

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Silvicultură şi Exploatare Forestiere

Ing. Valentin Cristian CRISTEA

**IDENTIFICAREA ŞI CARACTERIZAREA
DENDROMETRICĂ ŞI AUXOLOGICĂ A PĂDURILOR
CU STRUCTURĂ NATURALĂ ŞI SEMINATURALĂ DIN
MASIVUL PENTELEU**

**DENDROMETRICS AND AUXOLOGICAL
IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF
FORESTS WITH NATURAL AND SEMI – NATURAL
STRUCTURE FROM PENTELEU MASSIF**

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător ştiinţific

CS I dr.ing. Nicolae Ovidiu BADEA

Membru corespondent al Academiei Române

BRAŞOV, 2019

D-lui (D-nei)

COMPONENȚA
Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universității Transilvania din Brașov
Nr. 10310 din 25.10.2019

PREȘEDINTE:

Prof.dr.ing. Alexandru Lucian CURTU

Universitatea Transilvania din Brașov

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

CS I.dr.ing. Nicolae Ovidiu BADEA

Universitatea Transilvania din Brașov

REFERENȚI:

Prof.dr.ing. Iosif VOROVENCII

Universitatea Transilvania din Brașov

CS I.dr.ing. Ioan SECELEANU

Academia de Științe Agricole și Silvicultură

"Gheorghe Ionescu Șişești"

CS I.dr.ing. Radu VLAD

Institutul Național de Cercetare

Dezvoltare în Silvicultură "Marin Drăcea"

Data, ora și locul susținerii publice a tezei de doctorat: 13.12.2019, ora 10, sala
S12

Eventualele aprecieri sau observații asupra conținutului lucrării vor fi transmise
electronic, în timp util, pe adresa cristeavalentin1987@gmail.com

Totodată, vă invităm să luați parte la ședința publică de susținere a tezei de
doctorat.

Vă mulțumim.

CUPRINS

	Pg. teza	Pg. rezumat
LISTA DE ABREVIERI	8	6
CUVÂNT ÎNAINTE	9	7
INTRODUCERE	10	8
1. SCOPUL CERCETĂRIILOR. OBIECTIVE URMĂRITE	11	10
2. STADIUL CUNOȘTIINȚELOR	13	11
2.1 Stadiul cunoștințelor pe plan internațional	13	11
2.2 Stadiul cunoștințelor pe plan național	14	12
3. METODOLOGIA DE CERCETARE	16	14
3.1 Localizarea cercetărilor	16	14
3.2 Metodologia de cercetare	24	15
4. REZULTATE	34	24
4.1 Analiza structurii arboretelor virgine și cvasivirgine din Masivul Penteleu	34	24
4.1.1 Distribuția arborilor în raport cu diametrul	34	24
4.1.1.1 Distribuții experimentale	34	24
4.1.1.2 Ajustarea distribuțiilor experimentale utilizând funcții teoretice cunoscute	35	25
4.1.1.3 Distribuția arborilor în raport cu diametrul și poziția cenotică	38	27
4.1.2 Distribuția arborilor în raport cu înălțimea	38	28
4.1.2.1 Distribuții experimentale	39	28
4.1.2.2 Ajustarea distribuțiilor experimentale ale numărului de arbori în raport cu înălțimea arborilor	39	28
4.1.3 Relația diametru - înălțime	42	30
4.1.3.1 Curba înălțimilor	42	30
4.1.3.2 Variația înălțimii în raport cu diametrul arborilor	47	31
4.1.4 Volumul arborilor	53	32
4.1.4.1 Volumul arborilor din cadrul suprafețelor de cercetare permanente	53	32
4.1.4.2 Distribuția arborilor în raport cu volumul acestora	61	33
4.1.4.3 Curba volumelor. Relația volum - diametru	65	34

4.1.5 Analiza biodiversităţii structurale – curba Lorenz, indicii Camino şi Gini	70	35
4.1.6 Lemnul mort	71	36
4.1.6.1 Volumul lemnului mort în raport cu speciile	74	36
4.1.6.2 Distribuţia volumului de lemn mort în raport cu categoriile acestuia	75	37
4.2 Analiza auxologică a arboretelor cercetate situate în Masivul Penteleu	77	39
4.2.1 Variaţia creşterii radiale în funcţie de diametrul de bază	77	39
4.2.2 Creşterea în volum	79	40
4.2.3 Distribuţia creşterii în volum în raport cu diametrul arborilor	80	40
4.3 Faze de dezvoltare	84	41
4.3.1 Analiza fazelor de dezvoltare identificate în cadrul suprafeţelor de cercetare permanente	84	41
4.3.2 Distribuţia arborilor în raport cu diametrul de bază şi faza de dezvoltare	86	44
4.4 Distribuţia pădurilor virgine/cvasivirgine în Masivul Penteleu	87	45
5. CONCLUZII	103	51
6. CONTRIBUŢII ORIGINALE	107	55
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	109	56
REZUMAT	143	63
CURRICULUM VITAE	144	64

TABLE OF CONTENTS

	Pg. teza	Pg. rezumat
ABBREVIATION LIST	8	6
FOREWARDS	9	7
INTRODUCTION	10	8
1. RESEARCH AIM. OBJECTIVES PURSUED	11	10
2. STATE OF THE ART	13	11
2.1 State of the art at international level	13	11
2.2 State of the art at national level	14	12
3. RESEARCH METHODOLOGY	16	14
3.1 Research location	16	14
3.2 Research methodology	24	15
4. RESULTS	34	24
4.1 Analysis of virgin and quasi – virgin stands structure from Penteleu Massif	34	24
4.1.1 Trees distribution in relation to DBH	34	24
4.1.1.1 Experimental distributions	34	24
4.1.1.2 Fitting experimental DBH distributions using known theoretical functions	35	25
4.1.1.3 Trees distribution in relation to DBH and cenotic position	38	27
4.1.2 Trees distribution in relation to height	38	28
4.1.2.1 Experimental distributions	39	28
4.1.2.2 Fitting experimental distributions of trees number in relation to height	39	28
4.1.3 The DBH – height relationship	42	30
4.1.3.1 Height distribution curve	42	30
4.1.3.2 Height variation in relation to DBH	47	31
4.1.4 Volume trees	53	32
4.1.4.1 Volume trees from permanent research plots	53	32
4.1.4.2 Trees experimental distributions in relation to their volume	61	33
4.1.4.3 Volume curve. The volume – diameter relationship	65	34
4.1.5 Structural biodiversity analyze – Lorenz curve, Camino and Gini index	70	35
4.1.6 Dead wood	71	36



4.1.6.1 Dead wood volume in relation to species	74	36
4.1.6.2 Dead wood volume in relation to its categories	75	37
4.2 Auxologic analysis of the studied forest stands located in Penteleu Massif	77	39
4.2.1 Radial growth variation according to DBH	77	39
4.2.2 Volume growth	79	40
4.2.3 Volume growth distribution according to DBH	80	40
4.3 Development stages	84	41
4.3.1 Analyze of development stages identified in the permanent research plots	84	41
4.3.2 Trees distribution in relation to DBH and development stage	86	44
4.4 Virgin/quasi – virgin forests distribution in Penteleu Massif	87	45
5. CONCLUSIONS	103	51
6. ORIGINAL CONTRIBUTIONS	107	55
SELECTIVE REFERENCES	109	56
ABSTRACT	143	63
CURRICULUM VITAE	144	64

LISTA DE ABREVIERI

ABBREVIATION LIST

DBH – diametru de bază

GEF – grad de exercitare al funcţiilor ecoprotective

OS – ocolul silvic

SCP – suprafaţă de cercetare permanentă

TP – tip de pădure

ua – unitate amenajistică

UP – unitate de producţie

CUVÂNT ÎNAINTE

*„Pădurile sunt înaintea de toate liniştea pământului,
scutul agriculturii şi garanţia bunei întocmiri a vremii şi
ca atare, unul dintre temeiurile existenţei poporului”*

Marin Drăcea

Având în vedere importanţa lor în contextul actual al schimbărilor climatice, pădurile cu structură naturală şi seminaturală reprezintă la nivel naţional, european şi mondial, tezaure de valori ştiinţifice cu mari capacităţi ecoprotective. Pentru ţara noastră este un real avantaj faptul că încă deţine suprafeţe considerabile ocupate cu păduri virgine şi cvasivirgine, argument care a întărit ideea de a demara astfel de cercetări în cadrul prezentei teze de doctorat în urma cărora s-au obţinut rezultate preţioase menite să dezvolte cunoştinţele ştiinţifice referitoare la modul de organizare şi funcţionare a acestor tipuri de ecosisteme.

Prezenta teză de doctorat a fost elaborată sub îndrumarea ştiinţifică a domnului CS I dr. ing. Ovidiu BADEA, membru corespondent al Academiei Române, ocazie cu care aduc profunde mulţumiri pentru acceptarea ca doctorand, pentru sprijinul neconţinut acordat cu deplină generozitate şi indicaţiile valoroase oferite pe întreaga perioadă a cercetărilor de elaborare a acestei lucrări. De asemenea exprim sentimente de graţitudine domnilor CS I dr. ing. Ioan SECELEANU, membru titular al Academiei de Ştiinţe Agricole şi Silvicultură „Gheorghe Ionescu Şişeşti”, Prof. Univ. dr. ing. Iosif VOROVENCII şi CS I dr. ing. Radu VLAD pentru opiniile şi sugestiile valoroase, acordate ca membri în Comisia de îndrumare. De asemenea, transmit mulţumirile mele domnului Prof. Univ. Dr. ing. Alexandru Lucian CURTU, Preşedintele Comisiei - Decan al Facultăţii de Silvicultură şi Exploatare Forestiere din Braşov.

Sincere mulţumiri adresez domnilor Şef Lucrări dr. ing. Gheorghe TUDORAN, Conf. dr. ing. Mihai Daniel NIŢĂ şi CS II dr. ing. Corneliu IACOB pentru susţinere în perioada de cercetare şi pentru sfaturile ştiinţifice de mare însemnătate acordate. Un sprijin valoros la culegerea datelor din teren am primit din partea personalului silvic din cadrul ocoalelor silvice Penteleu, Gura Teghii şi Comandău, şi ţin să mulţumesc aici în mod deosebit domnilor şefi de ocoale ing. Mircea LABEŞ, ing. Lucian CRISTEA, ing. Mihai CIOCÎRLAN precum şi domnului dr. ing. Costel DOLOCAN din cadrul Academiei Române. Aduc respectuoase mulţumiri pentru sfaturile preţioase acordate în perioada de prelucrare a datelor culese din teren, colectivului din cadrul Institutului Naţional de Cercetare – Dezvoltare în Silvicultură format din dr. ing. Şerban CHIVULESCU, dr. ing. Ştefan LECA, dr. ing. Bogdan APOSTOL, dr. ing. Ecaterina Nicoleta APOSTOL, ing. Cristian ANGHELUŞ, ing. Gabriel NEDEA şi ing. Albert CICEU. Nu în ultimul rând mulţumesc familiei, care m-a încurajat, sprijinit şi înţeles în perioada elaborării tezei de doctorat.

Braşov, 2019

Autorul

INTRODUCERE

INTRODUCTION

Noţiunea de <<pădure virgină>> a rezultat din necesitatea de a înţelege şi cunoaşte mai bine structura şi procesele ce au loc în pădurile neinfluenţate de factorul antropic, cu scopul de a concepe în plus, baze teoretice care se pot aplica în stabilirea măsurilor de gospodărire a pădurilor (Doniţa, 2001). Pădurea virgină reprezintă pădurea care a luat naştere sub acţiunea factorilor naturali, în cadrul căreia procesele biologice au loc fără nici o influenţă antropică. Pădurile virgine cu un grad ridicat de naturalitate, reprezintă un inestimabil „izvor” de informaţii ştiinţifice privind elementele structurale şi funcţionarea ecosistemelor forestiere (Turcu, 2012). Din punct de vedere organizatoric şi funcţional, pădurile virgine şi cvasivirgine au capacitatea de a evolua spre stadiul de climax care le asigură maximă stabilitate şi eficacitate polifuncţională. S-a demonstrat că structura pădurii virgine sau cvasivirgine variază în timp şi în spaţiul ocupat de aceasta, ca rezultat al diferenţierii pe parcurs a unei mari varietăţi tipologice a habitatelor naturale. Pădurea virgină şi cea cvasivirgină reprezintă în prezent şi incontestabil în viitor, valoroase laboratoare naturale de cercetare in situ în vederea cunoaşterii, cât mai amănunţit, a aspectelor lor structurale, a modului deosebit de funcţionare de la un ecosistem la altul şi în diverse faze de dezvoltare. Aceste laboratoare naturale de cercetare in situ pot sta la baza elaborării unor modele structurale specifice gospodăririi durabile a pădurii cultivate (Florescu *et al*, 2002). Neglijând nenumăratele particularităţi ecologice, social – culturale pe care le deţin aceste păduri, acţiunile antropice imprudente produse în trecut au condus la reducerea drastică a biodiversităţii, stabilităţii şi diminuarea suprafeţelor ocupate cu ecosisteme forestiere naturale ecologic (Giurgiu, 2001). Faţă de arboretele gospodărite, arboretele virgine şi cvasivirgine prezintă caracteristici specifice, datorită structurii şi bioproceselor naturale, precum existenţa arborilor de vârste înaintate şi dimensiuni mari, stagnarea pe o perioadă îndelungată a creşterii arborilor aflaţi sub masiv la speciile cu temperament de umbră, prezenţa unei cantităţi considerabile de lemn mort, în diferite stadii de descompunere şi a unei texturi neuniforme ce reiese din diversele stadii şi faze de dezvoltare în care se află arboretele respective (Wirth *et. al*, 2009). Cândva, pe teritoriul actual al României pădurile virgine erau prezente: pe o suprafaţă aproximativă de 19 milioane ha acum 2000 de ani î. Hr., (Giurgiu, 2013), pe o suprafaţă de maxim 3 milioane ha la începutul secolului al XIX – lea şi 2 milioane ha la sfârşitul lui, pe o suprafaţă în jur de 800 mii ha la începutul erei comuniste şi aproximativ 400 mii ha la sfârşitul perioadei respective şi pe o suprafaţă de circa 218 mii ha la începutul mileniului al III- lea, exceptând suprafeţele mai mici de 50 ha (Biris, Veen, 2005). Principalii factori care au condus la dispariţia sau destructurarea pădurilor virgine/cvasivirgine sunt: defrişările masive practicate de-a lungul timpului pentru dezvoltarea sistemului agricol, adoptarea unor prevederi amenajistice necorespunzătoare, exploatările forestiere excesive de 3 – 5 ori mai mari decât posibilitatea adoptată efectuate în pădurile seculare în primele decenii ale perioadei de după cel de-al doilea război mondial, aplicarea în trecut şi chiar şi în prezent a unor tratamente silvice extensive cu perioadă scurtă de regenerare, adoptarea în trecut a unui cadru legislativ ce a permis gospodărirea defectuoasă acestor tipuri de arborete (Giurgiu, 2012). Studiarea acestor tipuri de arborete este de o mare însemnătate deoarece sunt considerate o importantă sursă de informaţii ştiinţifice care pot fi utilizate în managementul pădurilor cultivate (Chivulescu *et. al*, 2014, Cristea *et. al*, 2019).

În ciuda faptului că în urma practicării exploatărilor forestiere excesive suprafața ocupată de păduri virgine s-a micșorat considerabil, țara noastră deține circa două treimi din totalul pădurilor virgine/cvasivirgine ale Europei – excepție făcând Rusia (Reininger, 1997, Giurgiu, 2013). Conservarea și ocrotirea acestor păduri excepționale s-a realizat în România cu deosebite și nenumărate stăruințe ale cercetătorilor silvicultori români (Alexandru Borza, Petre Antonescu, Emil Pop și I. Popescu Zeletin) care, prin măsurile propuse și aplicate au scăzut considerabil ritmul destrucției și desființării pădurilor virgine/cvasivirgine ale țării (Chivulescu, 2017, Giurgiu, 2012).

CAPITOLUL 1

SCOPUL CERCETĂRIILOR. OBIECTIVE URMĂRITE

RESEARCH AIM. OBJECTIVES PURSUED

Cercetările desfășurate cu ocazia elaborării tezei de doctorat ocupă un rol deosebit de însemnat în tematica actuală și cea viitoare privind managementul integrat al mediului prin armonizarea capitalului natural cu sistemul socio-economic în general, conservarea biodiversității și gestionarea durabilă a pădurilor, în special.

Scopul cercetărilor efectuate constă în acumularea de cunoștințe noi privind modul de organizare și funcționare a pădurilor cu structură naturală și seminaturală din Carpații românești, cu referire specială la Masivul Penteleu, în vederea protejării și conservării lor potrivit politicilor și strategiilor specifice realizării acestor deziderate.

Obiectivul principal al cercetărilor îl constituie analiza structurală și auxologică a noi suprafețe de pădure cu structură naturală și seminaturală în vederea identificării și dezvoltării, prin fundamente științifice, a bazei de date referitoare la acest inestimabil patrimoniu la nivel național și european.

Obiectivele specifice ale cercetărilor se referă în principal la :

- Analiza structurii unor noi arborete naturale și seminaturale din Masivul Penteleu;
- Analiza creșterii acestor noi arborete naturale și seminaturale din Masivul Penteleu și evidențierea particularităților auxologice ale acestora;
- Identificarea și cartarea pădurilor cu structură naturală și seminaturală din Masivul Penteleu;

CAPITOLUL 2

STADIUL CUNOȘTIINȚELOR

STATE OF THE ART

2.1. Stadiul cunoștințelor pe plan internațional

State of the art at international level

În Europa, interes față de arboretele naturale a început să apară cu ocazia publicării tratatului de silvicultură al lui K. Gayser în care acesta recomanda respectarea legițăților naturale în formarea și îngrijirea pădurilor (Gayser, 1878). Lucrări elaborioase efectuate în pădurile din centrul și sud-estul Europei au fost publicate în primele decenii ale sec. al XX-lea - Frolich, 1925, 1932, 1940, 1954, Rubner, 1934, A. Rădulescu, 1937 și alții. În lucrarea sa «Wälder Europas», H. Mayer (1984) prezintă caracteristicile structurale ale unui efectiv vast de păduri virgine sau cvasivirgine, studiate de-a lungul timpului. Într-o lucrare publicată mai recent de Ibero (1994), pădurile virgine din Europa de vest (incluse și cele din Grecia și Turcia) sunt considerate arborete naturale ce se întind pe o suprafață cu o mărime suficientă pentru a se menține caracterul natural al pădurii, structura lor fiind determinată exclusiv de factorii de mediu, fără influențe antropice prezente sau mai vechi vizibile. În aceeași lucrare se face distincția față de așa numitele păduri seculare («old growth forests»), păduri suficient de înaintate în vârstă pentru a deține diversitatea naturală de specii, arbori care au ajuns la limita fiziologică punând în evidență caracterul lor natural (arbori morți în diverse stadii de descompunere, pătură erbacee și faună indicatoare de sănătate și maturitate a ecosistemului) (Donița, 2001). În perioada 1995-1999 s-au realizat cercetări în cadrul arboretelor seculare situate în zona boreală din Peninsula Scandinavă și în nordul european al Rusiei, în urma cărora s-a pus în evidență pericolul dispariției lor datorită exploatărilor forestiere excesive (Aksenov *et. al*, 1999). Alte studii referitoare la așa numitele „old-growth forests” (păduri seculare) s-au efectuat în păduri precum Pečka din Slovenia și în rezervația forestieră Perućica de pe teritoriul țării Bosnia – Herțegovina, în urma cărora s-a ajuns la concluzia că aceste păduri la nivel de biodiversitate și structură sunt net superioare față de pădurile echiene (Pintarić, 1999). În anul 2000 a fost instalată o rețea de suprafețe de cercetare pe o întindere de 10 ha în rezervația Uholka-Shyrokyi Luh (suprafața totală a rezervației este de 15974 ha din care circa 9000 ha sunt considerate păduri virgine de fag) localizată în regiunea transcarpatică din Ucraina (Commarmot, 2005). În regiunea transcarpatică de pe teritoriul Ucrainei mai întâlnim rezervații precum: Chornohora (zonă protejată - 2477 ha, zonă tampon - 12925 ha), Kuziy - Trybushany (zonă protejată - 1370 ha, zonă tampon - 3163 ha), Maramarosh (zonă protejată - 2244 ha, zonă tampon - 6230 ha), Stuzhytsia - Uzhok (zonă protejată - 2532 ha, zonă tampon - 3615 ha), Svydovets (zonă protejată - 3031 ha, zonă tampon - 5640 ha). În Munții Carpați de pe teritoriul Slovaciei s-au înființat rezervațiile: Havešová (zonă protejată - 171 ha, zonă tampon - 64 ha), Rook (zonă protejată - 67 ha, zonă tampon - 41 ha), Stuica - Bukovské Vrchy (zonă protejată - 2950 ha, zonă tampon - 11300 ha), Vihorlat (zonă protejată - 2578 ha, zonă tampon - 2413 ha). Naturalitatea și unicitatea, nivelul ridicat de biodiversitate din aceste tipuri de păduri au atras atenția politicienilor și a condus la schimbarea cadrului legislativ pentru o mai bună protejare a lor (Parviainen *et.al*, 1994). În Croația, legi adoptate în vederea protejării și conservării arboretelor naturale datează încă din secolul al XVIII – lea (Matić, 1999).

Printre primele rezervații de păduri naturale se enumeră pădurea Fontainebleau din Franța datată din anul 1853 (Koop și Hilgen, 1987), pădurea Zofinsky din fosta Cehoslovacie (1838). Faimosul Parc Național Bialowieza din Polonia a fost înființat în anul 1921 având o întindere de 4747 ha. Bialowieza este de asemenea ultimul habitat natural pentru bizonul sălbatic în Europa. Păduri virgine cum ar fi Scatlè în Elveția aflate sub protecție încă de la începutul secolului XX (1909) sunt localizate la altitudini mari în Munții Alpi. Un alt exemplu de pădure virgină care a fost studiată intens la jumătatea secolului XX poate fi pădurea Gran Bosco di Salbertrand din Italia. În anul 1847, în regiunea Boemia din cadrul Republicii Cehe a fost instalată în premieră prima suprafață de cercetare permanentă (Parviainen *et.al*, 1994). În perioada postbelică, Leibundgut a efectuat numeroase cercetări în arborete virgine (Leibundgut, 1959, 1978, 1982), promovând importanța acestor ecosisteme naturale la IUFRO. În anul 1971, IUFRO a înființat un grup de cercetare a pădurilor virgine și ținând cont de rezultatele remarcabile și de munca depusă de către Leibundgut, l-a numit pe acesta președinte al acestui grup științific (Parviainen *et.al*, 1994).

2.2. Stadiul cunoștințelor pe plan național

State of the art at national level

Interesul pentru cercetarea structurii pădurii virgine, precum și a proceselor desfășurate în interiorul ei, se manifestă în România începând cu sfârșitul secolului al XIX-lea (Donița, 2001). În anul 1881 profesorul de silvicultură P. Antonescu asimilează pădurile Letea și Caraorman situate în Delta Dunării cu un tip de „păduri de o reputație europeană”. Mai târziu, în anul 1911, același cercetător P. Antonescu efectuează o inventariere a pădurilor virgine din Ocolul Silvic Sinaia, în urma căreia întocmește amenajamentul silvic al acestor arborete, cuprinzând ca prevederi aplicarea tratamentului de codru grădinarit (Giurgiu, 2013). În anul 1906 s-a pus problema înființării Rezervației Codrul Secular Slătioara, pe o suprafață de aproximativ 670 ha. Tot printre primele cercetări cu referire la structura pădurilor virgine din România se enumeră cele realizate de către silvicultorul A. Rădulescu (1937), care, prin lucrarea sa de doctorat a adus contribuții la o cunoaștere mai detaliată a pădurilor virgine de fag. Cercetări referitoare la analiza biodiversității structurale au fost efectuate în făgetul secular Humosu, demonstrând că pentru arboretul studiat, valoarea indicelui Camino (H) a înregistrat valori sub 2 (Roibu, 2010), evidențiind astfel gradul mare de heterogenitate. Valorile indicelui Camino (mai mici de 1,75), indică o lipsă a omogenității structurale, valoarea 10 reprezintă o omogenitate mare (Barbu, 2001, Guiman, 2007). În ciuda faptului că păstrarea biodiversității naturale este deosebit de importantă, procentul mediu de lemn mort este de aproximativ 5% în pădurile gospodărite din Europa (Merce, 2009). Alți silvicultori care au analizat structura arboretelor virgine și au adus un imens aport la cunoașterea lor au fost: I. Popescu Zeletin (1956, 1964), N. Rucăreanu (1939), C. Costea (1962), V. Giurgiu (1978, 1984, 1988, 1999, 2012, 2013), R. Cenușă (încă din 1986) etc. De-a lungul anilor, numeroși cercetători au studiat și procesele auxologice ce au loc în cadrul arboretelor virgine sau cvasivirgine de pe teritoriul țării noastre. Studii efectuate în arboretele naturale de fag situate în podișul Sucevei, utilizând metoda suprafețelor de probă Prodan au pus în evidență superioritatea exemplarelor de arbori cu coroana în formă de steag, datorită creșterilor radiale mai mari decât cele înregistrate în cazul exemplarelor de arbori cu coroana în formă de mătură sau buchet. Identificarea acestui aspect este importantă, demonstrându-se astfel o legătură corelativă între un aspect fenotipic și unul auxologic (Roibu, 2010). În urma efectuării unor cercetări în cadrul

arboretelor pluriene din unitatea de producție Il Cucureasa, parte componentă a ocolului silvic Coşna s-a identificat o mare variabilitate a creşterilor radiale, mai ales pentru categoriile de diametre inferioare, maximul creşterii curente la molid înregistrându-se la categoria de diametre 50 cm iar la brad acesta deplasându-se spre categoria de 60 cm (Clinovschi, 2008). În urma studiului realizat în arboretele virgine de fag din Rezervația Naturală „Izvoarele Nerei” au fost reprezentate creşterile radiale în funcție de vârstele arborilor, caz efectuat pentru prima dată în cadrul făgetelor virgine (Turcu, 2012). Cercetări de o mare importanță referitoare la înțelegerea particularităților auxologice ale arboretelor naturale de fag cu răşinoase au fost efectuate și în Masivele Bucegi și Piatra Craiului (Iacob, 1999).

Stadiul cunoștințelor la nivelul pădurilor virgine/cvasivirgine din cadrul Munților Penteleu se prezintă astfel: în anul 2001 în urma colaborării strânse dintre silvicultorii români și silvicultorii valoni, s-a publicat lucrarea „ Pădurile Virgine din România” ce cuprinde descrierea câtorva păduri virgine reprezentative pentru țara noastră (Doniță *et al.*, 2001). Primele cercetari biometrice privind structura arboretelor din Munții Penteleu au fost efectuate de unul dintre fondatorii școlii românești de dendrometrie, I. Popescu Zeletin, care, încă din 1943 a inițiat și delimitat două rezervații științifice, dintre care doar una (Milea – Viforâta cu o suprafață de 64,60 ha la amenajarea din 1949, în prezent conform Amenajamentului 2012 crescând la 534,14 ha) mai există în prezent și este declarată rezervație științifică, la cea de-a doua (Tisa cu o suprafață de 61,09 ha la amenajarea din 1949) renunțându-se, datorită pagubelor înregistrate în urma producerii doborâturilor de vânt (Dolocan, 2013). Cercetările au continuat ulterior (1956, 1958) în arboretele virgine de brad, molid și fag (Giurgiu, 2013). Cu ocazia cercetărilor respective s-au identificat arbori de dimensiuni excepționale (exemplar de molid, unic pe plan european, identificat în pădurea Harțagu, cu diametrul de 2,40 m și înălțimea de 62 m înregistrând un volum de 82 m³). În județul Vrancea învecinat cu județul Buzău, a fost semnalat în pădurea Neculele un exemplar din specia brad cu înălțimea de 56 m și diametrul de 1,88 m (Bolea V. *et al.*, 2011). Rezultatele cercetărilor efectuate pe parcursul anilor menționați mai sus au fost publicate pe plan național cât și internațional, aducând acestor rezervații recunoaștere internațională. Studii realizate în anul 2001 prin intermediul proiectului PIN-MATRA au elaborat un set de criterii pentru selecția pădurilor virgine din Romania, recunoașterea importanței lor și conservarea acestora (cu ocazia demarării proiectului au fost identificate și introduse în Situl Natura 2000 aproximativ 830 ha de păduri virgine în Masivul Penteleu). Cercetări recente, privind structura, biodiversitatea, productivitatea și creșterea arboretelor din pădurea Viforâta din Masivul Penteleu au concluzionat că arboretul studiat prezintă caracteristicile unui arboret virgin, cu volume mari și cu o biodiversitate mare (Dolocan, 2013). Studii demarate în arboretele virgine și cvasivirgine din Masivul Penteleu au evidențiat, de asemenea, o stabilitate a creșterilor în zona categoriei de diametre d_{50} , legitate foarte importantă din punct de vedere auxologic, specifică tipului de arborete cercetate (Chivulescu *et al.*, 2016).

CAPITOLUL 3

METODOLOGIA DE CERCETARE

RESEARCH METHODOLOGY

3.1. Localizarea cercetărilor

Research location

Cercetările întreprinse s-au desfășurat în Masivul Penteleu și în patru suprafețe de cercetare permanente (SCP) (Penteleu Viforâta 1, Penteleu Viforâta 2, Penteleu 7 Izvoare și Penteleu Bălescu), cu mărimea de un ha, instalate în arborete selectate situate în zone reprezentative pentru pădurile virgine și cvasivirgine din cuprinsul acestuia, situate pe raza ocolului silvic Penteleu al Academiei Române (figura 1), acestea îndeplinind criteriile de selecție și identificare special prevăzute (Frelich, 2003, OM 3397/2012). În vederea identificării acestor suprafețe de cercetare permanente au fost studiate hărți amenajistice și amenajamentele silvice din zona în care se găsesc suprafețele alese.

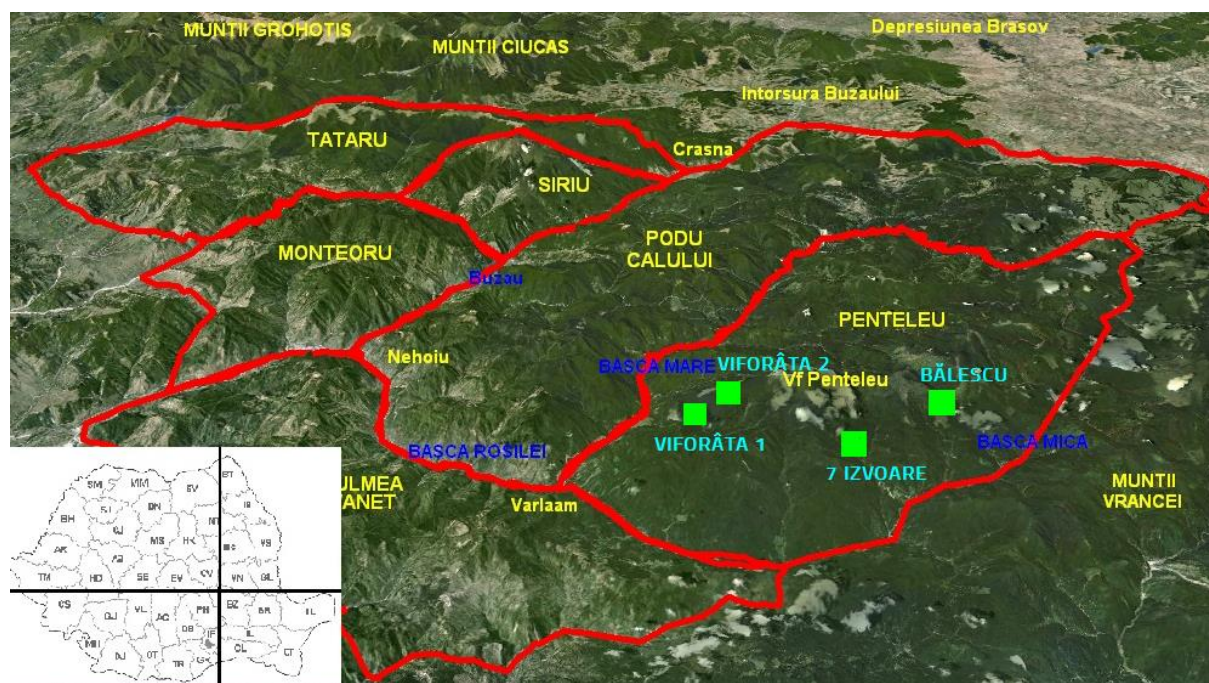


Fig.1. Localizarea suprafețelor de cercetare (Google Earth, www.fetch.ro)

Fig.1. Research plots location

Suprafețele de cercetare permanente (SCP) sunt amplasate în arborete excepționale din punct de vedere al biodiversității structurale și localizării lor, având caracteristici specifice pădurilor virgine/cvasivirgine (tabelul 1) cu particularități evidente față de pădurea gospodărită (cultivată).

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale arboretelor virgine/cvasivirgine cercetate
Main characteristics of the studied virgin/quasi - virgin stands

Suprafață de cercetare permanentă (SCP)	Ocolul Silvic	UP	Localizare		Localizare geografică	Compoziția	Volum/h a (m ³)	Clasa de producție relativă (CLP)
			ua	Lat.	Long.			
7 Izvoare	Penteleu	VII Bălescu Zănoaga	22A	45°36'23,226" N	26°26'57,58" E	2Fa 3Br 2Fa 1Mo 2Br	910,25	II
			23A			1Br 1Mo 3Br 3Mo 2Fa		II
			24A			2Fa 1Br 3Fa 2Br 2Mo		III
Viforâta 1	Penteleu	V Viforâta	47A	45°34'17,115" N	26°25'57,78" E	2Fa 4Br 1Mo 1Fa 1Br 1Br	1133,34	II
			48			3Br 2Fa 1Mo 1Br 1Fa 1Br 1Fa		II
Viforâta 2	Penteleu	V Viforâta	44B	45°34'34,973" N	26°25'48,133" E	2 Fa 3 Br 1 Br 1 Fa 1 Br 1 Fa 1 Fa	785,44	II
Bălescu	Penteleu	VII Bălescu Zănoaga	90A	45°38'42,333" N	26°25'36,917" E	1Mo 1Fa 8Mo	615,13	II
			91A			1Fa 2Mo 1Fa 6Mo		II
								II

Observații: datele din tabel provin din amenajamentul silvic OS Penteleu

3.2. Metodologia de cercetare

Research methodology

Amplasarea suprafețelor de cercetare (SCP) s-a realizat astfel încât acestea să fie reprezentative pentru arboretele virgine și cvasivirgine existente în regiunea de cercetare. La selectarea acestor tipuri de arborete s-a ținut cont de OM 3397/2012 privind stabilirea criteriilor și indicatorilor de identificare a pădurilor virgine și cvasivirgine în România (www.lege5.ro). În cadrul acestora s-au amplasat suprafețe cu mărimea de 1 ha, de formă pătrată (100x100 m), materializarea acestora în teren realizându-se prin borne confecționate din lemn și poziționate în cele 4 colțuri ale SCP cu ajutorul dispozitivului de poziționare de tip GPS (Global Positioning Instrument). În cadrul SCP s-au inventariat toți arborii având DBH mai mare de 8 cm. Procedura a constat în măsurarea diametrului arborilor, în amonte, măsurarea înălțimii arborilor, încadrarea lor pe categorii poziționale (etaj inferior, mijlociu sau superior) și pe clase de calitate. Pentru prelevarea datelor de teren, în SCP Penteleu Bălescu s-a utilizat echipamentul FieldMap (www.field-map.com) cu ajutorul căruia s-au obținut coordonatele geografice a fiecărui arbore pe picior (verde sau mort) precum și coordonatele lemnului

mort doborât la sol și s-au materializat suprafețele ocupate cu semințiș (Turcu, 2012). Aceste date împreună cu datele colectate în urma inventarierii efectuate în SCP Penteleu Bălescu s-au interpretat și s-au reprezentat grafic utilizându-se programul informatic ArcMap. De asemenea au fost luați în evidență arborii vătămați (cu vîrf rupt, scorburî sau putregai). Diametrele s-au măsurat cu panglica gradată în milimetri, iar înălțimile cu ajutorul hipsometrului cu ultrasunete (Vertex IV). Fiecare arbore inventariat a fost numerotat primind un număr de ordine, scris pe o plăcuță din plastic, în vederea identificării cu ușurință a acestora cu ocazia efectuării reinventarierilor ulterioare. În urma inventarierii arborilor din cadrul SCP - urilor s-au prelevat, folosind burghiul Pressler, carote de creștere radială, la înălțimea 1,30 m față de nivelul solului. Pentru a evita erorile generate de abaterea secțiunii transversale, probele de creștere au fost prelevate din direcția celor 4 puncte principale ale orizontului (N – E – S – V), de la un grup specific de arbori aflați pe picior (70-80 arbori), din fiecare specie și din majoritatea categoriilor de diametre. Carotele au fost extrase pentru a evidenția creșterile anuale pentru perioada specifică ultimilor 10 ani pînă la momentul inventarierii. Carotele de creștere radială după uscare în aer liber, au fost lipite pe suporturi de lemn, special realizați și ulterior șlefuite cu hârtie abrazivă cu granulație fină (150 – 600) pentru evidențierea clară a inelelor anuale și citirea cu ușurință a acestora. Măsurarea lățimii inelelor anuale s-a realizat prin metoda analizei de imagine cu ajutorul programelor informatice CooRecorder și CDendro. Pentru eliminarea unor perturbații datorate variațiilor climatice, la determinarea creșterii radiale s-a recurs la calculul creșterii medii pe o perioadă de 10 ani. Cunoșcând creșterile medii radiale pe 10 ani ale arborilor din care au fost prelevate probe s-au reprezentat grafic variațiile acestora în raport cu diametrul arborilor. Apelând la ecuația de regresie de gradul al II-lea, ce definește grafic curba creșterilor radiale în raport cu diametrul, specifică arboretelor pluriene, s-au obținut creșterile radiale aferente fiecărui arbore inventariat din SCP-uri și ulterior, creșterile în diametru pentru fiecare dintre aceștia. Pentru determinarea creșterii în volum s-a apelat la metoda procentelor creșterii propusă de V. Giurgiu (1965, 1967) (Giurgiu, 1979). Inițial s-a stabilit volumul fiecărui arbore din suprafețele de cercetare, aplicând metoda ecuației de regresie dublu logaritmice (Giurgiu, 2004), ce se bazează pe obținerea curbei înălțimilor în funcție de diametru. Volumul unui arbore (v) rezultă din ecuația dublu logaritmice de forma:

$$\log v = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log^2 d + a_3 \log h + a_4 \log^2 h \text{ (Giurgiu, 2004), unde}$$

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 reprezintă coeficienții de regresie specifici fiecărei specii

d – diametrul arborelui;

h – înălțimea arborelui obținută în urma aplicării ecuației de regresie a înălțimilor în funcție de diametru.

Pentru stabilirea creșterii în volum s-a apelat la metodologia ce presupune o singură inventariere și probe de creștere radială extrase de la arbori aflați pe picior (procedeul înălțimilor medii reduse). Aceasta constă în stabilirea creșterii actuale în volum pe categorii de diametre (lv) aplicând procentul creșterii în volum (p_{lv}), determinat în funcție de creșterile radiale, coeficientul creșterii în înălțime redusă (λ), lungimea perioadei luate în considerare ($n = 10$ ani, perioada 2006-2015) precum și volumul arborilor pe categorii de diametre (V) (Leahu, 1994, Badea, 2008). Creșterea în volum a fiecărei clase de diametre s-a obținut utilizând ecuația:

$$lv = 0,01 \times V \times p_{lv}; \text{ (Leahu, 1994)}$$

unde:

I_v reprezintă creşterea anuală în volum a categoriei de diametre;

V - volumul categoriei de diametre;

p_{iv} - procentul creşterii curente în volum.

Procentul creşterii curente în volum p_{iv} s-a obţinut aplicând relaţia:

$$p_{iv} = p_{ig} + p_{ihf} - 0,01 p_{ig} p_{ihf}; \text{ (Leahu, 1994)}$$

unde:

p_{iv} este procentul creşterii în volum;

p_{ig} este procentul creşterii suprafeţei de bază;

p_{ihf} este procentul creşterii înălţimii medii reduse;

Procentul creşterii suprafeţei de bază s-a determinat aplicând formula:

$$P_{ig} = (400 i_r / d) (1 - i_r / d); \text{ (Leahu, 1994)}$$

unde:

i_r – creşterea medie radială categoriei de diametre d ;

d – clasa de diametru.

Procentul creşterii în înălţimea medie redusă s-a determinat aplicând relaţia:

$$P_{ihf} = n * \lambda$$

unde:

n – numărul de ani corespunzători perioadei pentru care s-a calculat media creşterilor radiale;

λ – procentul anual al creşterii înălţimii reduse (se obţine din tabele de producţie, ținând cont de vârsta arboretelor studiate, clasa de producţie şi specia de arbori analizată) (Giurgiu, 1972).

Prelucrările statistice efectuate pentru analiza structurii şi creşterilor arboretelor virgine şi cvasivirgine cercetate, s-au realizat apelând la aplicaţii informatice specifice (EasyFit, IBM SPSS Statistics, Microsoft Excel etc.). Pentru compararea distribuţiilor teoretice cu cele experimentale s-au folosit funcţii statistice precum Beta, Frechet 3p, Gamma, Gamma 3p, Gamma 3p mixt, Weibull, Weibull 3p, Exponenţială, Log Logistic, Log Logistic 3p, Lognormal 3p, Levy 2p, Gen.Logistic, Gen.Gamma 4p şi Dagum 4p. Analiza semnificaţiei diferenţelor rezultate dintre distribuţiile experimentale şi distribuţiile teoretice a fost efectuată folosind testele statistice Kolmogorov – Smirnov (Stephens, 1979), Anderson – Darling (Anderson şi Darling, 1954) şi criteriul χ^2 . Testele de semnificaţie utilizate indică dacă o distribuţie de tip experimental se ajustează după o distribuţie de tip teoretic. În cazul arboretelor destructurate, pentru a stabili dacă o distribuţie experimentală aparţine unei populaţii distribuită după o funcţie teoretică cunoscută s-a apelat la raportul de probabilitate χ^2 (Leca, 2014). Prelucrarea statistică a datelor s-a efectuat utilizând pachetele de lucru fitdistrplus (Delignette-Muller *et al.*, 2014) şi mixdist (Macdonald şi Du, 2004) ale programului

informatic R Studio. Biodiversitatea arboretelor virgine reprezentând o componentă foarte importantă în polifuncționalitatea și ecostabilitatea pădurilor virgine (Giurgiu, 2013), evidențierea acesteia s-a considerat a fi extrem de utilă deoarece, în cuprinsul ecosistemului, între elementele componente se realizează o interacțiune, iar în lipsa unora dintre aceste elemente s-ar ajunge la destructurarea pădurii. În aceste condiții pădurea va fi mai predispusă la acțiunea factorilor dereglatori precum atacuri de insecte, furtuni, secete, schimbări climatice, etc. Astfel, pentru analiza omogenității structurale s-au folosit indicii Camino și Gini iar reprezentarea grafică s-a realizat cu ajutorul Curbei Lorenz (Roibu, 2010). Determinarea coeficientului Camino (Camino, 1976) s-a realizat cu ajutorul relației :

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} SN\%}{\sum_{i=1}^{n-1} SN\% - SG\%}$$

unde: H - coeficientul Camino;

SN% - numărul de arbori corespunzători categoriei i;

SG% - suprafața de bază cumulată până la categoria i;

n -categorii de diametre maximă la care SN% = 1.

Coeficientul Gini (Gini, 1912) reprezintă cel mai bun indicator al diversității arboretelor (cu fidelitate mare) în funcție de diametrul de bază. Valorile acestui coeficient sunt cuprinse între 0 (fără diversitate) și 1 (maximă diversitate). Prin intermediul curbei Lorenz se poate reda grafic gradul de heterogenitate și se poate obține coeficientul Gini (G), el fiind egal cu raportul dintre aria situată între curba Lorenz și diagonala egalității (A) și suma dintre suprafața de sub curba Lorenz (B) și aria dintre curba Lorenz și diagonala egalității (A) (figura 2).

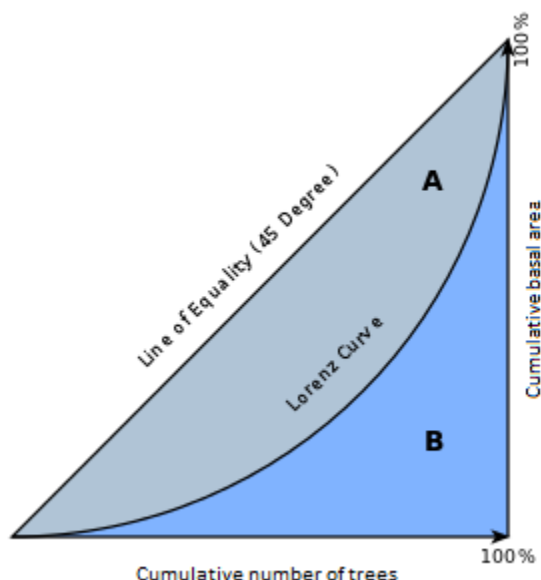


Fig. 2. Reprezentarea curbei Lorenz (www.wikipedia.org)

Fig. 2. Representation of the Lorenz curve

Lemnul mort (aflat pe picior sau doborât la pământ şi în diferite stadii de descompunere) prezintă o deosebită importanţă în menţinerea biodiversităţii în pădure. Prezenţa unei cantităţi însemnate de lemn mort în arborete este necesară în asigurarea unui echilibru între prădători şi paraziţii lor (Tomescu, 2011). Dacă cantitatea de lemn mort este mare şi stabilitatea arboretului respectiv este ridicată. Pentru lemnul mort s-a stabilit o procedură exactă privind recoltarea datelor de teren. S-au cules date referitoare la lemnul mort cu diametrul $\geq 8\text{cm}$ măsurat la înălţimea de 130 cm de la nivelul solului pentru arborii aflaţi în picioare şi diametrul $\geq 8\text{cm}$ la capătul subţire pentru arborii căzuţi la nivelul solului. Aceştia au fost numerotaţi, instalându-se o placuţă din material plastic cu numărul de ordine a piesei de lemn mort (în scopul efectuării unei eventuale reinventariere). Au mai fost culese informaţii referitoare la grupa de specii (răşinoase, foioase, diverse tari, etc.) precum şi stadiul de descompunere a lemnului mort (tabelul 2).

Tabelul 2

Categoriile lemnului mort în funcţie de stadiul de descompunere

Dead wood categories in relation to decomposition stage

Categoria de lemn mort	Descrierea	Notaţia
pe picior 1	arbore mort de curând, majoritatea ramurilor nevătămate sau cu început de ruptură, decojire sau cu coajă intactă, vârful nevătămat	S 1
pe picior 2	vârf rupt lipsind ramurile după el, lipsa coajei sau prezenţa ei în proporţii reduse	S 2
arbore căzut la pământ 1	lemn tare, cu coajă sau în proporţii mari prezentă	L 1
arbore căzut la pământ 2	lemn moale, lipseşte coaja	L 2

Alte date privind diametrul acestora au mai fost înregistrate astfel:

- pentru arborii morţi pe picior valorile diametrelor s-au cules de la înălţimea de 130 cm de la nivelul solului în amonte, cu panglica gradată în mm;
- la arborii căzuţi la pământ, diametrul s-a măsurat pe secţiuni de până la 2 m lungime, la jumătatea lungimii piesei utilizându-se clupa forestieră.

Înălţimea arborilor morţi pe picior s-a măsurat cu hipsometrul Vertex IV, iar la arborii căzuţi la sol s-a măsurat lungimea cu ajutorul panglicii gradate în cm. Un caz aparte privind metodologia de culegere a datelor de teren privind lemnul mort, a fost pentru cioatele mai înalte sau partea din arbori

situată la înălţimea de peste 2 m. Pentru stabilirea volumului s-a folosit metoda fotografiei (foto 1), măsurându-se diametrul la 1 m de la sol şi înălţimea cu hipsometrul Vertex IV. După culegerea acestor date, folosindu-se programe informatice specifice şi precise precum Autocad - Raster Design, s-au calculat diametrele din metru în metru (Chivulescu, 2017).



Foto 1. Procedeu de măsurare a lemnului mort pe picior (arbore cu vârful rupt).

Photo 1. Measurement procedure of standing dead wood (tree without top)

În SCP Penteleu Bălescu s-au cules în plus date referitoare la poziţia fiecărui arbore mort cu ajutorul echipamentului FieldMap. Pentru arborii morţi pe picior, volumul s-a obţinut utilizând ecuaţia de regresie de forma $\log v = a_0 + a_1 \log d + a_2 \log^2 d + a_3 \log h + a_4 \log^2 h$ (Giurgiu, 2004). Coeficienţii de regresie pentru fiecare specie au fost extraşi din volumul „Metode şi tabele dendrometrice” (Giurgiu, 2004). La arborii căzuţi la pământ şi cioatele în picioare volumul s-a determinat cu ajutorul formulei compuse a lui Huber pe secţiuni de 2 m:

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot 2 (d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2) \text{ (Giurgiu, 1979)}$$

Fazele de dezvoltare ale arboretului studiat din SCP Penteleu Bălescu au fost determinate şi delimitate apelându-se la o metodologie specifică (Chivulescu, 2017):

a) Faza de tineret – numeroşi arbori cu diametre inferioare, suprafaţa de bază creşte într-un ritm accentuat, volum redus, creşterile în diametru şi în înălţime înregistrează valori mari, etajele cenotice încep să se diferenţieze, vitalitate ridicată, mortalitate redusă, stabilitate foarte mare a arboretului, regenerare redusă în ochiuri;

b) Faza iniţială – densitate mare a arborilor cu diametre mici, suprafaţa de bază creşte într-un ritm mediu, volum redus, creşterile în diametru ating valori maxime, se formează două sau mai multe etaje cenotice, vitalitate ridicată, mortalitate ridicată în etajul cenotic inferior, structură relativ echienă, stabilitate foarte mare a arboretului prin formarea unui mozaic structural, lipsa regenerării;

c) Faza optimală - densitate mare a arborilor cu diametre mijlocii, suprafaţa de bază creşte într-un ritm redus, volum ridicat, se diminuează creşterile în diametru iar creşterile în volum sunt mari, existenţa unui singur etaj cenotic de tip superior, început de vitalitate slabă în plafonul superior iar în cel mijlociu şi inferior foarte slabă, structură relativ plurienă, stabilitate relativ ridicată a arboretului, regenerare redusă şi prezentă numai în porţiunile cu consistenţă scăzută;

d) Faza terminală – densitate scăzută a arborilor, predomină arborii cu diametre mari, suprafaţa de bază şi volumul ating valori maxime, procent minim de creştere în diametru iar creşterile în volum sunt mari, arboret unietajat cu prezenţa unor rare grupe de semînţiş, vitalitate scăzută, structură relativ plurienă, stabilitatea arboretului în regres datorită destructurării etajului cenotic superior, regenerare redusă;

e) Faza de dezagregare - densitate scăzută a arborilor, predomină arborii cu diametre mici şi mijlocii, suprafaţa de bază scade într-un ritm accentuat, volumul scade rapid datorită pierderilor mari de arbori din etajul superior, procent de creştere în diametru mare, procent de creştere redus în volum, destructurare totală a arboretului vechi, începutul apariţiei unui nou etaj inferior, vitalitate foarte scăzută la nivelul etajului superior, o uşoară redresare la nivelul regenerării, structură plurienă prin prezenţa exemplarelor la limita longevităţii fiziologice şi în acelaşi timp a regenerării, stabilitatea foarte scăzută a arboretului, se declanşează regenerarea;

f) Faza de regenerare - densitate redusă a arborilor, predomină arborii cu diametre mici, suprafaţa de bază relativ redusă, volum în regresie, acumulat în arbori subţiri şi mijlocii, procent de creştere în diametru foarte mare, procent de creştere foarte redus în volum, etajare clară generată de amestecul generaţiei vechi de arbori cu generaţia nouă în ochiuri şi grupe, vitalitate foarte scăzută la nivelul etajului superior, ridicată la nivelul etajului mijlociu şi inferior, mortalitate ridicată la nivelul etajului mijlociu şi inferior, structură plurienă prin prezenţa exemplarelor la limita longevităţii fiziologice şi în acelaşi timp a regenerării, stabilitatea foarte scăzută a arboretului, regenerare existentă pe staţiuni favorabile.

Având în vedere importanţa însemnată a pădurilor virgine/cvasivirgine pentru patrimoniul forestier naţional şi internaţional, odată cu cercetările întreprinse în aceste tipuri de arborete reprezentative, în care au fost instalate cele 4 suprafeţe de cercetare permanente studiul a fost extins pe întreaga suprafaţă a Masivului Penteleu procedându-se la identificarea arboretelor care corespund criteriilor de selecţie şi de identificare a pădurilor virgine/cvasivirgine potrivit OM 3397/2012. Pentru evaluarea indicatorilor de naturalitate au fost consultate descrierile parcelare precum şi evidenţa aplicării prevederilor amenajistice din trecut şi prezent. În aplicarea indicatorului referitor la lipsa intervenţiilor silviculturale şi a celorlalte activităţi umane, numărul cioatelor s-a raportat la suprafaţa efectiv parcursă cu lucrări. Pădurile care au îndeplinit criteriul de naturalitate (criteriul 1 din OM 3397/2012) au fost reconfigurate în trupuri de pădure dispuse compact, iar trupurile care nu au respectat condiţiile de structură şi mărime a suprafeţei (criteriul 2 din OM 3397/2012) au fost eliminate înainte de a trece la evaluarea acestora în teren. Analiza şi evaluarea în teren a constatat în parcurgerea integrală a trupurilor de pădure rămase în această fază cu verificarea în primul rând a ipotezei referitoare la lipsa intervenţiilor silviculturale, urmată de verificarea prezenţei arborilor cu vârste înaintate şi a lemnului mort în cantităţi însemnate, aflat în diferite stadii de descompunere. Hărţile amenajistice ale unităţilor de producţie VI Picioru Caprei, VII Patacu şi VIII Ciuleanoş care fac parte din

suprafaţa Masivului Penteleu şi sunt gestionate de către Ocolul Silvic Gura Teghii precum şi hărţile cu suprafeţele de păduri retrocedate în urma punerii în aplicare a legilor de fond funciar au fost disponibile doar în format tipărit. Ele au fost scanate şi prin intermediul softului ArcMap au fost georeferenţiate (alinierea acestora la sistemul de coordonate Stereo 70) şi transformate în hărţi digitale. Utilizând şi hărţile amenajistice ale unităţilor de producţie IV Bâsculiţa, V Viforâta şi VII Bălescu din cadrul Ocolului Silvic Privat Penteleu şi ale unităţilor de producţie VI Ghiurca şi VII Ciucioru din cadrul Ocolului Silvic Comandău, deja disponibile într-un format digital (de tip shapefile) la data efectuării cercetărilor, a fost posibilă elaborarea unei hărţi digitale la nivelul întregului Masiv Penteleu, realizându-se astfel, o cartare la zi a pădurilor virgine/cvasivirgine identificate cu ocazia studiilor întreprinse în cadrul tezei de doctorat. În vederea cuantificării şi stabilirii tipului de legătură (slabă, medie, puternică) între structura arboretelor cvasivirgine identificate în trupuri de pădure şi funcţia ecologică protectivă ce o exercită s-a utilizat un indicator denumit GEF (grad de exercitare al funcţiilor) (Barbu, 2004). Pentru determinarea indicatorului s-a apelat la diferite caracteristici structurale ale arboretelor cvasivirgine identificate. Fiecărei caracteristici structurale i s-a atribuit o pondere generală şi una specială (tabelul 3).

Tabelul 3

Determinarea valorică a indicatorului GEF

Caracteristică structurală	Pondere generală (P_{gi})	Pondere specială (P_{si})					
		0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1
Grad închidere coronament	4	>0,9	0,9	0,7-0,8	0,5-0,7	0,3-0,5	<0,3
Structura	5	Plurien	Relativ plurien	Relativ echien	Echien	-	-
Compoziţie	3	>2 specii	2 specii	1 specie	-	-	-
Înrădăcinare	3	Profund	Mijlociu	Superficial	-	-	-
Vârstă	2	> 80 ani	40-80 ani	10- 40 ani	Regenerare	-	-
Dinamica succesională	3	fără specii pioniere	-	30-70% specii pioniere	>70% specii pioniere	-	-
Grad de afectare umană (efecte pe % din S)	8	<10%	10-30%	30-50%	50-70%	-	>70%

Indicatorul GEF este obţinut prin însumarea produselor dintre ponderea generală şi ponderea specială specifică fiecărei caracteristici structurale.

$$GEF = \sum_{i=1}^7 P_{gi} * P_{si} \quad (\text{Barbu, 2004})$$

unde:

i – caracteristica structurală;

P_{gi} – ponderea generală corespunzătoare fiecărei caracteristici structurale;

P_{si} – ponderea specială corespunzătoare fiecărei caracteristici structurale;

Gradul de exercitare a funcţiilor ecoprotective este considerat nesatisfăcător dacă valoarea lui este mai mică de 15, satisfăcător între 15 - 20 şi optim între valorile 20 şi 25.

CAPITOLUL 4

REZULTATE

RESULTS

4.1. Analiza structurii arboretelor virgine şi cvasivirgine din Masivul Penteleu

Analysis of virgin and quasi – virgin stands structure from Penteleu Massif

4.1.1. Distribuţia arborilor în raport cu diametrul

Trees distribution in relation to DBH

Structural, arboretele naturale şi seminaturale (virgine şi cvasivirgine) diferă esenţial faţă de cele gospodărite, cu structura echienă şi relativ echienă. În cadrul acestor arborete variabilitatea diametrelor este foarte mare (Shutz, 2001, Boncina, 2011), acestea înregistrând valori de la cele mai mici posibile până la 100 cm şi peste (Giurgiu, 1979).

4.1.1.1. Distribuţii experimentale

Experimental distributions

Este cunoscut faptul că sub raportul structurii, arboretele pluriene şi relativ pluriene se deosebesc de cele echiene şi relativ echiene prin aglomerarea majorităţii arborilor în categoriile de diametre inferioare. Reprezentarea grafică a distribuţiei acestora în raport cu diametrul lor este de tipul exponenţial descrescător şi constituie frecvent un model specific structurilor naturale caracteristice din sud-estul Europei aplicabil şi în alte părţi ale lumii (Westphal *et al*, 2006). În puţine cazuri se poate observa abaterea de la acest model al distribuţiei experimentale a diametrelor în pădurile virgine, datorită creşterii arboretului. SCP Penteleu 7 Izvoare se află într-o zonă cu vânturi puternice şi condiţii extreme de climă şi vegetaţie care influenţează creşterea arboretelor respective (Tomescu, 2013). În acest caz se poate observa o concentrare mare de arbori în jurul unor anumite clase de diametre, fapt ce demonstrează existenţa unui tip de arboret nedefinit structural şi cu o distribuţie a numărului de arbori în raport cu diametrul, greu de ajustat cu una dintre funcţiile de frecvenţă cunoscute, apelându-se, spre exemplu, la funcţii mixte de tip Gamma (figura 3).

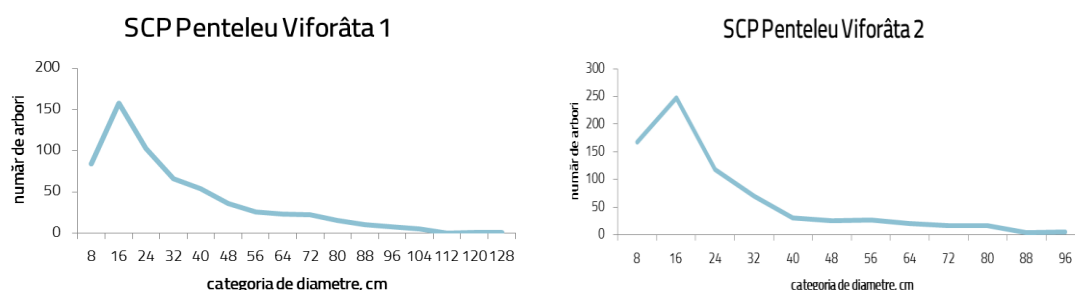


Fig. 3. Distribuţia arborilor în raport cu categoria de diametre

Fig. 3. Trees distribution in relation to DBH

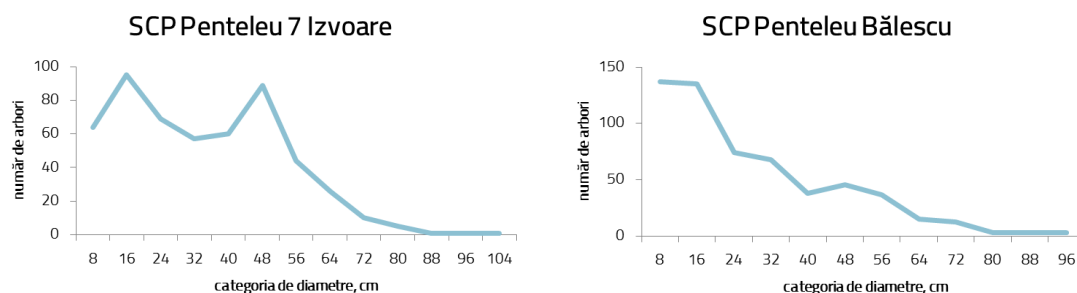


Fig. 3. Distribuția arborilor în raport cu categoria de diametre (continuare)

Fig. 3. Trees distribution in relation to DBH (continuation)

4.1.1.2. Ajustarea distribuțiilor experimentale utilizând funcții teoretice cunoscute

Fitting experimental DBH distribution using known theoretical functions

În urma cercetărilor efectuate asupra distribuțiilor experimentale ale numărului de arbori grupați pe clase de diametre, s-a realizat compararea acestora cu funcții teoretice precum Beta, Gamma, Gamma 3p, Gen. Logistic, Log Logistic 3p, Lognormal 3p, Weibull 3p, dar și în cazul SCP 7 Izvoare cu funcția mixtă de tip Gamma 3p (figura 4).

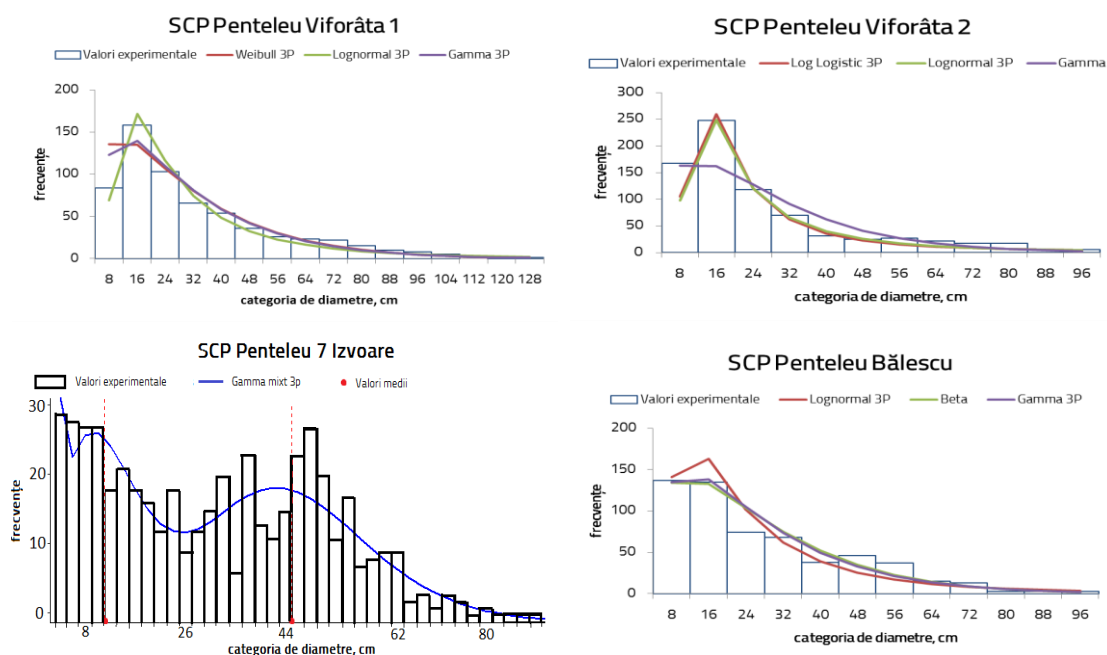


Fig. 4. Ajustarea distribuției experimentale folosind funcții teoretice de repartiție de tip Beta, Gamma, Gamma 3p, Gamma mixtă 3p, Gen. Logistic, Log Logistic 3p, Lognormal 3p precum și Weibull 3p

Fig. 4. Fitting experimental distributions using Beta, Gamma, Gamma 3p, Gamma mixtă 3p, Gen. Logistic, Log Logistic 3p, Lognormal 3p and Weibull 3p theoretical functions

Compararea distribuțiilor experimentale cu distribuțiile teoretice calculate prin aplicarea funcțiilor statistice de frecvență (tabelul 4) a fost realizată utilizând teste de conformitate χ^2 , Anderson – Darling (AD) și Kolmogorov – Smirnov (KS). În urma aplicării testului de conformitate Kolmogorov –

Smirnov (KS) arboretul din SCP Viforâta 1 urmează legea distribuției teoretice Lognormal 3p iar arboretul din SCP Viforâta 2 legea distribuțiilor teoretice Lognormal 3p și Log Logistic 3p. Testul de verificare Anderson – Darling (AD) a arătat că arboretul din SCP Viforâta 1 urmează legile distribuțiilor teoretice Lognormal 3p, Gamma 3p și Weibull 3p iar arboretul din SCP Viforâta 2 legea distribuțiilor teoretice Lognormal 3p și Log Logistic 3p. Având în vedere că, aplicând criteriul χ^2 , distribuția experimentală se deosebește de cea teoretică adoptată în vederea ajustării, putem afirma că acest lucru se datorează caracteristicilor fazelor de dezvoltare în care se află arboretele studiate, care nu în toate cazurile se supun unor legități reprezentate prin funcțiile teoretice cunoscute. Astfel, în cazul SCP 7 Izvoare, s-a constatat că distribuția teoretică rezultată în urma aplicării funcției mixte Gamma nu diferă semnificativ de cea experimentală ($p > 0,05$) (tabelul 5). Deci, se poate afirma faptul că funcția mixtă Gamma s-a dovedit o funcție corespunzătoare în ajustarea distribuțiilor experimentale (Leca, 2014). Excepție de la această regulă, de nesupunere unor legități reprezentate prin funcții teoretice cunoscute, întâlnim în cazul SCP Penteleu Viforâta 1, unde în urma aplicării criteriul χ^2 s-a dovedit faptul că arboretul urmează legea distribuției teoretice Lognormal 3p iar în cazul SCP Penteleu Viforâta 2 arboretul urmează legea distribuției teoretice Lognormal 3p și Log Logistic 3p (tabelul 4).

Tabelul 4

Principalii indicatori ai distribuțiilor teoretice
Main indicators of theoretical distributions

SCP	Distribuția	Kolmogorov Smirnov Test (KS)		Anderson Darling Test (AD)		Criteriul χ^2 (χ^2)	
		Valori exp.	Valori teoret.	Valori exp.	Valori teoret.	Valori exp.	Valori teoret.
Penteleu Viforâta 1	Lognormal 3p	0,05	0,054	2,05	2,50	13,21	16,92
	Gamma 3p	0,06	0,054	2,33	2,50	25,17	16,92
	Weibull 3p	0,06	0,054	2,47	2,50	25,76	16,92
Penteleu Viforâta 2	Log Logistic 3p	0,04	0,049	1,99	2,50	8,02	16,92
	Lognormal 3p	0,03	0,049	1,38	2,50	10,71	16,92
	Gamma	0,15	0,049	22,46	2,50	130,91	16,92
Penteleu Bălescu	Lognormal 3p	0,07	0,057	5,22	2,50	38,47	16,92
	Beta	0,09	0,057	5,74	2,50	48,39	16,92
	Gamma 3p	0,09	0,057	5,57	2,50	49,42	16,92

Aplicarea criteriului χ^2 pentru compararea distribuţiilor utilizând pentru ajustarea celei experimentale cu funcţia mixtă Gamma SCP Penteleu 7 Izvoare.

Applying the criterion χ^2 for comparing the distributions using to adjust the experimental one with the mixed function Gamma SCP Penteleu 7 Izvoare

SCP	Funcţia	f	χ^2	p
7 Izvoare	Gamma	42	48,567	0,2254

4.1.1.3. Distribuţia arborilor în raport cu diametrul şi poziţia cenotică

Trees distribution in relation to DBH and cenotic position

În urma analizei distribuţiei arborilor în raport cu diametrul pe straturi cenotice, curba de distribuţie prezintă o formă descrescătoare de la stratul inferior spre cel mijlociu şi superior, variabilitatea diametrelor crescând, de asemenea, în acelaşi sens. Astfel, în stratul superior se întâlnesc arbori situaţi într-un număr foarte mare de categorii de diametre, iar în raport cu faza de dezvoltare a arboretului, numărul maxim al acestora fiind mai mult sau mai puţin în jurul categoriei de 50 cm. Asimetriile accentuate ale distribuţiilor, manifestate în straturile inferior şi mijlociu se atenuază până la normalizare, în stratul superior (SCP 7 Izvoare) (figura 5).

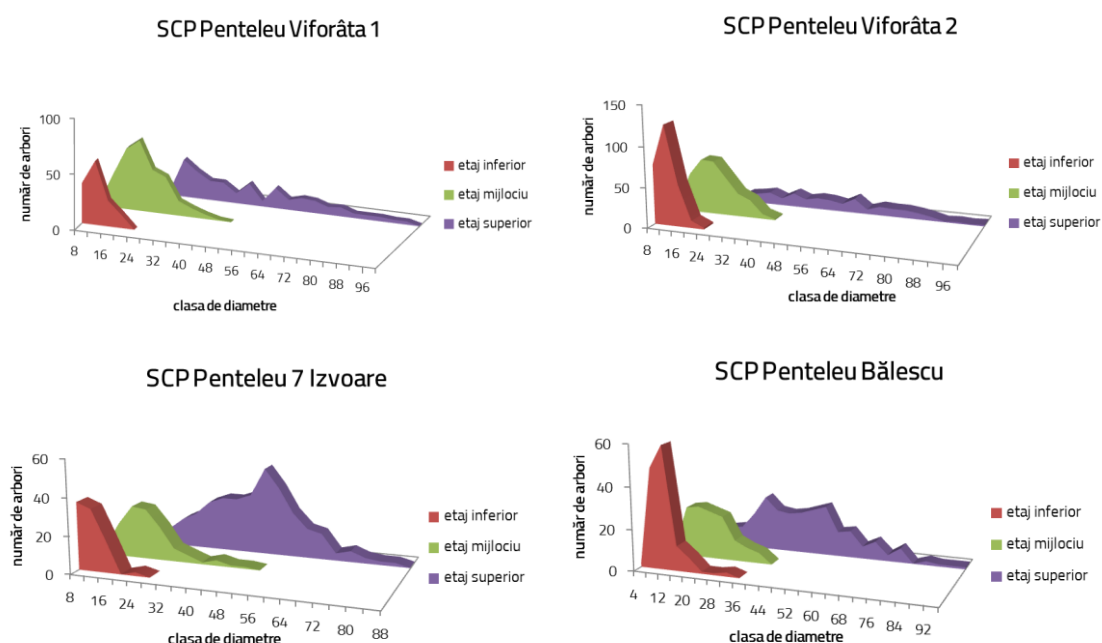


Fig.5. Distribuţia arborilor în raport cu diametrul şi poziţia cenotică

Fig. 5. Trees distribution in relation to DBH and cenotic position

4.1.2. Distribuţia arborilor în raport cu înălţimea

Trees distribution in relation to height

Analiza structurii arboretelor raportată la înălţimea arborilor este deosebit de importantă în studiul arboretelor virgine şi cvasivirgine deoarece oferă informaţii utile privind intensitatea competiţiei în plan vertical pentru lumină şi spaţiu a arborilor componenţi, aspecte esenţiale în cunoaşterea diversităţii funcţionale, stabilităţii şi organizării extrem de complexe a acestor ecosisteme primare.

4.1.2.1. Distribuţii experimentale

Experimental distributions

Forma curbei de frecvenţe a înălţimilor este deosebită faţă de cea a diametrelor. Se întâlnesc des cazuri în care pot fi distinse 2-4 maxime pe curba de frecvenţă (Giurgiu, 1979). Acest aspect se datorează distribuţiei neomogene dintre generaţiile de arbori, unele dintre categoriile de înălţimi figurând cu un număr mai mare de observaţii decât altele (figura 6).

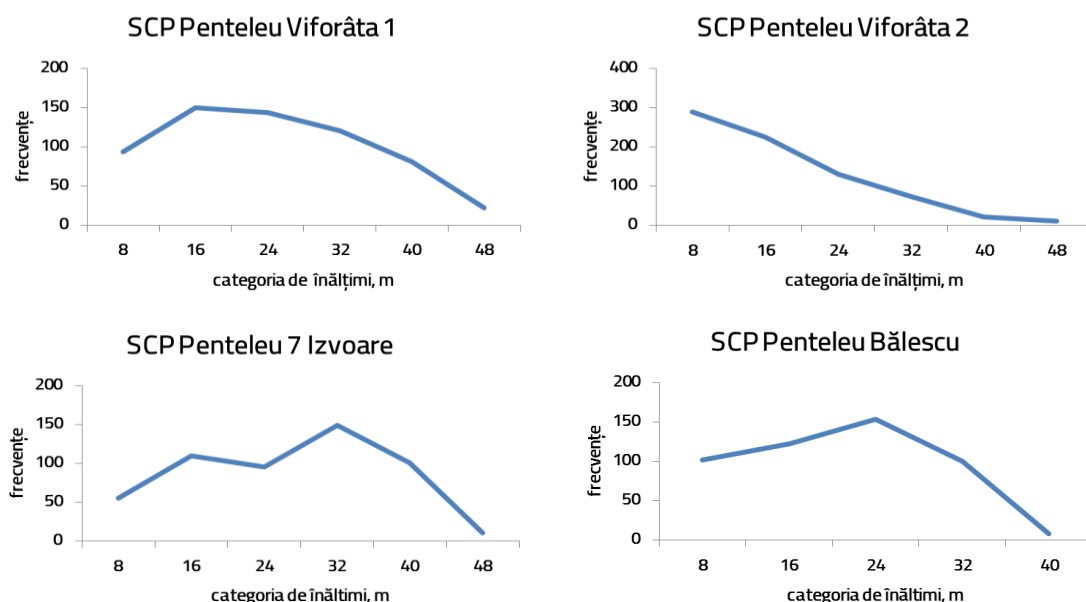


Fig. 6. Distribuţia arborilor în raport cu categoria de înălţimi

Fig. 6. Trees distribution in relation to height

4.1.2.2. Ajustarea distribuţiilor experimentale ale numărului de arbori în raport cu înălţimea arborilor

Fitting experimental distributions of trees number in relation to height

Pentru stabilirea ansamblului legilor din natură pe care le urmează arboretele studiate, s-a procedat în continuare la ajustarea distribuţiilor experimentale ale numărului de arbori în raport cu înălţimea lor, aplicând funcţii teoretice de frecvenţe de tip Beta, Gamma 3p, Gamma mixt 3p, Gen. Gamma 4p, Lognormal 3p, Weibull, Weibull 3p şi apoi la compararea lor cu cele obţinute prin aplicarea acestora (în cazul prezenţei a două maxime ale curbei de frecvenţe în SCP Penteleu 7 Izvoare a fost utilizată funcţia mixtă de tip Gamma) (figura 7).

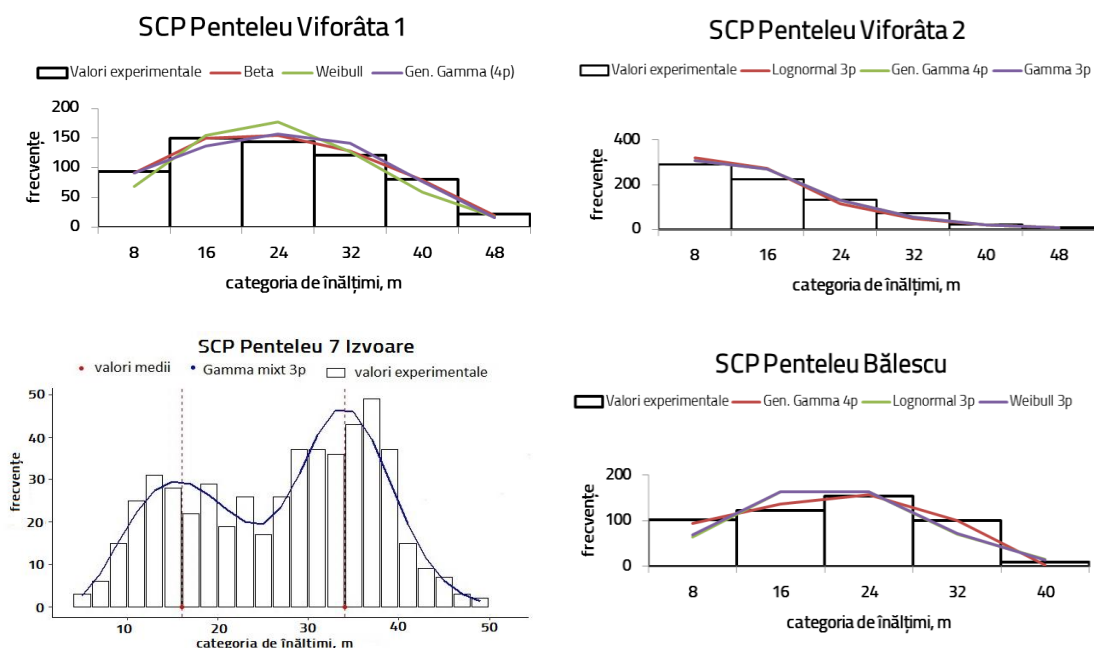


Fig. 7. Ajustarea distribuțiilor experimentale cu ajutorul funcțiilor Beta, Gamma 3p, Gamma mixt 3p, Gen. Gamma 4p, Lognormal 3p, Weibull, Weibull 3p

Fig. 7. Fitting experimental distributions with Beta, Gamma 3p, Gamma mixt 3p, Gen. Gamma 4p, Lognormal 3p, Weibull and Weibull 3p theoretical functions

Pentru compararea distribuțiilor experimentale cu distribuțiile teoretice obținute prin aplicarea funcțiilor compuse de frecvență a înălțimilor a fost utilizat criteriul χ^2 , unde frecvențele teoretice mixturii celor 2 funcții utilizate nu prezintă diferențe semnificative față de cele experimentale ($p > 0,05$) în cazul SCP Penteleu 7 Izvoare cu funcția mixtă Gamma (tabelul 6).

Tabelul 6

Aplicarea criteriului χ^2 pentru compararea distribuțiilor utilizând pentru ajustarea celei experimentale funcția mixtă Gamma în cadrul SCP Penteleu 7 Izvoare.

Applying the criterion χ^2 for comparing the distributions using to adjust the experimental one mixed function Gamma in SCP Penteleu 7 Izvoare

SCP	Funcția	f	χ^2	p
Penteleu 7 Izvoare	Gamma mixt	18	18,521	0,4219

În urma aplicării testelor de conformitate χ^2 , Anderson – Darling (AD) și Kolmogorov – Smirnov (KS), în cazul SCP Penteleu Viforâta 1 s-a demonstrat că arboretul urmează legile distribuțiilor teoretice Beta, Gen. Gamma 4p și Weibull. În schimb, în cazul SCP Penteleu Viforâta 2 s-au înregistrat diferențe semnificative aplicând testul Anderson – Darling (AD) în cazul funcției Lognormal 3p și utilizând testul χ^2 în cazul funcțiilor teoretice Gamma 3p, Gen. Gamma 4p și Weibull. În cazul SCP Penteleu Bălescu testele Anderson – Darling (AD) și Kolmogorov – Smirnov (KS) au arătat că arboretul urmează legile distribuției teoretice Gen. Gamma 4p (tabelul 7).

Principalii indicatori ai distribuţiilor teoretice		Main indicators of theoretical distributions					
SCP	Distribuţia	Kolmogorov Smirnov Test (KS)		Anderson Darling Test (AD)		Criteriul χ^2 (χ^2)	
		Valori exp.	Valori teoretice	Valori exp.	Valori teoretice	Valori exp.	Valori teoretice
Viforâta 1	Beta	0,025	0,055	0,353	2,502	6,183	16,919
	Gen. Gamma 4p	0,039	0,055	1,085	2,502	6,089	16,919
	Weibull	0,044	0,055	2,406	2,502	15,668	16,919
Viforâta 2	Gamma 3p	0,048	0,050	1,908	2,502	19,894	16,919
	Gen. Gamma 4p	0,049	0,050	1,950	2,502	19,582	16,919
	Lognormal 3p	0,041	0,050	2,608	2,502	18,421	16,919
Bălescu	Weibull 3p	0,077	0,062	5,074	2,502	42,776	15,507
	Gen. Gamma 4p	0,046	0,062	1,054	2,502	16,381	15,507
	Lognormal 3p	0,076	0,062	5,409	2,502	49,530	15,507

4.1.3. Relaţia diametru – înălţime

The DBH – height relationship

4.1.3.1. Curba înălţimilor

Height distribution curve

Relaţia dintre diametru şi înălţime împreună cu intensitatea corelaţiei şi forma curbei înălţimilor reprezintă importanţi factori de analiză a arboretelor. Pentru materializarea curbei înălţimilor s-au folosit ecuaţii de regresie care exprimă modelul legăturilor corelative dintre diametru şi înălţime şi s-a optat pentru ecuaţia care descrie cel mai bine această legătură (Giurgiu, *et. a/2004*), ținându-se cont de valoarea coeficientului de corelaţie dintre cele două caracteristici ale arboretului. Ecuaţia utilizată pentru această reprezentare grafică la toate suprafeţele de cercetare permanente este specifică arboretelor pluriene fiind folosită şi în cercetări anterioare, aceasta având următoarea formulă matematică:

$$\ln h = a_0 + a_1 d^{a_2} \quad (\text{Giurgiu, et. a/2004})$$

unde: d – diametrul de bază arbore

h – înălţime arbore

a_0 , a_1 , a_2 – coeficienţi specifici determinaţi prin calcule pe baza măsurătorilor

Datorită faptului că ecuația de regresie nu se poate liniariza direct, s-a determinat în prealabil coeficientul a_2 . S-a folosit în acest scop ecuația „de serviciu” $\log h = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d$ și s-au determinat coeficienții de regresie b_0 , b_1 , b_2 . Forma curbei ce exprimă grafic relația dintre diametru și înălțime trebuie să respecte modelele de structurare a arboretelor, având o formă specifică (figura 8), în care înălțimile prezintă un ritm de dezvoltare din ce în ce mai scăzut de la clasele de diametre mici la clasele superioare, urmând apoi ca această creștere să se stabilizeze, iar în acest interval nu se va forma nici un maxim (Giurgiu, 2004).

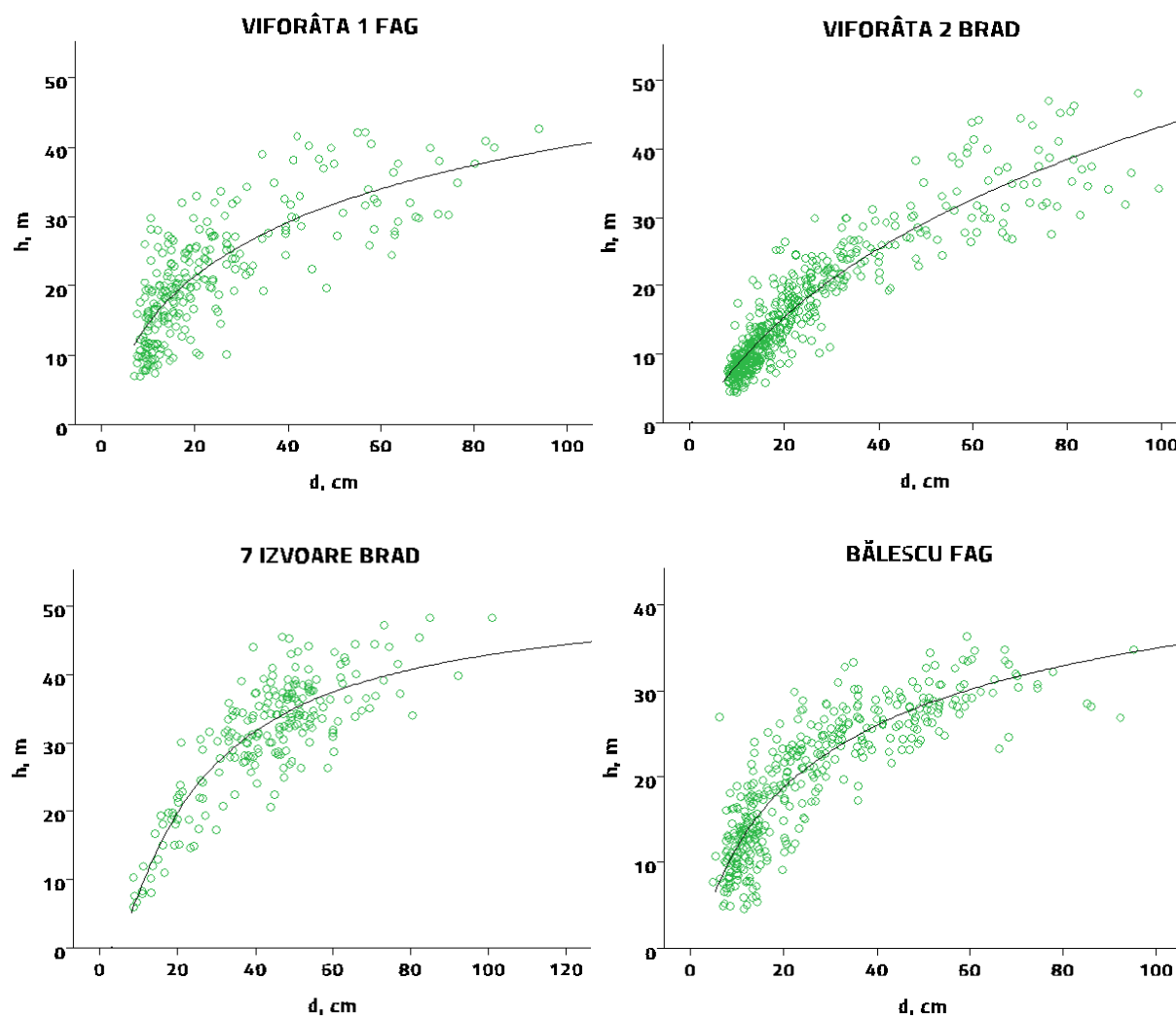


Fig. 8. Relația diametru – înălțime
Fig. 8. Relationship between DBH and height

4.1.3.2. Variația înălțimii în raport cu diametrul arborilor

Height variation in relation to DBH

Este bine știut faptul că, variația înălțimii este puternic influențată de diverși factori precum: condițiile staționale, temperamentul speciei, raporturile de competiție, consistența arboretului etc. (Giurgiu, 1999). O zonă de stabilitate maximă în care întâlnim cea mai mică variație se înregistrează în jurul categoriei de diametre 88 în cazul SCP Penteleu Viforâta 1, SCP Penteleu Viforâta 2 și SCP Penteleu 7 Izvoare și în jurul categoriei de diametre 72 în cazul SCP Penteleu Bălescu. Poate fi constatată,

astfel, o tendință clară de diminuare a valorilor coeficientului de variație pe măsură ce diametrul crește, fenomen datorat competiției ridicate între arborii din categoriile inferioare de diametre (Ichim, 1968, Assman, 1970, Roibu, 2010, Clinovschi, 2008). În arboretele cu structură plurienă, caracterizate printr-o variabilitate mare a înălțimilor și a diametrelor există o stabilitate mai mare a colectivităților de arbori cu diametre mari, unde competiția se diminuează iar raporturile de dezvoltare sunt specifice fazelor respective (figura 9).

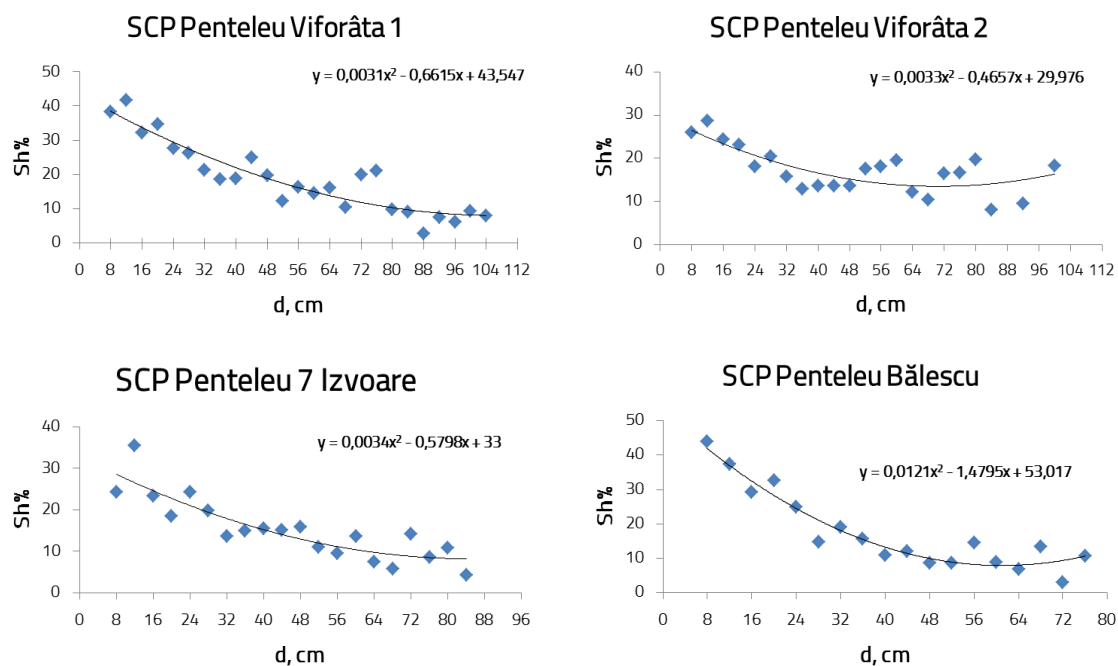


Fig. 9. Distribuția coeficientului de variație al înălțimii $s_{%h}$ pe categorii de diametre

Fig. 9. Height variation coefficients $s_{%h}$ in relation to DBH

4.1.4. Volumul arborilor

Volume trees

4.1.4.1. Volumul arborilor din cadrul suprafețelor de cercetare permanente

Volume trees from permanent research plots

Volumul total (la hectar) s-a determinat automat, prin cumularea volumelor tuturor arborilor inventariați din cadrul suprafețelor de cercetare permanente (tabelul 8), valorile obținute fiind caracteristice arboretelor semi – naturale din lanțul muntos Carpații de Est (Keeton *et al.*, 2010). Volumul este direct influențat de specie, înălțime, diametru de bază precum și de condițiile staționale (Curcovic *et al.*, 2013).

Volumul la ha (m³) determinat în cadrul suprafeţelor de cercetare permanente
 Volume per hectare from permanent research plots

SCP	Număr de arbori (la hectar)	Volumul total (la hectar) m ³
Penteleu Viforâta 1	612	1133,34
Penteleu Viforâta 2	749	785,44
Penteleu 7 Izvoare	522	910,25
Penteleu Bălescu	486	615,13

4.1.4.2. Distribuţia arborilor în raport cu volumul acestora

Trees experimental distributions in relation to their volume

Volumele determinate apelând la ecuaţia de regresie a volumelor (Giurgiu *et al.*, 2004), au fost repartizate pe categorii de volume (mărimea categoriei de 0,5 m³ fiecare) în scopul ușurării calculelor (figura 10). În urma reprezentării curbei de distribuţie a numărului de arbori în raport cu volumul acestora se confirmă faptul că în cadrul arboretelor pluriene cei mai mulţi arbori fac parte din categoriile de volume inferioare, forma curbei de frecvenţă fiind de tip exponenţial descrescător (Giurgiu, 1979).

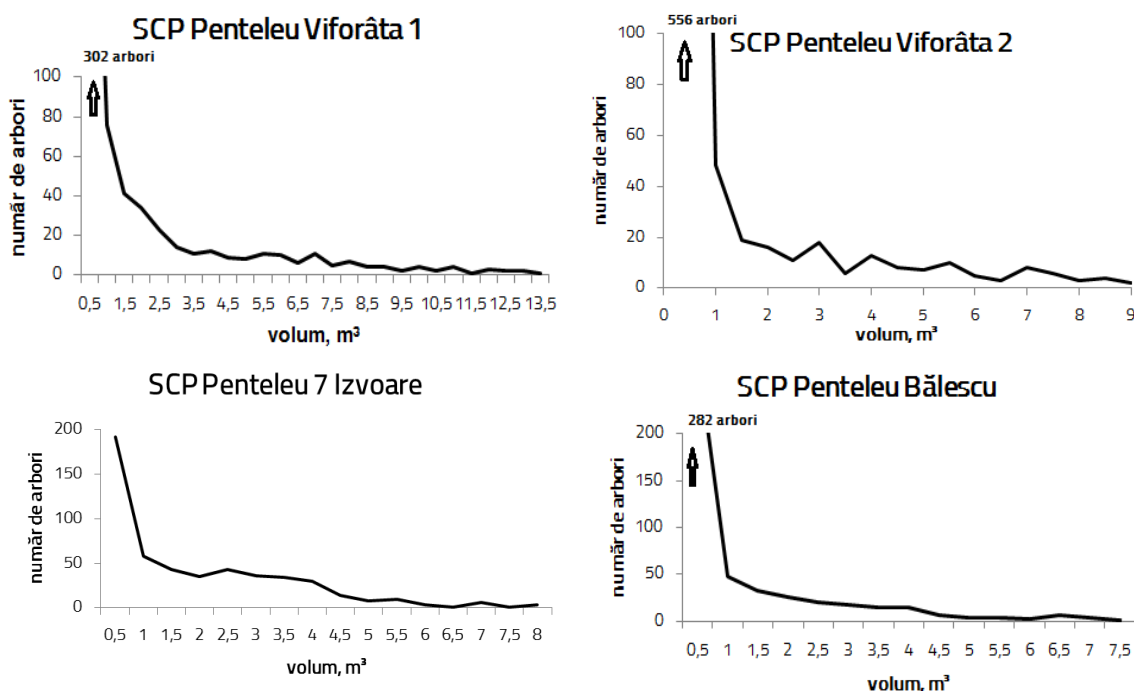


Fig. 10. Distribuţia arborilor pe clase de volume

Fig. 10. Trees experimental distribution in relation to volume

4.1.4.3. Curba volumelor. Relația volum – diametru

Volume curve. The volume – diameter relationship

Volumul arborelui este direct influențat de specie, înălțime, diametru și condiții staționale. Așadar, în cadrul suprafețelor cercetate, există o puternică relație între diametru și volum (tabelul 9).

Tabelul 9

Legătura corelativă dintre diametru și volum în arboretele cercetate
Correlation between DBH and volume in studied stands

SCP	Specia	Coeficientul de corelație r	Raportul de corelație R^2
Viforâta 1	Brad	0,910	0,828
Viforâta 2	Brad	0,945	0,855
7 Izvoare	Fag	0,933	0,869
Bălescu	Molid	0,947	0,868

Curba volumelor este de tipul exponențial (figura 11), extrem de prelungită, ea fiind calculată cu ajutorul relației $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d$ (Giurgiu, 1979). Calculul coeficienților din cadrul acestei ecuații s-a efectuat utilizând aplicații statistico-matematice performante (IBM SPSS).

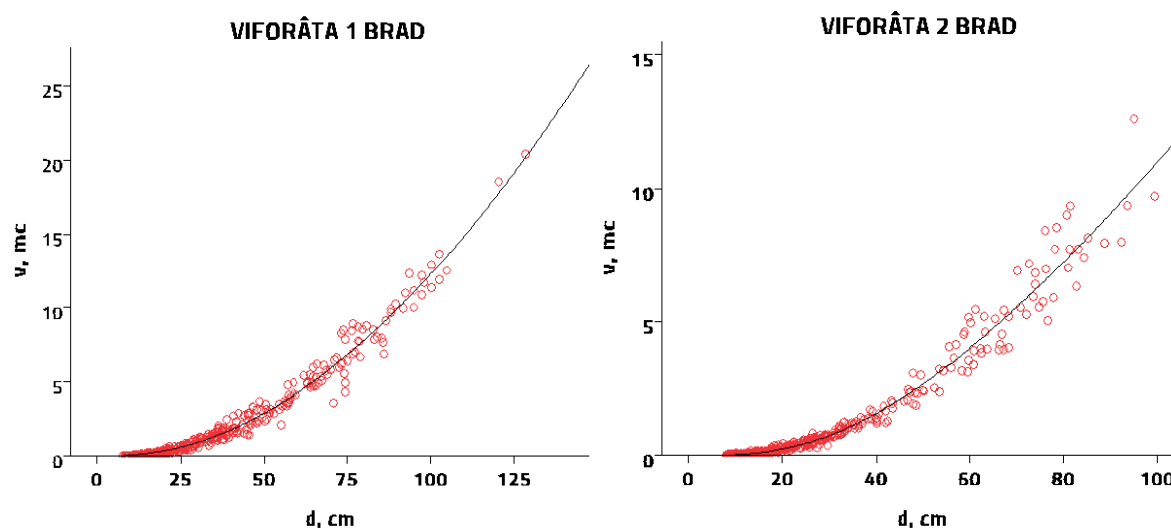


Fig. 11. Volumul în raport cu diametrul arborilor
Fig. 11. Trees volume in relation to DBH

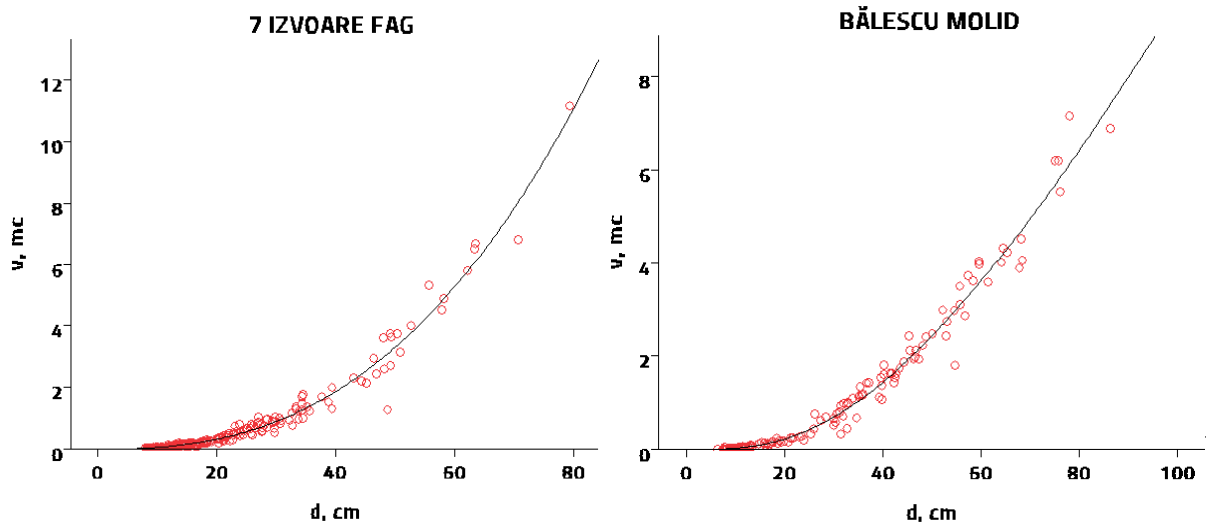


Fig. 11. Volumul în raport cu diametrul arborilor (continuare)

Fig. 11. Trees volume in relation to DBH (continuation)

4.1.5. Analiza biodiversității structurale - curba Lorenz, indicii Camino și Gini

Structural biodiversity analyze – Lorenz curve, Camino and Gini index

Reprezentarea grafică a curbei Lorenz indică o mare diversitate structurală, pentru toate suprafețele de probă permanente cercetate, reprezentativă pentru aceste tipuri de arborete studiate, aria dintre diagonala egalității și curba Lorenz fiind destul de mare (figura 12). Indicele Gini (G) prezintă valori ridicate în cazul suprafețelor de cercetare permanente studiate cuprinse între 0,69 (cazul Bălescu și 7 Izvoare) și 0,71 (cazul Viforâta 1). Acest aspect pune în evidență gradul ridicat al diversității structurale. Mai mult decât atât, valorile indicelui Camino mai mici decât 2,00 calculate în cazul tuturor suprafețelor (valoare minimă 1,62 în cazul Viforâta 1 până la valoarea maximă 1,71 în cazul 7 Izvoare) indică lipsa omogenității structurii arboretelor studiate (tabelul 10). Aceste studii demonstrează faptul că arboretele din care fac parte suprafețele de cercetare permanente prezintă caracteristicile pădurilor virgine și cvasivirgine (Roibu *et.al*, 2008, Cenușă *et. al*, 2002, Duduman, 2009).

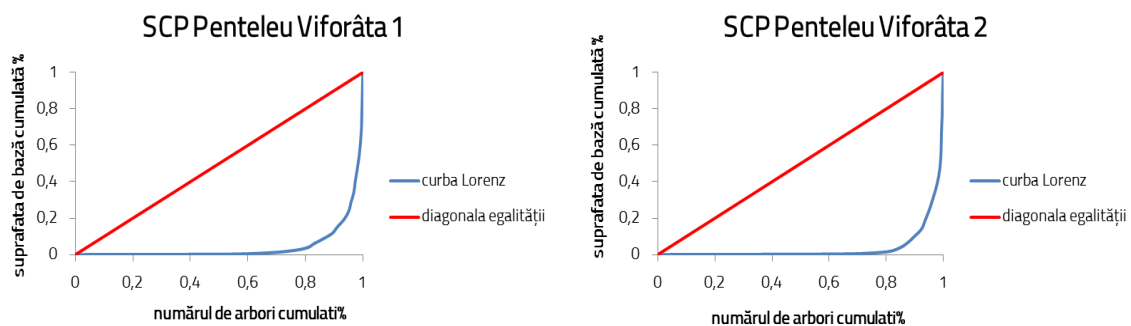


Fig. 12. Testarea omogenității structurale

Fig. 12. Testing of structural homogeneity

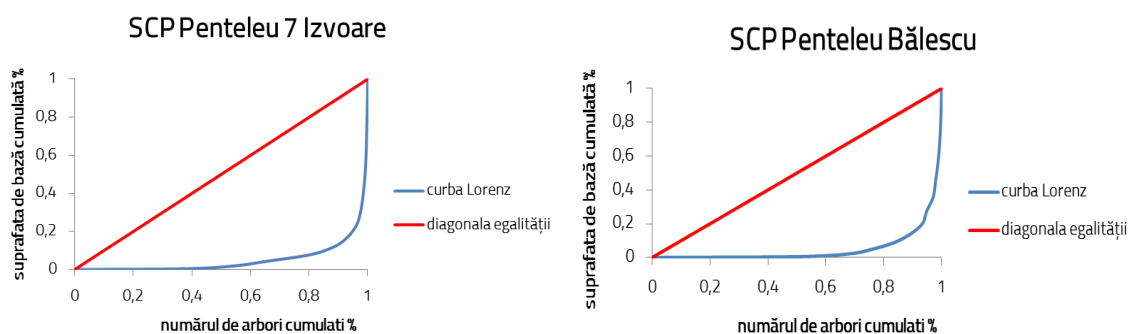


Fig. 12. Testarea omogenității structurale (continuare)
 Fig. 12. Testing of structural homogeneity (continuation)

Tabelul 10

Valorile indicilor Gini (G) și Camino (H)
 Values of Gini and Camino index

SCP	Indicele Gini (G)	Indicele Camino (H)
Penteleu Viforâta 1	0,71	1,62
Penteleu Viforâta 2	0,70	1,65
Penteleu 7 Izvoare	0,69	1,71
Penteleu Bălescu	0,69	1,68

4.1.6. Lemnul mort

Dead wood

4.1.6.1. Volumul lemnului mort în raport cu speciile

Dead wood volume in relation to species

Suprafețele de cercetare permanente studiate sunt reprezentative pentru arboretele virgine și cvasivirgine identificate și cercetate, iar prezența unei cantități mari de lemn mort indică existența biodiversității. De apreciat, este faptul că volumul lemnului mort de rășinoase este mai mare decât cel de fag (figura 13). Astfel se demonstrează faptul că rășinoasele sunt sensibile la factori naturali accidentali (vânt, zăpadă, etc), fiind unul din principalele motive pentru care lemnul mort este prezent în pădurile virgine alături de mortalitatea fiziologică (Chivulescu, *et.al*, 2018). Întâlnim un caz aparte în cadrul SCP Penteleu Bălescu, unde fagul este preponderent datorită compoziției actuale a arboretului studiat iar volumul total de lemn mort este foarte mic comparativ cu cele rezultate în celelalte suprafețe de cercetare permanente.

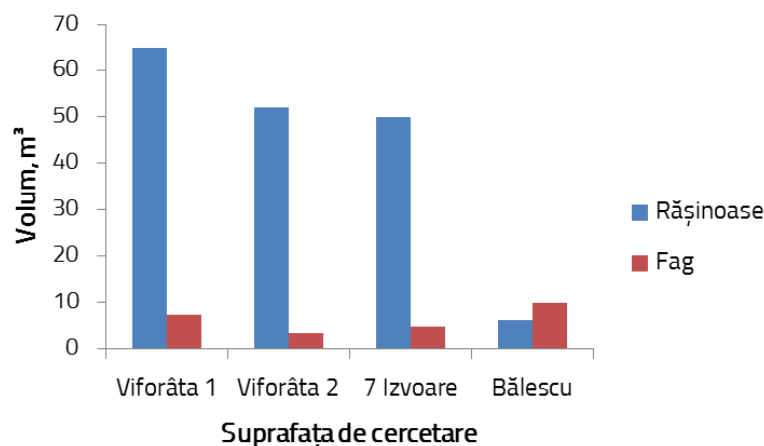


Fig. 13. Volumul lemnului mort în funcţie de grupa de specii

Fig. 13. Dead wood volume according to species group

Volumul arborilor morţi la hectar în raport cu grupa de specii (tabelul 11) este diferit de la o suprafaţă studiată la alta. În cazul răşinoaselor de la 6,28 m³ (Bălescu) până la 65,00 m³ (Viforâta 1) având o medie de 43,33 m³. În cazul fagului de la 3,46 m³ (Viforâta 2) până la 9,79 m³ (Bălescu), având o medie de 6,38 m³. În cazul volumului total de lemn mort variază de la 16,07 m³ (Bălescu) la 72,35 m³ (Viforâta 1) cu o medie de 49,71 m³.

Tabelul 11

Volumul lemnului mort şi a arborilor vii în raport cu grupa de specii

Volume of dead wood and live trees in relation to species group

SCP	volum, m ³ /ha						% lemn mort din lemn viu		
	lemn mort			lemn viu					
	Răşin.	Fag	Total	Răşin.	Fag	Total	Răşin.	Fag	Total
Viforâta 1	65	7,35	72,35	835,21	298,13	1133,34	8	2	6
Viforâta 2	51,98	3,46	55,44	491,03	294,41	785,44	11	1	7
7 Izvoare	50,06	4,87	54,93	745,86	164,39	910,25	7	3	6
Bălescu	6,28	9,79	16,07	171,20	443,93	615,13	4	2	3
Total	173,32	25,47	198,79	2243,30	1200,86	3444,16	8	2	6
Media	43,33	6,38	49,71	560,83	300,22	861,05	8	2	6

4.1.6.2. Distribuţia volumului de lemn mort în raport cu categoriile acestuia

Dead wood distribution in relation to its categories

Fiecare grad de descompunere joacă un rol important pentru conservarea biodiversităţii, deoarece fiecare categorie de lemn mort reprezintă un habitat şi sursă de hrană pentru anumite vieţuitoare. Prezenţa lemnului mort, în diferite stadii de descompunere şi în cantităţi cât mai mari este esenţială. În suprafeţele de cercetare permanente studiate, cele mai mari cantităţi de lemn mort se găsesc în

categoria lemnului mort de curând, cu vârful şi majoritatea ramurilor intacte (S1) şi în categoria de descompunere a lemnului mort căzut la pământ, moale şi cu lipsă de coajă (L2), indicând faptul că moartea arborilor s-a realizat recent. Se observă că, lemnul mort pe picior, care are vârful rupt, coajă lipsă sau cu puţină coajă rămasă (S2), este în pondere redusă (figura 14).

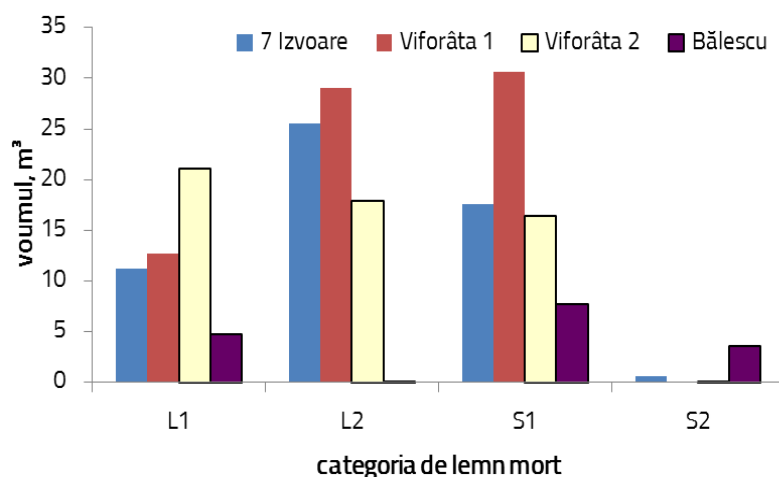


Fig. 14. Volumul lemnului mort în funcţie de categoria de descompunere

Fig. 14. Dead wood volume according to decomposition category

Volumul de lemn mort prezintă diferenţe de la un arboret studiat la alt arboret şi de la o categorie de descompunere la altă categorie (tabelul 12). În cazul lemnului mort căzut la pământ încă tare (L1), volumul variază de la 4,69 m³ (Bălescu) la 21,11 m³ (Viforâta 2) având o medie de 12,42 m³. În cazul lemnului mort căzut la pământ moale şi fără coajă (L2), volumul variază de la 0,11 m³ (Bălescu) la 29,06 m³ (Viforâta 1) având o medie de 18,17 m³. În cazul lemnului mort provenit din arborii morţi recent, aproape intacti (S1) volumul înregistrează un minim de 7,74 m³ (Bălescu) şi un maxim de 30,59 m³ (Viforâta 1), iar media este de 18,06 m³. Lemnul mort pe picior cu o vechime mai mare, cu vârful rupt şi cu puţină coajă rămasă sau chiar deloc (S2) lipseşte în SCP Viforâta 1, în SCP Viforâta 2 înregistrează un volum nesemnificativ de 0,03 m³, iar în suprafaţa 7 Izvoare el înregistrează un volum de 0,64 m³, respectiv 3,53 m³ în SCP Bălescu.

Tabelul 12

Volumul lemnului mort în funcţie de categoria de descompunere a acestuia

Dead wood volume according to its decomposition category

Categoria de descompunere a lemnului mort	SCP				
	7 Izvoare (m ³ /ha)	Viforâta 1 (m ³ /ha)	Viforâta 2 (m ³ /ha)	Bălescu (m ³ /ha)	Medie (m ³ /ha)
L1	11,18	12,7	21,11	4,69	12,42
L2	25,58	29,06	17,94	0,11	18,17
S1	17,53	30,59	16,36	7,74	18,06
S2	0,64	0	0,03	3,53	1,05
Total	54,93	72,35	55,44	16,07	49,70

4.2. Analiza auxologică a arboretelor cercetate situate în Masivul Penteleu

Auxologic analysis of the studied forest stands located in Penteleu Massif

Studiul inelelor anuale și a structurii pe categorii de vârstă reprezintă aspecte cu o deosebită importanță în cunoașterea dinamicii ecosistemelor forestiere (Popa, 2014). Structura și organizarea, sub raportul elementelor dendrometrice, auxologice, funcționale și spațiale ale arboretelor virgine și cvasivirgine, reprezintă un șablon pentru pădurea parcursă cu lucrări, în condițiile în care în prezent se pune accent pe gestionarea durabilă și promovarea unui plan de management forestier cât mai apropiat de natură (Popa, 2014). Procesele auxologice se regăsesc printre principalii indicatori sintetici privind stabilitatea, funcționalitatea și productivitatea arboretelor.

4.2.1. Variația creșterii radiale în funcție de diametrul de bază

Radial growth variation according to DBH

În urma măsurării carotelor de creștere prelevate de la arbori din suprafețele de cercetare permanente, s-a analizat și redat grafic distribuția creșterilor radiale în funcție de diametrul de bază al arborilor pentru perioada 2006-2015. Analizând aceste distribuții ale creșterii radiale în raport cu diametrul, se apreciază că se confirmă legitatea potrivit căreia în arboretele pluriene acestea se distribuie după o parabolă (ecuație de gradul al II-lea) unde valorile minime ale creșterii radiale se înregistrează la arborii tineri și la cei groși și foarte groși (figura 15).

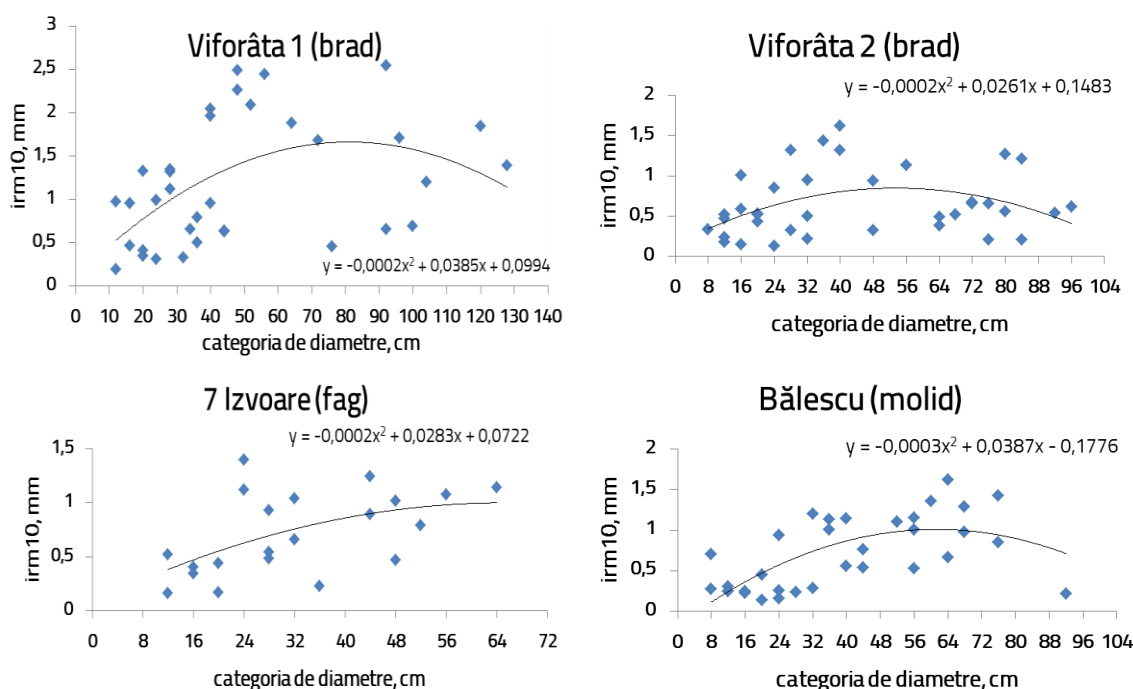


Fig. 15. Variația creșterii radiale în funcție de diametrul de bază

Fig. 15. Radial growth variation according to DBH

4.2.2. Creşterea în volum

Volume growth

Valorile mediei creşterilor anuale în volum determinate în cadrul suprafeţelor de cercetare sunt cuprinse, pentru specia fag, între 1,775 m³/an/ha (Viforâta 2) şi 4,172 m³/an/ha (Bălescu), iar la brad între 3,129 m³/an/ha (Viforâta 2) şi 8,377 m³/an/ha (Viforâta 1). La nivel de suprafaţă de cercetare se încadrează între valoarea minimă de 4,904 m³/an/ha (Viforâta 2) şi valoarea maximă de 11,642 m³/an/ha (7 Izvoare) (tabelul 13). Valorile creşterii în volum obţinute în cadrul arboretelor virgine/cvasivirgine studiate înregistrează la nivel de arboret valori mai mari sau egale cu cele identificate în pădurile grădinate (6 – 7 m³/ha) (Duduman, 2008), excepţie făcând SCP Penteleu Viforâta 2 unde datorită vârstei înaintate a arboretului (170 ani) s-au înregistrat valori reduse ale creşterii în volum.

Tabelul 13

Creşterea în volum a arboretelor din cadrul suprafeţelor de cercetare
Volume growth of forests stands from research plots

SCP Penteleu	Număr de arbori	Creşterea pe 10 ani în volum	Creşterile medii anuale în volum
		I_r (m ³ /ha)	I_v (m ³ /an/ha)
Viforâta 1 fag	264	30,271	3,027
Viforâta 1 brad	348	83,768	8,377
TOTAL Viforâta 1	612	114,039	11,404
Viforâta 2 fag	257	17,749	1,775
Viforâta 2 brad	492	31,292	3,129
TOTAL Viforâta 2	749	49,041	4,904
7 Izvoare fag	225	19,324	1,932
7 Izvoare brad	215	73,680	7,368
7 Izvoare molid	82	23,424	2,342
TOTAL 7 Izvoare	522	116,428	11,642
Bălescu fag	338	41,718	4,172
Bălescu molid	148	27,298	2,730
TOTAL Bălescu	486	69,016	6,902

4.2.3. Distribuţia creşterii în volum în raport cu diametrul arborilor

Volume growth distribution according to DBH

Cunoscând creşterile în volum pentru fiecare arbore în parte au fost determinate şi reprezentate grafic distribuţiile creşterilor în volum în funcţie de diametrul de bază al arborilor pentru perioada 2006-2015 utilizând funcţia de tipul $\log I_v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d$ (Leahu, 1994) (figura 16).

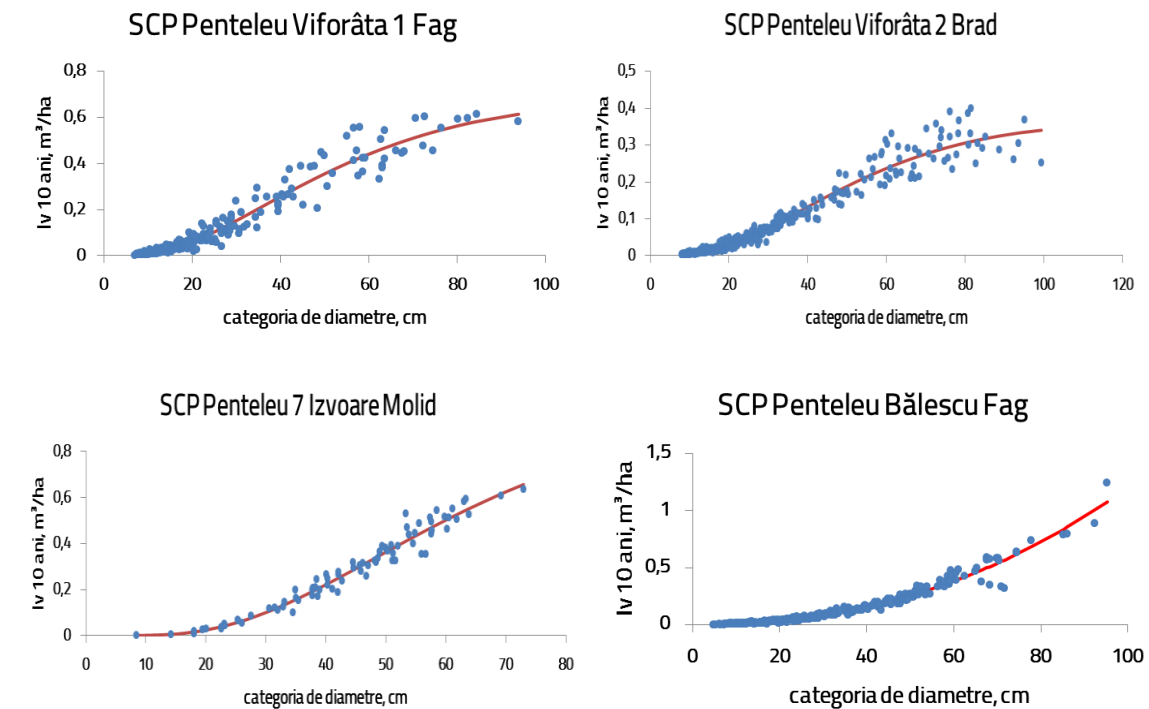


Fig. 16. Distribuția creșterii în volum în funcție de diametrul de bază

Fig. 16. Volume growth distribution according to DBH

4.3. Faze de dezvoltare

Development stages

4.3.1. Analiza fazelor de dezvoltare identificate în cadrul suprafețelor de cercetare permanente

Analyze of development stages identified in the permanent research plots

În suprafața de cercetare permanentă Penteleu – Bălescu, comparativ cu celelalte suprafețe studiate s-au înregistrat și date privind coordonatele geografice ale fiecărui arbore viu sau mort din cuprinsul acesteia (figura 17).

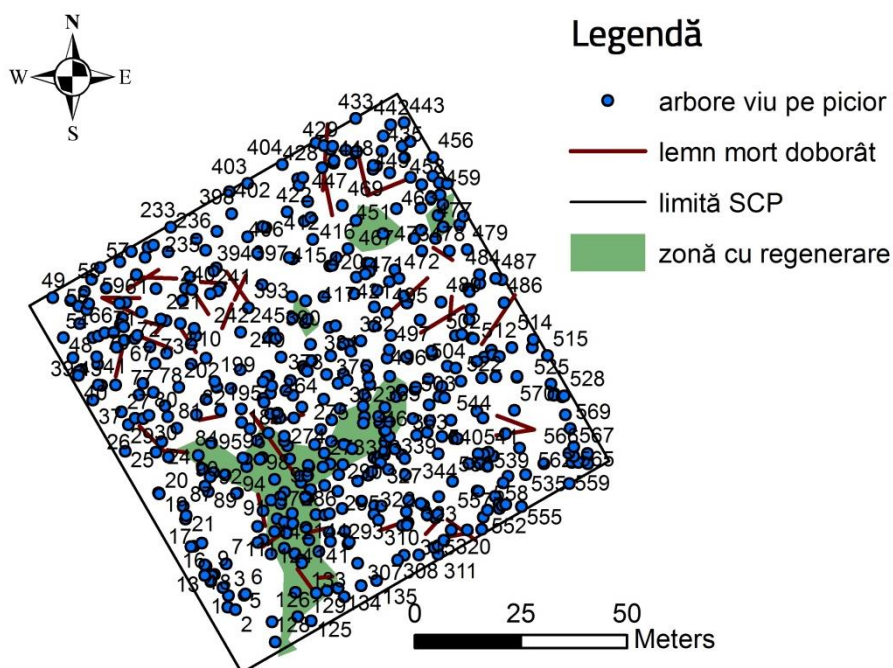


Fig. 17. Poziţionarea arborilor vii şi a lemnului mort doborât la sol în SCP Penteleu Bălescu

Fig. 17. GPS location of standing trees and dead wood down on the ground from Penteleu Bălescu research plot

Pe baza informaţiilor obţinute a fost posibilă analiza şi reprezentarea fazelor de dezvoltare surprinse în zona studiată (figura 18). Însă pentru a evidenţia mai bine fazele de dezvoltare este necesară delimitarea şi culegerea datelor de pe suprafeţe de cercetare permanente mai mari de 1 ha. Ponderea de participare diferită a fazelor de dezvoltare în cadrul suprafeţei de cercetare (tabelul 14) pune în evidenţă existenţa unor colectivităţi de arbori specifice pădurilor virgine cu o structură orizontală foarte diversificată (ecomozaic) (Doniţă, 2001).

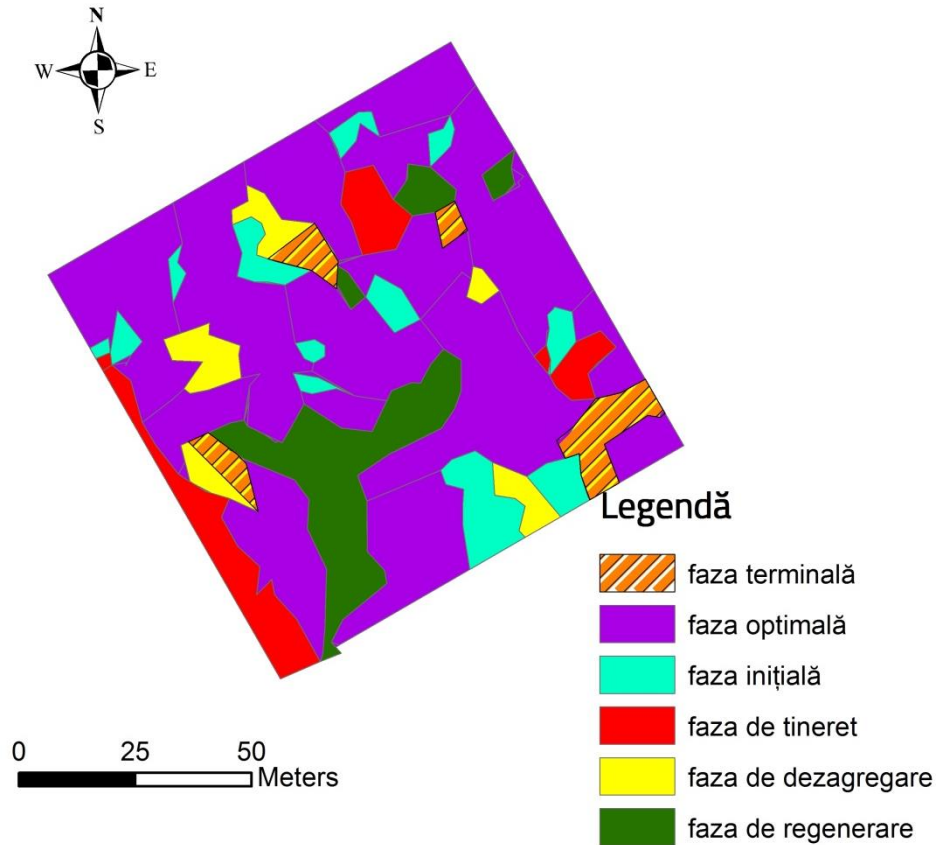


Fig. 18. Fazele de dezvoltare surprinse în cadrul suprafeței de cercetare permanente SCP Penteleu Bălescu

Fig. 18. Development stages identified in Penteleu Bălescu research plot

Faza de tineret este formată dintr-o populație mare de arbori cu DBH < 8 cm și un efectiv redus de arbori cu DBH > 8 cm prezenți pe o suprafață de 8% din totalul suprafeței de cercetare permanente Penteleu Bălescu. Volumul arborilor din această fază precum și creșterea lor în volum au valori reduse ($11,41 \text{ m}^3$, respectiv $1,11 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Faza inițială se caracterizează prin desimea mare de arbori cu DBH < 8 cm și un efectiv redus de arbori cu DBH > 8 cm prezenți pe o suprafață de 8% din totalul suprafeței de cercetare permanente Penteleu Bălescu. Volumul arborilor din această fază precum și creșterea lor în volum dețin valori reduse dar mai mari decât în cazul fazei de tineret ($37,23 \text{ m}^3$, respectiv $4,28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

Faza optimală se evidențiază printr-un grup format din numeroși arbori de dimensiuni medii, ocupând o suprafață de 60% din totalul suprafeței de cercetare permanente Penteleu Bălescu. Volumul și creșterea în volum ating valori maxime comparativ cu situația prezentă în celelalte faze de dezvoltare. Faza terminală reprezintă 4% din totalul suprafeței arboretului studiat, deținând ponderea cea mai mică de ocupare dintre toate fazele de dezvoltare. În cadrul acestei faze se înregistrează cel mai mare volum raportat la numărul de arbori existenți ($4,41 \text{ m}^3$).

Faza de dezagregare iese în evidență printr-un efectiv relativ redus al arborilor cu dimensiuni mari. Această fază ocupă 9% din totalul suprafeței arboretului studiat, și urmează după faza terminală ca volum raportat la numărul de arbori existenți ($4,09 \text{ m}^3$).

Faza de regenerare se aseamănă cu faza de dezagregare numai că în această fază se întâlnesc mai puține exemplare de vârstă înaintată și de dimensiuni mari. Volumul unitar raportat la efectivul de arbori scade ($0,95 \text{ m}^3$) iar creșterea în volum prezintă o valoare relativ mare (tabelul 14).

Tabelul 14

Parametrii biometrici și auxologici ai fazelor de dezvoltare din SCP Penteleu Bălescu
Biometric and auxologic parameters of the development stages from Penteleu Bălescu research plot

Faza de dezvoltare	nr. arbori cu $\text{dbh} \geq 8 \text{ cm}$ (buc)	suprafață ocupată (%)	volum ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	volum mediu unitar ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)	I_v ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} / 10 \text{ ani}$)
Tineret	27	8	11,41	0,42	1,11
Inițială	59	8	37,23	0,63	4,28
Optimală	299	60	387,02	1,29	44,10
Terminală	7	4	30,87	4,41	3,25
Dezagregare	19	9	77,72	4,09	9,26
Regenerare	75	11	70,88	0,95	7,02
Total	486	100	615,13		69,02

4.3.2. Distribuția arborilor în raport cu diametrul de bază și faza de dezvoltare

Trees distribution in relation to DBH and development stage

Structura dimensională a pădurii virgine prezintă o dinamică diferită față de dinamica pădurii gospodărite. Ea trece etapizat prin diferite faze de dezvoltare (Turcu, 2012). În figura 19 este reprezentată grafic distribuția arborilor în funcție de diametrul de bază pentru fiecare din fazele de dezvoltare. Se poate constata astfel o dinamică specifică a structurii arboretului studiat care parcurge succesiv aceste faze, forma distribuției arborilor în raport cu diametrul de bază fiind de la descreșcătoare în cazul fazei de regenerare, fazei inițiale și fazei de tineret, unde majoritatea arborilor fac parte din categoriile inferioare de diametre până la plurimodală în cazul fazei optimale, unde se întâlnesc 3 maxime pe curba de frecvență.

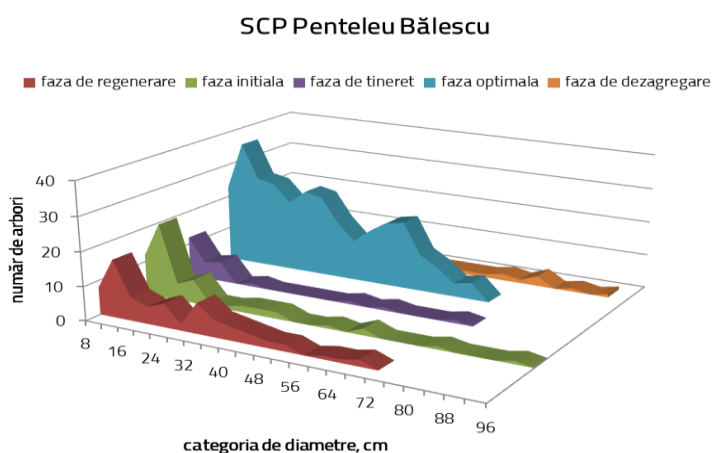


Fig.19. Distribuția arborilor în raport cu diametrul de bază și faza de dezvoltare

Fig. 19. Trees distribution in relation to DBH and development stage

4.4. Distribuția pădurilor virgine/cvasivirgine în Masivul Penteleu

Virgin/quasi – virgin forests distribution în Penteleu Massif

Conservarea arboretelor virgine și cvasivirgine din România a reprezentat în trecut, este în prezent și va fi în viitor o prioritate pentru țara noastră. La data de 15 mai 2019 a fost identificată și inclusă în Catalogul național suprafața cumulată de 6947 ha păduri virgine (pe raza județelor Bihor, Brașov, Caraș Severin, Hunedoara, Maramureș, Mehedinți, Sibiu și Suceava) și suprafața totală de 22116 ha păduri cvasivirgine (pe raza județelor Argeș, Bihor, Brașov, Caraș Severin, Cluj, Covasna, Dâmbovița, Gorj, Hunedoara, Maramureș, Mehedinți, Neamț, Prahova, Sibiu, Suceava și Vâlcea) (<http://apepaduri.gov.ro/paduri-virgine>). În ciuda faptului că s-a identificat suprafața de 685 ha ocupată de arborete cu structură naturală/seminaturală în Masivul Penteleu pe raza ocolului silvic Penteleu aparținând Academiei Române (tabelul 16), în momentul de față județul Buzău nu figurează în Catalogul național cu păduri virgine sau cvasivirgine. Masivul Penteleu este delimitat de cursurile râurilor Bâsca Mică și Bâsca Mare și reprezintă cel mai important masiv muntos din județul Buzău, atât ca suprafață (29040 ha) cât și din punct de vedere altitudinal (Vârful Penteleu – 1772 m). Din suprafața totală a Masivului Penteleu 4608 ha sunt în administrarea ocolului silvic de stat Gura Teghii, 5911 ha în administrarea ocolului silvic de stat Comandău, 6212 ha administrate de către ocolul silvic Penteleu al Academiei Române iar diferența de 12309 ha reprezintă proprietate privată a unor persoane fizice sau juridice (figura 20)

Destinația (rolul) stabilită fiecărei păduri reprezintă funcția acesteia, definită prin punerea în evidență a obiectivului propus (Seceleanu, 2012). Zonarea funcțională reprezintă operațiunea prin care unei păduri i se atribuie una sau ambele funcții specificate mai sus. Astfel, în prezent, pădurile din țara noastră sunt, potrivit Sistemului național de clasificare funcțională, împărțite în grupe, subgrupe și categorii funcționale conform *Ordinului ministrului apelor și pădurilor nr. 766/2018 pentru aprobarea Normelor tehnice privind schimbarea categoriei de folosință a terenurilor din fondul forestier* (www.lege5.ro). Pentru a ușura aplicarea măsurilor de gospodărire, categoriile funcționale au fost grupate după felul și importanța lor în 6 tipuri funcționale. **În cazul trupurilor de păduri cvasivirgine din Masivul Penteleu s-au identificat tipurile funcționale I, II, III și V.** Pentru trupurile de păduri cvasivirgine identificate cu ocazia elaborării tezei de doctorat, zonarea funcțională se prezintă în tabelul 14. Din totalul suprafeței de 685,12 ha păduri cvasivirgine identificate, suprafața de 5,98 ha se încadrează în categoria funcțională - *arborete din bazinele torențiale sau cu transport excesiv de aluviuni*, determinate prin studii hidrologice, de amenajarea pădurilor sau de amenajare a bazinelor hidrografice (1-1G), suprafața de 82,62 ha în categoria funcțională - *arborete situate pe stâncării, pe grohotișuri și pe terenuri cu eroziune în adâncime și pe terenuri cu înclinarea mai mare de 30 grade pe substrate de fliș (facies marnos, marno-argilos și argilos), nisipuri, pietrișuri și loess, precum și cele situate pe terenuri cu înclinare mai mare de 35 grade, pe alte substrate litologice* (1-2A) (Amenajamentul Ocolului Silvic Penteleu, 2012), suprafața de 321,91 ha în categoria funcțională - *arborete cuprinse în rezervația naturală Viforâta, cu regim strict de protecție* (1-5C), suprafața de 207,87 ha în categoria funcțională - *arborete din păduri destinate conservării resurselor genetice* (categoria 1-5L atribuită pentru arboretele din U.P. VII Bălescu-Zănoaga, încadrate în Situl Natura 2000 - *Aria Specială de Conservare a Habitatelor (ROSCI0190) care se referă la zonele de pădure destinate ocrotirii, în principal, a râsului - Lynx lynx, lupului - Canis lupus și ursului - Ursus arctos*) iar

suprafaţa de 66,74 ha în categoria funcţională - arborete destinate să producă, în principal, lemn gros şi foarte gros pentru furnire estetice şi tehnice (2-1B). Aceste arborete asigură servicii ecosistemice specifice categoriilor funcţionale în care sunt încadrate (tabelul 16). Arboretele din ultima categorie funcţională enumerată (2-1B) deşi sunt încadrate în *grupa a II – a - păduri cu funcţii de producţie şi protecţie*, tipul funcţional V, în urma analizei înscrisurilor referitoare la aplicarea ultimelor amenajamente silvice precedată de verificări în teren, s-a constatat faptul că aceste arborete nu au fost parcurse cu lucrări silviculturale în ultimele trei decenii din cauza condiţiilor de inaccesibilitate în zonele în care se află situate şi corespund, în mare măsură, criteriilor stabilite în OM 3397/2012. Aceste arborete, vor trebui, cu ocazia amenajamentelor viitoare, să fie potenţial selectate şi încadrate ca păduri cvasivirgine unde procesul de producţie sau alte intervenţii antropice să nu fie planificate, urmând să fie integrate în Catalogul naţional al pădurilor virgine şi cvasivirgine (www.lege5.ro). În raport cu serviciile ecosistemice oferite de pădurile cvasivirgine identificate şi selectate în cadrul tezei de doctorat potrivit clasificării acestora (Millenium Ecosystem Assessment, 2005), acestea pot oferi, în concordanţă cu categoriile funcţionale în care sunt încadrate (excepţie fac arboretele din categoria funcţională 2-1B în cazul cărora vor fi necesare rectificări de încadrare funcţională la următoarea amenajare), servicii ecosistemice de reglare a eroziunii, a climatului, de purificare a apelor, servicii suport (de formarea a solului, a producţiei primare), servicii culturale (educaţionale, recreaţionale) şi servicii (funcţii) de conservare a biodiversităţii habitatelor naturale ce oferă adăpost animalelor carnivore mari din ţara noastră (urs, lup, râs) (tabelul 15)

Tabelul 15

Corespondente existente între categoriile funcţionale şi serviciile ecosistemice asigurate de pădure

Categorii funcţionale	Servicii ecosistemice
➤ Pădurile din bazinele torenţiale sau cu transport excesiv de aluviuni ➤ Pădurile situate pe stâncării, grohotişuri şi pe terenuri cu eroziune în adâncime, cu alunecări active, precum şi pe terenuri cu pante mari ➤ Păduri destinate conservării resurselor genetice ➤ Păduri constituite în rezervaţii naturale	➤ de reglare (reglarea climatului, reglarea eroziunii, purificarea apelor, a aerului) ➤ suport (formarea solului, producţia primară) ➤ culturale (educaţionale, recreative) ➤ suport (conservarea biodiversităţii, habitatelor naturale ale unor specii de animale carnivore importante)

În ceea ce priveşte indicatorul gradului de exercitare a funcţiilor ecoprotective (GEF), în cadrul tuturor arboretelor cvasivirgine identificate acesta s-a dovedit a fi optim (valoare cuprinsă între 20-25), punând în evidenţă calităţile ecologice excepţionale precum şi serviciile ecosistemice asigurate de arboretele cu structură semi-naturală (tabelul 16)

Tabelul 16

Zonarea funcţională a pădurilor virgine/cvasivirgine din Masivul Penteleu
Functional zoning of virgin/quasi-virgin forests from Penteleu Massif

Trup pădure cvasivirgină	UP	ua	Suprafaţă ha	SUP	Tip funcţional	Grad închidere coronament	Structura	Compoz.	Înrădăcinare	Vârstă	Dinamica succesională	GEF	Serviciul ecosistemic asigurat
Viforâta 1	V	40A	2,43	J	III	0,8	rel-plur	>2sp.	profund	90	fara sp. pioniere	23,9	reglarea eroziunii
	V	41B	3,55	J	III	0,7	rel-plur	2sp.	profund	100	fara sp. pioniere	22,8	reglarea eroziunii
	V	44B	27,8	M	II	0,7	plur	2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,3	reglarea eroziunii
	V	45	30,46	E	I	0,4	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	22,3	cultural
	V	46A	17,5	E	I	0,5	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	22,3	cultural
	V	46B	1,51	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	80	fara sp. pioniere	21,7	cultural
	V	46C	21,89	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	profund	160	fara sp. pioniere	22,5	cultural
	V	46E	0,41	E	I	0,5	rel-plur	1sp.	superficial	70	fara sp. pioniere	20,9	cultural
	V	46G	1,86	E	I	0,6	rel-plur	2sp.	profund	100	fara sp. pioniere	22,8	cultural
	V	47A	19,54	E	I	0,6	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,1	cultural
	V	47B	2,13	E	I	0,7	rel-plur	>2sp.	mijlociu	120	fara sp. pioniere	22,8	cultural
	V	48	17,23	E	I	0,7	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,1	cultural
	V	49A	35,13	E	I	0,7	rel-plur	>2sp.	mijlociu	170	fara sp. pioniere	22,8	cultural
	V	49B	4,14	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	profund	110	fara sp. pioniere	22,5	cultural
	V	49C	13,81	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	100	fara sp. pioniere	21,9	cultural
	V	49D	6,73	E	I	0,8	rel-plur	1sp.	profund	70	fara sp. pioniere	23,1	cultural

	V	52A	5	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	110	fara sp. pioniere	21,9	cultural
	V	52D	17,28	E	I	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	120	fara sp. pioniere	23,6	cultural
	V	53	45,28	E	I	0,7	rel-plur	>2sp.	mijlociu	140	fara sp. pioniere	22,8	cultural
Viforâta 2	V	54C	3,2	E	I	0,6	rel-plur	1sp.	superficial	120	fara sp. pioniere	21,9	cultural
	V	55A	16,34	E	I	0,6	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,1	cultural
	V	55C	4,19	E	I	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	130	fara sp. pioniere	21,9	cultural
	V	56A	17,94	E	I	0,6	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,1	cultural
	V	57A	16,58	E	I	0,7	rel-plur	2sp.	profund	130	fara sp. pioniere	22,8	cultural
	V	58C	8,7	E	I	0,6	rel-plur	1sp.	superficial	70	fara sp. pioniere	21,7	cultural
	V	58D	15,06	E	I	0,8	rel-plur	>2sp.	profund	170	fara sp. pioniere	23,9	cultural
7 Izvoare 1	VII	22A	11,29	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	profund	90	fara sp. pioniere	23,9	conservarea biodiversităţii
	VII	23A	8,12	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	95	fara sp. pioniere	23,6	conservarea biodiversităţii
	VII	24A	22,32	A	II	0,7	rel-plur	>2sp.	profund	100	fara sp. pioniere	23,1	conservarea biodiversităţii
7 Izvoare 2	VII	34A	25,33	A	II	0,7	rel-plur	>2sp.	mijlociu	85	fara sp. pioniere	22,8	conservarea biodiversităţii
	VII	35	14,89	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	90	fara sp. pioniere	23,6	conservarea biodiversităţii
	VII	36	36,52	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	90	fara sp. pioniere	23,6	conservarea biodiversităţii
	VII	37	31,26	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	90	fara sp. pioniere	23,6	conservarea biodiversităţii
	VII	38	17,62	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	mijlociu	90	fara sp. pioniere	23,6	conservarea biodiversităţii
	VII	39A	40,52	A	II	0,8	rel-plur	>2sp.	superficial	90	fara sp. pioniere	23,3	conservarea biodiversităţii
	VII	52A	30,99	A	V	0,7	rel-plur	>2sp.	mijlociu	90	fara sp. pioniere	23,6	-
	VII	64C	1,92	A	V	0,7	rel-plur	2sp.	profund	110	fara sp. pioniere	23,6	-

Bălescu	VII	66C	3,25	M	II	0,8	rel-plur	2sp.	superficial	95	fara sp. pioniere	23	reglarea eroziunii
	VII	90A	7,46	A	V	0,8	rel-plur	2sp.	superficial	70	fara sp. pioniere	22,8	-
	VII	90C	11,45	M	II	0,7	rel-plur	>2sp.	superficial	80	fara sp. pioniere	23,1	reglarea eroziunii
	VII	91A	13,48	A	V	0,8	rel-plur	2sp.	superficial	90	fara sp. pioniere	23	-
	VII	91B	20,21	M	II	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	80	fara sp. pioniere	22,5	reglarea eroziunii
	VII	92A	12,89	A	V	0,8	rel-plur	1sp.	superficial	80	fara sp. pioniere	22,5	-
	VII	92B	19,91	M	II	0,7	rel-plur	1sp.	superficial	90	fara sp. pioniere	22,7	reglarea eroziunii
Total tip funcțional I			321,91										
Total tip funcțional II			290,49										
Total tip funcțional III			5,98										
Total tip funcțional V			66,74										
Total categorie funcțională 1-2A			82,62										
Total categorie funcțională 1-1G			5,98										
Total categorie funcțională 1-5C			321,91										
Total categorie funcțională 1-5L			207,87										
Total categorie funcțională 2-1B			66,74										
TOTAL GENERAL			685,12										

Notă: sp. = specie/specii

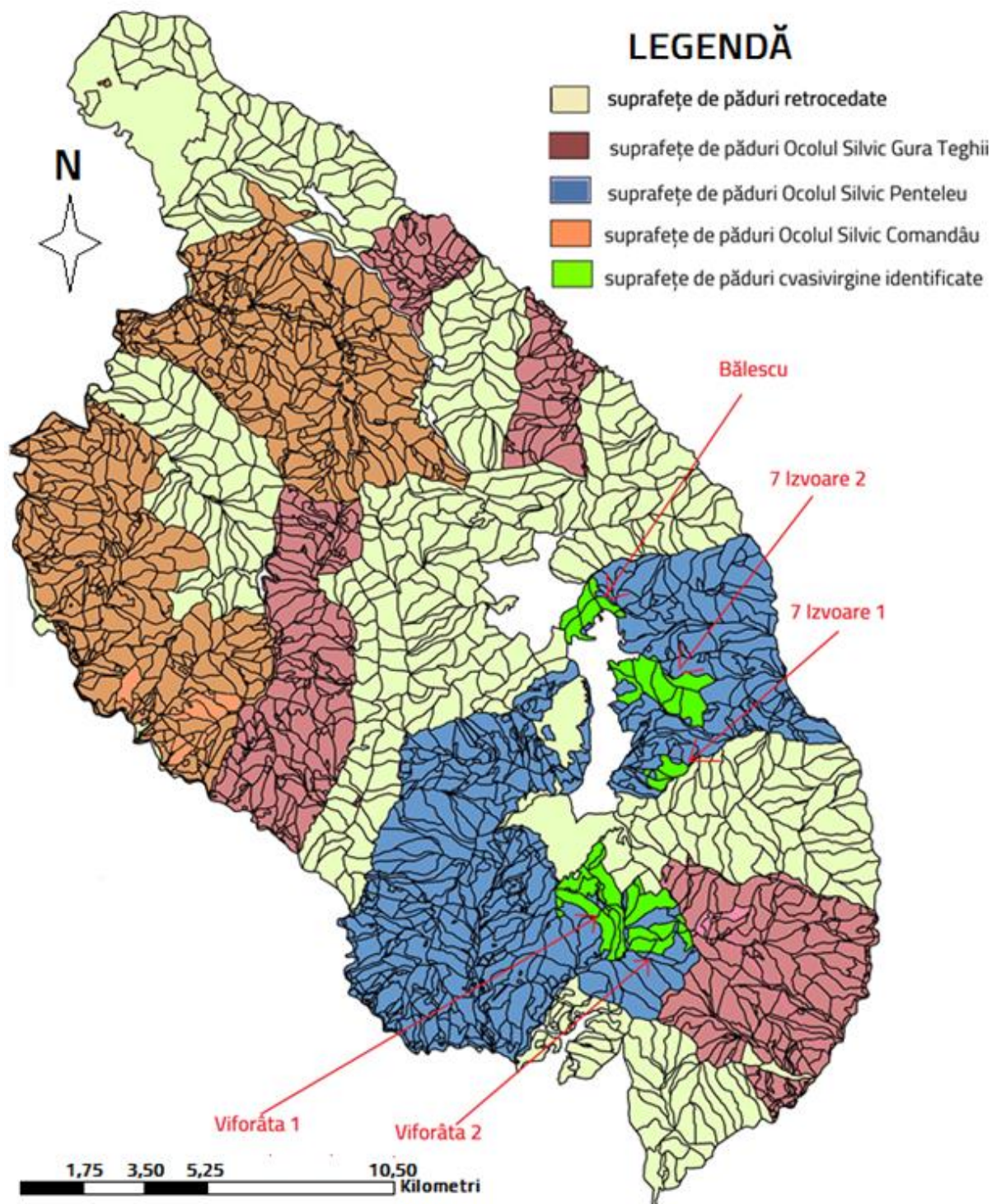


Fig. 20. Harta pădurilor cvasivirgine din Masivul Penteleu

Fig. 20. Map of quasi-virgin forests from Penteleu Massif

CAPITOLUL 5

CONCLUZII

CONCLUSIONS

Având în vedere importanța lor, pădurile cu structură naturală și semi – naturală (virgine și cvasivirgine) prezintă o problemă deosebită, actuală și viitoare și, din ce în ce mai intens abordată atât în țara noastră cât și la nivel european și global. Aceste categorii de păduri li se acordă tot mai multă importanță cu scopul de a găsi cele mai potrivite măsuri de ocrotire a acestor ecosisteme deosebite, veritabile obiective de patrimoniu național, european și mondial și mai mult, de a identifica pe viitor pe teritoriul României noi ecosisteme de asemenea valoare.

Pe baza cercetărilor efectuate în arborete cvasivirgine din Masivul Penteleu și a rezultatelor obținute cu ocazia elaborării tezei de doctorat, pot fi formulate următoarele concluzii:

a) În ceea ce privește structura arboretelor cvasivirgine cercetate

- Din punct de vedere statistic, suprafețele de cercetare selectate și amplasate în vederea desfășurării cercetărilor s-au dovedit a fi relevante, reprezentative sub raportul numărului mare de observații (de la 486 arbori în SCP Penteleu Bălescu la 749 arbori în SCP Penteleu Viforâta 2) și al variabilității relativ ridicate a principalelor caracteristici structurale. Această variabilitate accentuată poate fi explicată prin marea heterogenitate a arboretelor cercetate specifică arboretelor virgine și cvasivirgine caracterizată prin variații de la valori foarte mici până la unele foarte mari.
- Curba de distribuție a numărului de arbori este de tip exponențial negativ, în care cei mai mulți arbori s-au identificat în categoriile de diametre inferioare, specifică arboretelor cu structură naturală și seminaturală. Ca excepție se poate evidenția cazul SCP Penteleu 7 Izvoare unde curba de distribuție înregistrează 2 maxime cauzată de amplasarea suprafeței de cercetare într-o zonă cu vânturi puternice și condiții extreme de climă și vegetație care influențează semnificativ creșterea arborilor din cadrul arboretelor respective.
- Pentru ajustarea distribuțiilor experimentale ale numărului de arbori în raport cu diametrul acestora, dintre funcțiile teoretice utilizate cele mai potrivite s-au dovedit a fi funcțiile de tip Log Logistic 3p, Lognormal 3p precum și funcția mixtă Gamma, în cazul SCP Penteleu 7 Izvoare unde ajustarea nu a fost posibilă cu o funcție teoretică simplă. În cazul distribuției arborilor în raport cu diametrul lor, pe straturi cenotice, curba de distribuție prezintă o formă descrescătoare de la stratul inferior spre cel mijlociu, înregistrând o ușoară atenuare până la normalizare, în stratul cenotic superior caracterizat printr-un număr mare de arbori al cărui maxim se înregistrează în majoritatea cazurilor, în jurul diametrului de 50 cm și printr-o mare variabilitate a diametrelor.

- Curba de distribuție a înălțimilor este diferită față de cea a diametrelor, dar ca și în cazul acestora curba de distribuție a înălțimilor arborilor inventariați în cadrul SCP Penteleu 7 Izvoare realizează 2 maxime, aspect datorat distribuirii neomogene între generațiile de arbori, unele dintre clasele de înălțimi înregistrând un număr mai mare de arbori decât altele deci, se constată o variabilitate ridicată a distribuției numărului de arbori pe clase de înălțimi. Pentru ajustarea curbelor de distribuție în raport cu înălțimea arborilor din cuprinsul arboretelor cvasivirgine cercetate cele mai potrivite funcții teoretice s-au dovedit funcțiile de tip Beta, Gen. Gamma 4p și Weibull. În cazul SCP Penteleu 7 Izvoare unde ajustarea distribuției experimentale nu a fost posibilă utilizând o funcție teoretică simplă, funcția mixtă Gamma s-a dovedit și de această dată eficientă. Graficul ce exprimă relația dintre diametru și înălțime respectă modelele de structurare, curba având o formă specifică arboretelor naturale/semi-naturale, în care înălțimile prezintă un ritm de dezvoltare foarte redus în clasele de diametre mici, urmând apoi ca această creștere să se stabilizeze la clasele superioare, fără a se forma un maxim.
- Analiza distribuției coeficientului de variație al înălțimii pe categorii de diametre confirmă faptul că în arboretele cu structură plurienă, unde există o variabilitate mare a înălțimilor și a diametrelor există un echilibru mai mare în cadrul colectivităților de arbori cu diametre mari, competiția se diminuează iar raporturile dintre exemplare sunt specifice fazelor de dezvoltare respective.
- Distribuția arborilor în raport cu volumul lor se caracterizează printr-o concentrare de arbori în clasele de volume inferioare și un număr scăzut de arbori groși cu volume mari, generând o curbă de tip exponențial prelungită evidențiindu-se legătura foarte strânsă dintre diametru și volum, specifică arboretelor bine structurate, caracterizate printr-o mare diversitate și stabilitate cum sunt cele cu structură naturală și seminaturală.
- Analiza biodiversității structurale a pus în evidență gradul ridicat de diversitate al arboretelor cercetate, valorile indicelui Gini (G) fiind ridicate. De asemenea valorile indicelui Camino mai mici decât 2,00, calculate în cazul tuturor suprafețelor de cercetare, indică lipsa omogenității structurii arboretelor în cauză, rezultatele demonstrând faptul că arboretele cercetate prezintă o mare heterogenitate, specifică pădurilor virgine și cvasivirgine.
- Prezența, în cadrul suprafețelor de cercetare permanente, a arborilor morți, căzuți la sol, în majoritatea lor, confirmă faptul că de-a lungul timpului nu s-au desfășurat activități antropice. În acest mod a fost posibilă crearea unui echilibru în cadrul ecosistemelor respective, prin asigurarea de hrană și habitate pentru nenumărate specii, menținându-se complexitatea rețelelor trofice specifice pădurii și starea de sănătate a acesteia. De asemenea, existența unei diversități a speciilor componente, în suprafețele de cercetare permanente confirmă faptul că lemnul mort de rășinoase prezintă un procent mai mare de participare față de lemnul mort de fag, datorită diferenței de longevitate fiziologică dintre specii și sensibilității mai

mari a răşinoaselor la acţiunea factorilor naturali dăunători (vânt, zăpadă, etc.), excepţie fiind cazul SCP Penteleu Bălescu, unde fagul este preponderent datorită compoziţiei actuale a arboretului studiat.

b) În ceea ce priveşte analiza auxologică a arboretelor cvasivirgine cercetate

- Analiza variaţiei creşterii radiale în raport cu diametrul de bază a evidenţiat faptul că norul de puncte generat de valorile experimentale este grupat de-a lungul unei parabole de gradul al II - lea, caracteristică specifică arboretelor naturale şi semi-naturale.

Creşterile în volum obţinute în cadrul arboretelor cvasivirgine cercetate au înregistrat, la nivel de arboret, valori mai mari sau egale cu cele cunoscute în pădurile cu structură grădinărit ($6 - 7 \text{ m}^3/\text{ha}$); în cazul SCP Penteleu Viforâta 2 din cauza vârstei relativ înaintate a arboretului (170 ani) s-au înregistrat valori reduse ale creşterii în volum. În arboretele cu structură plurienă, caracterizate printr-o variabilitate mare a creşterilor în volum există o stabilitate mai mare a colectivităţilor de arbori cu diametre mari, unde competiţia se diminuează iar raporturile de dezvoltare sunt specifice fazelor respective.

c) În ceea ce priveşte analiza fazelor de dezvoltare ale arboretelor cercetate

- Ponderea diferită a ariei în care se desfăşoară fazele de dezvoltare în cadrul suprafeţei de cercetare permanente Bălescu pune în evidenţă existenţa unor colectivităţi de arbori specifice pădurilor virgine cu o structură orizontală foarte diversificată (ecomozaic).
- Distribuţia arborilor în raport cu diametrul pentru fiecare din fazele de dezvoltare, surprinde o dinamică specifică structurii arboretului din care face parte SCP Penteleu Bălescu, forma distribuţiei arborilor în raport cu diametrul de bază fiind de la descrescătoare, în cazul fazei de regenerare, fazei iniţiale şi fazei de tineret, unde majoritatea arborilor fac parte din categoriile inferioare de diametre până la plurimodală în cazul fazei optimale, unde întâlnim 3 maxime pe curba de frecvenţă.

d) În ceea ce priveşte identificarea, funcţionalitatea şi serviciile ecosistemice oferite de pădurile cvasivirgine din masivul Penteleu

- Metodologia în vigoare (OM nr 2525/2016) aplicată, a permis identificarea clară a unei suprafeţe de 685,12 ha de păduri cvasivirgine în Masivul Penteleu, reprezentate de arborete cu structură seminaturală, şi care constituie o bază

solidă, bine fundamentată, pentru includerea lor în Catalogul național al pădurilor virgine și cvasivirgine din România. Totodată, arboretele încadrate în grupa a II-a funcțională care nu au fost afectate de intervenția antropică și îndeplinesc criterii de selecție ca păduri cvasivirgine pot constitui un obiectiv major de analiză cu ocazia revizuirii amenajistice în sensul reîncadrării funcționale și selectării ca păduri cvasivirgine. De asemenea, trupurile de pădure identificate care îndeplinesc criteriile de selecție ca păduri cvasivirgine cu excepția celui de suprafață, pot constitui aspecte de dezbatere în planificarea amenajistică în ceea ce privește situația arboretelor limitrofe acestor trupuri, în vederea asigurării într-un viitor apropiat a criteriilor de selecție alături de cele deja existente, dar care nu îndeplinesc criteriul de suprafață.

- Categoriile funcționale în care sunt încadrate arboretele cvasivirgine identificate sunt specifice serviciilor ecosistemice ce pot fi asigurate de acestea evidențiindu-se astfel, o armonizare corespunzătoare între rolul funcțional și serviciile oferite de aceste păduri. Totodată, gradul de exercitare a funcțiilor ecoprotective (GEF), stabilit pentru toate arboretele cvasivirgine identificate s-a dovedit a fi optim (valoare cuprinsă între 20-25), confirmându-se astfel încă o dată performanțele ecologice excepționale manifestate de arboretele cu structură semi-naturală.

Teza de doctorat reliefează caracteristici specifice ale arboretelor virgine/cvasivirgine datorate structurilor diversificate și proceselor naturale complexe (existența arborilor de vârste și dimensiuni mari, stagnarea pe o perioadă îndelungată a creșterii arborilor aflați sub masiv la speciile cu temperament de umbră). Aceste păduri prezintă o structură atât de complexă încât se pot demara o multitudine de cercetări structurale și auxologice în cadrul acestora. De aceea este imperios necesar să se impună prin respectarea cadrului legislativ actual conservarea și protejarea strictă a acestor tipuri de păduri împotriva acțiunilor antropice directe sau indirecte, al căror efect ar duce la dispariția lor.

CAPITOLUL 6

CONTRIBUȚII ORIGINALE

ORIGINAL CONTRIBUTIONS

Principalele contribuții originale desprinse din rezultatele științifice obținute cu ocazia elaborării prezentei tezei de doctorat și pe baza concluziilor enunțate, se referă în principal la:

- îmbunătățirea stocului de cunoaștere în domeniul cercetării pădurilor virgine și cvasivirgine la nivel național, european și global și extinderea suprafeței acestor păduri la nivel național prin identificarea de noi arborete;
- evidențierea pentru prima dată, utilizând metode specifice de analiză, a structurii și auxologiei unor arborete reprezentative cvasivirgine din Masivul Penteleu, surprinzându-se marea diversitate și stabilitate ce caracterizează aceste categorii de arborete;
- întărirea ipotezei potrivit căreia volumul lemnului mort de rășinoase este mai mare decât cel de fag datorită sensibilității mai mari a rășinoaselor la factori naturali accidentali precum vântul și zăpada;
- cuantificarea și stabilirea intensității relației dintre structura arboretelor cvasivirgine identificate în trupuri de pădure și funcția ecologică protectivă ce o exercită, apelându-se la indicatorul GEF (gradul de exercitare al funcțiilor);
- realizarea în premieră a unei corespondențe între categoriile funcționale în care sunt încadrate arboretele cvasivirgine identificate și serviciile ecosistemice oferite de aceste păduri, în raport cu unul din sistemele de clasificare recunoscute la nivel european și internațional (Millenium Assessment);
- identificarea în premieră pentru Masivul Penteleu (județul Buzău) de noi suprafețe acoperite cu arborete care, prin particularitățile lor ecologice, structurale și auxologice descrise prin cercetările întreprinse, pot fi incluse în Catalogul național al pădurilor virgine și cvasivirgine din România;
- cartarea în premieră a pădurilor în general și a celor cvasivirgine identificate în special, în format GIS, în cadrul întregului Masiv Penteleu la nivel de unitate amenajistică, în condițiile în care s-a dispus doar parțial de informații digitale (aproximativ 57%);
- identificarea unor trupuri de pădure care îndeplinesc criteriile de selecție ca păduri cvasivirgine cu excepția celui de suprafață, care pot constitui aspecte de dezbatere în planificarea amenajistică viitoare în scopul extinderii suprafeței acestor păduri din Masivul Penteleu și la nivel național;
- identificarea de arborete încadrate în grupa a II-a funcțională, neafectate de intervenția antropică o perioadă semnificativă de timp, care îndeplinesc criterii de selecție ca păduri cvasivirgine și pot constitui un obiectiv major de analiză cu ocazia revizuirii amenajistice în sensul reîncadrării funcționale și selectării lor ca păduri cvasivirgine.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. *Anderson, T.W., Darling, D.A., 1954. A Test of Goodness of Fit. Journal of the American Statistical Association 49(268): 765-769.*
2. *Aksenov, D., Karpachevskiy, M., Lloyd, S., Yaroshenko, A., 1999. THE LAST OF THE LAST: The Old-growth Forests of Boreal Europe. Taiga Rescue Network, 63p.*
3. *Assmann, E., 1970. The principles of forest yield study; studies in the organic production, structure, increment, and yield of forest stands. Pergamon Press Oxford, New York, 506 p.*
4. *Badea, O., 2008. Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acţiunea poluării atmosferice şi modificărilor climatice. Bucharest, Editura Silvică, 98p.*
5. *Barbu, C. O., 2004. Evaluarea impactului doborâturilor de vânt din martie 2002 asupra funcţiilor ecoprotective ale pădurii. Analele Universităţii Ştefan cel Mare, Suceava – pp 127-136.*
6. *Barbu, I., Cenuşă, R., 2001. Regenerarea naturală a molidului, Staţiunea Experimentală de cultura molidului. Seria: Lucrări de cercetare, Câmpulung Moldovenesc, 238p.*
7. *Biriş, I. A., Veen, P., 2005. Virgin forests in Romania: inventory and strategy for sustainable management and protection of virgin forests in Romania. Document ICAS, Bucharest.*
8. *Bolea V., Chira D., Munteanu R., Vasile D., Mantale C., Peter K., Roman G., 2011. Arbori excepţionali din făgeto – brădetul de la Şinca Veche (Munţii Ţaga, Braşov). Revista de silvicultură şi cinegetică – pp 36-41.*
9. *Boncina, A., 2011. History, current status and future prospects of uneven-aged forest management in the Dinaric region: an overview. Forestry, 84(5), 467-478.*
10. *Camino, R., 1976. Determinación de la homogeneidad de rodales. Bosque, 1(2), 110-115.*
11. *Cenuşă, R., 1986. Structura şi stabilitatea unei păduri naturale de molid din Codrul secular Giumalău. Rev. Pădurilor 4, p. 185-189.*
12. *Cenuşă, R., Popa, C., Teodosiu, M., 2002. Cercetări privind relaţia structură-funcţie şi evoluţia ecosistemelor forestiere naturale din nordul ţării. Analele ICAS 45.*

13. Chivulescu, S., Badea, O., Tomescu, R., Silaghi, D., Leca, S., Turcu, D. O., 2014. *Structural features of virgin beech forests in Semenik mountains. The dynamic structure of virgin beech forest P20 Semenik between 2005–2013. Proceedings of Romanian Academy-Series B: Chemistry, Life Science and Geoscience*, 16(2), 115–124.
14. Chivulescu, S., Leca, S., Silaghi, D., Badea, O., 2016. *Growth of virgin forests in the southern Carpathians. Agriculture and Forestry*, 62 (3): 39–48. DOI:10.17707/AgricultForest.62.3.03.
15. Chivulescu, S., 2017. *Cercetări biometrice şi auxologice în păduri virgine din Munţii Semenik, Munţii Retezat, Munţii Făgăraş şi Munţii Penteleu. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Braşov*, 141p.
16. Chivulescu, Ş., Leca, Ş., Silaghi, D., Cristea, V., 2018. *Structural biodiversity and dead wood in virgin forests from Eastern Carpathians. Agriculture and Forestry*, 64 (1): 177–188.
17. Clinovschi, F., Palaghianu, C., 2008. *Cercetări dendrometrice şi auxologice în arboretele pluriene din unitatea de producţie Il Cucureasa – Ocolul Silvic Cosna. Analele Universităţii "Ştefan cel Mare" Suceava*.
18. Commarmot, B., Bundziak, Y., Bachofen, H., Bürgi, A., 2005. *Structure of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland). Forest Snow and Landscape Research* 79(1).
19. Costea, C., 1962. *Codrul grădinărit. Editura agro-silvică, Bucureşti*.
20. Cristea, V., Badea, O., 2019. *Structura arboretelor cvasivirgine din Masivul Penteleu în raport cu volumul arborilor componenţi. Revista de Silvicultură şi Cinegetică*.
21. Cristea, V., 2019. *Caracteristicile auxologice ale pădurilor cu structură naturală şi semi-naturală din Carpaţii sud-estici. Revista de Silvicultură şi Cinegetică*.
22. Cristea, V., Leca, Ş., Ciceu, A., Chivulescu, Ş., Badea, O., 2019. *Structural Features of Old Growth Forest from South Eastern Carpathians, Romania. South-east Eur for* 10 (2): early view. DOI: <https://doi.org/10.15177/seefor.19-13>.
23. Curcovic, M., Spalevic, V., Medarevic, M., 2013. *The ratio between the real and theoretically normal number of trees in mixed fir, beech and spruce forests in the national park Biogradska Gora. Poljoprivreda i Sumarstvo*, 59(1), 7.

24. Delignette, M. L., Dutang, C., Pouillot, R., Denis, J.B., 2015. *Help to Fit of a Parametric Distribution to Non-Censored or Censored Data R package version 1.0.6.*
25. Dolocan, C., 2013. *Cu privire la pădurile virgine şi cvasivirgine din Munţii Penteleu. Pădurile virgine şi cvasivirgine ale României, sub redacţia Victor Giurgiu, Editura Academiei Române, pp. 327-349.*
26. Doniţă, N., 2001. *Pădurile virgine din România. Aspecte teoretice, sub traducere Romică Tomescu, Editura ASBL Forêt Walonne, pp. 43-49.*
27. Doniţă, N., Dissescu R., 2001. *Pădurile virgine din România. Istoricul cercetărilor privind pădurile virgine, sub traducere Romică Tomescu, Editura ASBL Forêt Walonne, pp. 71-81.*
28. Duduman, G., 2008. *Rezultate ale aplicării codrului grădinărit în arborete din ocoalele silvice Văliug şi Sinaia. Revista pădurilor, nr. 3, pp. 9-20.*
29. Duduman, G., 2009. *Fundamentarea ecologică a calculului posibilităţii în pădurile tratate în codru grădinărit. Editura Universităţii Suceava, 300p.*
30. Florescu I. I., Chitea G., Sparchez G., Dieter S., Petriţan, I. C., Filipescu, C. N., 2002. *Particularităţi privind modul de structurare şi funcţionare a unor ecosisteme forestiere montane cvasivirgine din zona Braşov. Analele Icas 45.*
31. Frelich, L. E., Reich, P.B., 2003. *Perspectives on development of definitions and values related to old-growth forests. Environmental Reviews, 11(S1), S9-S22.*
32. Gayser, K., 1878. *Waldbau. Berlin, Germany.*
33. Gini, C., 1912. *Variabilità e mutabilità. Reprinted in Memorie di metodologica statistica (Ed. Pizetti E, Salvemini, T). Rome: Libreria Eredi Virgilio Veschi, 1.*
34. Giurgiu, V., 1972. *Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură. Editura Ceres, Bucureşti, 562 p.*
35. Giurgiu, V., 1978. *Conservarea pădurilor. Editura Ceres. Bucureşti.*
36. Giurgiu, V., 1979. *Dendrometrie şi auxologie forestieră. Editura Ceres, Bucureşti, 691p.*
37. Giurgiu, V., 1984. *Structural characteristics of forest in the Retezat National Park. Rech. écol. dans le Parque National Retezat. Cluj-Napoca, 69-74.*

38. *Giurgiu, V., 1988. Amenajarea pădurilor cu funcții multiple. Editura Ceres, București.*
39. *Giurgiu, V., 1999. Pădurile virgine și cvasivirgine din România, patrimoniu natural și european. Revista pădurilor nr. 3, p. 1-12.*
40. *Giurgiu, V., 1999. Corelația între înălțimile și diametrele arborilor în arboretele echine și pluriene din Romania. Silvologie vol. II, sub redacția Victor Giurgiu, Editura Academiei Române, București, pp. 9-64.*
41. *Giurgiu, V., Doniță, N., Bândiu, C., Cenușă, R., 2001. Pădurile virgine din România, ASBL Foret Walolonne, Louvain la Neuve, 204p.*
42. *Giurgiu, V., Decei, I., Drăghiciu, D., 2004. Modele matematico-auxologice și tabele de producție pentru arborete. Editura Ceres, București, 607p.*
43. *Giurgiu, V., Decei, I., Drăghiciu, D., 2004. Metode și tabele dendrometrice, Editura Ceres, 575p.*
44. *Giurgiu, V., 2012. Cu privire la pădurile virgine și cvasivirgine ale României. Revista pădurilor, nr. 2, pp. 53-53.*
45. *Giurgiu, V., 2013. Pădurile virgine și cvasivirgine ale României, Ed. Academiei Române, 390 p.*
46. *Guiman, G., 2007. Optimizarea structurii arboretelor prin aplicarea tratamentului codrului grădinărit în făgete din Bazinul Mijlociu și Superior al Argeșului. Teză de doctorat. Universitatea Ștefan cel Mare, Suceava, 225p.*
47. *Iacob, I. C., 1999. Cercetări auxologice în arboretele pluriene naturale de fag cu rășinoase din Bucegi și Piatra Craiului. Teză de doctorat. Facultatea de Silvicultură Suceava.*
48. *Ibero, C., 1994. The status of old-growth and semi-natural forests in Western Europe. Gland (Switzerland) WWF.*
49. *Ichim, R., 1968. Cercetări asupra preciziei metodelor de cubaj aplicate în arboretele de molid în raport cu variabilitatea formei arborilor. Teză de doctorat. Institutul Politehnic, Braşov.*
50. *Keeton, W. S., Chernyavskyy, M., Gratzner, G., Main-Knorn, M., Shpylchak, M., Bihunf, Y., 2010. Structural characteristics and aboveground biomass of old-growth spruce fir stands in the*

- eastern Carpathian mountains, Ukraine. *Plant Biosystems*, Vol. 144, No. 1, March 2010, pp. 148–159.
51. Koop, H., Hilgen, P., 1987. Forest dynamics and regeneration mosaic shifts in unexploited beech (*Fagus sylvatica*) stands at Fontainebleau (France). *Forest Ecology and Management* Volume 20, Issues 1–2, pp. 135-150.
 52. Leahu, I., 1994. *Dendrometrie*. Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică.
 53. Leibundgut, H., 1959. Über Zweck und Methodik der Struktur - und Zuwachsanalise von Urwälder. *Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen* 110, 3.
 54. Leibundgut, H., 1978. Über die Dynamik europäischer Urwälder. *Allg. Forstzeitschr.* 24. p. 686-690.
 55. Leibundgut, H., 1982. *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Bern-Stuttgart.
 56. Leca, Ş., 2014. *Creşterea arborilor şi arboretelor în sistemul de monitorizare forestieră intensivă. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Braşov*, 112p.
 57. Macdonald, P. D. M., Du, J., 2004. *Mixture distribution models. R package version 0.5-1*.
 58. Matić, S., 1999. The forests of Croatia – country report. *Virgin forests and forest reserves in central and east European countries*, pp. 17-24.
 59. Mayer, H., 1984. *Wälder Europas*. Fischer Stuttgart – New York.
 60. Merce, O., Turcu, D., Cadar, N., 2009. *Jurnal - HFB, Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Timisoara*, vol. 13, pp. 318-333.
 61. *Millenium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well – Being: Health Synthesis*, 52p.
 62. Parviainen, J., Schuck, A., 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*.
 63. Pintarić, K., 1999. *Forestry and Forest Reserves in Bosnia and Herzegovina. Virgin forests and forest reserves in central and east European countries*, pp. 1-15.

64. *Popa, I., Badea, O., 2014. Reconstituirea prin metode dendroecologice a dinamicii perturbărilor în pădurile naturale din Carpații Orientali, Stațiunea experimentală de cultura molidului Câmpulung Moldovenesc.*
65. *Popescu – Zeletin, I., Petrescu, L., 1956. Contribuții la cunoașterea arboretelor virgine. Buletinul științific al Academiei. 8, 4.*
66. *Popescu-Zeletin, I., Dissescu, R., 1964. Structura arboretelor virgine din Penteleu. Studii și Cercetări Biologice. Seria Biologie Vegetală. 16, 5. p, 365-386.*
67. *Rădulescu, A., 1937. Wuchseistung, Nutzung und Verjungung der urwüchsigen Buchenbestände in den Karpathen. Geller, București.*
68. *Reininger, H., 1997. Pădurea seculară românească, arhetip pentru o silvicultură pe baze ecologice. Revista Pădurilor, nr.4, pp. 92-94.*
69. *Roibu, C.C., Tomescu, C., Savin, A., Onciul, M.M., 2008. Analysis of biodiversity regarding structural and phytocoenological aspect in "old growth beech forest of Humosu" Reservation.*
70. *Roibu, C.C., 2010. Cercetări dendrometrice, auxologice și dendrocronologice în făgetele din Podișul Sucevei aflate în limita estică a arealului. Editura Universitară, Suceava.*
71. *Rucăreanu, N., 1939. Der ökonomische Vorrat. München.*
72. *Seceleanu, I., 2012. Amenajarea pădurilor, Organizare și conducere structurală. Editura Ceres, 505p.*
73. *Schütz, J.P., 2001. Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder [The selection forest and other forms of structured and mixed forests]. Parey, Berlin, pp. 240.*
74. *Stephens, M.A., 1979. Tests of Fit for the Logistic Distribution Based on the Empirical Distribution Function. Biometrika 66(3): 591-595.*
75. *Tomescu, R., Târziu, D.R., Turcu, D.O., 2011. Importanța pentru Pădure a Lemnului Mort. ProEnvironment/ProMediu: 4(7).*
76. *Tomescu, R., Târziu, D.R., Turcu, D.O., 2013. Contribuții la cunoașterea dinamicii structurii făgetelor virgine din Rezervația Naturală Izvoarele Nerei-Semenic. Păduri virgine și cvasivirgine ale României, București, Editura Academiei Române, pp 209-257.*

77. *Turcu, D.O., 2012. Cercetări privind dinamica structurii făgetelor virgine şi a mortalităţii arborilor din Rezervaţia Naturală „Izvoarele Nerei”. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania, Braşov, 148 p.*
78. *Westphal, C., Tremmer, N., Oheimb, G., Hansen, J., Gadow, K., Härdtle, W., 2006. Is the reverse J-shape diameter distribution universally aplicable in European virgin beech forests? Forest Ecology and Management, nr. 223, pp. 75-83.*
79. *Wirth, C., Messier, C., Bergeron, Y., Frank, D., Fankhänel, A., 2009. Old-Growth Forest Definitions: a Pragmatic View. Springer.*
80. **** Amenajamentul Ocolului Silvic Penteleu.*
81. **** Amenajamentul Ocolului Silvic Gura Teghii.*
82. **** Amenajamentul Ocolului Silvic Comandău.*
83. **** Ordinul de Ministru nr. 766/2018 pentru aprobarea Normelor tehnice privind schimbarea categoriei de folosinţă a terenurilor din fondul forestier.*
84. **** Ordinul de Ministru nr. 2525/2016 privind constituirea Catalogului naţional al pădurilor virgine şi cvasivirgine din România.*
85. **** Ordinul de Ministru nr. 3397/2012 privind stabilirea criteriilor şi indicatorilor de identificare a pădurilor virgine şi cvasivirgine.*
86. **** www.apepaduri.gov.ro/paduri-virgine.ro*
87. **** www.fetch.ro*
88. **** www.field-map.com.*
89. **** <https://earth.google.com/web/>*
90. **** www.lege5.ro*
91. **** www.wikipedia.org*

REZUMAT

Scopul cercetărilor a constat în acumularea de cunoştinţe noi privind modul de organizare şi funcţionare a pădurilor cu structură seminaturală din Carpaţii româneşti, cu referire specială la Masivul Penteleu, în vederea protejării şi conservării lor. Obiectivele cercetărilor au fost atinse şi s-au referit în principal la analiza structurii unor noi arborete seminaturale din Masivul Penteleu, evidenţierea particularităţilor auxologice ale acestora, identificarea şi cartarea lor pe întreg Masivul Penteleu. Pentru a studia şi a înţelege structura şi dinamica acestor păduri, au fost instalate 4 suprafeţe de cercetare permanente, cu mărimea de 1 ha, în Munţii Penteleu, parte din Munţii Buzăului. Apoi, cercetările au fost extinse la întreaga suprafaţă a Masivului Penteleu şi utilizând o metodologie specifică, reglementată de legislaţia în vigoare s-a identificat suprafaţa de 685,12 ha ocupată de arborete cu structură seminaturală. Rezultatele ştiinţifice obţinute au arătat că pădurile cercetate au o diversitate structurală optimă, asigurându-le o stabilitate şi o multifuncţionalitate ridicată. Arboretele cu structură semi – naturală identificate, în baza caracteristicilor structurale şi auxologice pe care le deţin pot fi incluse în Catalogul naţional al pădurilor virgine şi cvasivirgine din România.

Cuvinte cheie: păduri virgine, păduri cvasivirgine, multifuncţionalitate, diversitate structurală optimă, stabilitate

ABSTRACT

The purpose of the research was accumulation of new knowledge regarding the way of organization and functioning of semi-natural forests from Romanian Carpathians, with special reference to Penteleu Massif, in order to protect and conserve them. The research objectives were achieved and they mainly referred to the analyze the structure of semi-natural stands from Penteleu Massif. To study and understand the structure and its dynamics of primeval forest, four permanent one-hectare research plots were installed in the Penteleu Mountains, part of Buzau Mountains. Then, study was extended over the entire surface of Penteleu Massif, and using a specific methodology, adopted by specific legislation, the surface of 685,12 hectares covered by stands with semi-natural structure was identified. The obtained scientific results showed that studied forests have an optimal structural diversity, assuring them a high stability and multifunctionality. Forest stands with semi – natural structure identified, based on their structural and auxological characteristics, can be included in the Register of virgin and quasi – virgin forests from Romania.

Keywords: virgin forests, quasi-virgin forests, multifunctionality, optimal structural diversity, stability.

CURRICULUM VITAE (ROMÂNĂ)

Informații personale

Nume/Prenume **CRISTEA Valentin Cristian**
Telefon

Naționalitate română
Data și locul nașterii
Sex



Experiență profesională

Perioada	noiembrie 2011 – august 2012
Funcția/postul ocupat	inginer silvic
Activități/responsabilități	fond forestier și producție
Numele angajatorului	Direcția Silvică Buzău
Perioada	septembrie 2012 – prezent
Funcția/postul ocupat	inginer silvic
Activități/responsabilități	păduri private, cultură și refacerea pădurilor
Numele angajatorului	Direcția Silvică Buzău

Educație și formare

Perioada	octombrie 2006 – iunie 2010
Calificarea/diploma obținută	diploma de inginer silvic
Numele și tipul instituției de învățământ	Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere
Perioada	octombrie 2010 – iunie 2012
Calificarea/diploma obținută	master în silvicultură
Numele și tipul instituției de învățământ	Universitatea Transilvania din Braşov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere

Activitate științifică

Lucrări ISI

- **Cristea, V.,** Leca, Ș., Ciceu, A., Chivulescu, Ș., Badea, O. 2019. Structural Features of Old Growth Forest from South Eastern Carpathians, Romania. *South-east Eur for* 10 (2): early view. DOI: <https://doi.org/10.15177/see-for.19-13>;

Lucrări BDI

- Chivulescu, Ș., Leca, Ș., Silaghi, D., **Cristea, V.,** 2018. Structural biodiversity and dead wood in virgin forests from Eastern Carpathians. *Agriculture and Forestry*, 64 (1): 177-188

Articole BDI transmise și acceptate spre publicare

- **Cristea, V.,** 2019. Caracteristicile auxologice ale pădurilor cu structură naturală și semi-naturală din Carpații sud-estici. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*
- **Cristea, V.,** Badea, O., 2019. Structura arboretelor cvasivirgine din Masivul Penteleu în raport cu volumul arborilor componenți. *Revista de Silvicultură și Cinegetică*

Postere științifice

- **Cristea, V.,** 2018. Growth's aspects of virgin and quasi - virgin forests from Eastern Carpathians. International Scientific Conference „Forest Science for a Sustainable Forestry and Human Wellbeing in a Changing World” - INCDS „Marin Drăcea” 85 Years of Activity. Centenary of The Great Union September 18th -21th 2018, Bucharest, Romania

CURRICULUM VITAE (ENGLISH)

Personal information

Name/Surname **CRISTEA Valentin Cristian**

Phone number

Nationality romanian

Date and place of birth



Work experience

Period	november 2011 – august 2012
Occupation/position held	forestry engineer
Activities/responsibilities	forest fund and production activity
Name of employer	The Forestry Direction Buzău
Period	september 2012 – present
Occupation/position held	forestry engineer
Activities/responsibilities	private forests, cultivation and regeneration of forests activity
Name of employer	The Forestry Direction Buzău

Education and training

Period	october 2006 – june 2010
Title of qualification awarded	bachelor's degree – forest engineer
Name and type of organisation providing education and training	Faculty of Silviculture and Forest Engineering Transilvania University of Braşov
Period	october 2010 – june 2012
Title of qualification awarded	master degree – forest engineer
Name and type of organisation providing education and training	Faculty of Silviculture and Forest Engineering Transilvania University of Braşov

Scientific activity

ISI Journals

- **Cristea, V.,** Leca, Ş., Ciceu, A., Chivulescu, Ş., Badea, O. 2019. Structural Features of Old Growth Forest from South Eastern Carpathians, Romania. *South-east Eur for* 10 (2): early view. DOI: <https://doi.org/10.15177/see-for.19-13>;

BDI Journals

- Chivulescu, Ş., Leca, Ş., Silaghi, D., **Cristea, V.,** 2018. Structural biodiversity and dead wood in virgin forests from Eastern Carpathians. *Agriculture and Forestry*, 64 (1): 177-188

BDI scientific articles sent and accepted for publishing

- **Cristea, V.,** 2019. Caracteristicile auxologice ale pădurilor cu structură naturală şi semi-naturală din Carpaţii sud-estici. *Revista de Silvicultură şi Cinegetică*
- **Cristea, V.,** Badea, O., 2019. Structura arboretelor cvasivirgine din Masivul Penteleu în raport cu volumul arborilor componenţi. *Revista de Silvicultură şi Cinegetică*

Scientific posters

- **Cristea, V.,** 2018. Growth's aspects of virgin and quasi - virgin forests from Eastern Carpathians. International Scientific Conference „Forest Science for a Sustainable Forestry and Human Wellbeing in a Changing World” - INCDS „Marin Drăcea” 85 Years of Activity. Centenary of The Great Union September 18th -21th 2018, Bucharest, Romania