maximă la camera C28, unde, din totalul de 112 imagini capturate 94 sunt imagini cu mamifere mari.

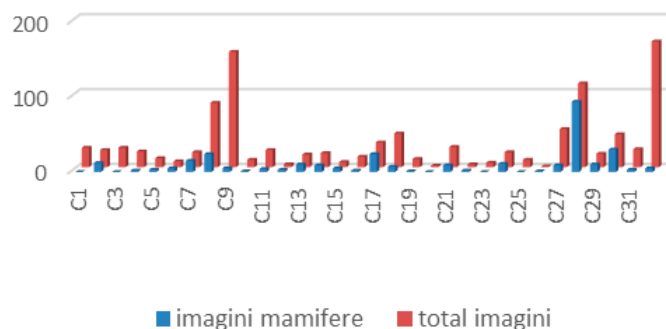


Fig. 6. Graficul randamentelor de capturare

Calculul primar, realizat folosind datele din tabelul 4 și tratând fiecare cameră phototrap drept entitate separată fără o analiză integrată au indicat un număr de 145 mistreți, 36 căpriori, 2 jderi de copac, 1 urs, 1 viezure, 1 vulpe și 1 pisică sălbatică. Prin suprapunerea și analiza integrată a datelor, cu precădere pentru mistreț dar și căprior, s-a reușit eliminarea inventariierilor duble sau triple, în unele cazuri, a exemplarelor care s-au deplasat la mai multe stații phototrap. Astfel, utilizând sistemul ArcGIS s-a putut realiza o structură a datelor și o sortare a acestora pornind de la mărimea și particularitățile cârdurilor, de la particularitățile indivizilor și de la distanțele și orele la care au fost înregistrați indivizii. Astfel, în perioada de studiu octombrie - decembrie 2017, prin metoda phototrap s-a

obținut un număr estimativ de 83 de mistreți (*Sus scrofa*) și 32 de căpriori (*Capreolus capreolus*), precum și 2 jderi de copac (*Martes martes*) și câte un exemplar de urs (*Ursus arctos*), viezure (*Meles meles*), vulpe (*Vulpes vulpes*) și pisică sălbatică (*Felis silvestris*) (tab. 4).

Tab. 4. Centralizatorul abundenței speciilor de mamifere în Perimetrul de exploatare Rovina (metoda phototrap)

Specia	mistreț	căprior	jder de copac	urs	viezure	vulpe	pisică sălbatică
Abundența (exemplare)	83	32	2	1	1	1	1

Metoda transectelor

A doua acțiune de culegere a datelor din această etapă a proiectului s-a realizat aplicând metoda transectelor. După parcurgerea celor 16 transecte, stabilite în teren conform grid-ului de 500 x 500 m, informațiile culese au fost descărcate în baza de date a proiectului. Culegerea datelor s-a realizat de către echipe compuse din doi operatori, cu scopul de a se respecta condițiile de securitate în muncă și de a crește calitatea și, în consecință, precizia rezultatelor prin dubla validare în teren a datelor.

Distanța între transecte (500 m) a fost stabilită luând în calcul raza minimă de activitate zilnică pentru toate speciile de mamifere de interes cinegetic avute în studiu. Pornind de la acest raționament am ridicat probabilitatea de a înregistra cel puțin într-un transect semnele de prezență ale tuturor speciilor cu activitate în perimetrul de exploatare, la momentul culegerii datelor. Lungimea totală parcursă a transectelor este de 91,13 km, cu un maxim pe transectul 3-198 cu o lungime de 10 km, și respectiv un minim de 2,8 km pe transectul 14-107.

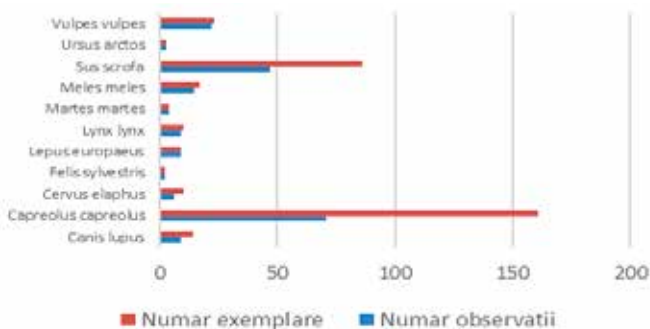


Fig. 7. Graficul numărului de observațiilor și exemplarelor ale speciilor de mamifere mari în perimetrul de exploatare Rovina

Figura 7 exprimă o reprezentare a datelor brute, neprelucrate, din baza de date. Se poate observa că ponderea observațiilor și a exemplarelor înregistrate aparține speciei *Capreolus capreolus* (căprior). Reducerea observațiilor și a exemplarelor înregistrate de *Sus scrofa* (mistreț) față de datele obținute în toamnă prin metoda phototrap se explică prin faptul că în lunile decembrie, ianuarie și februarie a crescut presiunea asupra populației, ca urmare a acțiunilor de vânatoare. Creșterea observațiilor și înregistrărilor la căprior comparativ cu datele obținute toamna prin metoda phototrap se explică prin etologia speciei. Căpriorul devine gregar iarna, formează cârduri, iar locurile de iernare și le-a stabilit în

zona de studiu datorită expoziției și ofertei trofice.

Pentru a analiza modul de distribuție a speciilor în perimetrul de explorare Rovina s-a analizat gradul de prezență al fiecărei specii de mamifere studiate la nivel de transect. Din figura 8 se poate observa că speciile, care au teritoriul în totalitate sau aproape în totalitate în zona studiată și o rază medie de activitate, sunt prezente în aproape toate transectele (vezi căpriorul - *Capreolus capreolus*) în comparație cu speciile de carnivore, a căror prezență este redusă, ca urmare a mărimii teritoriul și suprapunerii parțiale cu perimetrul de exploatare Rovina. O prezență și distribuție medie o au viezurele (*Meles meles*) și vulpea (*Vulpes vulpes*), care se regăsesc în mai mult de 50% din transectele de monitorizare.

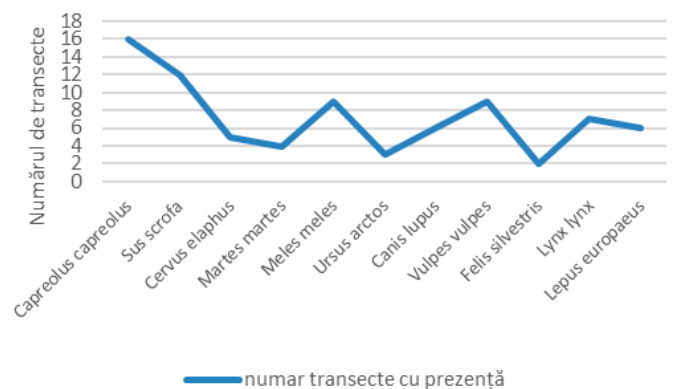


Fig. 8. Graficul raportului de prezență al speciilor de mamifere la nivel de transect în perimetrul de exploatare Rovina

Atât numărul speciilor cât și numărul exemplarelor înregistrate variază de la un transect la altul. Pentru a analiza diferențele de exemplare înregistrate la nivel de transect s-a calculat coeficientul de variație pentru fiecare specie care a fost prezentă pe mai mult de 5 transecte (Tab. 6).

Tab. 6. Coeficientul de variație pentru fiecare specie în perimetrul de exploatare Rovina

Sp	Cc	Ss	Ce	Mm	Cl	Vv	Ll	Le
cv	0.76	0.44	0.61	0.67	0.88	0.44	0.55	0.56

Sp: specia; Cc: *C. capreolus*; Ss: *S. scrofa*; Ce: *Cervus elaphus*; Mm: *M. meles*; Cl: *C. lupus*; Vv: *V. vulpes*; Ll: *L. lynx*; Le: *L. europaeus*

Pentru specia cu gradul de abundență cel mai mare, căpriorul, s-a făcut o analiză a corelației datelor obținute la nivel de transect prin metoda "phototrap" și respectiv metoda de „citire a urmelor” pe transect utilizând software-ul SPSSStatistics.

Gradul de asociere este relativ redus, relația de dependență dintre înregistrările realizate prin cele două metode ($r^2=0,067$) este slabă, corelația stabilită între înregistrări fiind reflectată de coeficientul de corelație Pearson ($r=-0,0258$), extrem de redus. Aceste informații reflectă dinamica în timp și spațiu a populației de căprior din perimetrul de exploatare Rovina, diferențele înregistrate la nivel de transect între perioada de toamnă și cea de iarnă fiind semnificative. Pe baza datelor de teren s-a realizat, utilizând sistemul ArcGIS, o reprezentare grafică a prezenței tuturor speciilor în

perimetrul de exploatare Rovina, cu excepția vidrei, pentru care în perioada a doua a lucrărilor de teren nu au fost identificate semne de prezență. Cauza acestei diferențe față de prima etapă a lucrărilor se explică de faptul că apele din perimetrul de exploatare Rovina, urmare a inundațiilor puternice din primăvara anului 2017, au fost supuse unui program amplu de consolidare a malurilor și regularizare a cursurilor de apă.

Eliminarea dublei înregistrări a speciilor de mamifere s-a făcut pe baza analizei în ArcGIS a unei structuri de date, care a cuprins locurile în care au fost înregistrate exemplarele, indicatori de identificare și particularizare a exemplarelor înregistrate, raza medie zilnică de activitate a speciilor, direcțiile de deplasare, intervalele de timp la care au fost realizate înregistrările exemplarele și dimensiunile cârdurilor.

Pentru estimarea densității fiecărei specii a fost calculată suprafața habitatului favorabil acesteia în baza cerințelor ecologice și condițiilor concrete existente în perimetrul de exploatare Rovina.

Pentru analiza estimărilor speciilor de ungulate s-au comparat rezultatele obținute prin analiza geospațială în ArcGIS a structurii de date cu rezultatele obținute prin formula Formozov-Priklonski (1970), folosind formula lui Formozov (1932), completat mai târziu de Pereleshin (1950), care descrie relația dintre numărul de animale pe unitate de suprafață și numărul de semne de prezență (Dziściolowski 1976) astfel:

$$Z = 1,57 \cdot s / d \cdot m$$

unde :

Z - este numărul de exemplare din zona monitorizată;

s - numărul de urme înregistrate;

d - lungimea transectului ;

m - lungimea medie a distanței zilnice parcurse de animal.

Diferențele semnificative apărute între cele două estimări se datorează faptului că, constanta de calibrare a formulei "1,57" din formula Formozov este specifică densităților mai mici din ecosistemele din Rusia. Pentru a putea fi utilizată cu succes formula în ecosistemele carpatice ar trebui realizată o calibrare a acestei constante la condițiile de densitate specifice acestora.

Pentru creșterea gradului de precizie a estimărilor, această bază de date a fost coroborată cu baza de date a înregistrărilor directe, făcute asupra speciilor de mamifere studiate, utilizând tehnica phototrap (Tab. 7).

Tab. 7. Centralizatorul efectivelor estimate ale speciilor de mamifere studiate și a densităților relative ale acestora în raport de favorabilitatea habitatelor în perimetrul de exploatare Rovina

Specie	Efectiv (ex.)	Densitate (ex/km ²)**
<i>Canis lupus</i>	4	0,2
<i>Capreolus capreolus</i>	42	2,1
<i>Cervus elaphus</i>	2	0,2
<i>Felis sylvestris</i>	2	0,1
<i>Lepus europaeus</i>	9	0,36
<i>Lynx lynx</i>	2	0,13

Specie	Efectiv (ex.)	Densitate (ex/km ²)**
<i>Martes martes</i>	4	0,26
<i>Meles meles</i>	9	0,39
<i>Sus scrofa</i>	34	1,47
<i>Ursus arctos</i>	1	0,06
<i>Vulpes vulpes</i>	12	0,52
<i>Lutra lutra*</i>	1	x

Notă: ex.: exemplare; * habitatul favorabil a fost afectat de lucrările de regularizare a apelor; **densitatea a fost calculată în raport de suprafața habitatului favorabil speciei din perimetrul de exploatare

Pentru vidră (*Lutra lutra*) nu s-a realizat estimarea densității, suprafața habitatului favorabil fiind redusă considerabil ca urmare a lucrărilor de consolidare a malurilor afluentului București al râului Crișul Alb.

De asemenea, trebuie menționat faptul că exemplarele speciilor de mamifere menționate în tabelul 7 au teritoriile suprapuse parțial peste perimetrul de exploatare, cu precădere speciile de carnivore protejate. Prezența în perimetrul de exploatare a speciilor de carnivore mari este sporadică, frecvența acestora fiind direct proporțională cu gradul de suprapunere al teritoriilor peste perimetrul de exploatare Rovina.

4. Concluzii

- În zona de studiu (perimetrul de exploatare Rovina) au fost identificate 12 specii de mamifere. Cu excepția carnivorelor mari (urs, lup și râs) și a vidrei, care utilizează perimetrul de exploatare în scop teritorial, restul speciilor utilizează parte din perimetrul de exploatare Rovina pentru reproducere și înmulțire.

- Distribuția în timp și spațiu a speciilor identificate este relativ uniformă, cu excepția căpriorului, care are o creștere a densității în sezonul rece.

- Speciile de carnivore mari își manifestă prezența sporadică în zona monitorizată, în special pentru marcarea limitelor teritoriale. Nu au fost identificate sau semnalate semne ale utilizării perimetrului ca teritoriu de vânătoare sau înmulțire (nu au fost identificate cadavre, vizuini sau bârloage).

- Vidra, deși a fost identificată în prima etapă, pe baza semnelor de prezență specifice, în etapa a doua aceasta nu a mai fost semnalată, ca urmare a lucrărilor de consolidare a malurilor și regularizare a cursurilor de apă.

- Gospodărirea și gestionarea durabilă a fondurilor de vânătoare a permis menținerea unui echilibru în cadrul perimetrului de exploatare nefiind înregistrate conflicte majore om-mamifere mari.

Mulțumiri

Această cercetare a fost susținută prin proiectele: contract nr. 5596/20.12.2016 SAMAX (culegerea și preluarea datelor primare), Programul Nucleu PN23090304 (prelucrarea și interpretarea datelor), ANCSI "Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS 'Marin Drăcea' în activitatea de CDI - CresPerfInst" (Contract nr. 34PFE/30 Decembrie 2021) (publicare).

Referințe

- Ament R, Callahan R, McClure M, Reuling M, Tabor G (2014).** Wildlife Connectivity: Fundamentals for conservation action. Center for Large Landscape Conservation: Bozeman, Montana.
- Ancrenaz M, Hearn AJ, Ross J, Sollmann R, Wilting A (2012).** Handbook for wildlife monitoring using camera-traps, JC Printer.
- Anderson DR, Burnham KP, Crain BR (1979).** Line transect estimation of population size: The exponential case with grouped data. *Communications in Statistics, Theory and Methods* 9, 487-507.
- Ardeleanu AD, Mirea I (2009).** Modelarea GIS a unei rețele ecologice, instrument pentru dezvoltarea durabilă – ghid practice. Ed. Silvică, Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice.
- Arroyo-Arcel S, Thomson I, Fernández C, Salom-Pérez R (2017).** Relative abundance and activity patterns of terrestrial mammals in Pacuare Nature Reserve, Costa Rica. *UNED Research Journal* 9(1), 15-21.
- Benítez-López A, Santini L, Schipper AM, Busana M, & Huijbregts MAJ (2019).** Intact but empty forests? Patterns of hunting-induced mammal defaunation in the tropics. *PLoS Biology*, 17, e3000247.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL (1993).** Distance Sampling - Estimating abundance of biological populations. Springer Netherlands.
- Burnham KP, Anderson DR, Laake JL (1980).** Estimation of Density from Line Transect Sampling of Biological Populations. *Wildlife Monographs* No. 72.
- Carbone C, & Gittleman JL (2002).** A common rule for the scaling of carnivore density. *Science*, 295, 2273-2277.
- Dziçciolowski R (1976).** Estimating ungulate numbers in a forest by track counts. *Acta Theriologica*, 21 (15), 217-222.
- Focardi S., Isotti R., Tinelli A., 2002.** Line Transect Estimates of Ungulate Populations in a Mediterranean Forest. *The Journal of Wildlife Management*, 66 (1), 48-58.
- Haugaaen T & Peres CA (2005).** Mammal assemblage structure in amazonian flooded and unflooded forests. *J. Trop. Ecol.* 21, 133-145.
- Hatton IA, McCann KS, Fryxell JM, Davies TJ, Smerlak M, Sinclair ARE, & Loreau M (2015).** The predator-prey power law: Biomass scaling across terrestrial and aquatic biomes. *Science*, 349, aac6284.
- Ivan JS, Newkirk ES (2016).** Cpw Photo Warehouse: a custom database to facilitate archiving, identifying, summarizing and managing photo data collected from camera traps. *Methods in Ecology and Evolution* 7, 499-504.
- Jetz W, Carbone C, Fulford J, & Brown JH (2004).** The scaling of animal space use. *Science*, 306, 266-268.
- Jongman R, & Pungetti G (2004).** Ecological Networks and Greenways - Concept, Design, Implementation. Cambridge University Press, New York.
- Kremen C, Merenlender AM, & Murphy DD (1994).** Ecological monitoring: A vital need for integrated conservation and development programs in the tropics. *Conservation Biology*, 8, 338-397.
- MacKenzie DI, Nichols JD, Royle JA, Pollock KH, Bailey LL, Hines JE (2018).** Occupancy Estimation and Modeling - Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. 2nd Edition. Elsevier.
- Tobler MW, Carrillo-Percestequi SE, Leite Pitman R, Mares R, & Powell G (2008).** An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11, 169-178.
- Mendes Pontes AR (2004).** Ecology of a community of mammals in a seasonally dry forest in Roraima, Brazilian Amazon. *Mamm. Biol.* 69, 319-336.
- Meijaard E, Kitchener AC & Smeenk C (2006).** New Bornean carnivore is most likely a little known flying squirrel. *Mammal Rev.* 36, 318-324.
- Mekonen S, 2020.** Coexistence between human and wildlife: the nature, causes and mitigations of human wildlife conflict around Bale Mountains National Park, Southeast Ethiopia. *BMC Ecol* 20, 51.
- Mertens A, Ionescu O (2000).** Ursul – biologie, ecologie și management. Haco International.
- Philips SJ, & Dudik M (2008).** Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 165-175.
- Robinson JG, & Redford KH (1986).** Body size, diet, and population density of neotropical forest mammals. *The American Naturalist*, 128, 665-680.
- Roseberry JL, & Woolf A (1998).** Habitat-population density relationships for white-tailed deer in Illinois. *Wildlife Society Bulletin*, 26, 252-258.
- Šálek M, Červinka J, Banea OC, Krofel M, Ćirović D, Selanec I, Penezić A, Grill S, & Riegert J (2014).** Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research*, 60, 193-200.
- Silva M, Brown JH, & Downing JA (1997).** Differences in population density and energy use between birds and mammals: A macroecological perspective. *Journal of Animal Ecology*, 66, 327-340.
- Silveira L, Jacomo ATA & Diniz JAF (2003).** Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biol. Conserv.* 114, 351-355.
- Trolle M (2003a).** Mammal survey in the Rio Jauaperi Region, Rio Negro Basin, the Amazon, Brazil. *Mammalia* 67, 75-83.
- Tucker M, Santini L, Carbone C, & Mueller T (2020).** Mammal population densities at a global scale are higher in human-modified areas. *Ecography*, 44, 1, 1-13.
- Varman KS, Sukumar R (1995).** The line transect method for estimating densities of large mammals in a tropical deciduous forest: An evaluation of models and field experiments. *Journal of Biosciences*, 20 (2): 273-287.
- Voss RS & Emmons LH (1996).** Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 230, 1-115.
- Voss RS, Lunde DP & Simmons NB (2001).** The mammals of Paracout, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna part 2. Nonvolant species. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 263, 1-99.
<http://art17.eionet.europa.eu/article17/reports2012/species/report/?period=3&group=Mammals&country=RO®ion=#>
<http://www.lcie.org/>
<http://www.catsg.org/index.php?id=101>
http://www.otterspecialistgroup.org/Species/Lutra_lutra.html

Abstract

Evaluation of large mammals around București (Hunedoara, Romania)

Assessing the number and density of some wildlife populations is an important process to impose management measures in a given area, all the more so as the habitat required by a species is larger. Thus, it is necessary to use methods and techniques that capture these aspects as faithfully as possible; moreover, using a single algorithm most likely results in a large increase in the error rate. By using cameras with motion sensors and combining them with the determination of the presence signs of the targeted species by traversing predetermined transects based on the seasonal movement of individuals, it was possible to capture very important aspects of habitat use in the targeted area. Although the monitored area is relatively small, the rigorous use of the proposed methods determined a large number of individuals of different species. The measures that must be taken based on some abundance indices with very high statistical coverage are much easier to apply. The most common species in the area is the wild boar (68.6%), followed by the deer, with a percentage of 28.2%.

Keywords: Brown bear, wild boar, roe deer, monitoring, management

Environmental carrying capacity calculated in the perspective of repopulation with beavers of the Argeș, Dâmbovița and Buzău Rivers

Claudiu Pașca^{1,2}✉, Maria Spătaru^{1,2}, Ileana Ionescu¹, Marius Popa^{1,2}, Georgeta Ionescu¹, Ovidiu Ionescu^{1,2}

✉ correspondent author

¹ SCDEP Brasov, National Institute for Research and Development in Forestry “Marin Dracea”, Romania

² Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Transilvania University of Brasov, Romania

1. Introduction

This article is part of a larger study that aims to determine the carrying capacity of the main hydrographic systems in the South Eastern part of Romania, in order to restore the historical range of the species *Castor fiber* and reduce the level of conflicts in areas with supra-optimal densities. This is one of the main objectives of the action plan of the species at the national level and of the attempts to create a strong network of connectivity at the European level (Fedorca et al. 2020, Pașca et al. 2022).

It can be said with certainty that the reintroduction of beaver (*C. fiber*) in Romania about three decades ago is a real success. There are increasing reports of species presence in areas outside the original reintroduction area every year (Fülöp & Márk-Nagy 2012, Pașca et al. 2018, Bouroș et al. 2022). Thus, the species range increased constantly at an accelerated rate (Pașca et al. 2018), following the logistic curve as was described in the literature (Hixon 2008, Taiwo et al. 2017).

Although the reintroduction of the beaver in Romania is a particularly important event for biodiversity, it should be taken into account that major qualitative and quantitative changes occurred in riparian habitats during the period of about 150 years in which the species was extinct, changes that currently have a negative effect on the evolution of species (Legea 8/1974, Legea 1/1976, Legea 107/1996, ANAR 2020).

Among these we mention: the reduction of favourable areas, the anthropization of natural habitats preferred by the species and the significant expansion of inhabited areas. The reduction of areas with natural habitats

was achieved by expanding the area of cultivated land, clearing strips of riparian vegetation, draining marshy lands, channelling river/ stream beds, and damming land susceptible to flooding (Filat et al. 2009, Leary 2012). In this context, the expansion of anthropized areas, as a result of the increasing human population, is a fact that must be reconsidered in future management plans dedicated to some species or groups of species, whether they are protected or not.

In Romania, the numerical evolution of the species was accelerated but not at the rate observed in other Western European countries (Pașca et al. 2018). The majority of the conflicts were reported in the areas where agricultural crops neighbouring water streams (Pașca et al. 2022).

Thus, the point has been reached where the need for a package of measures that harmonizes the interests of biodiversity conservation with the economic and social ones is increasingly evident. To estimate the supporting capacity of habitats at the national/regional/local level, it is necessary to classify habitats according to quality and determine the average size of the territory of a beaver family according to the habitat category. In the future, with the restoration of the historical range of the species, it is possible that maintaining a bearable level of conflicts with the human population will require the adoption of some beaver population control measures. In this sense, the relocation of problem specimens would be the first solution, but in the absence of predators, hunting can be a solution in the case of uncontrolled numerical growth (Nolet & Rosell 1998, Parker & Rosell 2003, Parker et al. 2007, 2013, Thompson et al. 2021, Yanuta et al. 2022).

The Eurasian beaver, like its North American relative, are territorial species. Beavers are marking their family territory with the help of a liquid secretion of the anal glands, which is usually eliminated on a mound of sand/ earth that the beaver is making with the help of its paws (Rosell 2001, 2003, Cross et al. 2014, Mayer et al. 2017, Labrecque-Foy et al. 2020).

Both beaver species are monogamous and live in communities called colonies or family groups (Rosell 2001, 2003, Cross et al. 2014, Mayer et al. 2017, Labrecque-Foy et al. 2020).

For Romania's conditions we prefer the term *family*, which is more appropriate for the situation where the groups are made up of the parental pair, the one-year-old juveniles and the newborn puppies. In addition, each family uses a distinct territory that it aggressively defends (Pașca et al. 2015, Pașca et al. 2018).

These ethological aspects were used to analyze the beaver population as a group of families evenly distributed according to the food resources and environmental conditions they occupy.

2. A brief literature review on carrying capacity

Carrying capacity is a concept that first appeared in biological systems in the 1870s referring to the mass of meat that pack animals could physically transport. The term was borrowed by many other domains and changed its definition and meaning along the way. Generally, it comprises a broad range of approaches used to understand better biotic interactions in ecosystems (Chapman & Byron 2018). In 1887, Thomson first gave the concept a closer meaning to what we use today in applied ecology: the size of livestock populations 'being carried by land they lived', so a quantitative amount of a species that the environment could carry, or the population number that an ecosystem can support without injury to the ecosystem (Thomson 1887). The 1933 definition of Leopold about carrying capacity in wildlife management was similar.

On a simple look, carrying capacity is regulated by resource availability, which can be understood primarily as food and shelter and space (Carpenter et al 2000, Chapman & Byron 2018), but is also dependent on other biotic and abiotic factors that are limitative for a certain species (climate, intra- and inter-specific interactions and competition etc.). A mathematical expression of the concept is represented by the equation of logistic growth that demonstrates that the population's size at a particular time t is influenced by: r the intrinsic rate of growth, N the number of individuals, and K , known as the upper limit of growth (Seidl et al. 1999, Chapman & Byron 2018).

In applied ecology, there are mentioned at least five distinct understandings of carrying capacity that vary depending on the management aim (Cohen 1995): I) the population standing stock (plants, animals), II) the steady yield of the population, III) the number of protected plants, and whether IV) the harvested population is subject to reductions in number, and V) the population as a resource of revenue and cost curves.

If ecological, economic and social factors are considered together, the logistic growth curve is changing. Carpenter et al. (2000) mention a social carrying capacity that refers to society's tolerance level of wildlife impacts in different situations. This motivated enormous research and

management actions into restoring scarce populations to abundance, reducing overabundant populations to a healthier status and exploiting the capacity of species important from a social or economic point of view. Small populations of a species can be as unacceptable as too large of other's, fact that indicates that the acceptance level of stakeholders is subjective and dependent on the perceived positive or negative impact of the species (Carpenter et al. 2000). Among the human limiting factors to wildlife impact, we mention tolerance to crop damage, risk of vehicle accidents, personal safety threats, etc.

Keystone species are typically characterized as species that have a disproportionately large effect on an ecosystem compared to its population size (Power et al. 1996, Pinto et al. 2009). In this sense, the Eurasian beaver (*Castor fiber* L., 1758) can be considered a keystone species because of its capability to change the geomorphological characteristics of its habitat: hydrological regimes, geomorphology, water chemistry and temperature, structure of biotic communities, promotion of new species, landscape structure etc.; therefore, it has a strong impact on natural succession processes (Pinto et al. 2009, Pașca et al. 2016).

A study from Norway (Pinto et al. 2009) that surveyed ca. 81 km of riverbank showed with an accuracy >85% that beaver presence is associated with cover of shrub or hardwood on the riparian area, narrow river widths, bank slope, bank substrates of silt-soil. From the total surveyed area, only 4.6% did not show any beaver presence, which led them to the conclusion that the beavers are near their biophysical carrying capacity in the area.

3. Method

3.1. Study area

The research included three of the most important rivers in Muntenia, a historical region located in the South and South-East of Romania. Each of these rivers has three segments, an upper one, a middle one, and a lower one, with characteristics determined by the relief they encounter on the way from source to mouth.

The Argeș River originates in the Southern Carpathians and flows into the Danube River. The flow direction is southern and it crosses the Getic Subcarpathians, the Getic Plateau and then reaches the Romanian Plains (Ujvari 1972).

The Dâmbovița River is composed of the confluence of some streams on the southern slopes of the Făgăraș Mountains and the northern slopes of the Iezer Mountains. Afterwards, its route is approximately parallel to that of the Argeș River, finally flowing into it in the Romanian Plain (Ujvari 1972).

The Buzău River originates in the Curvature Carpathians, crosses the Curvature Subcarpathians and the Buzău Plain and flows into the Siret River (Ujvari 1972).

The present study presents partial results and includes only the main course of the three rivers, with tributaries

to be analyzed subsequently. The analysis included a total of 885.5 km of riparian habitats, which could be part of the national area occupied by beaver in the future.

3.2. Methodology

In order to determine the quality of the habitats, the study was based on the previously described methods (Pașca et al. 2021). In the current study, it was used a supplementary criterion that refers to the risk of introducing beavers from the human perspective. This risk refers in particular to the security of the local population (flooding of human settlements) and infrastructure elements (bridges, roads, railways, etc.), but does not include agricultural lands, orchards, pastures, hayfields, for which we considered that any damage can be compensated by the state following existing legislation. This aspect has often been incriminated by the authorities and institutions that manage Romanian waters to justify the fact that the species is not wanted in certain areas.

The satellite images analyzed ranged between 0.5 and 2 km elevation, depending on the characteristics of the water course, to allow the characterization of the available woody vegetation and of other essential factors in assessing the quality of the habitats: hydrological, banks morphology and structure and anthropic.

Density values computed for the Olt River were used to assess the supporting capacity of the habitats on the Dâmbovița, Argeș and Buzău rivers. The current study is meant to measure potential densities for optimal and satisfactory habitats, although under normal conditions beavers can occupy unfavourable habitats as well. Density indices values used were 2.28 (beavers/km) for optimal habitats and 2.19 for satisfactory ones (Pașca et al., 2013). Management that implies the translocation of families that could cause major conflicts following the national action plan developed for the species was suggested in the unfavourable areas.

4. Results

Assessment of habitats quality

Argeș River

The habitat conditions are favourable in the area of confluence with the Danube. There is a portion of more than 30 km with unfavourable habitat afterwards, mainly due to the lack of woody vegetation and the banks that in some places have been reinforced with stone. The optimal areas are distributed almost exclusively in the plain area, up to the Golești dam. Starting with this hydro-technical objective, the riverbed has undergone major anthropogenic changes through canalization and damming, actions that in some places led to the complete removal of woody vegetation. However, in some parts, the natural riverbed was preserved and it has the potential to be particularly favourable for beaver settlement.

The total length of potential riparian habitats is 324.7 km (only the main course). Out of it, a rather important percentage of 33.5% (108.7 km) is represented by the optimal habitats, which together with the satisfactory areas totals 52.3% of main course length.

Dâmbovița River

Although from a hydrological point of view, Dâmbovița is a favourable river for beaver, a high heterogeneity is observed in terms of the distribution of woody vegetation, the configuration of the banks and implicitly the favourable conditions for the species.

The total length of potential riparian habitats is 261.4 km (only the main course). Optimal habitats count for 26% (52.7 km) and satisfactory ones for 21.5% (56.2 km). Therefore, more than half (52.5%) of the river course is unfavourable for beaver, mostly due to anthropogenic changes: channelization/damming in the lowland area and the construction of hydro-technical dams in the mountain area.



Fig. 1. Beaver habitat assessment for rivers Argeș and Dâmbovița

Buzău River

The lower sector, from the confluence with the Siret River up to the Săgeata village area, is characterized by a smooth slope, the elevation difference being only 52 m between the two points. The river course is very meandering, which favours the creation of various microhabitats favourable for the beaver.

When analyzing the distribution of sectors with high favorability, it can be observed that 90.05% of the optimal habitats are located in the lowland area. Out of the 10 optimal sectors, only one is located in the Curvature Subcarpathians (hilly area), and it represents 9.5% of the total length.

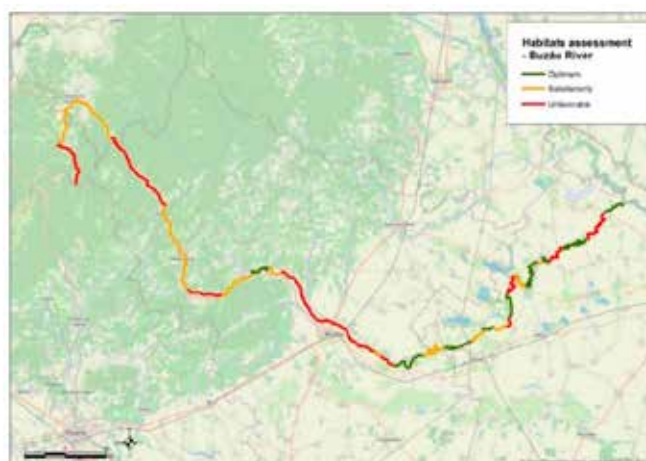


Fig. 2. Beaver habitat assessment for Buzău River

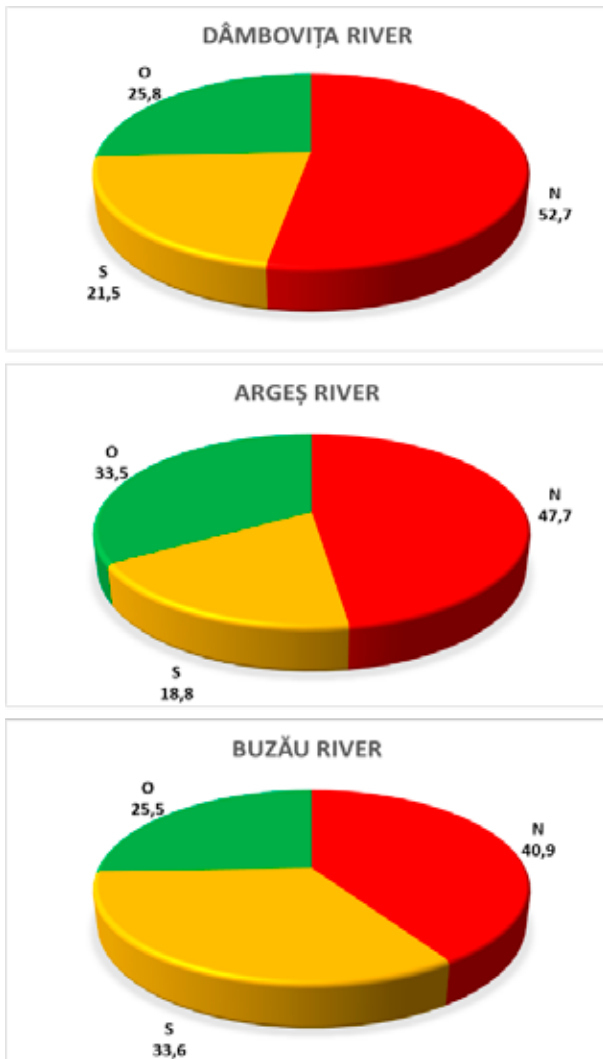
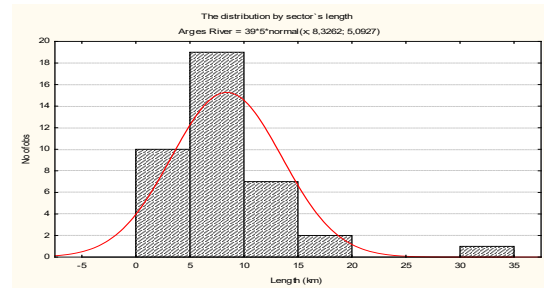
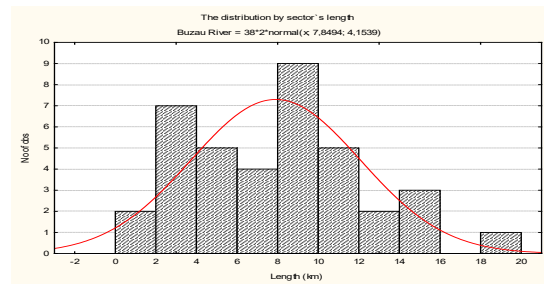


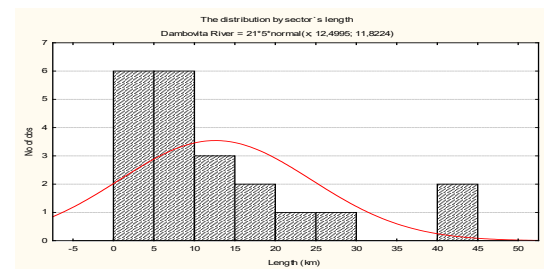
Fig. 3. The quality of the analysed habitats (%)



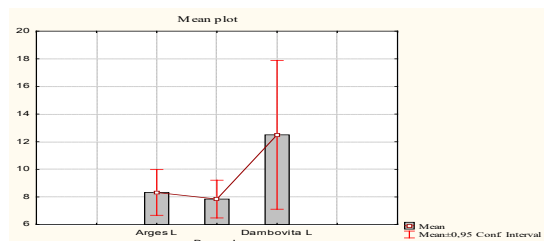
8



9



10



11

Fig. 6-9. The distribution of habitat selection by length



Fig. 4. Optimum habitat (Buzău River close to the confluence with Siret River)



Fig. 5. Satisfactorily habitat (Buzău River close to Banița village)

Downstream the city of Buzău, the slope is increasing significantly, which causes both the water speed to increase and strong lateral erosion phenomena to develop. Thus, there is a 35.8 km unfavourable sector for beavers that ends at Pleșcoi village. Anthropogenic factors also add in addition to natural factors in this section, upstream of Buzău the river being channelled and dammed. For the areas with optimal and satisfactory favorability, a total of 382 beavers were calculated.

Table 1. Basic statistics by river

Dâmbovița River				
HC	Total length	%	No. of sectors	Mean length
N	137.8	52.7	13	10.6
S	56.2	21.5	10	5.6
O	67.3	25.8	4	16.8
Total	261.3	100.0	27	

Argeș River				
HC	Total length	%	No of sectors	Mean length
N	155	47.7	17	9.1
S	61	18.8	10	6.1
O	108.7	33.5	12	9.1
Total	324.7	100	39	
Buzău River				
HC	Total length	%	No of sectors	Mean length
N	121.9	40.9	13	9.3
S	100.3	33.6	15	6.7
O	76.1	25.5	10	7.6
Total	298.3	100.0	38	

Table 2. Carrying capacity calculated by river

Dâmbovița River			
Habitat category	Total length (km)	No. of Beavers/km	Carrying capacity
U	137.8	0	0.0
S	56.2	2.19	123.2
O	67.3	2.28	153.5
Total	261.4		276.7
Argeș River			
U	155.0	0	0.0
S	61.0	2.19	133.7
O	108.7	2.28	247.9
Total	324.7		381.6
Buzău River			
U	121.9	0	0.0
S	100.3	2.19	219.6
O	76.1	2.28	173.4
Total	298.3		393.0

Table 3. Descriptive statistics of river segments (km)

River	Valid N	Mean	Conf -95%	Conf 95%	Median	Sum
Dâmbovița	21	12.5	7.1	17.9	7.7	262.5
Argeș	39	8.3	6.7	10.0	7.2	324.7
Buzău	38	7.8	6.5	9.2	8.0	298.3
River	Min	Max	Var.	St. dev.	Coef. Var.	St. Error
Dâmbovița	1.9	42.9	139.8	11.8	94.6	2.6
Argeș	1.6	31.2	25.9	5.1	61.2	0.8
Buzău	1.5	18.2	17.3	4.2	52.9	0.7

Conf: Confidence; Var: Variance

According to Figure 9 and Table 3, the average lengths of the sectors are very close for Argeș and Buzău rivers (8.3 and 7.8 km). On the other hand, the mean length is higher for Dâmbovița River (12.5), and the confidence interval is much wider. This indicates a very high heterogeneity for the existing habitats on Dâmbovița, largely due to anthropogenic interventions that have led to serious damage over long sectors.

Table 4. The carrying capacity by river

River	Optimum habitat		Suboptimum habitat		Total number		Rounded interval
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
DB	138	169	111	136	249	304	250-300
AG	223	273	120	147	343	420	340-420
BZ	156	191	198	242	354	432	350-430

For each river and habitat category, the carrying capacity of habitats was determined as an interval, representing

±10% of the resulting absolute value.

Our results (Table 4) suggest that Dâmbovița River (DB) can support a population of 250-300 beavers, Argeș River (AG) 340-420 beavers, and Buzău River (BZ) 350-430 individuals.

6. Discussion

An aspect that could raise extensive comments would be to what extent it is appropriate to introduce the anthropic factor into the methodology for assessing the quality of beaver habitats. Even though essentially the carrying capacity must be a reflection of the quality of the available habitats, we considered that a set of very well-founded management measures, which would ensure a favourable status of conservation in the medium and long term, cannot be implemented under the conditions of frequent human-beaver conflicts.

Unfortunately, the remarkable ability of beavers to modify habitat conditions also has a boomerang effect, being one of the most incriminated species when it comes to the compensation costs that the state has to pay to the victims (Payne & Peterson 1986, Wigley & Garner 1987, Jonker et al. 2006, Kloskowski 2011, Janiszewski & Hermanowska 2019).

In this context we want this study to provide authorities the beaver population numbers that the natural habitats can support without the level of conflicts becoming disturbing and the amount of compensation to be suffocating for the administrators. It is essential that the general acceptance of the species to be at its highest possible level and the population to be aware that the financial losses are fully compensated by the benefits that the species brings to the ecosystems it occupies (Czech & Lisle 2003).

The used density indices will be recalculated as the database is completed so that the numbers reflect the situation in Romania as faithfully as possible.

The study presents the situation of the habitats on the main course of the three rivers. Following, areas on the tributaries that meet favourable conditions for the species should be identified.

7. Conclusions

The study revealed a dominance of unfavourable habitats for all three river courses, with percentages of 40.9-52.7%. The main causes of the rather low quality are the lack of woody vegetation, the implementation of the waterworks project, and the large number of human settlements crossed by the three rivers.

The share of satisfactory and optimal habitats is roughly equal and can be considered to be quite low.

Statistically, it was found that the degree of heterogeneity of the habitats is similar if we compare the rivers Argeș and Buzău and is much higher than Dâmbovița, where there are fewer sectors, with very varied lengths.

Most favourable areas are located in the plain area, where the water speed decreases, the course is sinuous and the riparian vegetation is very well represented.

In the current habitat conditions, Dâmbovița River can support a population of 250-300 beavers, Argeș River 340-420 beavers and Buzău River 350-430 specimens.

Thanks

Publication was supported by the CresPerfInst project (Contract no. 34PFE/2021).

References

- ANAR (2020). Istoric. Cum a apărut și s-a dezvoltat gospodărirea apelor? Administrația Națională Apele Române. <https://rowater.ro/despre-noi/prezentare-institutie/istoric/>
- Bouroș G, Paladi V, & Cassir P (2022). First report of Eurasian Beaver (*Castor fiber*, Linnaeus 1758) in Republic of Moldova. *North-Western Journal of Zoology*, 18(e211701), 71–76.
- Carpenter LH, Decker DJ, & Lipscomb JF (2000). Stakeholder acceptance capacity in wildlife management. *Human Dimensions of Wildlife*, 5(3), 5–19. <https://doi.org/10.1080/10871200009359184>
- Chapman EJ, & Byron CJ (2018). The flexible application of carrying capacity in ecology. *Global Ecology and Conservation* 13, e00365. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.e00365>
- Cohen JE (1995). How Many People Can the Earth Support? W.W. Norton & Co, New York.
- Cross HB, Zedrosser A, Nevin O, & Rosell F (2014). Sex discrimination via anal gland secretion in a territorial monogamous mammal. *Ethology*, 120(10) 1044-1052. <https://doi.org/10.1111/eth.12277>
- Czech A, & Lisle S (2003). Understanding and solving the beaver (*Castor fiber* L.) - human-conflict: An opportunity to improve the environment and economy of Poland. *Denisia, Neue Serie*, 9(2), 91–98.
- Fedorca A, Popa M, Jurj R, Ionescu G, Ionescu O, & Fedorca M (2020). Assessing the regional landscape connectivity for multispecies to coordinate on-the-ground needs for mitigating linear infrastructure impact in Brasov – Prahova region. *Journal for Nature Conservation*, 58, 125903. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125903>
- Filat M, Benea VI, Nicolae C et al. (2009). Cultura plopilor, a sălcilor și a altor specii forestiere în zona inundabilă a Dunării. Ed. Silvică.
- Fülöp T, & Márk-Nagy J (2012). New occurrence of the Eurasian beaver (*Castor fiber* Linnaeus, 1758) on the Someș River. *Studii și Comunicări, Seria Științele Naturii*, 13, 35-41.
- Hixon MA (2008). Carrying Capacity. In Jørgensen SE, Fath BD (eds) *Encyclopedia of Ecology*, Oxford, UK: Academic, 528-530. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00468-7>
- Janiszewski P, & Hermanowska Z (2019). Damage caused by the European beaver (*Castor fiber* L.) in agricultural and forest farms in view of selected atmospheric factors and animal behavior. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(6), 15633-15642. https://doi.org/10.15666/aeer/1706_1563315642
- Jonker SA, Muth RM, Organ JE, Zwick RR, & Siemer WF (2006). Experiences with beaver damage and attitudes of Massachusetts residents toward beaver. *Wildlife Society Bulletin*, 34(4), 1009-1021. [https://doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[1009:ewbdaa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[1009:ewbdaa]2.0.co;2)
- Kloskowski J (2011). Human-wildlife conflicts at pond fisheries in eastern Poland: Perceptions and management of wildlife damage. *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 295-304. <https://doi.org/10.1007/s10344-010-0426-5>
- Labrecque-Foy JP, Morin H, & Girona MM (2020). Dynamics of territorial occupation by North American beavers in Canadian boreal forests: A novel dendroecological approach. *Forests*, 11(2), 221. <https://doi.org/10.3390/f11020221>
- Leary RJ (2012). Landscape and Habitat Attributes Influencing Beaver Distribution. Utah State University, *All Graduate Plan B and other Reports*. 351. <https://digitalcommons.usu.edu/gradreports/351>
- Legea 8(1974). Legea apelor. *Buletinul Oficial* nr. 52 din 4 aprilie 1974.
- Legea 1(1976). Legea nr. 1 pentru adoptarea Programului național de perspectivă pentru amenajarea bazinelor hidrografice din Republica Socialistă România. *Buletinul Oficial* nr. 34 din 22 aprilie 1976.
- Legea 107(1996). Legea Apelor. *Monitorul Oficial* nr. 244 din 8 octombrie 1996.
- Mayer M, Zedrosser A, & Rosell F (2017). Extra-territorial movements differ between territory holders and subordinates in a large, monogamous rodent. *Scientific Reports*, 7(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15540-0>
- Nolet BA, & Rosell F (1998). Comeback of the beaver *Castor fiber*: An overview of old and new conservation problems. *Biological Conservation*, 83(2), 165–173. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00066-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00066-9)
- Parker H, & Rosell F (2003). Beaver management in Norway: a model for continental Europe? *Lutra*, 46(2), 223-234.
- Parker H, Rosell F, & Myrsetrud A (2007). Harvesting of males delays female breeding in a socially monogamous mammal; the beaver. *Biology Letters*, 3(1), 106–108. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2006.0563>
- Parker H, Steifetten Ø, Uren G, & Rosell F (2013). Use of linear and areal habitat models to establish and distribute beaver *Castor fiber* harvest quotas in Norway. *Fauna Norvegica*, 33, 29–34. <https://doi.org/10.5324/fn.v33i0.1591>
- Pașca C, Ionescu G, Sârbu G, & Vișan D (2013). Evaluarea habitatelor utilizabile și estimarea efectivelor de castor eurasiatic (*Castor fiber*) din România. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, XVIII, 33, 121-125.
- Pașca C, Teșileanu R, Ionescu G, & Sîrbu G (2015). The effect of habitat quality on relative density of beaver (*Castor fiber*) on the main course of the Olt River. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 20, 36, 114–116.
- Pașca C, Ungureanu L, Ionescu G, Popa M, & Gridan A (2016). Riparian habitat modelling in the context of beavers (*Castor fiber*) repopulation in Brașov, Romania. *Russian Journal of Theriology*, 15(1), 49–54. <https://doi.org/10.15298/rusjtheriol.15.1.08>
- Pașca C, Popa M, Ionescu G, Vișan D, Gridan A, & Ionescu O (2018). Distribution and dynamics of beaver (*Castor fiber*) population in Romania. In 8th International Beaver Symposium, Denmark, 18-20.
- Pașca C, Ionescu G, Teșileanu R, Popa M, & Ionescu O (2021). Testarea unei metode rapide de evaluare a habitatelor favorabile pentru castorul eurasiatic (*Castor fiber* L.). *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, XXVI, 48, 35-39.
- Pașca C, Ionescu G, Fedorca A, Jurj R, Sîrbu G, Popa M, Gridan A, & Ionescu O. (2022). Planul Național de acțiune pentru conservarea populației de castor eurasiatic. Ed. Silvică.
- Payne NE, & Peterson RP (1986). Trends in complaints of beaver damage in Wisconsin. *Wildlife Society Bulletin*, 14(3), 303-307.
- Pinto B, Santos MJ, & Rosell F (2009). Habitat selection of the Eurasian beaver (*Castor fiber*) near its carrying capacity: an example from Norway. *Canadian Journal of Zoology*, 87(4), 317–325. <https://doi.org/10.1139/Z09-015>
- Power ME, Tilman D, Estes JA, Menge BA, Bond WJ, Mills LS, Daily G, Castilla JC, Lubchenco J, & Paine RT (1996). Challenges in the quest for keystones: identifying keystone species is difficult - but essential to understanding how loss of species will affect ecosystems. *BioScience*, 46(8), 609-620.
- Rosell F (2001). The function of scent marking in beaver (*Castor fiber*) territorial defence. PhD thesis, Norwegian Univ. Sci. Tech.
- Rosell F (2003). Territorial scent marking behaviour in the Eurasian beaver (*Castor fiber* L.). *Biologiezentrum Linz/Austria* 2, 147-161.
- Seidl I, & Tisdell CA (1999). Carrying capacity reconsidered: from Malthus' population theory to cultural carrying capacity. *Ecological Economics*, 31(3), 395-408.
- Taiwo FJ, & Feyisara OO (2017). Understanding the concept of carrying capacity and its relevancy to urban and regional planning. *J Environ Stud* 3(1): 5.
- Thompson S, Vehkaoja M, Pellikka J, & Nummi P (2021). Ecosystem services provided by beavers *Castor* spp. *Mammal Review*, 51, 1, 25-39. <https://doi.org/10.1111/mam.12220>
- Thomson GM (1887). Acclimatization in New Zealand. *Science*, X, 244, 170–171.
- Ujvari I (1972). *Geografia apelor României*. Ed. Științifică, București.
- Wigley TB, & Garner ME (1987). Landowner perception of beaver damage and control in Arkansas. Third Eastern Wildlife Damage Control Conference, 1987.
- Yanuta G, Wróbel M, Klich D, Haidt A, Drobik-Czwaro W, Balcerak M, & Mitrenkov A (2022). How should we manage a strong Eurasian beaver population? A comparison of population trends in Poland and Belarus. *Journal of Environmental Management*, 318, 115608. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115608>

Abstract

Environmental carrying capacity calculated in the perspective of repopulation with beavers of the Argeș, Dâmbovița, and Buzău Rivers

The study aimed to determine the carrying capacity of the environment on three important rivers in the historical region of Muntenia, Argeș, Buzău and Dâmbovița, totalling 885.5 km of the river course, in the context of restoring the historical home range of the *Castor fiber* species.

The evaluation of the habitats was carried out based on the series of satellite images available for free on the Google Earth platform (Pașca et al. 2021). To assess the quality of the habitat, the hydrological, trophic factor, the configuration of the banks and the anthropic factor were analyzed. For the calculation of the optimal herds, the densities calculated in previous research were used (Pașca et al. 2013).

The study revealed a dominance of unfavourable habitats for all three river courses, with percentages between 40.9 for Buzău and 52.7 for Dâmbovița. On the other hand, the share of optimal sectors is quite low, being in the range of 25.5-33.5% (minimum for Buzău and maximum for Argeș).

The population was calculated only to sectors in the optimal and satisfactory category, even if in the field it was observed that the species inhabits certain unfavourable habitats. Areas where the beaver population would generate significant risk for the human population were included in the category of unfavourable habitats, where the species is undesirable.

The optimal beaver population, corresponding to the carrying capacity of the environment, were transformed into intervals resulting in the fact that the Dâmbovița River can support a population of 250-300 beavers, the Argeș River 340-420 beavers, and the Buzău River 350-430 specimens. These intervals can be used in the future by the environmental authority for the management of the species in order to adopt the optimal management measures to maintain the favourable conservation status of the species and a high level of acceptance by human society.

Keywords: environmental carrying capacity, habitat assessment, beaver's habitat requirements, beaver repopulation, Romania

Rezumat

Capacitatea de suport a mediului calculată în perspectiva repopulării cu castor a râurilor Argeș, Dâmbovița și Buzău

Studiul și-a propus să determine capacitatea de suport a mediului pe trei râuri importante din regiunea istorică Muntenia, Argeș, Buzău și Dâmbovița, însumând 885,5 km curs de râu, în contextul refacerii arealului istoric al speciei *Castor fiber*.

Evaluarea habitatelor s-a realizat pe baza seriilor de imagini satelitare disponibile gratuit pe platforma Google Earth (Pașca et al. 2021). Pentru evaluarea bonității habitatului au fost analizați factorul hidrologic, trofic, configurația malurilor și factorul antropic. Pentru calculul efectivelor optime s-au utilizat densitățile calculate în cercetările anterioare (Pașca et al. 2013).

Studiul a evidențiat o dominanță a habitatelor nefavorabile pentru toate cele trei cursuri de râu, cu procente cuprinse între 40,9 pentru Buzău și 52,7 pentru Dâmbovița. Pe de altă parte ponderea sectoarelor optime este destul de redusă, fiind cuprinsă în intervalul 25,5-33,5% (minim pentru Buzău și maxim pentru Argeș).

Au fost atribuite efective doar sectoarelor din categoria optim și satisfăcător, chiar dacă în teren s-a observat că specia populează în anumite condiții și habitate nefavorabile. Zonele în care popularea cu castori ar genera risc semnificativ pentru populație au fost incluse în categoria habitatelor nefavorabile, în care specia este indezirabilă.

Efectivele optime corespunzătoare capacității de suport a mediului au fost transformate în intervale rezultând faptul că râul Dâmbovița poate susține o populație de 250-300 castori, râul Argeș 340-420 castori, iar râul Buzău 350-430 exemplare. Aceste intervale pot fi utilizate de autoritatea de mediu pentru managementul speciei în viitor în sensul adoptării măsurilor de management optime pentru menținerea stării favorabile de conservare a speciei și unui nivel de acceptanță ridicat din partea societății umane.

Cuvinte cheie: capacitatea de suport a mediului, evaluarea habitatului, cerințele habitatului castorului, repopularea castorului, România

Principles of capillary electrophoresis – a small synthesis

Ioana - Bianca Bîrză ¹✉, Adina Teodora Roșca ¹

✉ Correspondent author: biancaioanabirza@gmail.com

¹ SCDEP of Brașov, National Institute for Research and Development in Forestry "Marin Drăcea", Brașov, Romania.

1. Introduction and context

The study of DNA electrophoresis began in 1964 when three groups of researchers used moving boundary methods to measure mobility in free solutions. They discovered that for DNA molecules larger than 400 base pairs (bp), mobility was independent of size and varied with ionic strength as well as the identity and valence of the cation in the background electrolyte (Stellwagen 2009).

Capillary electrophoresis is now used to separate macromolecules based on size and to identify genes and mutations to confirm site-directed mutagenesis, and there have been many substantive improvements that allow the separation of much larger DNA molecules than was previously possible (Deutsch 1988, Dovichi 1997, Goanță et al. 2018).

Choices involving voltage, electric current, conductivity, temperature, and the concentration and identity of the ionic species tend to complicate the conductive properties in DNA electrophoresis. Differences throughout existing chemical recipes for common conductive media have an impact on central properties. Even in their best form, various buffers create a runaway positive feedback loop between heat generation and retention, temperature, conductivity, and current. This is undesirable because it limits the permissible electric field and impairs resolution, therefore strict protocols should be followed during the procedure (Brody & Kern 2004).

Capillary electrophoresis is an analytical method that has been shown to offer a promising alternative to thin-layer chromatography and liquid chromatography in genetic analysis, drug development and analysis and protein characterization (Lemos et al. 2001, Keren 2003, Coșkun & Öztupus 2020).

2. Materials and Methods

This research was conducted using the most popular scientific databases – Google Scholar, ScienceDirect

and Scopus – to identify relevant literature. The keywords used for determining the necessary result were “electrophoresis”, “DNA electrophoresis”, “electrophoresis principles”, “DNA sequencing” as well as “capillary electrophoresis”.

Before screening the full text, the studies considered appropriate were selected by (1) title, (2) abstract, and (3) keywords. In the second step, the inclusion/exclusion criteria were applied. The inclusion criteria were (a) studies focused on DNA sequencing, which includes sampling detailing and sample preparation; (b) studies that included laboratory procedures; (c) studies published after 2000, and (d) studies published in English. The exclusion criteria were (A) studies in fields other than human and animal research; (B) studies published before 2000, with a few exceptions due to their complex results and theories.

This synthesis encompasses in a holistic manner useful information about DNA, DNA sequencing, laboratory protocols and capillary electrophoresis used by different authors in their studies to monitor and understand the impact of separating macromolecules and to identify the most suitable procedures.

3. Results

Using the three databases and after conducting the assessment stages for each of the records based on the exclusion criteria, the present review consists of 36 relevant studies.

3.1. General characteristics of the included studies

The studies included in this review focused on describing the principles and scope of capillary electrophoresis and reviewing the most recent knowledge on different protocols and analysed biological samples.

3.2. Serum protein electrophoresis and capillary electrophoresis (CE)

Serum protein electrophoresis (SPE) is a technique that is widely used in human medicine, wildlife and microbiology (Tatum et al. 2000, O’Connell et al. 2005).

SPE is usually done manually, with cellulose acetate

or agarose gel, or with automated systems that use capillary electrophoresis (CE). SPE is labour-intensive and technically demanding when performed manually; therefore, capillary electrophoresis is required for high sample throughput in laboratories (Ceron 2011).

Capillary electrophoresis techniques and equipment are distinct from other electrophoresis techniques. A CE consists of a variable high voltage power supply, which allows for rapid separation of DNA fragments (and determination of DNA sequence), a fused silica capillary, two buffer reservoirs, two electrodes, an on-capillary detector, and a sensor linked to a data evaluation unit (Lee et al. 2012, Oorschot & Ballantyne 2013).

Working in narrow-diameter tubes has the advantage of eliminating heat generated by other electrophoretic methods. Capillary electrophoresis is a technique for separating and quantifying a wide range of molecules based not only on charge but also on size, hydrophobicity, and stereospecificity. Capillary electrophoresis is a technique used in genetic analysis, drug discovery, and drug impurity analysis, including anti-cancer drugs, and protein characterization (Coşkun & Öztupus 2020).

Capillary electrophoresis is regarded as a powerful technique for biomolecule analysis and sample preparation because it allows for the automation of all analysis steps. Each CE mode's technical and analytical considerations, from sample preparation to analysis conditions, are critically discussed (Dadouch 2021).

Capillary electrophoresis separations are important because they provide fast separations of small sample volumes and are easily automated. Following reports of exceptional amine, amino acid, peptide, and DNA separation efficiencies (Li et al. 2001, Durney et al. 2015).

The gel from the traditional gel electrophoresis serves two purposes: it acts as an anticonvective medium and as a sieving matrix for separation. Gel-free separation is possible with CE. However, there is an exception for biopolymers with a constant charge: size ratio, such as RNA, DNA, or SDS-loaded proteins. In this case, there is no electrophoretic separation in free solution. There are two potential solutions: modifying the biopolymer and using a separation matrix as in traditional electrophoresis (Heller 2001).

Gel-filled capillary columns have several advantages over open-bed gel electrophoresis, including higher resolution, shorter analysis times, and increased sensitivity, as well as the ability to use larger potential fields and on-line sample detection without staining procedures (Gordon 1988).

The matrix in which separation is achieved, as well as the type of capillary used, the electrophoresis buffer, and the strength of the electric field applied during the process, all influence the efficiency of analyte separation (Oorschot & Ballantyne 2013).

3.3. Laboratory procedures

Sample preparation is a critical component of any DNA sequencing protocol. For efficient reading of DNA sequences, accurate amplification of the studied DNA

sequence and removal of impurities that make accurate base calling difficult are required (Dolnik 1999).

Choosing the right protocols is a crucial factor in determining quality. The best protocol depends on the nature of the sample to be analysed and the properties of the constituent protein species to be resolved (Shaw & Riederer 2003).

Purification of DNA sequencing products is mandatory before electrophoretic analysis. After thermal cycling, residual background ions (buffer, chloride, unincorporated dideoxynucleotides) in the sequencing extension reaction cocktail reduce injection efficiency, significantly degrading sequence signal-to-noise. To purify the extension products, ethanol precipitation or more stringent spin-column methods are frequently used (Paegel et al. 2003).

Typically, blood is collected in plain tubes, and serum is obtained by centrifugation. If the serum is hemolyzed or lipemic, it can be visually inspected and stored at -20°C until analysis (Giordano & Paltrinieri 2010, Azim 2004). However, when urine samples are electrophoresed, the sample's stability lasts for a few hours or three days at 4°C, although years of storage at -20°C have been reported with no significant changes (Candiano 2010).

Sample preparation, including clean-up and pre-concentration, is a key factor in the widespread use of CE (capillary electrophoresis) in a wide range of fields and samples. All the above on-line sample cleaning and pre-concentration methods can significantly reduce the detection limit of CE (Wu 2003).

According to the literature, highly entangled solutions of hydrophilic and high molar mass polymers are required to achieve high DNA separation efficiency and long read length, which are system characteristics that are especially important for genomic sequencing. The strength of DNA-polymer interactions, as well as the robustness of the entangled polymer network, have a significant impact on the performance of a given polymer matrix for DNA separation (Albarghouthi & Barron 2000).

Capillaries are conditioned to repeatedly rinse with methanol and buffer until efficient and reproducible separations are obtained using an argon-ion laser. Capillaries are stored in distilled water overnight. Prior to analysis, native DNA samples are diluted in deionized water. If there is an excess of salts in the sample, it can be dialyzed using specific pipetting protocols. After that, internal standards for native DNA separations are obtained. The PCR is used to amplify denatured, dye-labelled DNA samples, which are prepared by diluting parts of the sample in formamide. Samples are then heated for a few minutes, depending on the protocol, and quickly cooled before being analysed. Because the buffer used for these separations is viscous, CE systems capable of high-pressure capillary filling are required. (Keren 2003).

The composition and ionic strength of the electrophoresis buffer influence the electrophoretic mobility of DNA.

Electrical conductivity is minimal in the absence of ions (for example, if water is substituted for electrophoresis buffer in the gel or reservoirs), and DNA migrates slowly or not at all. Electrical conductance is very efficient in high ionic strength buffers, and significant amounts of heat are generated even when moderate voltages are applied. In the worst-case scenario, the gel melts and the DNA becomes denatured (Green & Sambrook 2019).

There are two types of sample-loading solutions: (i) those for non-denaturing gels with ionic conditions that are roughly matched to the gel, and (ii) those with denaturing conditions, the solution often being deionized, and no attempt to match the gel ionic conditions. Dyes, detergents such as SDS or sodium sarcosine, EDTA (E buffer) can be used to reduce intermolecular interactions mediated by divalent cations. Dense and viscous additives such as ficoll, sucrose, and glycerol allow the sample to settle within or on the gel. Additionally, RNase can be added to the sample before gel loading during certain experimental procedures such as RNA removal from DNA samples to selectively degrade RNA and remove it from the DNA preparation. EDTA in the sample medium prevents DNA denaturation, which is otherwise aided by dyes with low ionic strength. These ingredients can add undesirable properties (Brody & Kern 2004).

For electrophoresis of native, double-stranded DNA, several buffers are available. Tris-acetate and EDTA, Tris-borate (TBE), or Trisphosphate are included (TPE). Electrophoresis buffers are typically prepared as concentrated solutions that are kept at room temperature. All these buffers work well, and the choice is largely based on personal preference. TAE has the smallest buffering capacity of the three and will run out if electrophoresis is performed for an extended period (Green & Sambrook 2019).

3.4. DNA Sequencing

Scientific progress in the field has been heavily reliant on the advancement of novel genetic technologies such as polymerase chain reaction, sequencing, and whole genome scanning. One of the most important sources for understanding the fundamental basis of life and disease has been DNA samples. Thus, the collection, handling, and storage of DNA samples are critical for obtaining reliable data in disease association studies and the development of disease treatments (Shao et al. 2012).

Throughout its life, every living organism accumulates changes to its DNA material. These changes manifest themselves in a variety of ways: (i) replication errors; (ii) environmental changes (radiation, exogenous chemicals, toxins, hormones, or even diet); (iii) spontaneous DNA damage (depurination, depyrimidination, and deamination), resulting in the loss of a nucleotide base or a change in the base pairing properties of a base; (Kleparnik & Bocek 2007).

Modern sequencing gels have the advantage of running up to 96 samples in parallel, increasing the instrument's throughput. Slab-gel electrophoresis has numerous limitations. Because gel pouring is a manual process,

there is always the risk of trapping air bubbles in the gel, which can reduce separation efficiency (Albarghouthi & Barron 2000).

Because of its ability to fully automate, capillary electrophoresis (CE) is quickly becoming the dominant technique in DNA sequencing centres. DNA separation is accomplished in a fused-silica capillary using CE. The small capillary tubes' high surface area to volume ratio efficiently dissipates heat generated during electrophoresis, allowing for the use of higher electric fields, which reduces run time and improves DNA resolution (Albarghouthi & Barron 2000).

CE DNA sequencing is increasingly being reported to provide high reproducibility and significantly increased speed when compared to planar gels, with the elimination of problems associated with electrophoretic distortion and lane tracking. Array capillary sequencing (ACE) enables simple handling of multiple sample changeovers as well as very high throughput, with sequence reads of more than 1000 bases completed in less than 80 minutes (Keren 2003).

At the DNA level, sequence variations can be classified as (i) single nucleotide substitutions, also known as point mutations, (ii) single or multiple nucleotide deletions, and (iii) single or multiple nucleotide insertions, which can also have the appearance of duplications. A single nucleotide deletion or insertion can result in the translation of a faulty protein or none. This is because the sequence of three-nucleotide codons determines the amino acid sequence of a protein (Kleparnik & Bocek 2007).

The detection of DNA mutations and natural variation has become essential to the characterization and diagnosis of human genetic diseases, as well as a foundation for many aspects of molecular biology and medicine/genetics. Several recent reviews provide detailed descriptions of point mutation detection capillary electrophoresis applications. Most mutation detection methods can be divided into two categories: (A) methods for detecting known mutations and (B) methods for detecting unknown mutations (Mitchelson 2003).

4. Conclusions

Mobilities of different molecules vary depending on their average charge, size, and shape, as well as the properties of the solvent medium. Electrophoretic separation techniques are based on this effect. When a narrow zone of a molecule mixture is injected into a migration channel and an electric field is applied, the mixture separates into different zones that migrate at different rates depending on their mobilities (Gordon 1988). The electrophoretic methods have been widely used to separate nucleic acids for several decades, but there are still numerous theoretical issues that have important implications for the optimization of new and existing technologies (Nkodo et al. 2001).

The advantages of CE are represented by rapid and automated analyses of multiple samples, accurate

quantification, and improved reproducibility, enabling the study, mapping, and sequencing of entire genomes (Gordon 1988, Slater 2000, Viovy 2000, Slater 2009).

CE is maturing as a clinical diagnostic tool. As new areas where CE outperforms traditional methodologies are discovered, it is expected that more and more CE-based assays will be introduced into clinical laboratories (Jin et al. 2001).

Further research and development in CE technology must concentrate on increasing the automation, throughput, reliability, and sensitivity of the CE analysis. Currently, the high reproducibility of CE runs allows for the analysis of genetic differences that compare difference profiles between runs, such as the detection of differences in gene expression in target tissues through analysis of specific gene expression (RT-PCR) or differential display scanning of random genes. These methods employ multiple mutation analysis to construct a genetic landscape of genomes, as well as high throughput and highly reproducible electrochromatograms obtained between CE runs (Mitchelson 2003).

Funding

This research was supported by: i) Nucleu Programme (PN23090304) funded by the Romanian National Authority for Scientific Research and Innovation; ii) Ministry of Investment and European Projects - POIM -within the project” *Implementarea planului național de acțiune pentru conservarea populației de urs brun din România*” - Cod SMIS 2014+: 136899; and iii) “*Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS ‘Marin Drăcea’ în activitatea de CDI - CresPerfInst*” (Contract nr. 34PFE/30 December 2021) funded by the Ministry of Research, Innovation and Digitalisation, Program 1 – National R&D system, Subprogram 1.2 – Institutional performance - Projects for financing excellence in RDI.

References

- Albarghouthi MN, & Barron AE (2000).** Polymeric matrices for DNA sequencing by capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 21(18), 4096–4111. [https://doi.org/10.1002/1522-2683\(200012\)21:18<4096::AID-ELPS4096>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/1522-2683(200012)21:18<4096::AID-ELPS4096>3.0.CO;2-W).
- Azim W, Azim S, Ahmed K, Shafi H, Rafi T, & Luqman M (2004).** Diagnostic significance of serum protein electrophoresis. *Biomedica*, 20(1), 40-44.
- Brody JR, & Kern SE (2004).** History and principles of conductive media for standard DNA electrophoresis. *Analytical Biochemistry*, 333(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2004.05.054>
- Candiano G, Santucci L, Petretto A, Bruschi M, Dimuccio V, Urbani A, ... & Ghiggeri GM (2010).** 2D-electrophoresis and the urine proteome map: Where do we stand? *Journal of Proteomics*, 73, 5, 829-844. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2009.12.003>.
- Ceron JJ, Caldin M, & Martinez-Subiela S (2011).** Answers to some common questions on serum protein electrophoresis. *The Veterinary Record*, 168(17), 453–454. <https://doi.org/10.1136/vr.d2689>
- Coşkun Ö, & Öztopuz Ö (2020).** Electrophoresis applications used in medicine. *E-journal of New World Sciences Academy*. 15. 12-25. 10.12739/NWSA.2020.15.1.1B0086.
- Dadouch M, Ladner Y & Perrin C (2021).** Analysis of Monoclonal Antibodies by Capillary Electrophoresis: Sample Preparation, Separation, and Detection. *Separations*. 8. 4. 10.3390/separations8010004.
- Deutsch JM (1988).** Theoretical studies of DNA during gel electrophoresis. *Science* (New York, N.Y.), 240(4854), 922–924. <https://doi.org/10.1126/science.3363374>
- Durney BC, Crihfield CL, & Holland LA (2015).** Capillary electrophoresis applied to DNA: determining and harnessing sequence and structure to advance bioanalyses (2009-2014). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407(23), 6923–6938. <https://doi.org/10.1007/s00216-015-8703-5>
- Dovichi NJ (1997).** DNA sequencing by capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 18(12-13), 2393-2399.
- Durney BC, Crihfield CL, & Holland LA (2015).** Capillary electrophoresis applied to DNA: determining and harnessing sequence and structure to advance bioanalyses (2009-2014). *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 407(23), 6923–6938. <https://doi.org/10.1007/s00216-015-8703-5>
- Giordano A, & Paltrinieri S (2010).** Interpretation of capillary zone electrophoresis compared with cellulose acetate and agarose gel electrophoresis: reference intervals and diagnostic efficiency in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 39(4), 464–473. <https://doi.org/10.1111/j.1939-165X.2010.00255.x>
- Goanta AM, Ignatescu (Timpau) R, Stanescu AMA, Simion VA, Ionita L (2018).** Current knowledge on urine electrophoresis in clinical medicine. *Scientific Works. Series C. Veterinary Medicine*, LXIV, 1, 47-54.
- Gordon MJ, Huang X, Pentoney Jr SL, & Zare RN (1988).** Capillary electrophoresis. *Science*, 242(4876), 224-228.
- Green MR, & Sambrook J (2019).** Analysis of DNA by agarose gel electrophoresis. *Cold Spring Harbor Protocols*, 2019(1), pdb-top100388.
- Heller C (2001).** Principles of DNA separation with capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 22(4), 629-643.
- Jin LJ, Ferrance J, & Landers JP (2001).** Miniaturized electrophoresis: an evolving role in laboratory medicine. *Biotechniques*, 31(6), 1332-1353.
- Kleparnik K, & Bocek P (2007).** DNA diagnostics by capillary electrophoresis. *Chemical Reviews*, 107(11), 5279-5317.
- Lee PY, Costumbrado J, Hsu CY, & Kim YH (2012).** Agarose gel electrophoresis for the separation of DNA fragments. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (62), e3923.
- Lemos NP, Bortolotti F, Manetto G, Anderson RA, Cittadini F, & Tagliaro F (2001).** Capillary electrophoresis: a new tool in forensic medicine and science. *Science & Justice* 41.3, 203-210.
- Li Y, White J, Stokes D, Sayler G, & Sepaniak M (2001).** Capillary electrophoresis as a method to study DNA reassociation. *Biotechnology Progress*, 17(2), 348-354.
- Mitchelson KR (2003).** The use of capillary electrophoresis for DNA polymorphism analysis. *Molecular Biotechnology*, 24(1), 41-68.
- Mitchelson KR, & Cheng J (Eds.). (2008).** Capillary electrophoresis of nucleic acids. Vol. 162. Springer Science & Business Media.
- Nkodo AE, Garnier JM, Tinland B, Ren H, Desruisseaux C, McCormick LC, ... & Slater GW (2001).** Diffusion coefficient of DNA molecules during free solution electrophoresis. *Electrophoresis*, 22(12), 2424-2432.
- O'Connell T, Horita TJ, & Kasravi B (2005).** Understanding and interpreting the serum protein electrophoresis. *American family physician*, 71(1), 105-112.
- Paelgel BM, Blazej RG, & Mathies RA (2003).** Microfluidic devices for DNA sequencing: sample preparation and electrophoretic analysis. *Current Opinion in Biotechnology*, 14(1), 42–50. [doi:10.1016/s0958-1669\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/s0958-1669(02)00004-6)
- Keren D (2003).** Protein electrophoresis in clinical diagnosis. Hodder Education, Oxford Univ. Press.
- Shao W, Khin S, & Kopp WC (2012).** Characterization of effect of repeated freeze and thaw cycles on stability of genomic DNA using pulsed field gel electrophoresis. *Biopreservation and Biobanking*, 10(1), 4-11.
- Shaw MM, & Riederer BM (2003).** Sample preparation for two-dimensional gel electrophoresis. *Proteomics*, 3(8), 1408–1417.

doi:10.1002/pmic.200300471

Slater GW (2009). DNA gel electrophoresis: The reptation model(s). *Electrophoresis*, 30(S1), S181–S187. doi:10.1002/elps.200900154

Slater GW, Desruisseaux C, Hubert SJ, Mercier JF, Labrie J, Boileau J, ... & Pépin MP (2000). Theory of DNA electrophoresis: A look at some current challenges. *Electrophoresis: An International Journal*, 21(18), 3873–3887.

Stellwagen NC (2009). Electrophoresis of DNA in agarose gels, polyacrylamide gels and in free solution. *Electrophoresis*, 30(S1), S188–S195. doi:10.1002/elps.200900052

Tatum LM, Zaias J, Mealey BK, Cray C, & Bossart GD (2000). Protein electrophoresis as a diagnostic and prognostic tool in raptor medicine. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 31(4), 497–502. doi:10.1638/1042-7260(2000)031[0497:peaada]2.0.co;2

Van Oorschot RAH, & Ballantyne KN (2013). Capillary electrophoresis in forensic biology. *Encyclopedia of Forensic Sciences*, 560–566. doi:10.1016/b978-0-12-382165-2.00242-7

Viovy JL (2000). Electrophoresis of DNA and other polyelectrolytes: Physical mechanisms. *Reviews of Modern Physics*, 72(3), 813.

Wu XZ (2003). New approaches to sample preparation for capillary electrophoresis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 22(1), 48–58.

Abstract

Principles of capillary electrophoresis – a small synthesis

Electrophoresis defines the migration of charged particles in an electrical field in accordance with their molecular charge and size. Electrophoresis is used mainly to separate and thus differentiate between proteins in each sample, for example, tissue, blood, urine, saliva or other non-invasive collected samples. Capillary electrophoresis is a simple, reliable, and specific method for separating different protein fractions and resembles an essential method for clinical use as well as genotyping individuals. This paper aims to briefly describe the principles, scope and advantages of capillary electrophoresis and review the most recent knowledge on different analysed biological samples.

Keywords: capillary electrophoresis, DNA electrophoresis, electrophoresis principles, DNA sequencing, electrophoresis.

Rezumat

Principii ale electroforezei capilare – o mică sinteză

Electroforeza definește migrația particulelor încărcate într-un câmp electric, în conformitate cu încărcătura moleculară și dimensiunea acestora. Electroforeza este folosită, în principal, pentru a separa și diferenția proteinele din fiecare eșantion, de exemplu țesut, sânge, urină, salivă sau alte probe colectate non-invaziv. Electroforeza capilară este o metodă simplă, fiabilă și specifică pentru separarea diferitelor fracțiuni proteice și reprezintă o metodă esențială pentru utilizarea acesteia în scop clinic, cât și în genotiparea indivizilor. Scopul acestui articol este de a descrie, pe scurt, principiile, domeniul de aplicare și avantajele electroforezei capilare și de a revizui cele mai recente cunoștințe despre diferitele eșantioane biologice analizate.

Cuvinte cheie: electroforeza capilară, electroforeza ADN-ului, principiile electroforezei, secvențierea ADN-ului, electroforeză.

Impactul regimului climatic asupra stării de sănătate a ecosistemelor forestiere - studiu de caz pădurile OS Renașterea Pădurii

Alexandru-Claudiu Dobre¹, Ionuț Silviu Pascu¹✉, Silviu Benec³, Ștefan Leca¹, Gheorghe Marian Tudoran², Șerban Chivulescu¹, Ovidiu Badea^{1,2}

✉ autor corespondent

¹ “Marin Drăcea” National Institute for Research and Development in Forestry, Department of Forest Management, Romania

² “Transilvania” University of Brașov, Faculty of Silviculture and Forest Engineering, Department of Forest Engineering, Forest Management Planning and Terrestrial Measurements, Romania

³ Ocolul Silvic Renașterea Pădurii

1. Introducere

Evaluarea precisă a resurselor de lemn pe picior, a stării arboretelor existente, precum și dinamica proceselor auxologice reprezintă o activitate specifică cercetărilor actuale (Motta & Nola 2001). În contextul schimbărilor climatice, manifestate din ce în ce mai accentuat în ultimele decenii, în special în zona de sud a României (Dumitrașcu et al. 2018) se impune, inventarierea statistică a arborilor, prelevarea de probe de creștere radială și evaluarea stării de sănătate a pădurilor (Badea et al. 2011) pentru asigurarea suportului factorilor decizionali, implicit a unui management durabil (Ferretti 1997).

Aplicațiile specifice teledeteției vin în sprijinul cercetătorilor și factorilor interesați, oferind perspective asupra dificultăților stringente de ordin ecologic și reprezintă un instrument esențial pentru găsirea de soluții specifice cartografierii distribuției ecosistemelor forestiere (Aplin 2005, Masek et al. 2015) și caracterizarea structurii tridimensionale a pădurilor (van Leeuwen & Nieuwenhuis 2010, Lechner et al. 2020, Pascu et al. 2020).

Domeniul și diversitatea sistemelor de senzori, precum și varietatea utilizărilor, au evoluat considerabil în decursul ultimului secol. Tipologia tehnologiilor utilizate variază foarte mult, de la fotografiile aeriene convenționale, care surprind o imagine similară cu cea observată de ochiul uman, până la imagini care dezvăluie elemente

care ar putea fi imperceptibile la nivelul vederii, cum ar fi structura fizică și compoziția chimică a suprafeței Pământului (Wulder et al. 2005).

Serviciul Copernicus Global Land Service joacă un rol important pentru a ajuta la monitorizarea și înțelegerea schimbărilor de la suprafața terestră a Pământului și pentru a sprijini o gamă largă de aplicații legate de gestionarea terenurilor și monitorizarea mediului (Taramelli et al. 2019). Programul utilizează date satelitare, precum și date provenite de la senzori și modele terestre, pentru a crea o serie de produse și servicii, inclusiv hărți ale acoperirii solului, ale utilizării terenurilor și ale acoperirii vegetale, precum și indicatori ai sănătății vegetației, ai resurselor de apă și ai umidității solului. Aceste produse sunt disponibile gratuit pentru utilizatorii din întreaga lume, inclusiv pentru oamenii de știință, factorii de decizie politică și publicul larg.

Lipsa informațiilor preluate din teren sau incapacitatea prelevării acestora, poate fi depășită prin intermediul produselor rezultate din cadrul programului amintit. Caracterul extensiv caracteristic observațiilor specifice teledeteției oferă un avantaj în detrimentul observațiilor clasice, care pot fi afectate în general de erori cauzate de observator sau de neajunsurile procesului de proiectare, respectiv amplasare a rețelei sistematice de cercetare. Totodată, se impune o referințiere a rezultatelor obținute cu situația reală caracteristică a arboretelor din teren pentru eliminarea factorilor cu rol decisiv în asigurarea și controlul imaginilor utilizate în determinarea indicilor studiați.

2. Material și metode

Localizare. Cercetările corespunzătoare s-au desfășurat în pădurile administrate de Ocolul Silvic Renașterea Pădurii (Perimetrul de ameliorare Mârșani - Apele Vii) în ecosisteme forestiere reprezentative de calcâmete, materializate prin intermediul a 46 suprafețe de suprafețe de probă permanente (Fig. 1).

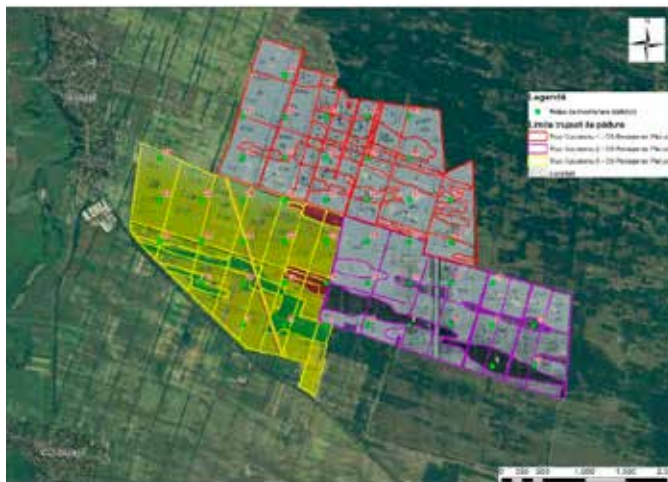


Fig. 1. Localizarea cercetărilor

Metoda. În lipsa evaluărilor clasice corespunzătoare defolierilor, în evaluarea stării de sănătate a pădurilor au fost utilizate informații complementare precum NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) și LAI (Leaf area index) NDVI sau Normalized Difference Vegetation Index (indice de vegetație prin diferență normalizată), care este un indice de vegetație utilizat pe scară largă în aplicațiile de teledetecție și GIS. Este o formulă matematică simplă care utilizează lumina roșie și infraroșie apropiată reflectată de vegetație pentru a estima densitatea și sănătatea creșterii plantelor. În general, NDVI este un instrument valoros pentru analizarea și înțelegerea sănătății și productivității vegetației la scară largă. NDVI este utilizat pentru a monitoriza creșterea, sănătatea și productivitatea vegetației în timp. Acesta are aplicații în agricultură, silvicultură, monitorizarea mediului și cercetarea schimbărilor climatice. De exemplu, datele NDVI pot fi utilizate pentru a identifica zonele de stres din cauza secetei în culturi, pentru a evalua sănătatea pădurilor, pentru a monitoriza schimbările în acoperirea terenurilor și pentru a urmări amploarea și gravitatea deșertificării.

În cazul de față, reflectanța benzilor Sentinel-3/OLCI, roșu și infraroșu apropiat (NIR), au fost mai întâi corectate atmosferic. Apoi, acestea au fost normalizate BRDF ca și medii de 10 zile. Cele patru benzi roșii înguste și trei benzi NIR înguste au fost mediate într-o bandă roșie și NIR largă, care apoi au fost utilizate pentru a calcula NDVI. Pragurile NDVI sunt utilizate în mod obișnuit pentru a interpreta și clasifica acoperirea și densitatea vegetației. Aceste praguri se bazează, de obicei, pe intervalul de valori NDVI observate într-o anumită zonă sau tip de vegetație și pot fi utilizate pentru a identifica diferite tipuri de vegetație sau pentru a evalua sănătatea și stresul vegetației.

LAI este un parametru important în modelele ecosistemice care simulează fluxurile de energie, apă și carbon între vegetație și atmosferă. De asemenea, este utilizat în teledetecție pentru a estima parametrii vegetației, cum ar fi biomasa și productivitatea. LAI este un instrument util pentru înțelegerea dinamicii vegetației și a funcționării ecosistemelor și are aplicații

importante în domenii precum agricultura, silvicultura și cercetarea privind schimbările climatice. Valorile LAI pot varia de la 0 (fără frunze) la câteva sute (acoperire vegetală densă), valorile tipice pentru culturile agricole fiind cuprinse între 1 și 6, iar cele pentru păduri între 1 și 10 sau mai mari. În cazul de față, procesarea a urmărit aplicarea unei rețele neuronale pe reflectanțele instantanee ale Sentinel-3 OLCI. A urmat o netezire temporală și o umplere a micilor goluri la estimările LAI instantanee, discriminând pixelii din pădurile de foioase veșnic verzi (EBF) și cei fără EBF. Compoziția temporală este adaptată pentru a furniza o estimare în timp aproape real (10 zile).

Pragurile LAI sunt utilizate în mod obișnuit pentru a interpreta și clasifica acoperirea și densitatea vegetației, la fel ca pragurile NDVI. Cu toate acestea, interpretarea valorilor LAI poate varia în funcție de tipul de vegetație, de climă și de stadiul de creștere

Este important de reținut că pragurile LAI pot varia în funcție de tipul de vegetație, de stadiul de creștere și de condițiile de mediu. Prin urmare, este esențial să se stabilească praguri adecvate pe baza condițiilor locale și să se interpreteze valorile LAI în contextul aplicației specifice sau al întrebărilor de cercetare. LAI poate fi utilizat în combinație cu alți indici de vegetație, cum ar fi NDVI, pentru a oferi o înțelegere mai cuprinzătoare a dinamicii vegetației și a funcționării ecosistemelor.

3. Rezultate

În conformitate cu rezultatele obținute s-a observat faptul că valorile LAI corespunzătoare suprafețelor de probă permanente se încadrează în intervalul 0.3-1.07, praguri ce definesc în principal și arboretele studiate (vegetația rară, cum ar fi pajiștile sau arbuștii cu biomasă redusă). Trebuie, avută în vedere în cadrul acestei analize și rezoluția considerată și faptul că în cadrul arboretelor sunt prezente drumuri forestiere și pajiști cu o suprafață considerabilă.

Așa cum se poate observa și din cadrul imaginilor satelitare, în centrul ariei studiate frecvența golurilor este mai mare, drept pentru care valorile LAI sunt reduse (Fig. 2). Un caz particular este reprezentat de valorile reduse din nord-vestul zonei studiate, unde datorită mărimii pixelului și proximitatea față de terenul arabil, valorile suprafeței foliare scad.

Tipul de acoperire al terenului are o influență majoră în plaja de valori ale LAI. Proximitatea față de alte terenuri acoperite cu vegetație arborescentă, conduce la o creștere exponențială a valorilor suprafeței foliare, așa cum este cazul ploturilor situate în zona de nord-est a ariei de studiu.

Cu excepția anumitor ploturi, valorile NDVI sunt direct proporționale cu valorile corespunzătoare suprafeței foliare (Fig. 3). Intervalul specific NDVI este definit de o limită inferioară de 0.26 și un maxim de 0.44 (specifice terenurilor acoperite vegetală moderată, cum ar fi pădurile, terenurile cultivate și savanele).



Fig. 2. Distribuția spațială a valorilor LAI corespunzătoare suprafețelor permanente de probă

Ca și în cazul evaluării anterioare (LAI), proximitatea și tipul de acoperire al terenului (teren arabil sau teren acoperit de vegetație arborescentă) tind să influențeze decisiv valorile calculate. Analizând într-un mod relativ valorile obținute, spectrul specific ploturilor considerate și seria de factori posibil de a induce erori, diferențele dintre ploturi nu sunt semnificative. Această ipoteză este demonstrată și de variabilitatea redusă în cadrul probelor de creștere prelevate.

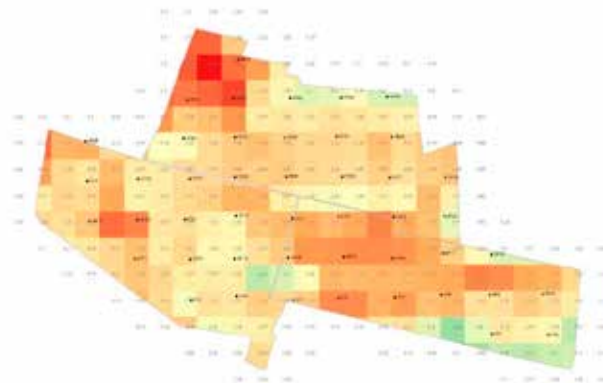
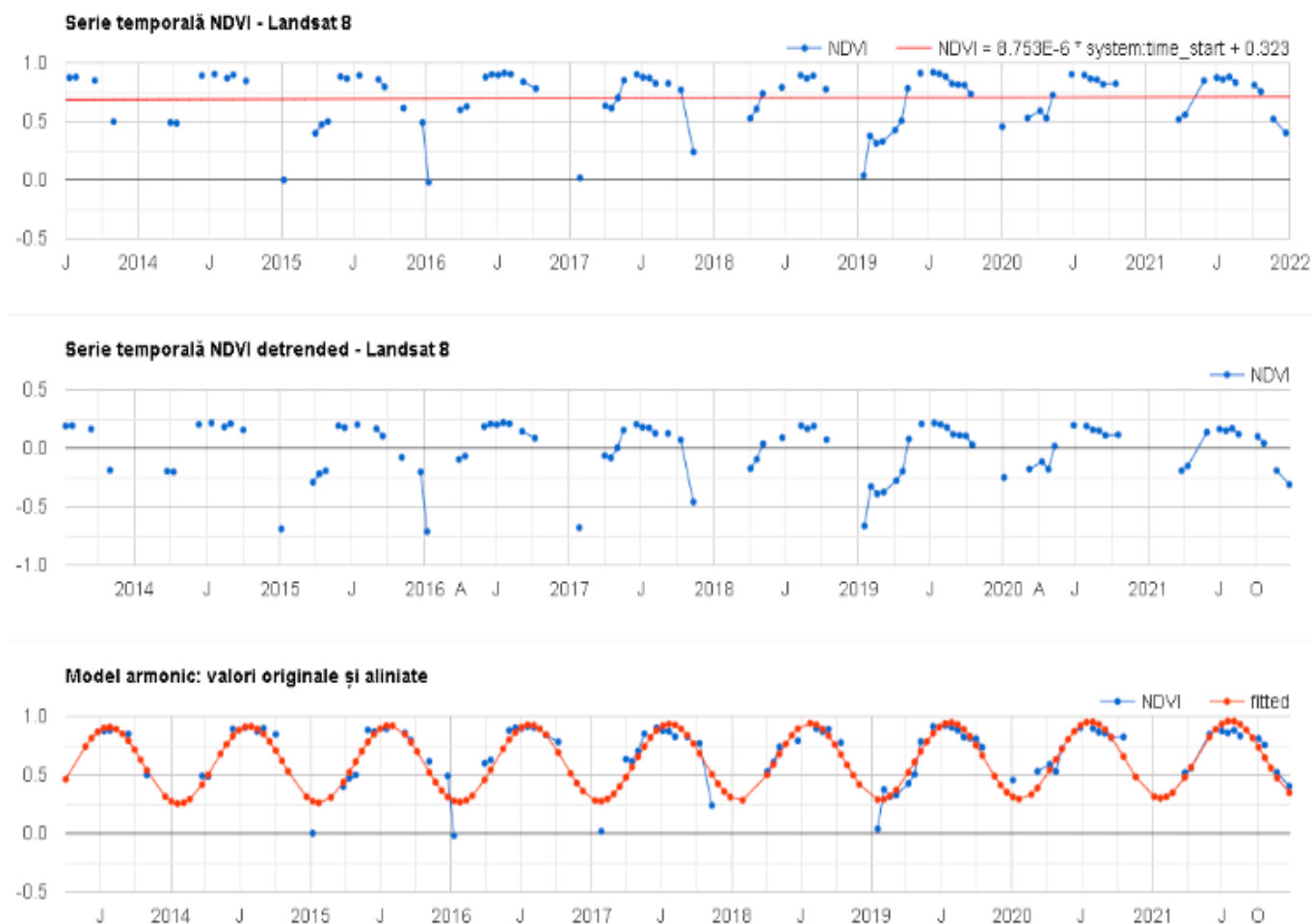


Figura 3. Distribuția spațială a valorilor NDVI corespunzătoare suprafețelor permanente de probă

Pentru a evidenția evoluția temporală a valorilor NDVI, a fost realizată o reprezentare grafică a valorilor înregistrate de fiecare corp de pădure studiat (Cuculeanu 1,2,3). Astfel, a fost analizat trendul NDVI cu anul de debut 2014, an considerat prag inițial în calculul creșterilor. Trendul în cauză, este unul ascendent pentru toate ecosistemele considerate, iar valorile reziduale ale modelului armonic sunt ne semnificative (Fig. 4).

Ipoțeză enunțată este susținută și de evoluția biomasei aferente a ecosistemelor forestiere și de panta creșterilor obținute prin prelevarea carotelor.



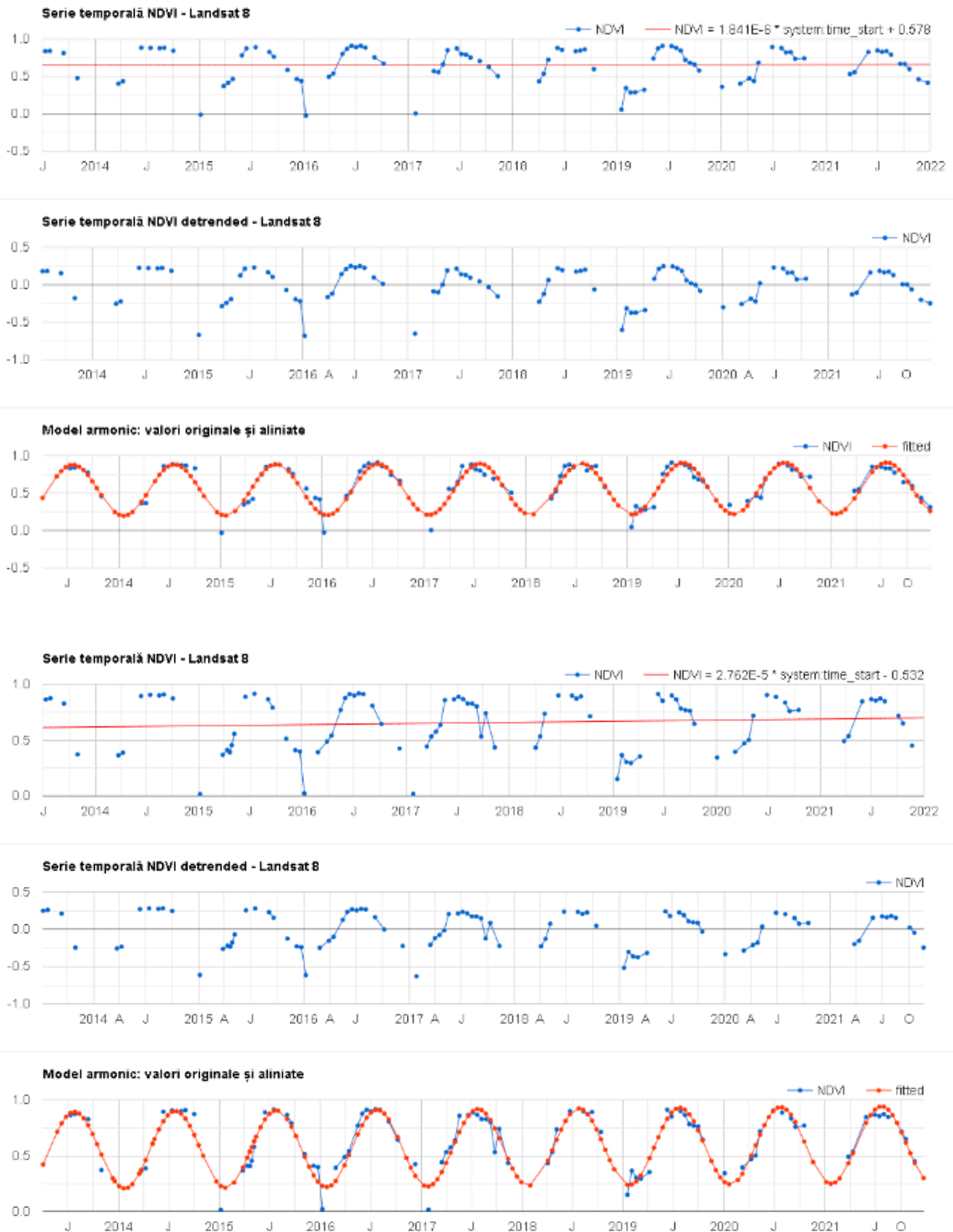


Fig. 4. Evoluția temporală a valorilor NDVI și trendul aferent (stratificat pe corpuri de pădure – Cuculeanu 1, 2, 3)

Așa cum a fost evidențiat în cazul LAI, valorile din estul zonei studiate se bucură de o stabilitate crescută comparativ cu zona vestică, care este afectată în principal de vânturile puternice, deplasarea nisipului de pe suprafața terenului arabil, dar și de proximitatea de localitate (Fig. 5).

Evoluții semnificative au fost înregistrate de partea sud-

estică a ariei studiate, în special de ploturile SP2, 4, 5, 6 și 7. Analizând trendul creșterilor la nivel de plot, considerând ultimii zece ani, toate probele prelevate respectă aceeași tendință descrescătoare. Excepție de la această regulă o fac suprafețele permanente 29,30,41 unde se poate observa o evoluție constantă (Figura 5).

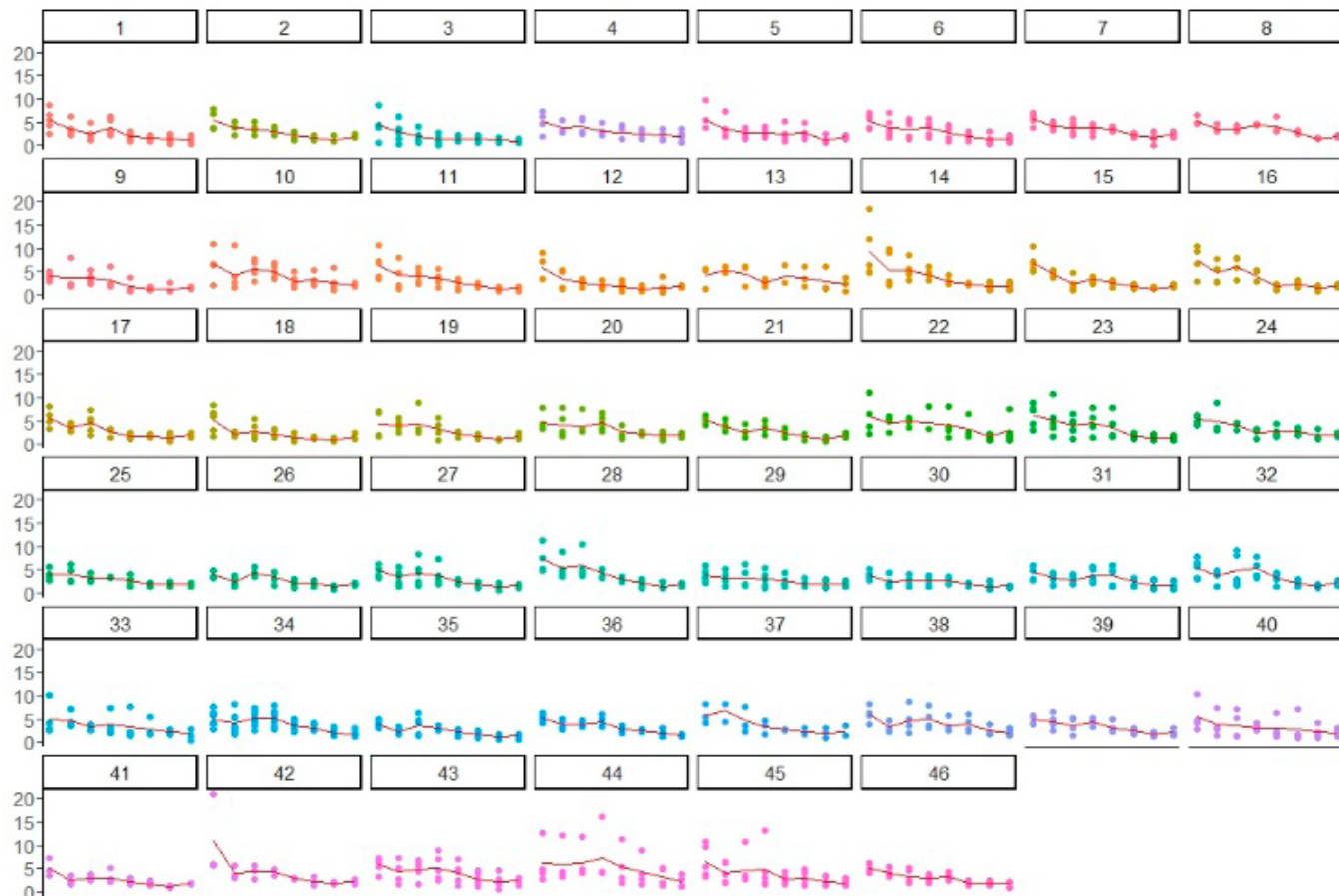


Fig. 5. Cronologia corespunzătoare inelelor de creștere la nivel de plot

Media creșterilor la nivel de plot tinde să fie apropiată, încadrându-se în intervalul 2-4 mm/inel anual. Creșteri cu

valori excepționale sunt înregistrate la începutul perioadei ulterioare plantării, care ating și pragul de 20 mm (Fig. 6).

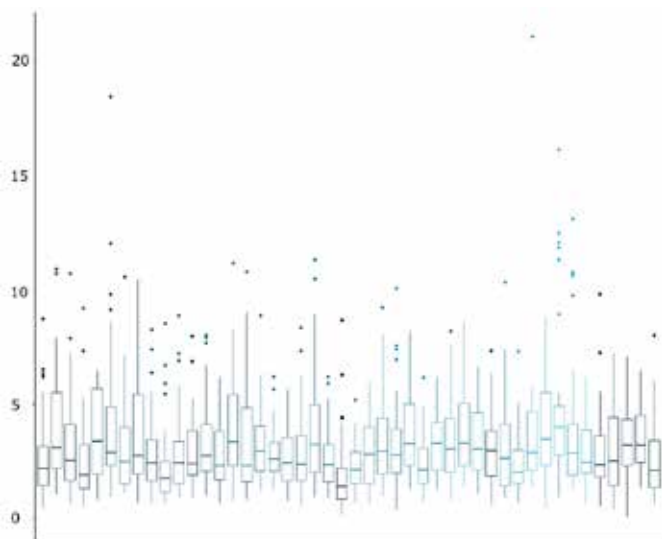
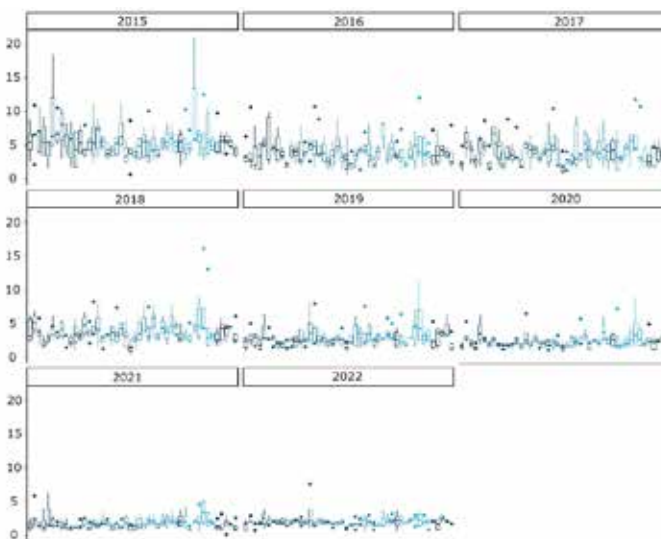


Fig. 6. Media anuală a creșterilor la nivel de plot

În ceea ce privește media anuală a creșterilor la nivel de plot, se poate observa o reducere treptată a valorilor extreme (așa cum este cazul valorilor corespunzătoare

anului 2015) și o abatere standard redusă în cazul ultimilor sezoane de vegetație, respectând în linii mari, tendința descrescătoare specifică (Figura 7). Considerând



valorile specifice ultimilor doi ani (2021,2022), medii calculate sunt caracterizate în principal de o liniarizare a evoluției lor temporale, fapt explicat și de apropierea

vârstei aferente arboretelor analizate de vârsta de exploatare.

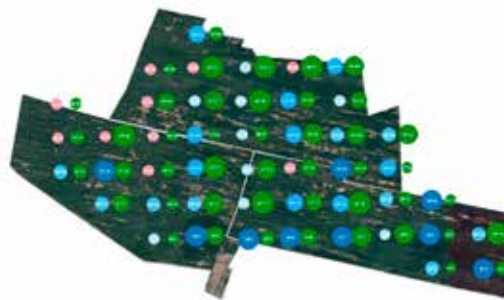


Fig. 7. Media anuală a creșterilor la nivel de plot vs panta NDVI

4. Discuții

Evaluarea exactă a stării de sănătate a arboretelor și a dinamicii proceselor auxologice este un demers de durată, iar fără o monitorizare holistă, este imposibil de a identifica factorii cu rol perturbator și efectele asociate cu incidență în dezvoltarea pădurii.

Aplicațiile moderne ale teledetecției s-au dovedit a fi o soluție optimă în determinarea relativă a stării de sănătate și a structurii arboretelor. Conform rezultatelor s-a observat o corelație pozitivă între trendul mediei cumulate a creșterilor arborilor și evoluția valorilor caracteristice NDVI, fapt ce consolidează validitatea rezultatelor.

Cercetări ulterioare sunt necesare în vederea preluării valorilor de defoliere pe o perioadă mai îndelungată și analizarea acestora în raport cu pragurile aferente indicelui suprafeței foliare, NDVI și trendurilor delinuate.

Finanțare

Cercetările s-au efectuat în cadrul proiectului Cresforlife – Creșterea competitivității economice a sectorului forestier și a calității vieții prin transfer de cunoștințe, tehnologie și competențe CDI, contract de finanțare nr. 15/01.09.2016, cod SMIS 105506, Contract subsidiar: 23/18.07.2022 „Evaluarea resursei de lemn pe picior în cadrul unor arborete gestionate de Ocolul Silvic Renașterea Pădurii”. Proiectul a fost finanțat prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020, Axa 1 – Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor, acțiunea: 1.2.3. Parteneriate pentru transfer de cunoștințe.

Publicarea a fost susținută prin programul “Creșterea capacității și performanței instituționale a INCDS „Marin Drăcea” în activitatea de CDI – CresPerfInst” (Contract nr. 34PFE/30.12.2021) finanțat de Ministerul Cercetării Inovării și Digitalizării prin Programul 1 - Dezvoltarea sistemului național de cercetare - dezvoltare Subprogram 1.2 - Performanță instituțională - Proiecte de finanțare a excelenței în CDI.

Mulțumiri

Mulțumim colegilor din cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Silvicultură “Marin Drăcea” și partenerilor Ocolul silvic Renașterea Pădurii, pentru sprijinul oferit în achiziția datelor necesare realizării acestui studiu.

Bibliografie

- Aplin P (2005).** Remote Sensing: Ecology. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 29 (1): 104–13. <https://doi.org/10.1191/030913305pp437pr>.
- Badea O, Neagu S, Bytnerowicz A, Silaghi D, Barbu I, Iacoban C, Popescu F, et al. (2011).** Long-term monitoring of air pollution effects on selected forest ecosystems in the Bucegi-Piatra Craiului and Retezat Mountains, Southern Carpathians (Romania). *IForest - Biogeosciences and Forestry* 4 (2): 49. <https://doi.org/10.3832/ifor0565-004>.
- Dumitrașcu M, Mocanu I, Mitrică B, Dragotă C, Grigorescu I, Dumitrică C (2018).** The assessment of socio-economic vulnerability to drought in Southern Romania (Oltenia Plain). *International Journal of Disaster Risk Reduction* 27: 142–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.09.049>.
- Ferretti M (1997).** Forest Health Assessment and Monitoring – Issues for Consideration. *Environmental Monitoring and Assessment* 48 (1): 45–72. <https://doi.org/10.1023/A:1005748702893>.
- Lechner AM, Foody GM, Boyd DS (2020).** Applications in remote sensing to forest ecology and management. *One Earth* 2 (5): 405–12. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.05.001>.
- Masek JG, Hayes DJ, Hughes MJ, Healey SP, Turner DP (2015).** The role of remote sensing in process-scaling studies of managed forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, Carbon, water and nutrient cycling in managed forests, 355: 109–23. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.05.032>.
- Motta R, Nola P (2001).** Growth trends and dynamics in sub-alpine forest stands in the Varaita Valley (Piedmont, Italy) and their relationships with human activities and global change. *Journal of Vegetation Science* 12 (2): 219–30. <https://doi.org/10.2307/3236606>.
- Pascu I-S, Dobre A-C, Badea O, Tanase MA (2020).** Retrieval of forest structural parameters from terrestrial laser scanning: A Romanian case study. *Forests* 11 (4): 392. <https://doi.org/10.3390/f11040392>.
- Taramelli A, Lissoni M, Piedadlobo L, Schiavon E, Valentini E, Nguyen Xuan A, & González-Aguilera D (2019).** Monitoring green infrastructure for natural water retention using Copernicus global land products. *Remote Sensing*, 11(13), 1583. <https://doi.org/10.3390/rs11131583>.

van Leeuwen M, Nieuwenhuis M (2010). Retrieval of forest structural parameters using LiDAR remote sensing. *European Journal of Forest Research* 129 (4): 749–70. <https://doi.org/10.1007/s10342-010-0381-4>.

Wulder MA, Hall RJ, Franklin SE (2005). Remote sensing and GIS in forestry. *Remote Sensing Applications*. ESRI Press, Redlands, 351-362

Abstract

Impact of climate regime on forest ecosystem health - a case study "Forest Renaissance" FD

In the context of climate change, it is necessary to carry out a statistical inventory of trees, take radial growth samples and assess the health of the forests in order to ensure sustainable management. Sensor systems have evolved considerably over the past century, from conventional aerial photographs to images that reveal features imperceptible to the naked eye. Specific remote sensing observations offer an advantage over traditional observations, but must be cross-referenced with the real characteristic situation of the stands in the field.

This study aimed to highlight the influence of climate change, expressed by NDVI (normalized difference vegetation index) and LAI (leaf area index) values, on the trend growth of representative forest ecosystems in southern Romania (*Robinia pseudacacia*).

In the research area, there is a consolidated increase in NDVI values, mainly explained by the increase in stand volume. Land cover type of neighboring area has a major influence on the range of LAI values, the eastern part of the study area enjoying increased stability compared to the western area, which is mainly affected by strong winds, sand displacement from the arable land surface, but also by the proximity of the locality.

Keywords: NDVI, LAI, *Robinia pseudacacia*, stand volume, land cover type, Romania

Dr. Valentin Bolea, mentorul *Revistei de Silvicultură și Cinegetică*, la 85 ani

Dănuț Chira¹✉, Maftei Leșan²

¹. SCDEP Brașov, INCDS "Marin Drăcea"

². OSM Baia Mare; AAP Romania

Valentin Bolea s-a născut pe 10 iunie 1938, în Baia Mare.

A urmat cursurile liceului Gheorghe Șincai din Baia Mare. Deși familia îl îndruma către o carieră juridică, tânărul a ales să studieze pădurea cu farmecul și legitățile ei.

După finalizarea cursurilor Institutului Politehnic din Brașov, în 1959, a ajuns la Ocolul Silvic Baia Mare, la scurt timp fiind avansat drept locțiitor al șefului de ocol și, apoi, șef de ocol, lucrând în această unitate peste două decenii.

Pe plan local, a adus un suflu nou în activitatea de gospodărire a pădurilor, fiind îndrăgostit de ideea aplicării cunoștințelor științifice (cercetării aplicative) în producția silvică: a sprijinit constant cercetătorii ICEF (ICAS) pentru înființarea de culturi comparative cu specii exotice diverse, a dezvoltat continuu pepinierele, a insistat ca personalul ocolului să-și însușească cunoștințe noi (identificarea speciilor arbustive și ierboase, implementarea de tehnici noi de producere a puieților ș.m.a.), a introdus metode și tehnici modernizate de cultură, conducere a arboretelor, management piscicol. Fiind cucerit de știință, și-a procurat continuu literatura de specialitate, națională și când s-a putut internațională, și a încercat să înființeze un mic laborator de cercetare la nivelul ocolului. Exigent și entuziast, a rămas în memoria personalului silvic băimărean, atât prin profesionalism cât și prin ineditul unor măsuri introduse – pistonarea tehnicienilor și pădurarilor să învețe plantele indicatoare, să îngrijească plantațiile experimentale precum livezile sau grădinile proprii, să întrețină permanent aleile și lucrările de artă de pe traseele turistice etc. Desigur, toate acestea, după ce își terminau atribuțiile obișnuite, în timp și conforme d.p.d.v. calitativ și cantitativ.

Plin de energie, și-a lăsat amprenta asupra spațiilor verzi, proiectând și executând parcuri și perdele verzi (cu rol estetic și protectiv) în Baia Mare și împrejurimi, în



care și-a utilizat creativitatea și cunoștințele, îmbinând o gamă foarte largă de specii lemnoase ornamentale (multe din ele, în premieră pentru plaiurile maramureșene).

Mânat de spiritul iscoditor și dorința de perfecționare a făcut pasul în cercetarea științifică – la filiala ICAS din Cluj-Napoca și, apoi, la cea din Brașov, a cărei secție de cercetare a condus-o mult timp.

Experiența proprie din producție și-a fructificat-o deplin, atât în cadrul tezei de doctorat (dedicată simbolului Băii Mari – castanul comestibil), cât și în numeroase studii (privind tainele culturii speciilor exotice, creșterile excepționale ale pinului strob, influența mălinului american asupra structurii și dezvoltării speciilor principale, particularitățile forestiere și ornamentale ale diferitelor specii de *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Taxodium*, *Juglans* ș.m.a.).

Plin de încredere în forțele proprii și beneficiind de un stadiu de pregătire în Franța, a fost deschizător de drumuri în cercetarea silvică din țară, inițiind studii cu subiecte noi pentru silvicultură națională: îngrijirea arborilor din plantaje și spații verzi (formarea coroanelor, tratamente combinate), comportamentul și conducerea unor specii rare (castanul bun și multe specii exotice), monitorizarea poluării prin arbori bioindicatori, diagnoza stării nutriționale a puieților/arborilor, managementul pădurii urbane ș.a.

A abordat cu curaj problema delicată a poluării, de la Baia Mare, Copșa Mică și alte zone, reliefând atât impactul direct al acesteia asupra vegetației, cât și rolul bioregulator al arborilor / pădurii asupra noxelor. A promovat intens utilizarea plantelor forestiere ca bioindicatori ai poluării (poluare directă, ajunsă în organele plantei; depistată prin analizele foliare), ca metodă alternativă (integrativă pentru perioadele de creștere) la observațiile clasice asupra concentrației noxelor în aer, apă și sol. Metoda a extins-o pentru evidențierea stării ecosistemelor forestiere (rețeaua de monitoring forestier intensiv), a poluării citadine (a inițiat, în premieră, o rețea de arbori indicatori în Brașov), pentru detectarea scurgerii accidentale de noxe

industriale, pentru evidențierea nutriției puietilor (din pepiniere) și arborilor (din arborete și spații verzi) ș.a.

Cunoscând bine plantele ierboase a putut aborda atât cercetările fitosociologice (în rețeaua de monitoring european), cât și problematicile delicate privind încadrarea stațională (propunând reglementarea tipurilor de pădure cu castan comestibil) sau impactul asupra biodiversității florei în ținuturile de creștere intensivă a animalelor de interes cinegetic.

A îmbrățișat rapid metodele științifice moderne (internaționale) pe care le-a introdus și experimentat în România. Astfel, a instalat staționare ecologice, în care a putut analiza efectul componentelor climei asupra fiziologiei arborilor.

Îmbinând experiența bogată de practician cu cea de cercetător, a demonstrat (în suprafețe experimentale) că fagul reacționează foarte bine (realizând creșteri mai mari) la intervențiile silvotehnice mai puternice decât cele prevăzute în normele curente.

În toată activitatea sa, dr. Valentin Bolea a coordonat colective de producție și cercetare, reușind să obțină rezultate foarte bune, prin capacitatea personalului din jurul său, impunându-se prin exemplul personal, prin prestigiul câștigat și printr-o abordare constructivă a problemelor. A impulsiona mereu personalul din jurul său să se autodepășească, să progreseze. A căutat în permanență proiecte noi de cercetare, mai ales a celor cu aplicabilitate practică, impulsiona colegii mai tineri să intre în colaborări naționale și internaționale, interdisciplinare. Contribuția sa științifică a fost recompensată prin premii naționale. A căutat să promoveze tinerii care aveau aceleași principii de muncă și viață: dragoste față de cercetare și pădure, respect față de muncă și semeni.

Dr. Valentin Bolea și-a pus, cu generozitate, cunoștințele, acumulate cu sânge, la dispoziția colegilor mai tineri din producție și cercetare, le-a împărtășit multor serii de studenți și doctoranzi ai facultății din Brașov (fiind pentru mai mulți ani cadru didactic asociat al Facultății de Silvicultură și Exploatare Forestiere Brașov) și le-a expus cu plăcere în simpozioanele științifice.

Neobosit în activitatea științifică, coordona mai multe proiecte simultan, ceea ce i-a permis să fie foarte prolific în publicațiile științifice (peste 150 articole). Același entuziasm l-a făcut să fie promotorul principal al *Revistei de Silvicultură și Cinegetică*, pe care a coordonat-o continuu (cu toate greutățile specifice), de la înființare (1996) până în prezent.

A militat constant în Societatea Progresul Silvic, pentru gestionarea silviculturii pe baze științifice. În același timp, a reacționat la problemele contemporane, militând pentru protecția arborilor monumentali, pentru promovarea unui mediu sănătos în aglomerările urbane, pentru îmbunătățirea legislației privind silvicultura, respectiv împotriva poluării agresive și a agresiunii asupra pădurilor și vegetației lemnoase din spațiile verzi urbane.

Îi dorim, în continuare, o viață activă, plină de satisfacții, pe tărâmul promovării cercetării științifice din silvicultură și protecția mediului ambiant.

Publicații, brevete, premii (selective):

Teză de doctorat

Bolea V (1986). Studiul silvicultural al castanului din nord-vestul țării. Teză de doctorat. Manuscris, Universitatea din Brașov.

Brevet de invenție

Popescu NE, Popescu O, Bolea V., Popescu F. Instalație de făcut ceață pentru butășirea stejarilor. OSIM

Premii

- diplomă de excelență Soc. *Progresul Silvic* pentru lucrarea: Bolea V., Chira D., *Flora indicatoare a poluării*, 2008.

Cărți, capitole:

Bolea V, Ciobanu D (2003). Ghidul eco-turistului în pădurile din Săcele. Ed. Pentru Viață, Brașov, 156 p.

Bolea V, Chira D (2004). Combaterea integrală a cancerului castanului. Ed. Universității de Nord, Baia Mare, 104 p.

Bolea V, Chira D (2005). Atlasul poluării în Brașov. Ed. Silvodel, 140 p.

Bolea V, Chira D (2008). Flora indicatoare a poluării. Ed. Silvică, 386 p.

Bolea V, Chira D (2009). Monitorizarea poluării prin bioindicatori. Ed. Cybela, 108 p

Bolea V, Florescu I, Gavrilescu G (2010). Societatea "Progresul Silvic" – revigorare, eficientizare și adaptare la noile probleme ale silviculturii și pădurilor. Ed. Teocora,

Chira D, Bolea V, Botu M, Juveloiu E (2013). Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Romania: distribution, current state, management and research activities. 28 p.

Chira D, Bolea V, Chira F, Mantale C (2018). Ghidul de management al habitatului 9260 „Vegetație forestieră cu *Castanea sativa*”. Ed. Teocora, Buzău, 32 p.

Articole (selecție)

Bolea V (1970). Preocupări de cercetare științifică în activitatea Ocolului Silvic Baia Mare. *Revista pădurilor* 6, 300.

Bolea V (1971). Dinamica creșterilor la pinul strob cultivat în depresiunea Baia Mare. *Revista pădurilor* 12, 620-627.

Bolea A, Bolea V (1972). Corelarea normei de semănare a pinului strob cu factorii staționali din pepiniere și cu desimea optimă a puietilor. *Revista pădurilor* 12, 579-585.

Bolea V (1973). Posibilități de adâncire a studiilor de fundamentare naturalistică în acțiunea de revizuire a amenajamentelor. *Revista pădurilor* 5, 244-246.

Bolea V (1973). Inventarierea arborilor la punerea în valoare a pădurilor pe arborete omogene (postațe). *Revista pădurilor* 9, 479-484.

Bolea V (1975). Contribuții la studiul tipologic al căstănișurilor de pe piemonturile colinare ale Băii Mari. *Revista pădurilor* 1, 10-13.

Spârchez Z, Bolea V (1976). Cercetări privind aclimatizarea unor specii exotice de rășinoase de interes forestier în șleaurile de deal din nord-vestul țării. *Revista pădurilor*, 2, 103-107.

Savu G, Bolea V, Petrescu L, Smeikal S, Hornung S, Bechet M, Soreanu I, Konert M, Antonescu E (1977). Conservarea ecosistemelor forestiere în zona poluată din jurul municipiului Baia Mare. *Ocotirea naturii maramureșene*. Cluj-Napoca.

Bolea V, Popescu G, Badea N, Grigorescu V, Badea V, Rițiu A (1982). Stimularea înfloririi și fructificației în plantațiile de *Larix decidua* Mill. și *Pinus sylvestris* L. *Revista pădurilor*, 6, 312-316.

Bolea V (1987). Zonarea castanului comestibil, condițiile staționale indicate pentru introducerea în cultură și tehnologii de împăduriri. Îndrumări tehnice pentru compoziții, scheme și tehnologii de regenerare a pădurilor nr. 1, Ministerul Silviculturii, București.

Bolea V (1989). Calitatea ghindei de gorun *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. recoltate în ultimele trei decenii din cuprinsul regiunii ecologice carpatice. *Revista pădurilor*, 3, 119-122.

Bolea V, Herța I (1991). Noi posibilități de perfecționare a tehnologiilor clasice de conducere a livezilor de semințe forestiere prin folosirea

- Tepecenului – o substanță bioactivă de producție românească. *Revista pădurilor*, 2, 65-73.
- Bolea V, Crișan A, Pătrășcoiu M (1991).** Vătămări produse de agenți criptogamici primordiilor florale, florilor femele și ghindelor cu embrionul în formare la *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. și *Quercus frainetto* Ten. *Revista pădurilor*, 4, 190-195.
- Bolea V, Popescu NE, Man G, Vlonga Ș (1993).** Elagajul artificial al arborilor de viitor la fag. *Revista pădurilor*, 3, 22-25.
- Bolea V, Man G, Popescu NE, Vlonga Ș, Nicolescu L, Fărcaș C, Bujilă M, Lucaci D (1993).** Intensivizarea operațiunilor silviculturale în fâgete. Lucrările sesiunii de comunicări științifice, ICAS – Stațiunea Brașov.
- Bolea V, Catrina I (1993).** Particularități ecologice ale stejarului pedunculat, relevate prin intermediul însușirilor morfologice și a variației sezoniere a fotosintezei. *Buletin informativ al ASAS nr. 22*, București.
- Hărșian I, Bolea V, Hărșian V (1993).** Aspecte teratologice întâlnite la *Quercus robur* L. și *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Revista pădurilor*, 4, 40-43.
- Bolea V, Bud N, Pop V (1995).** Boala cernelii cauzată de *Phytophthora cinnamomi* Rands. În plantaajul de la Valea Borcutului, Ocolul Silvic Baia Mare. *Revista pădurilor* 110, 2, 32-37.
- Bolea V, Catrina I, Popa A, Afrenie F, Cioloca N, Nicolescu L (1995).** Particularități ecologice ale salcîmului – *Robinia pseudacacia* L. – relevate prin mediul variației sezoniere a fotosintezei în raport cu factorii de mediu. *Revista Pădurilor*, 110, 3, 33-41.
- Bolea V (1995).** Staționarul ecologic de la Poiana Brașov, o suprafață experimentală reprezentativă pentru rețeaua națională de supraveghere pe termen lung a ecosistemelor forestiere. A 3a Conferință națională pentru Protecția Mediului prin metode și mijloace biologice și biotehnice. Brașov.
- Bolea V (1995).** Capacitatea de reținere a precipitațiilor de coroanele arborilor din molideto-făgeto-brădetul cu *Rubus hirtus* de la Poiana Brașov, Lucrările sesiunii științifice “Pădurile și protecția mediului”, Universitatea Transilvania Brașov.
- Bolea V (1996).** Diagnoza foliară la molid în trei staționare ecologice din România și pragurile nutriționale europene. *Revista Pădurilor*, 4, 11-16.
- Bolea V, Mihalciuc V, Chira D, Man G, Cioloca N, Pandele D (1996).** Aplicarea unui sistem silvicultural cu specific local pentru mărirea rezistenței la vânt a pădurilor din județele Covasna și Harghita. *Revista de Silvicultură*, I, 2, 10-18.
- Popescu F, Popescu E, Popescu O, Bolea V (1996).** Asigurarea microclimatului optim pentru butășirea cvercineelor cu “Instalația de climatizare tip PBF”. *Revista de Silvicultură* I, 3, 44-47.
- Bolea V, Popescu N, Dincă L, Mandai M, Boldoi C, Simion I, Pepelea D, Veștea A, Iancu D (1997).** Factori perturbatori ai fructificației la gârnița din Seaca-Optășani. *Revista de Silvicultură SE Transilvaniei*, II, 6, 17-22.
- Popescu E, Bolea V, Florea M (1998).** Considerații privind proiectul Codului deontologic al inginerului silvic. *Revista de Silvicultură SE Transilvaniei*, III, 8.
- Bolea V (1999).** Nutriția minerală a principalelor specii forestiere din România în raport cu pragurile de nutriție europene. Lucrările sesiunii științifice. Ed. Universității Transilvania Brașov.
- Bolea V, Popescu EN, Vlonga Ș, Munteanu I, Mandai M, Surdu A (2000).** Cercetări privind nutriția minerală a molidului (1998) în ecosisteme forestiere reprezentative din țara noastră. *Revista de Silvicultură*, V, 11-12.
- Bolea V, Chira D (2001).** Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) resistance to SO₂ in comparing with other forest species. *Forest Snow and Landscape Research*, 76(3), 420-424.
- Bolea V (2001).** Influența poluării asupra vegetației forestiere. Reușita unor lucrări de reconstrucție ecologică a pădurii în zonele afectate de noxe. *Revista de Silvicultură*, VI, 13-14, 90-92.
- Bolea V, Vlonga Ș, Săsăran M, Leșan M (2002).** Monitoringul compoziției floristice în ecosistemele forestiere poluate. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 15-16, 22-29.
- Vlonga Ș, Bolea V, Mandai M (2002).** Biodiversitate și stabilitate într-un fâget montan parcurs cu lucrări de îngrijire de diferite intensități. *Revista pădurilor*, 3, 11-14.
- Bolea V, Ciobanu D, Scubli H (2003).** Perdelele forestiere antipoluante de la Baia Mare. *RSC*, 17-18, 32-34.
- Bolea V, Ciobanu D, Florescu I, Pană A-M (2004).** Adaptarea răriturilor la particularitățile structurale ale arboretelor de fag. *Revista pădurilor*, 119, 5, 19-23.
- Vasile D, Bolea V (2005).** Poienile cu narcise de la Dumbrava Vadului. *RSC* 21, 70-73.
- Bolea V, Leșan M, Chira D, Leșan M, Vasile D (2005).** Adaptarea răriturilor la particularitățile pădurii de castan de la Limpedia – Baia Sprie. *RSC*, 21(X), 69-71.
- Chira D, Chira F, Bolea V, Mantale C, Mariș V (2005).** Combaterea biologică a ciupercii *Cryphonectria parasitica*. *RSC*, 21(X), 77-85.
- Bolea V, Chira D, Popa M, Mantale C, Pepelea D, Gancz V, Surdu A, Iacoban C (2006).** Arborii bioindicatori și bioacumulatori de sinteză în ecosistemul forestier. *Analele ICAS*, I, 49, 67-78.
- Bolea V, Chira D, Op't Eyndt T, Gancz V, Iacoban C, Dinulică F, Pepelea D, Mantale C (2006).** Valorificarea diagnozei foliare. *Analele ICAS*, I, 49, 79-96.
- Bolea V, Chira D (2007).** Metoda bioindicatorilor și bioindicatorilor în detectarea, evaluarea și supravegherea poluării din ecosistemele forestiere și spații verzi (Îndrumări tehnice). *RSC*, XII, 23, 86-97.
- Bolea V, Vasile D (2007).** Pădurea urbană. *RSC* 23(XII), 22-36.
- Bolea V, Chira D, Chira F, Lucaci D, Mincea D, Mantale C (2007).** Flora indicatoare a poluării în ecosistemele forestiere din împrejurimilor Copșei Mici. 8 CNPMB, 5 CNE, Ed. Pelecanus Brașov, 31-38.
- Bolea V, Chira D, Vasile D (2008).** Creșterea capacității arborilor de sechestrare a CO₂. *RSC*, XIII, 24, 26-35.
- Popescu NE, Bolea V (2009).** Arboretele experimentale de la Mintia – Deva au împlinit 40 de ani. *RSC* 25, 47-52.
- Bolea V, Ciobanu D, Neguș Ș, Vasile D (2009).** Bogăția, compoziția și diversitatea floristică – indicatori calitativi în ecosistemele forestiere destinate creșterii controlate a vânatului. *RSC* 25, 62-70.
- Bolea V, Vasile D, Ionescu M (2010).** Diagnozele foliare de la Coșca Mică. *RSC* 26, 31-39.
- Bolea V, Chira D, Chira F, Mantale C (2010).** Reconstrucția ecologică a căstănișurilor din România afectate de cancerul scoarței. *RSC*, 27, 15-23.
- Vasile D, Negruțiu F, Bolea V, Bîlea I (2010).** Tezaurul de floră din PN Piatra Craiului în comparație cu cea din PN Porțile de Fier și PN Munții Rodnei. *RSC* 27, 38-42.
- Bolea V, Vasile D (2010).** Urban forest. Sesiunea Științifică “Pădurea și dezvoltarea durabilă” 15-16 oct., Universitatea Transilvania, Brașov, 249-254.
- Gavrilescu G, Bolea V, Vasile D (2010).** Încetarea agresiunilor împotriva arborilor, primul pas în acțiunea de diminuare a concentrației bioxidului de carbon din aer! *RSC* 26, 5-18
- Bolea V, Chira D, Munteanu R, Vasile D, Mantale C, Katalin P, Roman G (2011).** Arborii excepționali din fâgeto-brădetete din Munții Țaga. *RSC*, 28, 37-41.
- Bolea V, Vasile D (2011).** Exemplare celebre ale speciei *Quercus robur* L. *RSC* 29(XVI), 39-47.
- Bolea V, Ienășoiu G (2011).** Regele molizilor din Poiana Brașov. *RSC*, 29.
- Bolea V, Balabașciuc C, Florescu I, Stoiculescu C (2011).** Proiect de lege privind ocrotirea arborilor excepționali din România. *RSC* XVI, 29, 61-62.
- Bolea V, Chira D (2012).** Perdele forestiere de protecție antifonică și antipoluantă pe perimetrul companiei Kronospan România SRL. *RSC*, 30, 78-87.
- Bolea V (2012).** Ierarhizarea exemplarelor de ulmi excepționali din România. *RSC* 30, 88-89.
- Bolea V, Leșan M, Pop N (2012).** Arborii din paradisul verde de la Baia Mare. I. Parcul și aliniamentele. *RSC* 31, 78-92.

- Bolea V, Chira D, Negrea I, Mircea G (2013).** Optimizarea funcțiilor ecologice ale aninișurilor de la Prejmer. *RSC*, 32, 28-39.
- Chira D, Bolea V, Botu M, Juveloiu E (2013).** Sweet chestnut forest in Romania. *RSC*, 33, 15-20.
- Bolea V (2013).** Ghidul de bune practici în crearea aliniamentelor de arbori de-a lungul drumurilor. *RSC*, 33, 45-53.
- Bolea V (2013).** Ghidul de bune practici în conservarea arborilor excepționali. *RSC*, 33, 75-83.
- Bolea V, Vasile D, Ienăsoiu G (2013).** Performanțe biometrice și de longevitate ale arborilor din România. *RSC* 32, 65-75.
- Bolea V (2013).** Perdeaua forestieră de protecție a Lacului Firiza. Partea I. *RSC*, 33, 91-105.
- Bolea V (2014).** Crearea Parcului de sud al municipiului Baia Mare la Șesul Băii. *RSC* 35, 80-92.
- Bolea V (2014).** Nucleul de acclimatizare a speciilor exotice de pe Valea Usturoi – Baia Mare după o jumătate de secol. *RSC* 35, 93-98.
- Bolea V, Chira F, Chira D, Mantale C (2015).** Pădurea de pe versantul vestic al Văii Usturoi care întregeste Parcul Central din Baia Mare. *RSC* 36, 15-24.
- Bolea V (2016).** Selecționarea și îngrijirea speciilor pentru pădurea urbană Brașov în contextul schimbărilor climatice. *RSC* 38, 50-55
- Chira D, Bolea V, Chira F, Mantale C, Tăut I, Șimonca V, Diamandis S (2017).** Biological control of *Cryphonectria parasitica* in Romanian protected sweet chestnut forests. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 45(2), 632-638.
- Bolea V (2017).** Prevenirea poluării cu cianuri. *RSC* 34, 21-24.
- Bolea V, Gavrilescu G (2018).** Arborii în confruntarea lor cu factorii dăunători din afara ecosistemelor forestiere. *RSC* 43, 67-75.
- Bolea V, Gavrilescu G, Ciocîrlan M (2019).** Arborii din Parcul Sportiv Brașov. *RSC*, 44, 43-59.
- Bolea V, Gavrilescu G, Mihalache L, Alexandru C (2020).** Păsările – componentă vitală a ecosistemelor pădurilor urbane. *RSC* 46, 109-119.
- Bolea V (2021).** Speciile *Juglans regia* și *J. nigra* de actualitate pentru fondul forestier sau pădurile urbane și rurale. *RSC* 48, 80-94.
- Bolea V, Mantale C, Ciocîrlan M (2021).** Dezvoltarea perdelei forestiere de protecție de pe perimetrul fabricii Kronospan, Brașov. *RSC* 49, 42-49.

Cinegeticianul Horia Almășan – un sfert de secol de la încetarea din viață

Sorin Geacu

Institute of Geography, Romanian Academy
geacusorin@yahoo.com

Dr. docent ing. Horia Almășan fost un cercetător pasionat și dinamic, de înaltă competență științifică, desfășurând o susținută activitate în domeniul cinegeticii, extinsă de-a lungul mai multor decenii. A contribuit nu doar la dezvoltarea acestui domeniu, dar și la afirmarea lui pe plan național și internațional.

S-a născut în municipiul Deva (jud. Hunedoara) în 25 februarie 1930, în familia Elvirei și a lui Augustin Almășan, tatăl său fiind avocat. A urmat școala primară și liceul "Decebal" (absolvit în 1948) în orașul natal, după care se înscrie la Institutul de Silvicultură din Brașov, dar în 1949 este trimis la studii în U.R.S.S. În iunie 1954 a absolvit Facultatea de Gospodărie Forestieră din cadrul Academiei Tehnice de Silvicultură "S. M. Kirov" din Leningrad (azi Sankt Petersburg), devenind inginer. Abia în 1962, aceasta îi este echivalată cu diploma de inginer silvic ce era acordată de Institutul Politehnic din Brașov.

În 1957 este retrimis în Uniunea Sovietică pentru doctorat (numit atunci "aspirantură"), în specialitatea Biologia vânatului, la Catedra de Zoologia Vertebratelor a Facultății de Biologie-Pedologie din Moscova. În 1961 a susținut teza de doctorat ("lucrare de dizertație") cu titlul "*Mamiferele de interes vânătoresc și bazele biologice ale gospodăririi vânatului din România*" (356 pagini), iar în 1962 i se eliberează diploma de "Candidat în Științe Biologice" la Universitatea "M. V. Lomonosov" din Moscova, echivalată în același an, la București, cu cea de "Doctor în Biologie". Ca doctorand a fost îndrumat de mari specialiști în zoologia vertebratelor, profesorii: V. Heptner (zoogeograf și teriolog, conducătorul tezei), N. Naumov (ecolog), P. Dementiev (ornitolog), S. Kirikov, P. Iurghenson. Foarte utile i-au fost participările la expedițiile științifice organizate în: Peninsula Crimeea, Munții Tian-Șan și Caucaz, Parcul Bialowieza.

În mai 1972 devine doctor-docent în științe biologice al Facultății de Biologie a Universității din București.

Activitatea lui Horia Almășan este indisolubil legată de *Institutul de Cercetări Silvice* din București (care a avut

diferite denumiri de-a lungul timpului, actual INCDS "Marin Drăcea"), unde a funcționat timp de patru decenii, din 15 august 1954 și până la pensionare. În primul an a fost încadrat ca asistent provizoriu la Laboratorul de Protecția Pădurilor. Ulterior, datorită pasiunii pentru studiul faunei cinegetice, a trecut la nou înființatul Laborator de Biologia Vânatului, inițial ca asistent titular (1955-1956), apoi cercetător științific (iulie 1956 - decembrie 1957), cercetător principal III (1957-1959), iar din 1 februarie 1959 a devenit șeful aceluși laborator, pe care l-a condus mulți ani. Laboratorul devine ulterior Secția de Produse Accesorii și Biologia Vânatului. În 1965 a înființat Laboratorul de Salmonicultură. Este avansat cercetător gr. II în 1970 și gr. I în 1978.

În cadrul Institutului, împreună cu colectivul pe care-l coordona, a înființat o valoroasă colecție științifică de păsări și mamifere (blănuri, balguri, cranii, ouă) care număra câteva mii de piese. Aceasta a fost, de-a lungul timpului, nu doar vizitată, dar și apreciată de diverși specialiști din țară și străinătate.

Câțiva ani (1966-1968), prin cumul, a fost șef de lucrări la disciplina de "Vânătoare și Salmonicultură" a Facultății de Silvicultură din Brașov. Mai înainte, fusese și cadru didactic de Biologia Vânatului la fosta Școală de paznici de vânătoare de la Periș (jud. Ilfov).

Activitatea sa științifică, extrem de complexă, este legată în întregime de studiul faunei cinegetice, contribuțiile sale fiind remarcabile și extrem de valoroase și astăzi. Menționăm că această activitate a început-o din timpul studenției, lucrând în cercul științific al Catedrei de Zoologie forestieră unde a prezentat și două comunicări, una dintre acestea având titlul: "*Câinele enot – un nou animal în fauna țării*" (1953). De altfel, la absolvire, Horia Almășan a fost recomandat pentru a fi încadrat în activitatea de cercetare.

A fost un om foarte pasionat de cinegetică, reușind să-și formeze și o echipă de valoroși colaboratori. Cercetările de teren le-a îmbinat armonios cu cele de laborator și bibliotecă.

Horia Almășan, singur sau în colaborare, a publicat zeci de lucrări științifice (articole, note, sinteze) în diferite periodice din țară și străinătate. Sunt tratate aspecte

referitoare la: biologia diferitelor specii, patologia vânatului, probleme de zoogeografie finalizate prin alcătuirea de hărți cinegetice la diferite scări, realizarea de populări și/sau repopulări cu cerb, căprior, capră neagră, fazan ș.a., colonizarea cerbului lopătar, muflonului și marmotei în diferite regiuni ale României, urmărirea fluctuațiilor populațiilor de vânat din țara noastră, fauna ornitologică a Deltei Dunării.

A căutat să fundamenteze științific măsurile de gospodărire a vânatului, propunând diferite recomandări practice. Foarte utile au fost eforturile depuse pentru realizarea regionării cinegetice a țării.

După obținerea titlului de doctor, mare atenție a acordat studiilor de ecologie a mamiferelor și păsărilor (urmărind spre exemplu: variația sezonală a hranei la fazan, compoziția specifică a hranei la iepure, căprior și urs, hrana cocoșului de munte din perioada rotitului, cea a ieruncii în anotimpul de toamnă, hrana carnivorelor sălbatice din România, influența insecticidelor asupra vânatului, chiar creșterea industrială a unor specii etc.).

S-a implicat și în cercetări cu privire la metodele de determinare a vârstei mamiferelor, acestea fiind aprofundate în perioadele de specializare (1969-1970, 1972) în Germania, la Universitatea din Gottingen (Institut für Jagdkunde).

Menționăm aici și publicarea monografiilor consacrate căpriorului (1967, 300 pagini) și iepurelui (1968, în colaborare, 260 pagini). Semnificative sunt și broșurile intitulate: *Bonitatea fondurilor de vânătoare și efectivele optime la principalele specii de vânat* (1988) și *Sporul natural la cerbul carpatin, căpriorul de câmpie, mistreț, iepure și fazan* (1989). Multe din lucrările sale au fost citate în literatura de specialitate internațională.

S-a implicat, totodată, în publicarea de manuale de biologia și gospodărirea vânatului pentru fostele școli tehnice forestiere, dar și pentru liceele silvice, apărute în mai multe ediții.

A făcut cunoscute rezultatele cercetărilor sale și ale colectivului pe care-l coordona, la numeroase congrese, conferințe și schimburi de experiență în:

U.R.S.S., Germania, Cehoslovacia, Ungaria, Iugoslavia, Bulgaria, Italia, Franța, Polonia, Austria. Era extrem de documentat, mărturie stând bogata sa bibliotecă (H. Almășan cunoștea limbile rusă, franceză, germană și maghiară).

Pentru personalul de teren, a susținut o serie de prelegeri la instructajele acestuia, care se desfășurau periodic la Azuga (jud. Prahova). În 1978 și-a adus contribuția la realizarea Expoziției Internaționale de Vânătoare de la București. Horia Almășan a fost și membru în colegiile de redacție de la *Revista Pădurilor și Vânătorul și Pescarul Sportiv*. O perioadă a făcut parte din conducerea A.G.V.P.S. din România.

În 1964 a fost ales membru corespondent al *Consiliului Internațional al Vânătorii și Conservării Vânatului (C.I.C.)*. În cadrul C.I.C., între 1967 și 1974, a fost numit membru al Comitetului de Informare Științifică, iar în 1974 este numit expert al C.I.C.

Pentru activitatea desfășurată a fost decorat cu: medalia "A XX-a aniversare a eliberării Patriei" (1964), Ordinul Muncii (1966), Meritul Științific (1973), Ordinul "Tudor Vladimirescu" (1974).

În ultimii ani de viață s-a preocupat de organizarea și funcționarea *Societății Cinegetice Române*, pe care a înființat-o și al cărei președinte a fost. Sub egida acesteia a organizat o sesiune de comunicări la 24 noiembrie 1995, cu titlul "*Ocotirea habitatelor naturale și a faunei de interes cinegetic*", materialele prezentate fiind publicate în 1997 în periodicul Societății, intitulat "*Acta Cinegetica Romaniae*". A militat pentru înființarea unui *Muzeu Național Cinegetic*, care s-a realizat la Posada (jud. Prahova).

Dr. docent ing. Horia Almășan a încetat din viață în ziua de 6 iulie 1998, la București, în vârstă de numai 68 de ani. Să ne aducem aminte cu pioșenie de "*doctorul Almășan*", așa cum îi spuneau colaboratorii săi. Studiind cu atenție lucrările sale publicate, moștenire de neprețuit, din care toți avem ce învăța, rememorăm activitatea unui reputat om de știință.

In memoriam Prof. Ilie Popescu

(15 februarie 1935 – 17 septembrie 2022)

Domnul Ilie Popescu a studiat, începând din 1953, la *Facultatea de Silvicultură* din Brașov. Instituțional, aceasta făcea parte din *Institutul Forestier* (1953), care a fuzionat cu *Institutul de Mecanică*, devenind *Institutul politehnic din Brașov* (1956), apoi *Universitatea din Brașov* (1971) și *Universitatea Transilvania din Brașov* (din 1991).

După absolvire (1958) a fost încadrat la o întreprindere forestieră din Sebeș (Alba).

Din 1960, devine membru al *Facultății de Silvicultură* din Brașov, la disciplina *Mecanizarea lucrărilor silvice*.

A desfășurat numeroase cercetări în domeniul prelucrării solului din pepiniere și plantații silvice, a plantării și scoaterii puieților, a lucrărilor de întreținere și irigare a culturilor silvice, a combaterii mecanizate a dăunătorilor, a exploatarei arborilor ș.m.a., cu utilaje, metode și tehnologii specifice.

Lucrarea de doctorat a avut ca temă "*Cercetări privind folosirea frezelor de sol la pregătirea patului germinativ*".

A parcurs, treptat, etapele profesionale, obținând titlul de profesor în 1995.

Ca dascăl, a contribuit la formarea a numeroase generații de ingineri silvici.

A fost coordonator al mai multor lucrări de doctorat din 2004; o parte din doctoranzii săi devenind, la rândul lor, cadre universitare, din mai multe universități naționale.

Prin atitudinea sa echilibrată, manierele elegante, corectitudinea sa față de studenți, colegi, angajați, a lăsat, în amintirea tuturor, un model de conduită academică.

Bibliografie selectivă

Chiru V, Duda A, Popescu I (1963). Cercetări privind mecanizarea plantațiilor din regiunea montană. Institutul Politehnic, Facultatea de Silvicultură Brașov, *Sci.* VI: 287-298.

Popescu I, Mihai S (1966). [Research regarding the mechanization of soil preparations of the ground for the forestation in the hill region]. Polytechnic Institute, Faculty of Silviculture, Brașov, *Sci.* IX: 63- 73.

Popescu I, Curtu I (1968). Contribuții la studiul unor organe active ale mașinilor purtate, de forat gropi în vederea plantării. *Buletin de informare CDF, Seria Silvicultură* 5.

Popescu I, Curtu I (1969). Considerații teoretice și practice asupra frezelor de sol. *Buletin de informare - Silvicultură, CDTEF* 1, 3-15.

Popescu I, Curtu I (1969). Contribuții la studierea cinematicii și dinamicii frezelor de sol. *Buletin de informare - Silvicultură, CDTEF* 9, 160-171.



Popescu I (1973). Preocupări și tendințe în legătură cu pregătirea patului germinativ în pepiniere. *Buletinul Univ. din Brașov, B, XVIII*, 63-81.

Popescu I, Chiru V (1973). Mecanizarea lucrărilor silvice – Lucrări practice. Litografia Universității din Brașov.

Popescu I (1975). Cercetări privind folosirea frezelor de sol la pregătirea patului germinativ. Teză de doctorat, Litografia Universității din Brașov.

Popescu I, Tamaș Ș, Copacinschi L (1982). Rezistența specifică la smulgere a puieților unor specii de foioase.

Lucrările sesiunii științifice din 7-8.11.1982, Universitatea din Brașov, 57-64.

Popescu I (1982). Mecanizarea lucrărilor silvice - Îndrumar pentru lucrări practice. Litografia Universității din Brașov.

Popescu I (1984). Mecanizarea lucrărilor silvice. Ed. Ceres, București.

Popescu I (1985). Cercetări privind adaptarea și încercarea mijloacelor tehnice pentru executarea mecanizată a lucrărilor în pepinierele de munte. Contract de cercetare nr. 264 (manuscris).

Popescu I, Tamaș Ș (1988). Cercetări privind stabilirea vitezei de lucru a aparatelor de combatere a dăunătorilor forestieri prin stropire. *Bul. Univ. Transilvania Brașov* 239-246.

Popescu I, Popescu S (1993). Stabilirea tehnologiei de muncă la regenerarea pădurilor, pe baza indicelui de eficiență energetică (I/II). *Revista pădurilor*, 108, 2, 35-37 / 3, 17-21.

Popescu I, Popescu S (1995). Cercetări privind mărimea unor parametri cu influență în procesul de recoltare a puieților. *Lucrările ses. șt. "Pădurea și protecția mediului"*, Univ. „Transilvania” din Brașov, 341-346.

Popescu I (1998, 1999). Mecanizarea lucrărilor silvice - Note de curs. Ed. Universității Transilvania din Brașov.

Popescu I, Curtu LA, & Popescu SC (1998). Aspecte privind mișcarea pe arborii în picioare, a agregatelor de elagaj artificial cu autotractare (I). *Bucovina Forestieră*, VI(1-2), 57-64.

Popescu I, Popescu SC (2000). Mecanizarea lucrărilor silvice. Ed. Univ. Transilvania din Brașov.

Popescu I et al. (2002). Mecanizarea lucrărilor forestiere în conceptul de gospodărire durabilă a pădurilor. *Analele Univ. din Oradea, Fasc. Silvicultură*, 39-48.

Popescu I, Florescu G, Sotoc H (2002). Influența tehnologiilor de pregătire a patului germinativ asupra unor însușiri ecologice ale solului. *Lucrările ses. șt. "Pădurea și viitorul"*, Univ. Transilvania din Brașov, 393-395.

Popescu I, Florescu G, Sotoc H (2002). Influența tehnologiilor de preparare a patului germinativ asupra structurii solului. *Lucrările ses. șt. "Pădurea și viitorul"*, Univ. Transilvania din Brașov, 396-398.

Kruch J, Popescu I, Derczeni R (2002). Geotechniques with elements of amelioration of setting soils. University of Transylvania Printing Press, Brașov.

Sotoc H, Timofte A I, Popescu I (2002). Mecanizarea lucrărilor silvice. Îndrumar de lucrări practice. Ed. Universității din Oradea.

- Popescu I, Crainic G C, Sotoc H (2005).** Cercetări privind starea principalelor caracteristici fizico-mecanice ale solului în perioada de recoltare a puieților. *Lucrările ses. șt. „Pădurea și dezvoltarea durabilă”*, Ed. Univ. Transilvania Brașov, 349-356.
- Popescu I, Crainic G C, Sotoc H (2005).** Cercetări privind caracteristicile fizico-mecanice ale solului în perioada de recoltare a puieților. *Lucrările ses. șt. „Pădurea și dezvoltarea durabilă”*, Univ. „Transilvania” din Brașov, 399-406.
- Popescu I (2006).** Technological variants of mechanization for digging holes for planting saplings in cavities. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"*, Univ. „Transilvania” din Brașov, 159-164.
- Popescu I, Derczeni R (2007).** Technical means and procedures to dig holes with protecting cavities for the saplings. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"*, Univ. „Transilvania” din Brașov, 27-28th October 2006, 153-158.
- Popescu I, Derczeni R, Sotoc H (2007).** Influența lucrărilor de pregătire a patului germinativ în pepiniere asupra dinamicii de răsărire a plantulelor de salcâm. *Revista pădurilor*, 6, 20-26.
- Popescu I, Derczeni R, Grigore V (2007).** Influența lucrărilor de pregătire a solului asupra patului germinativ. *Revista pădurilor*, 3, 17-21.
- Popescu I (2007).** Contribuții la fundamentarea teoretică și practică a substanțelor fitosanitare distribuite sub formă de aerosoli în pădure. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 23, 42-46.
- Popescu I, Derczeni R, Iordache E, Șotoc H (2008).** Contributions to the kinematics study of the blade borers for seedling planting holes. In Olenici N, Teodosiu M, Bouriaud O (eds), *Proceedings "Sustainable forestry in a changing environment"*, 195-202.
- Popescu I (2009).** Concepte privind construcția, evoluția și perspectivele utilizării frezelor de sol în silvicultură. *Revista pădurilor*, 3, 47
- Popescu I, Chițea G, Derczeni R, Șotoc H (2009).** The influence of germinating bed preparation works on soil fertility in nurseries. *Lucrările ses. șt. "Pădurea și Dezvoltarea Durabilă"* Univ. „Transilvania” din Brașov, 239-246.
- Popescu I, Derczeni R (2009).** Theoretical and practical considerations regarding the power consumption for the digging holes machines for seedlings planting works in the cavities. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"* Univ. „Transilvania” din Brașov, 17-18 octombrie 2008, 247-255.
- Popescu I, Grigore V (2011).** Posibilități comode de lărgire a bazei energetice destinate întreținerii culturilor de pepinieră. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 16(29), 93-98.
- Grigore V, Popescu I, Cristea I (2011).** Cercetări privind influența înrădăcinării puieților asupra forțelor de rezistență la smulgere. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 16(29), 99-104.
- Boja N, Boja F, Gligoraș D, Popescu I (2012).** Research regarding the work capacity of Stihl BT 121 motto-borer, for drilling holes for planting saplings. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"*, Transilvania University Press, 183-188.
- Popescu I, Boja N, Gligoras D, Sotoc H (2013).** The expedient evaluation of the working capacity on the machines which are used in the sylviculture. *Engineering Sciences and Agrotourism Series „Studia Universitatis”*, 8(2), 39-50.
- Boja N, Boja F, Darau P A, Teușdea A C, Popescu I (2014).** A method to improve the sprinkler irrigation uniformity in forest nurseries. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 18(1), 65-74.
- Boja N F, Boja FC, Teușdea AC, Bungescu ST, Popescu I (2015).** A method to improve the prinkler irrigation uniformity in forest nurseries. *Proceedings 43th Agricultural Engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering*, Opatija, 43, 89-100.
- Boja N, Boja F, Teușdea A, Tomoiaga M, Popescu I (2015).** Method to determine the quantity of water sprinkled on a unit area in larac forestry nursery. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"*, Transilvania University of Brașov, 24-25th October 2014, 215-224.
- Boja NF, Boja FC, Teușdea AC, Derczeni R, Borz S A, Popescu I (2015).** Soil compaction in forest nurseries following two tillage methods. *Studia Universitatis "Vasile Goldis" Arad, Științe inginerești și agroturism*, 10, 1, 15-24.
- Boja N, Boja F, Vidrean D, Teușdea AC, Popescu I (2017).** Influence of the soil on the duration of hole digging for planting saplings by using a ground auger. *Proceedings "Forest and Sustainable Development"*, 7-8th October 2016, Transilvania University Press, 1-8.
- Vidrean D, Boja N, Boja F, Teușdea A, Popescu I (2018).** Aspects regarding the usage of ground augers for drilling holes saplings in forestry sector. *Scientific Papers. Series A. Agronomy LXI*, 2, 48-57.
- Pica A, Popescu I, Darau P, Maior C, Boja F, Boja N (2020).** The impact on some physico-mechanical properties of soil processing using the vibrocombinator in forestry nursery. *JOURNAL of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 24(3), 65-73.

Dănuț Chira

INCDS – Stațiunea Brașov

In memoriam

Prof. Marius Danciu (1941-2023)

Prof. dr. Marius Danciu s-a născut la Camna, comuna Șilindia, județul Arad, și a absolvit liceul din Ineu, secția reală, urmând apoi cursurile *Facultății de Biologie* de la *Universitatea Babeș-Bolyai* din Cluj (1959-1964).

Și-a desfășurat activitatea la *Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere*, la disciplina de *Botanică* și a parcurs toate treptele ierarhiei universitare. A publicat peste 100 de lucrări științifice în domeniul botanicii și fiziologiei plantelor.

A îmbogățit herbarul facultății cu mii de coli și a revizuit sute de coli de herbar. Putea identifica în teren aproape orice plantă vasculară spontană din România.

A fost un cercetător dedicat și meticulos, fiind foarte riguros cu publicarea rezultatelor. La catedră, a impresionat prin claritatea și rigurozitatea expunerilor, precum și prin pasiunea pentru speciile de plante, pe care a transmis-o studenților.

Punea foarte mult suflet și energie în fiecare laborator sau curs. Adesea pregătea meticulos tabla cu desenele anatomice sau alte materiale botanice cu câteva zile înainte. Sâmbăta sau duminica se deplasa în teren ca să colecteze materialul didactic.

Nu vom uita excursiile și ieșirile în teren efectuate împreună cu profesorul Danciu - ocazii unice de a cunoaște fascinantă lumea a plantelor de pădure. Avea mereu la îndemână o glumă sau o epigramă, inclusiv la ore. Va rămâne un model de urmat pentru toți silvicultorii și nu numai.

Ne doare sufletul că trebuie să ne despărțim de un om talentat și erudit, care a slujit cu profesionalism școala de silvicultură de la Brașov.

Prof. dr. ing. **Alexandru Lucian Curtu**

Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere din Brașov

Bibliografie selectivă

- Morariu I, Ularu P, Danciu M, Lungescu E (1967).** Vegetația stâncăriilor de pe Măgura Codlei, Brașov. *Buletinul Institutului Politehnic din Brașov. Seria B. Economie Forestieră, Botanică, Silvicultură*, 9: 15-24
- Morariu I, Ularu P, Danciu M, Lungescu E (1968).** Făgetele de pe Măgura Codlei. *Bul. Inst. Politehnic Brașov, Seria B. Economie Forestieră*,



10, 43-47.

Ularu P, & Danciu M (1968). *Liparis loeselii* (L.) LC Rich. în mlaștina eutrofa de la Hărman. *Ocrot. Nat. Med. Înconj.* 65-67.

Morariu I, Danciu M, Ularu P (1969). Date noi din flora Porților de Fier. *Stud. Cerc. Biol. Ser. Bot.* 21(1), 17-22.

Morariu I, Ularu P, Danciu M, Lungescu E (1969). Vegetația stâncăriilor de pe Măgura Codlei-Brașov. *Bul. Inst. Polit. Brașov, B, Econ. Forest.*, 15-24.

Morariu I, Ularu P, Negruș N, Danciu M E (1969). Contribuții la cunoașterea vegetației din Poiana Brașov. *Comunic. Bot. Soc. Șt. Biol. Rom.* 11: 123-146.

Ularu P, Danciu M, Bârsan M (1969). Contribuții la studiul vegetației higrofile din sud-vestul munților Perșani. *Comunic. de Bot., Soc. Biol.* 10: 231-237.

Danciu M (1970). *Amygdaletum nanae* Soó 1947 în sudul munților Baraolt. *Bul. Inst. Polit. Brașov, B, Econ.-Forest.* 12: 117-120.

Morariu I, Ularu P, Danciu M, Lungescu E (1970). Gorunetele de pe Măgura Codlei. *Bul. Inst. Polit. Brașov, B*, 12: 97-101.

Morariu I, Danciu M (1970). In der Gegend des Eisernen Tores (Porțile de Fier) gemeldete Pflanzenassoziationen. *Revue Roumaine de Biologie, Série de Botanique*, 15(6), 419-429.

Danciu M (1972). Aspecte floristice din gorunetele munților Baraolt. *Bul. Universității din Brașov, B*, 14: 129-134.

Danciu M (1972). Aspecte fitocenologice din gorunetele Munților Baraolt. *Buletinul Universității din Brașov, B*, 14: 129-134.

Danciu M (1972). Asociațiile de rogoz din Mlaștina de la Ozunca. *Studii și Cercetări de Biologie, Seria Botanică*. 24, 2: 83-94.

Morariu I, Danciu M, & Ularu P (1972). Die Vegetation der Flussinsel Moldova Veche. *Acta Bot. Horti Bucurest.* 1973, 465-499.

Danciu M (1973). Contribuții la studiul asociațiilor Alianței *Filipendulo-Petasition* din Sudul Munților Baraolt. *Buletinul Universității din Brașov. Seria C, Matematică-Fizică-Chimie-Științe Naturale*, 15: 123-131.

Danciu M (1974). **Studii geobotanice în sudul Munților Baraolt. Teză de doctorat, București.**

Danciu M (1974). Cercetări fitocenologice în pădurile din sudul Munților Baraolt. II. Păduri de șleau și arinișuri. *Buletinul Universității din Brașov, C*, 15: 123-131.

Parascan D, Danciu M (1975). Cercetări fitocenotice în câtinșurile din bazinul Prahovei. *Revista Pădurilor – Industria Lemnului, seria Silvicultură și Exploatarea Pădurilor*, 90, 3: 140-143.

Parascan D, Danciu M (1975). Studii fitocenologice în tăieturile de pădure din munții Bârsei. *Noutăți în economia forestieră. Bul. Universității din Brașov, B. Econ. Forest.*, Brașov, 17: 31-40.

Parascan D, Danciu M, Lungescu E (1975). Botanică și fiziologia plantelor. Lucrări practice. Reprografia Universității din Brașov.

Danciu M (1976). *Adonis vernalis* L. pe versanții Dealului Lempș (Jud.

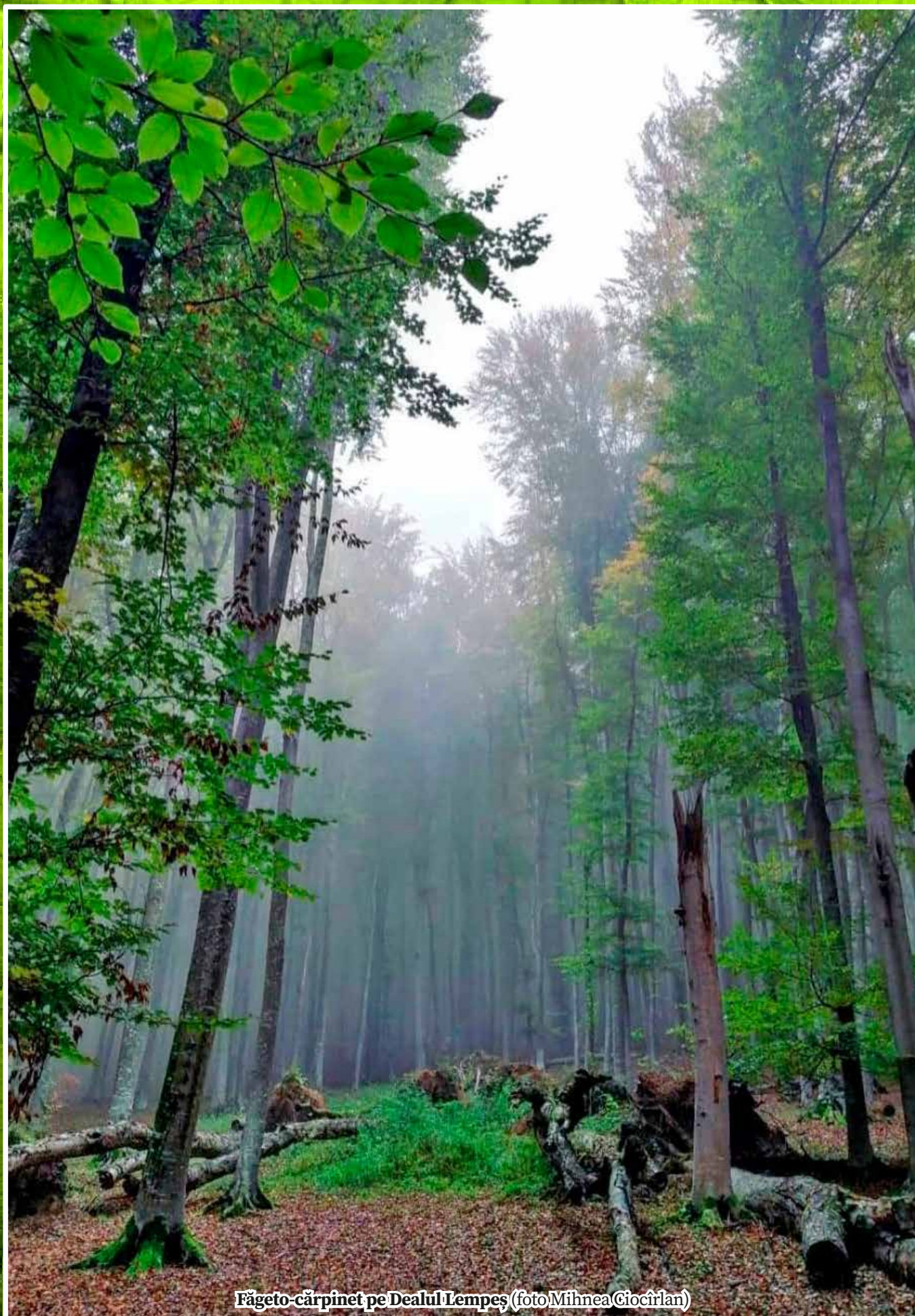
- Brașov). *Ocrotirea Naturii și Mediului Îconjurător*, 20(1).
- Morariu I, Danciu M (1977).** *Thymo(amosi)-Caricetum humilis* în Țara Bârsei și în zonele limitrofe. *Stud. și Cerc. de Biol., Seria Biol. Veget., București*, 29(2): 151-158.
- Danciu M, Kovács S (1979).** Flora și vegetația mlaștinilor de la Comandău (Jud. Covasna). *Contribuții Botanice, Cluj-Napoca*: 155-161.
- Parascan D, Danciu M (1979).** Date noi asupra florei Stejărișului Mare și a Stejărișului Mic (Brașov). *Cumidava, St. Cerc. Șt. Nat.*, 12(3): 141-147.
- Parascan D, & Danciu M (1982).** Botanica și fiziologia plantelor-lucrări practice. Universitatea din Brașov.
- Stănescu V, Parascan D, Târziu D., Danciu M (1982).** Unele aspecte privind conversia energiei solare și creșterea randamentului fotosintetic. *Bul. Univ. Brașov, B, Economie forestieră*, vol. XXIV.
- Parascan D, & Danciu M (1983).** Morfologia și fiziologia plantelor lemnoase. Ed. Ceres, București.
- Morariu I, Danciu M, Kovács A (1984).** Corologia speciei *Cardamine glanduligera* O. Schwarz (*Dentaria glandulosa* W. et K.) în România. *Stud. Cercet. Biol., ser. Biol. Veg.*, 36 (1): 35-41.
- Morariu I, Ularu P, & Danciu M (1985).** Mlaștini conservatoare de relicte glaciare în valea Tărlungului (jud. Brașov). *Studii și Cercetări de Biologie. Seria Biologie Vegetală*, 37, 100-107.
- Parascan D, & Danciu M (1986).** Prof. dr. doc. Iuliu Morariu la 80 de ani. *Revista pădurilor* 2: 111-112.
- Parascan D, & Danciu M (1991).** Botanică și fiziologia plantelor.
- Parascan D, Danciu M, Gurean D (1993).** Aspecte privind dinamica unor procese fiziologice în brădetele parcurse cu rărituri. Lucrările sesiunii științifice "Silvicultură și exploatarea forestieră. Prezent și perspectivă", Universitatea "Transilvania", Brașov.
- Danciu M, Parascan D, Gurean D, Ularu P, Abrudan IV (1994).** Characteristics of vegetation from Tipeiul Racoșului (Perșanii Nordici). *Bulletin of the Transilvania University of Brașov*, 1 (36), A, 211-218.
- Parascan D, Danciu M, Gurean D (1995).** Considerații privind capacitatea reacției fotoactive la brad și molid. *Bucovina forestieră*, III, 1, 11-20.
- Parascan D, & Danciu M (1996).** Botanică forestieră. Edit. Ceres București, 303 p.
- Danciu M, Gurean D, & Parascan D (1996).** Conservarea unor specii de plante rare din Țara Bârsei. *Lucr. III Conf. Nat. Prot. Med. Mijl. Biol. Biochim.*, 352-355.
- Danciu M, Gurean D, & Parascan D (1998).** Botanica forestieră: lucrări practice. Reprografia Universității Transilvania din Brașov.
- Danciu M, Parascan D, Gurean D, Ularu P (2000).** Contribuții la cunoașterea răspândirii în România și a fitocenologiei speciei *Genista germanica* L. *Revista de Silvicultură* (1-2): 18-22.
- Danciu M, Parascan D (2000).** Die Strauchvegetation mit *Cotoneaster integerrimus* Med. und *Rhamnus saxatilis* Jacq. im Burzenland. *Naturwissenschaftliche Forschungen über Siebenbürgen* 6, 195-203.
- Parascan D, Danciu M (2001).** Fiziologia plantelor lemnoase. Ed. "Pentru Viață", Brașov.
- Danciu M, & Parascan D (2002).** Botanica forestieră. Ed. II. Ed. "Pentru Viață", Brașov.
- Danciu M (2005).** Iuliu Morariu ca florist. *Lucr. Conferinței Naționale de Protecția a Mediului prin Biotehнологii și a 4-a Conferințe Naționale de Ecosonogeneză*, Brașov, 29-33.
- Danciu M, Indreica A, & Tóodor L (2005).** Contributions on knowledge of *Sesseli hippomarathrum* ecology and distribution. *Acta Horti Bot. Buc.* 32: 57-62.
- Ciocârlan V, Danciu M, Pop OG & Indreica A (2006).** New plant taxa and new location of some important plant species for Piatra Craiului NP. In Pop O, Hanganu H (ed): *Research in Piatra Craiului National Park (NP)*, 3: 86-90.
- Danciu M, Pop OG & Indreica A (2006).** The vegetation of two important habitats along the rivers of Piatra Craiului NP (alder corridors and *Myricaria germanica* scrub). In Pop O, Hanganu H (ed): *Research in Piatra Craiului National Park (NP)*, 3: 91-99.
- Danciu M, Indreica A, & Gog M (2006).** Alder forests from the scientific reservation "Mestecănișul de la Reci". *Lucrările sesiunii științifice "Pădurea și dezvoltarea durabilă"*, Univ. Trans. Brașov, 2005, 205-210.
- Danciu M, & Indreica A (2007).** Vegetation aspects from the scientific reservation "Mestecănișul de la Reci". *Lucrările sesiunii științifice bienale "Pădurea și Dezvoltarea Durabilă"*, Univ. Trans. Brașov, 27-28 octombrie 2006, 245-252.
- Danciu M, Gurean D, & Indreica A (2007).** Plante vasculare periclitare, vulnerabile și rare din pădurile României. Ed. Silvica, 258 p.
- Danciu M, Pop OG & Indreica A (2006).** The vegetation of two important habitats along the rivers of Piatra Craiului National Park (alder corridors and *Myricaria germanica* scrub). In Pop O, Hanganu H (ed): *Research in Piatra Craiului National Park*, 3: 91-99.
- Danciu M, Ciocârlan V, Pop OG, Vezeanu C, & Indreica A (2008).** Flora si habitatele de la Șinca Nouă. Ed. Universității Transilvania, Brașov.
- Danciu M, Pop O (2008).** Flora cormofită. In: Pop O (ed): *Monografia rezervației Muntele Tâmpa*. Ed. Universității Transilvania, Brașov, 32-52.
- Băcăințan N, Danciu M, Zăgreanu G, Petreanu A, & Indreica A (2008).** Conditions eco-pédologiques de l'espèce *Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell. dans un biotope de la dépression de Brașov. *Factori și procese pedogenetice din zona temperată*, 7, 75-82.
- Danciu M, Indreica A, & Băcăințan N (2009).** *Cnidium dubium* (Schkuhr) Thell.: distribution in Romania, ecology and phytosociology. *Contribuții Botanice, Grădina Botanică "Alexandru Borza" Cluj-Napoca*, XLIV: 21-29.
- Gurean D, Danciu M, & Parascan D (2009).** Botanica: morfologia și sistematica plantelor: Curs pentru Învățământ la Distanță: Anul I-Semestrul 2, 2009-2010. Reprografia Universității Transilvania din Brașov.
- Danciu M, Gurean DM, Parascan D, & Indreica A (2009).** The sites of conservative interest from Prejmer: past, present and future. *Lucrările sesiunii științifice bienale "Pădurea și Dezvoltarea Durabilă"* Univ. Trans. Brașov, 17-18 octombrie 2008, 265-274.
- Chira D, Stănescu D, Danciu M, Patriche N, Ruicănescu A (2011).** Biodiversitatea ariilor protejate din zona Socol-Moldova Nouă. Ed. Silvică, 172 p.
- Danciu M, Lazăr G, Mantale C, Frățilă E, Cântar I, Chira F, & Chira D (2017).** Habitatele și flora ariilor protejate din zona Socol-Moldova Nouă. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*, 22(40): 46-70.
- Lazăr G, & Danciu M (2017).** Observations on leaf decurrency and stem winging in *Saussurea alpina* (L.) DC. subsp. *macrophylla* (Sauter) Nyman populations from the Făgăraș Mountains. *Contribuții Botanice*, LII: 141-147.
- Marușca T, Danciu M, & Gurean DM (2021).** Contributions to the evaluation of grassland from South Baraolt Mountains in terms of productivity. *Annals of the Academy of Romanian Scientists, Series on Agriculture, Silviculture and Veterinary Medicine Sciences*, 10(1), 79-87.
- Asociații vegetale identificate:**
- Luzulo-Fagetum carpaticum* Morariu Ularu, Danciu, & Lungescu 1968
- Festuco drymejae-Fagetum* (Morariu, Ularu, Danciu, & Lungescu 1968) Danciu 1974
- Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* Morariu, Ularu, Danciu et Lungescu 1970
- Genisto tinctoriae-Quercetum petraeae* Klika 1932 subass. *luzuletosum* Danciu 1962; subass. *caricetosum pillosae* Danciu 1972; subass. *poëtosum nemoralis* Danciu 1972, 1974
- Salicetum albae* Issler 1924 subass. *amorphaetosum fruticosae* Morariu et Danciu 1970
- Thymo comosi-Caricetum humilis* (Zólyomi 1931) Morariu et Danciu 1974
- Cotoneastero integerrimi-Rhamnetum tinctorii* Danciu 1979



Tufărișuri de smirdar – Rhododendron sp. (foto Gabriel Lazăr)



Popas în munca de amenajare a pădurilor (foto Gabriel Lazăr)



Făgeto-cărpinet pe Dealul Lempes (foto Mihnea Ciocîrlan)