

PUBLICATĂ DE INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI AMENAJĂRI SILVICE - ICAS

Adresa: Bd. Eroilor nr. 128
Voluntari, 077190 Ilfov
Tel./Fax: 021 350 32 41/ 021 350 32 45
Email: contact@editurasilvica.ro
Web: http://www.editurasilvica.ro

Referenți științifici: - acad. Victor Giurgiu
- dr. ing. Ionel Popa - membru corespondent ASAS

Colaboratori: - Brașov: Alexandru Chircă, Cătălin Cojanu, Dan Pepelea, Ienășoiu Gruîță
- București: Luminița Sacerdoțeanu, Cornel Barbu, Răducu Stănculeanu,
Daniel Robu, Cristian Angheluș, Liviu Ciuvăț, George Preda
- C-lung Moldovenesc: Iboya Crăciunaș, Dumitru Vlădeanu
- PNB – Bogdan Butufei, Valentin Bălan, Stelian Soare

Lucrare publicată cu sprijinul financiar al Ministerului Educației Naționale prin Programul Nucleu
”Gestionarea durabilă a ecosistemelor forestiere în contextul modificărilor globale de mediu”/GEDEFOR

Coperta: Dana Mohr
Tehnoredactare computerizată: Pollyanna Pârnuță

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
**Cercetări ecologice pe termen lung în ecosisteme forestiere
reprezentative din Parcul Natural Bucegi** / ed.: Ovidiu
Badea. - Voluntari : Editura Silvică, 2013
ISBN 978-606-8020-34-1

I. Badea, Ovidiu (ed.)

630
502.73(498)(28 Bucegi)

Cuvânt înainte

Elaborarea și adoptarea unor metodologii comune, fundamentate pe baze științifice complexe și integrate la nivel național, european și internațional au contribuit esențial la implementarea și dezvoltarea cercetărilor și monitorizării pe termen lung a complexelor ecosistemice în rețele specifice, destinate promovării excelenței în cercetările socio-ecologice și obținerii unor performanțe științifice remarcabile în acest domeniu.

Cercetările inter- și multidisciplinare, realizate în echipe largi de cercetare au o contribuție deosebită la dezvoltarea cunoașterii efectelor acțiunii diferiților factori de stres asupra structurii, funcționalității și biodiversității sistemelor ecologice, și în același timp, la creșterea acestor preocupări în contextul acțiunii combinate, din ce în ce mai accentuate, a schimbărilor climatice, poluării atmosferice, activităților umane și a altor factori de stres biotici și abiotici. Răspunsul la presiunile exercitate de factorii de comandă naturali și antropici necesită o abordare specifică, prin utilizarea unor modele și metode de analiză integrată, care să conducă la dezvoltarea sistemelor suport de asigurare a deciziilor în managementul sistemelor ecologice complexe.

Pornind de la complexele socio-ecologice zonale formate din ecosisteme naturale, create, controlate sau dominate de om la nivel local sau regional, Parcul Natural Bucegi, componentă a sitului de cercetare ecologică pe termen lung Bucegi-Piatra Craiului prezintă o importanță majoră la scară națională și europeană în desfășurarea unor astfel de cercetări/monitorizări specifice caracterizării stării, capacității productive și de suport a sistemelor socio-ecologice și a Capitalului Natural din cuprinsul acestora.

În acest context, lucrarea “Cercetări ecologice pe termen lung în ecosisteme forestiere reprezentative din Parcul Natural Bucegi ” reprezintă o încercare de a prezenta, într-o formă coerentă și integrată, cercetările ecologice multi și transdisciplinare desfășurate în perioada 2006-2010 în ecosisteme forestiere reprezentative din această zonă, componentă a sitului ILTER Bucegi-Piatra Craiului. Aceasta constituie o lucrare de referință pentru inițierea și dezvoltarea pe termen lung, fără întreruperi, a unor activități de cercetare/monitorizare a ecosistemelor forestiere, care să furnizeze rezultate fundamentate științific, bazate pe serii de informații continue și compatibile cu cele caracteristice altor situri din rețelele națională (RO-LTER), europeană (LTER- Europe) și internațională (ILTER). De asemenea, lucrarea reprezintă o contribuție de importanță majoră în domeniul cercetărilor socio-ecologice pe termen lung, evidențiind per-

formația și competența științifică dobândite, necesitatea continuării și dezvoltării acestor cercetări, cu posibilitatea deschiderii unor noi nișe de cercetare ecosistemică.

Aducem mulțumiri Autorității Naționale pentru Cercetare Științifică (ANCS), Regiei Naționale a Pădurilor-ROMSILVA și Comisiei Europene, pentru finanțarea proiectelor de cercetare EPAEFOR (Programului MENER) și EnvEurope (Programul Life+), conducerii și personalului de teren ale Administrației Parcului Natural Bucegi, pentru sprijinul competent și permanent acordat pe parcursul cercetărilor și tuturor specialiștilor din teren și din laboratoarele specializate ale Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS) care și-au adus contribuția cu responsabilitate și profesionalism, la realizarea activităților științifice planificate în cadrul cercetărilor.

24.05.2013

Ovidiu BADEA

Foreword

The common developed and adopted methodologies, based on scientifically complex and integrated national, European and international level, contributed significantly to the implementation and promotion of long-term research and monitoring of ecosystem complexes in special networks, in order to foster excellence in socio-ecological research and achieve outstanding scientific performance in this area.

Inter- and multidisciplinary research, carried out by broadened research teams have an important contribution to scientific advancements concerning the effects of various stressors on the structure, function and biodiversity of ecological systems, and at the same time, to a growing interest in the context of the intensifying combined action of climate change, pollution, human activities and other biotic and abiotic stressors. Response to pressure from natural and anthropogenic command factors requires a specific approach, through the use of models and methods for integrated analysis leading to the development of decision support systems to ensure the management of complex ecological systems.

Starting from local socio-ecological complex systems consisting of natural ecosystems that were created, controlled or dominated by man at local or regional level, Bucegi Natural Park, part of the long-term ecological research site Bucegi National Park, represents a major importance at national and European levels in this kind of research/monitoring activities for status description, productive and support capabilities of socio-ecological systems and their Natural Capital.

In this context, the paper "Long-term ecological researches on representative forest ecosystems of Bucegi Natural Park" is an attempt to present in a coherent and the integrated multi-and transdisciplinary environmental researches carried out in 2006-2010 in forest ecosystems representative for this area, part of the ILTER site Bucegi-Piatra Craiului National Park. This is a reference work for the initiation and long-term uninterrupted development of research/monitoring of forest ecosystems in order to provide scientifically sound results based on continuous and consistent set of data with other sites in the national (RO-LTER), European (LTER-Europe) and international networks (ILTER). The paper also represents a major contribution in the field of long-term socio-ecological research, highlighting the achievements and scientific capabilities, and the need for further development of these researches, with the opportunity of opening new niches in ecosystem research.

We acknowledge the National Authority for Scientific Research (ANCS), National Forest Administration-ROMSILVA and the European Commission for funding the research projects EPAEFOR (MENER Program) and EnvEurope (Life+ Program), the management and field staff of the Bucegi Natural Park administration, for permanent and competent support provided during the research and all the specialists in the field and laboratories of the Forest Research and Management Institute (ICAS) who contributed with responsibility and professionalism in achieving the planned scientific research activities.

24.05.2013

Ovidiu Badea

Cuprins

1. INTRODUCERE	13
1.1. Considerații generale	13
1.2. Rețele de cercetare/monitorizare pe termen lung	15
2. METODOLOGIA DE CERCETARE	23
2.1. Proiectarea și amplasarea rețelei de cercetare	23
2.2. Actualizarea bazei de date spațiale aferente Parcului Natural Bucegi	26
2.2.1. Identificarea surselor în vederea actualizării planurilor topografice	26
2.2.2. Adăugarea elementelor cartografice amenajistice pe planurile de bază actualizate cu ajutorul ortofotoplanurilor din anul 2006	33
2.3. Inventarierea, evaluarea și analiza parametrilor de caracterizare a stării ecosistemelor forestiere	40
3. STAREA ECOSISTEMELOR FORESTIERE DIN PARCUL NATURAL BUCEGI ÎN PERIOADA 2006-2010	57
3.1. Sarea de sănătate a arborilor din cuprinsul Parcului Natural Bucegi	57
3.2 Creșterea arborilor și arboretelor	61
3.3 Biodiversitatea vegetației forestiere	72
3.4 Analiza stării de nutriție a arborilor	80
3.5. Starea solurilor forestiere	89
3.6. Calitatea aerului	119
3.7. Depunerile atmosferice și soluția solului	127
3.7.1 Variația cantitativă a precipitațiilor	128
3.7.2 Variația concentrației ionilor minerali în apele din precipitații și soluția solului	132
3.7.3 Variația fluxului de ioni minerali în sezonul de vegetație	141
3.7.4 Coeficienții de încărcare	150
3.7.5 Comparatie între fluxurile de ioni minerali înregistrate în teren liber și sub coronamentul pădurii în sezonul de vegetație	152

3.7.6 Analiza comparativă a fluxurilor de apă și de ioni minerali înregistrate în PN Bucegi comparativ cu fluxurile înregistrate anterior în România și în diferite regiuni la nivel european	157
3.8. Obținerea hărților tematice în format GIS	168
4. CONCLUZII	181
Bibliografie	189
Anexa	193

CONTENTS

1. INTRODUCTION	13
1.1. General remarks	13
1.2. Long-term research/monitoring networks	15
2. RESEARCH METHODOLOGY	23
2.1. Research network design and emplacement	23
2.2. Updating the geodatabase of Bucegi Natural Park	26
2.2.1 Identifying the information sources for updating the topographic plans	26
2.2.2 Augmenting management mapping features on topographic plans by means of ortophotoplans made in the year 2006 ...	33
2.3. Inventory, assessment and analysis of forest ecosystem status parameters	40
3. FOREST ECOSISTEM STATUS IN THE BUCEGI NATURAL PARK DURING 2006-2010 PERIOD	57
3.1. Forest health status	57
3.2 Tree and forest growth	61
3.3 Vegetation biodiversity	72
3.4 Foliar analysis	80
3.5. Forest solis condition	89
3.6. Air quality	119
3.7. Atmospheric deposition and soli solution	127
3.7.1 Quantitative variation of precipitations	128
3.7.2 Variability of concentration of mineral ions in precipitation and soil solution	132
3.7.3 Variability of mineral ion fluxes during the growing season...	141
3.7.4 Critical loads	150
3.7.5 Mineral ion fluxes under forest canopy compared to open field during the vegetation season	152
3.7.6 Analysis of water and mineral ions fluxes in Bucegi Natural Park compared with previous results obtained in Romania and other regions of Europe	157
3.8. GIS thematic mapping	168
4. CONCLUSIONS	185
Bibliography	189
Annex	193

1. INTRODUCERE

Ovidiu Badea

1.1. Considerații generale

Dezvoltarea accelerată a societății umane a dus la o degradare/erodare tot mai accentuată și continuă a suportului vieții. Conștientizarea acestui proces în contextul abordării cât mai ample a problematicii de mediu a condus la conturarea unei strategii generalizate la nivel mondial, bazată pe obiective și acțiuni specifice având ca rezultat redirecționarea cercetării științifice spre analiza informațiilor pe termen lung, lansarea și implementarea unor programe și proiecte, precum și constituirea unor rețele de cercetare la scară globală, regională și națională, toate menite să identifice și să faciliteze înțelegerea mecanismului procesului global de deteriorare a sistemelor socio-ecologice (Vadineanu 2001).

La nivel mondial și european au fost dezvoltate diverse rețele de cercetare/monitorizare de lungă durată, iar activitățile desfășurate s-au concentrat pe anumite aspecte în mod sectorial (monitorizarea unor parametri climatici, fizico-chimici ai aerului, a unor componente ecosistemice, ținând cont doar de presiuni, stare și impact, fără să includă componenta socio-economică). Dezvoltarea socio-economică durabilă depinde de managementul corespunzător al resurselor naturale, care au la bază procese ecologice manifestate prin capacitatea productivă și capacitatea de suport. Astfel, organizarea spațio-temporală a componentelor Capitalului Natural din cuprinsul zonelor de cercetare socio-ecologică și economică este esențială pentru integrarea la scară mare a sistemelor de cercetare și supraveghere continuă pe termen lung și respectiv, pentru analiza integrată a informațiilor și rezultatelor obținute, urmărindu-se totodată, adaptarea unor mecanisme adecvate de transfer de cunoaștere către utilizator (Vadineanu *et al.*, 2004).

Presiunile exercitate de factorii de comandă naturali și antropici au, în majoritatea cazurilor, un impact negativ la nivelul complexelor ecologice prin reducerea diversității specifice și structurale, a funcționalității diferitelor tipuri de ecosisteme componente, inclusiv prin diminuarea bunurilor și serviciilor, înregistrându-se pagube economice și periclitatea sănătății oamenilor. Analizând răspunsul sistemelor socio-ecologice la acțiunea combinată a factorilor de comandă naturali și antropici, dar și la presiunea exercitată de aceștia, mai ales prin modificările globale (climatice și de utilizare a terenurilor), descrierea

structurii, funcțiilor și proceselor ce se desfășoară la nivelul acestor zone, necesită o abordare specifică (inter și transdisciplinară), dar și folosirea unor modele și metode de analiză integrată, care să conducă la dezvoltarea sistemelor suport de asigurare a deciziilor pentru factorii implicați în managementul sistemelor ecologice.

Pentru a putea răspunde acestor cerințe actuale, la nivel european s-a diferențiat un consorțiu interdisciplinar de cercetare pe termen lung a relațiilor dintre ecologie și sistemele socio-economice din componența complexelor socio-ecologice și s-a realizat constituirea Rețelei Europene de Cercetare Socio-Ecologică de Lungă Durată (Long Term Socio - Ecological Research – LTER Europa), din care România este parte integrantă (Badea *et al.* 2008).

Zonele de cercetare socio-ecologică de lungă durată reprezintă complexe socio-ecologice locale sau regionale, formate din ecosisteme naturale, create, controlate, sau dominate de om, special proiectate și administrate la nivel local sau/și regional. Aceste zone oferă atât cadrul derulării programelor de cercetare multi- și transdisciplinare, cât și spațiul în care infrastructura operațională, politicile și planurile adaptive de management pentru asigurarea durabilității dezvoltării socio-economice pot fi proiectate, dezvoltate, testate și implementate (Vadineanu, Manoleli, 1993).

În acest context Parcul Natural Bucegi (PN Bucegi), cuprinzând complexe socio-ecologice zonale, componentă a sitului Bucegi – Piatra Craiului în cadrul Rețelei de Cercetare Socio-Ecologică pe Termen Lung (LTER-Europe) și respectiv (ILTER) prezintă o importanță majoră la scară națională, europeană și internațională în desfășurarea unor cercetări / monitorizări specifice în ceea ce privește caracterizarea stării, a capacității productive și de suport a sistemelor socio-ecologice și a Capitalului Natural din cuprinsul acestora, în contextul modificărilor climatice, al efectelor poluării atmosferice și schimbării utilizării terenurilor (Badea *et al.* 2011).

Scopul cercetărilor efectuate, începând cu anul 2006, a fost acela de a iniția cercetări inter- și multidisciplinare pe termen lung în PN Bucegi, în cadrul Programului de Cercetare de Excelență al Ministerului Educației și Cercetării (CEEX) iar dezvoltarea lor pe termen lung, fără întrerupere, să permită pe de o parte, obținerea unor rezultate bine fundamentate științific, bazate pe serii de informații științifice continue, de lungă durată, iar pe de altă parte, asigurarea compatibilității acestui sit de cercetare în cadrul rețelelor ILTER, LTER-Europe și LTER România, statut dovedit până în prezent (Badea *et al.* 2012).

Obiectivul general al cercetărilor a constat în caracterizarea stării ecosistemelor forestiere din cuprinsul Parcului Natural Bucegi aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice, iar obiectivele specifice au vizat,

în principal: (i) crearea de baze de date geospațiale și obținerea de hărți tematice digitale prin utilizarea tehnicilor și mijloacelor moderne ale fotogrammetriei și cartografiei digitale și respectiv, ale Sistemelor Geografice Informatice (GIS); (ii) caracterizarea spațio-temporală a distribuției ozonului (O₃) și agenților potențial fitotoxici (NO₂, SO₂, NH₃); (iii) evaluarea și analiza dinamicii parametrilor climatici, a acidității și compoziției chimice a depunerilor atmosferice (uscate și umede) și a soluției solului, în teren liber și în interiorul arboretelor cercetate (sub coronament); (iv) evaluarea stării solurilor forestiere și a biodiversității vegetației; (v) analiza stării de nutriție a arborilor din speciile principale aflate în compoziția arboretelor reprezentative; (vi) evaluarea stării de sănătate a arborilor și arboretelor, analiza creșterii acestora și cuantificarea efectelor acțiunii factorilor de stres (poluare, climă, factori biotici, antropici, incendii etc.).

Așadar, pentru realizarea acestor obiective în ecosisteme forestiere reprezentative din cuprinsul Parcului Natural Bucegi a fost amplasată o rețea de suprafețe de cercetare de lungă durată (RCLD) echipată cu instrumentar, aparatură și echipamente specifice monitorizării integrate a stării componentelor ecosistemice și biodiversității vegetației. Această rețea a fost dezvoltată și perfecționată continuu, din punct de vedere al infrastructurii și multidisciplinarității problematicii de cercetare, devenind astfel o platformă integrată, reprezentativă la nivel național și european (EnvEurope, 2010).

1.2. Rețele de cercetare / monitorizare pe termen lung

Deteriorarea la nivel global a componentelor Capitalului Natural semnalată de comunitatea științifică internațională (Balmford, Bennun *et al.* 2005, Balmford, Crane *et al.* 2005, Balmford, Green *et al.* 2003, EEA, 2007) a intensificat preocupările factorilor de decizie în direcția adoptării unor inițiative privind stoparea sau reducerea ratei de pierdere a biodiversității cauzată de influența negativă a activităților umane (Balmford, Bennun *et al.* 2005, Green, Cornel *et al.* 2005). Au fost astfel, elaborate numeroase planuri de măsuri și acțiuni referitoare la necesitatea implementării și integrării sistemelor existente de evaluare a dinamicii stării biodiversității ecosistemice și a celor nou proiectate pe baza unor recomandări generale, printr-o abordare “*top-down*” (de sus în jos) (Henry, Lengyel *et al.* 2008).

La nivel internațional și European majoritatea țărilor au dezvoltat diferite programe de cercetare / monitorizare pe termen lung a stării componentelor de mediu, activitățile specifice fiind direcționate asupra sistemului socio-economic (SSE) și a Capitalului Natural (CN) în vederea armonizării și integrării acestora

în direcția conceptului modern al ecologiei sistemice și sustenabilității. Dintre cele mai importante programe și rețele de cercetare/monitorizare pe termen lung pot fi evidențiate: Rețeaua Internațională de Monitorizare a Ecosistemelor Terestre -TEMS (Terrestrial Ecosystem Monitoring Sites); Programele de cooperare internațională privind evaluarea și monitorizarea efectelor poluării atmosferice asupra pădurilor - ICP Forests și respectiv, pentru monitorizarea integrată a efectelor poluării aerului asupra ecosistemelor - ICP IM; Rețeaua europeană de cercetare pe termen lung a ecosistemelor forestiere și a complexelor socio-ecologice – ENFORS, destinată cercetării durabilității managementului forestier pe baza studiilor asupra fluxurilor de azot și carbon, cantității și calității apei, productivității și biodiversității; Rețeaua de monitorizare integrată a rezervațiilor biosferei - BRIM, destinată monitorizării integrate a biodiversității, a factorilor abiotici și a celor socio-economi; Rețelele Internațională și Europeană de cercetare ecologică pe termen lung - ILTER și respectiv LTER-Europe, destinată cercetărilor multi și interdisciplinare a complexelor de ecosisteme la scară mare în peste 100 de zone de cercetare (LTER) și în peste 1000 de zone aparținând celorlalte rețele, denumite generic „LTER-like” (Vădineanu, Datcu *et al.* 2005).

La nivelul țării noastre, pe baza informațiilor de caracterizare a principalelor sisteme socio-ecologice (regiuni biogeografice, ecoregiuni, regiuni de dezvoltare economică, etaje fitoclimatice etc.) s-a delimitat rețeaua națională de zone și complexe de ecosisteme pentru cercetări / monitorizări socio-economice pe termen lung (RO-LTER), realizare deosebit de importantă pentru comunitatea științifică de specialitate, obținută în urma unui efort substanțial, la care alături de Departamentul de Ecologie Sistemă și Sustenabilitate din cadrul Universității din București (DESS-UNIBUC) a participat și Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS). Siturile cuprinse în RO-LTER se caracterizează și se evidențiază prin localizare geografică, geomorfologică, tipuri de ecosisteme reprezentative pentru regiunile fitoclimatice, programele și proiectele de cercetare implementate și prin existența suportului instituțional și logistic. Pe lângă cele șase situri (Delta Dunării, Bălțile Brăilei, Bazinul Neajlov, Bucegi - Piatra Craiului, Retezat și Rodna - Călimani) cuprinse în Rețeaua ILTER din anul 2003, când România a devenit parte integrantă acestei rețele (Fig. 1.2.1), un număr de încă 12 situri reprezentate de ecosistemele forestiere destinate nivelului II de supraveghere forestieră au devenit componente ale Rețelei RO - LTER și respectiv a LTER - Europe (începând din anul 2007) (Fig. 1.2.2). În perioada 2009-2011, în cadrul acestei rețele au fost selectate 4 suprafețe de supraveghere (*core plots*) prin proiectul Life+ FutMon și apoi, echipate pentru a îndeplini criteriile de *super-situri* (Badea 2011). O altă rețea destinată unor astfel de cercetări continue pe termen lung o constituie rețeaua de monitorizare forestieră Pan – Europeană (16 x 16 km) din cadrul Programului

ICP - Forests (nivel I) care, în România a fost proiectată și amplasată din anul 1991 (247 de sondaje), fiind dezvoltată în anul 2011 pentru obținerea de informații integrate cu cele de inventar forestier național (Fig. 1.2.3). Pentru elaborarea seriilor de indici de creștere pe zone ecologice montane și pentru monitorizarea dinamicii creșterii în Carpații românești au fost implementate și dezvoltate rețeaua RODENDRONET și respectiv, rețeaua carpatică de monitorizare auxologică din România (Fig. 1.2.4. și Fig. 1.2.5.). Începând cu anul 1997, România a fost inclusă în rețeaua regională de monitorizare a poluării atmosferice și a efectelor acesteia asupra ecosistemelor forestiere și de evaluare a biodiversității acestora în Munții Carpați (Fig. 1.2.6.).

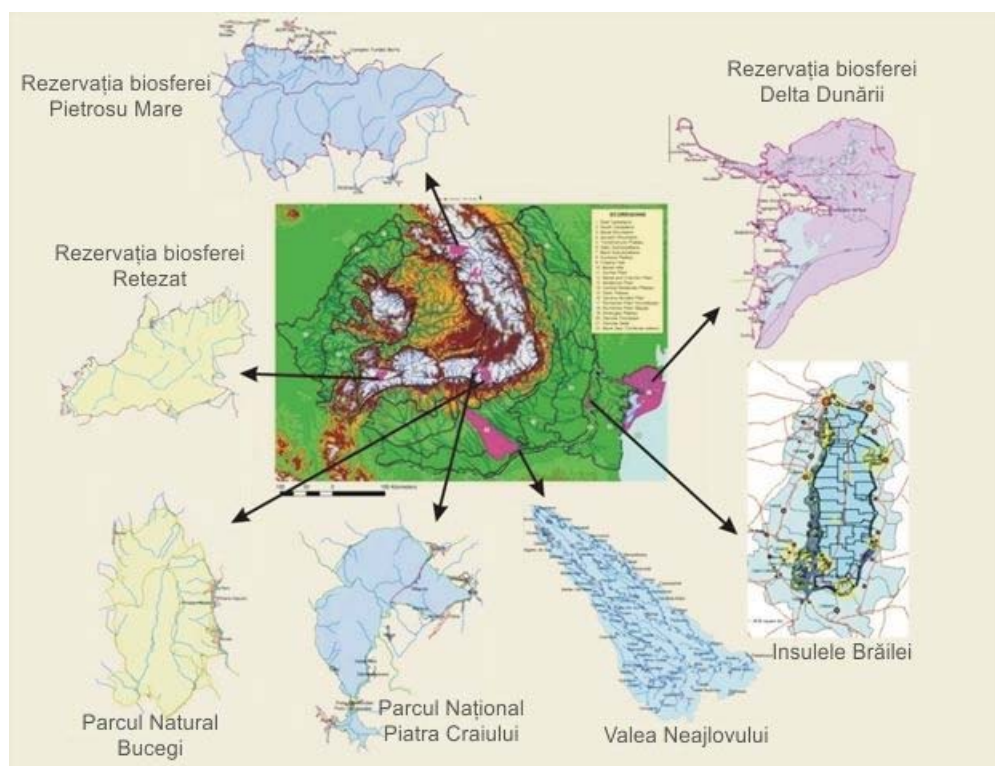


Fig. 1.2.1 Siturile LTER România cuprinse în ILTER (Vădineanu, Datcu *et al.* 2005)

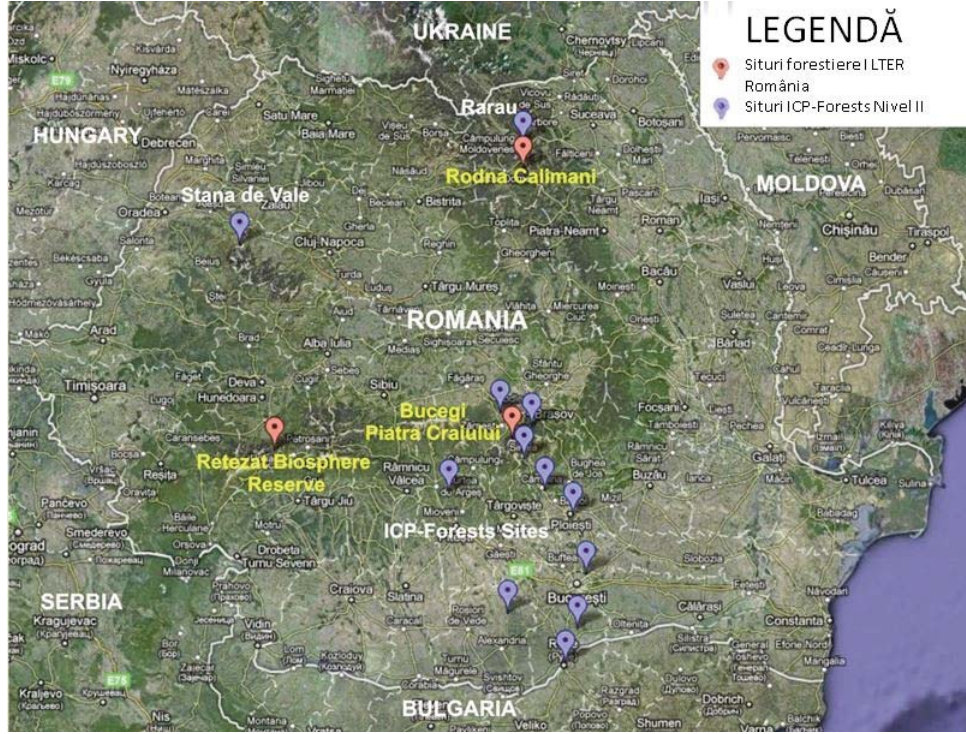


Fig. 1.2.2 Siturile forestiere LTER România

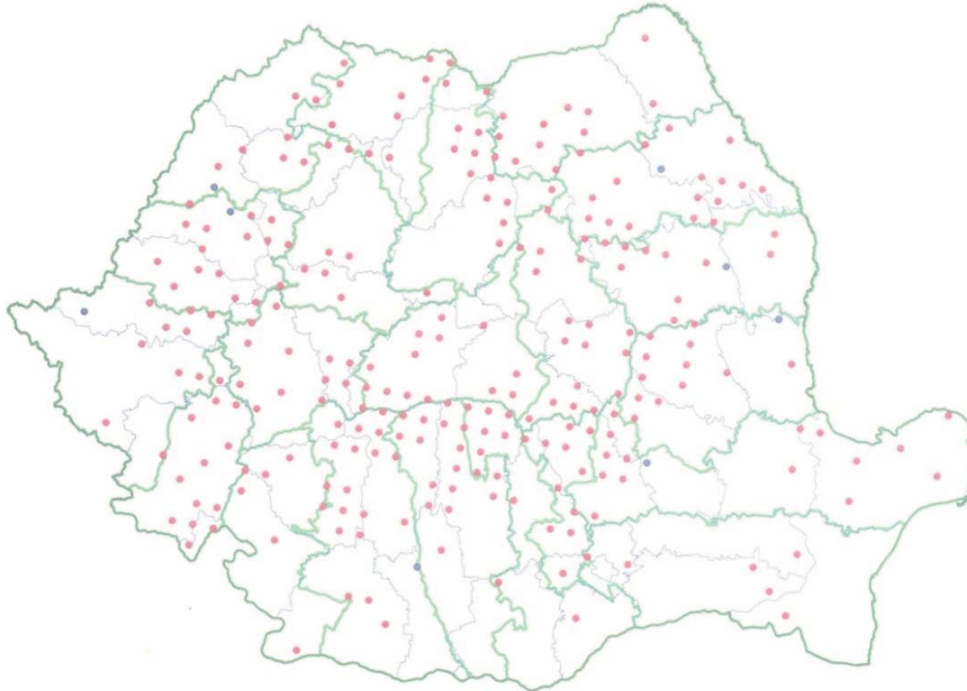


Fig. 1.2.3 Rețeaua pan-europeană (16x16 km) de supraveghere a stării de sănătate a pădurilor (nivel I)

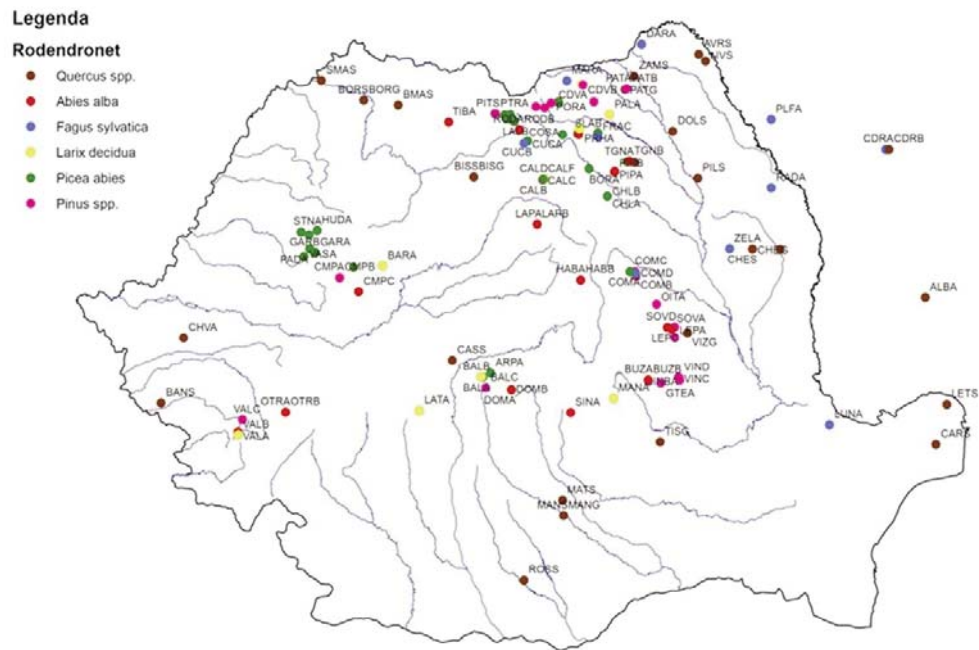


Fig. 1.2.4 Rețeaua dendrocronologică din România (RODENDRONET)

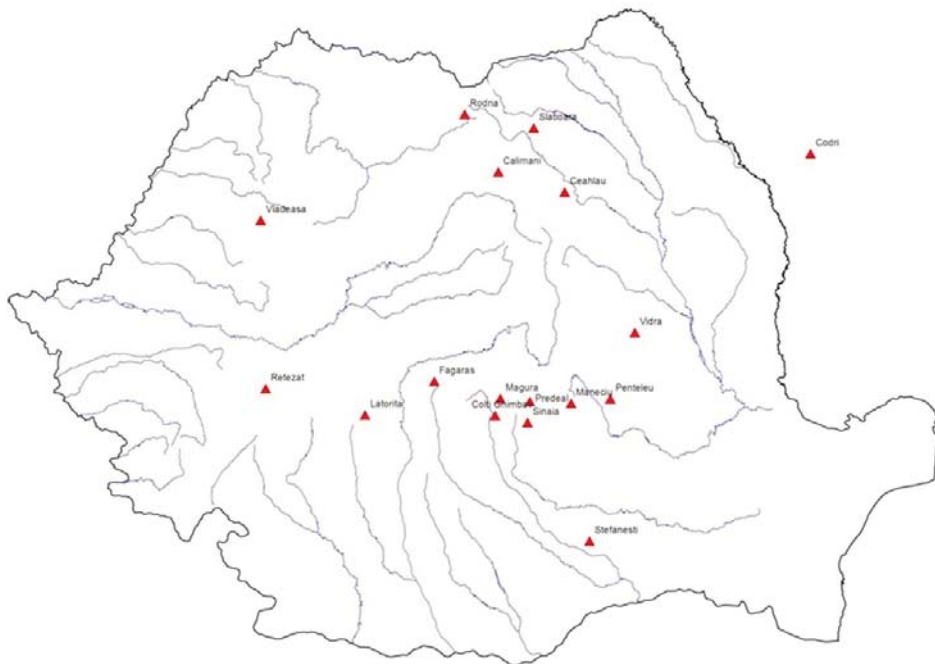


Fig. 1.2.5 Rețeaua de monitorizare auxologică din România

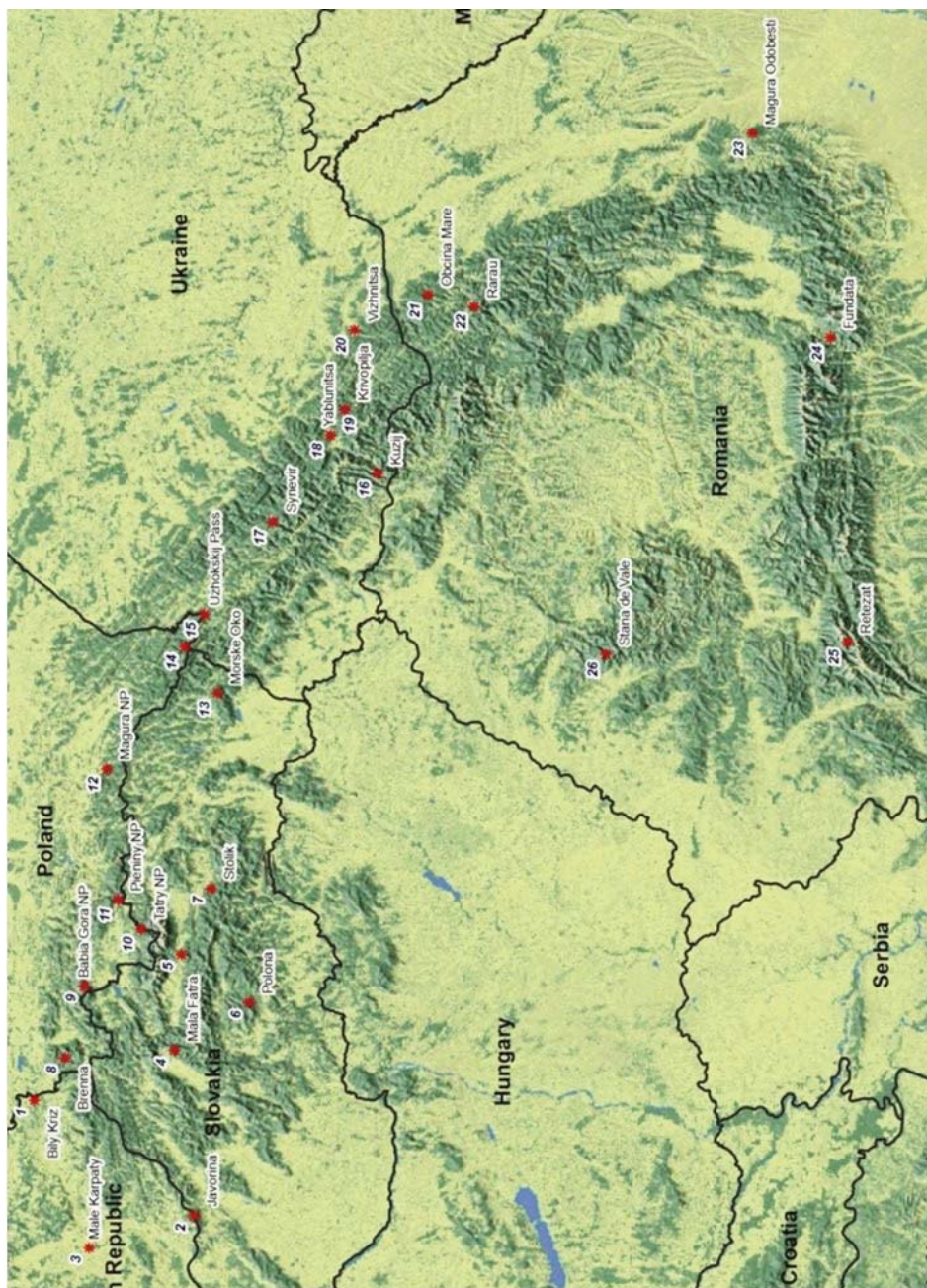


Fig. 1.2.6 Rețeaua carpatică de monitorizare a calității aerului și a biodiversității vegetației forestiere

Principalele obiective ale acestor rețele de cercetare / monitorizare vizează: (i) implementarea acțiunilor prioritare ale politicilor și strategiilor forestiere legate de efectele poluării atmosferice și schimbărilor climatice la nivel național, european și internațional; (ii) alinierea la inițiative regionale comune privind dezvoltarea de noi cercetări științifice asupra stării ecosistemelor forestiere și a capacității acestora de a genera bunuri și servicii; (iii) furnizarea de informații științifice pe termen lung asupra stării ecosistemelor și a componentelor acestora sub acțiunea diferiților factori de stres (poluarea atmosferică, schimbările climatice etc.); (iv) organizarea unor consorții științifice intra- și transdisciplinare și a unei infrastructuri comune pentru cercetări integrate și studii bazate pe metodologii armonizate la nivel național și internațional; (v) crearea unor baze de date comune disponibile și comparabile la nivel național și internațional.

Aceste rețele specifice de cercetare / monitorizare ecologică pe termen lung existente în România și funcționale, prin desfășurarea unor proiecte de cercetare, beneficiază de suport instituțional atât la nivel european și internațional, cât și național. Dintre instituțiile și programele europene și internaționale care susțin și promovează astfel de cercetări pot fi amintite: Comisia Europeană, Rețeaua LTER - Europe, Programul ICP - Forests al Națiunilor Unite, Rețeaua ILTER, Serviciul Forestier American (USDA Forest Service), Asociația pentru cercetarea inelului anual (ATR). La nivel național, pe termen lung, cercetările sunt susținute instituțional de Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice, Universitatea din București, Universitatea „Transilvania” din Brașov, Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava, autoritățile publice centrale pentru cercetare științifică și învățământ superior, pentru silvicultură, mediu și agricultură și de Regia Națională a Pădurilor - ROMSILVA. Principalele acțiuni integrate ale instituțiilor, programelor, rețelelor naționale, europene și internaționale, partenere în desfășurarea cercetărilor/monitorizării socio-ecologice pe termen lung în ecosisteme forestiere complexe, urmăresc implementarea măsurilor prioritare ale politicilor și strategiilor forestiere în domeniul protecției pădurilor împotriva poluării atmosferice, modificărilor climatice și acțiunii diferiților factori de stres, biotici și abiotici asupra ecosistemelor forestiere în direcția dezvoltării coordonării și integrării activităților de supraveghere forestieră și stabilirii vulnerabilității și capacității adaptive a vegetației la efectele combinate ale modificărilor climatice și poluării atmosferice. Se militează totodată, pentru intensificarea dezvoltării cercetării și cunoașterii științifice privind starea ecosistemelor forestiere și capacitatea lor de a furniza servicii ecosistemice sub acțiunea cumulată a diferiților factori de stres și pentru armonizarea metodologiilor de supraveghere forestieră la nivel național și european în vederea asigurării comparabilității rezultatelor. Obținerea de

informații necesare gestionării durabile a pădurilor, în concordanță cu indicatorii pan-europeni, adoptați cu ocazia Conferințelor Ministeriale privind Protecția Pădurilor din Europa (MCPFE, 2011), face posibilă crearea unei baze de date comune privind starea pădurilor la scară națională și europeană compatibilă cu formatul Centrului European de Date Forestiere (EFDAC), contribuind în acest mod la evidențierea, prin rapoarte anuale, a situațiilor critice identificate la nivel local, regional și european, cu privire la efectele modificărilor climatice, ale poluării atmosferice și ale altor factori de stres asupra stării ecosistemelor forestiere și a biodiversității acestora.

2. METODOLOGIA DE CERCETARE

2.1. Proiectarea și amplasarea rețelei de cercetare

Ovidiu Badea, Horia Iuncu

Deosebita bogăție și diversitate a vegetației din masivul Bucegi cu numeroase rarități, specii endemice și asociații vegetale unice a determinat delimitarea unor zone menite să pună sub scutul ocrotirii naturii anumite biocenoză și peisaje specifice acestui munte ca adevărate valori științifice și totodată includerea acestora și a întregului Parc Natural în situl de cercetare ecologică pe termen lung Bucegi-Piatra Craiului.

Astfel, în vederea desfășurării activităților științifice multi- și transdisciplinare în scopul cercetării și supravegherii continue a ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și schimbărilor climatice, s-a impus stabilirea și amplasarea unei rețele de suprafețe de cercetare de lungă durată (RCLD), nesistematică, reprezentativă pentru întreaga zonă luată în studiu (Parcul Natural Bucegi), dar și din punct de vedere al diversității ecosistemelor forestiere existente în cuprinsul acesteia.

Parcul Natural Bucegi se întinde pe o suprafață de 32497,6 ha, pe raza a trei județe: Dâmbovița, Prahova și Brașov, având mai mult de 60 % din teritoriu acoperit cu păduri. Rezervațiile Naturale nominalizate în Legea 5/2000 ocupă 8.216 ha, din care pe teritoriul administrativ al județului Prahova 4.997 ha, Dâmbovița 1.575 ha și al județului Brașov 1.644 ha, adică aproximativ 25 % din suprafața Parcului.

Proiectarea și amplasarea în teren a rețelei de cercetare de lungă durată (RCLD) s-a realizat printr-o analiză detaliată a configurației terenului, a expoziției și a accesibilității zonei de cercetare precum și a diversității ecosistemelor forestiere, din punct de vedere al distribuției spațiale, a structurii compoziționale și vârstei arboretelor din cuprinsul acestora. În acest scop au fost utilizate hărțile forestiere obținute cu ocazia elaborării amenajamentelor silvice (scara 1: 10 000 sau 1: 20 000). În același timp, pentru o analiză atentă a regiunii de cercetare s-a apelat la planuri topografice de bază, precum și la ortofotoplanuri (scara 1:5000) existente (obținute la nivelul anului 2005), documentații deosebit de relevante pentru situația reală din teren.

După asamblarea materialului cartografic utilizat (hărți, planuri topografice de bază, ortofotoplanuri etc.) s-a trecut pe harta astfel obținută (Fig. 2.1.1.), la

poziționarea suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD) din cadrul rețelei, ținându-se cont de compoziția ecosistemelor forestiere respective, vârsta arboretelor, de accesibilitatea acestora (existența drumurilor de acces), precum și de altitudinea și expoziția locului, elemente definitorii pentru desfășurarea cercetărilor.

După stabilirea și localizarea pe hartă a suprafețelor de cercetare de lungă durată s-a procedat la determinarea caracteristicilor rețelei și a elementelor de amplasare a acestora în teren (tabelul 2.1.1.). Apoi, pe baza rețelei proiectate și a elementelor de amplasare a suprafețelor de cercetare de lungă durată s-a trecut la identificarea în teren a ecosistemelor forestiere reprezentative selectate pe hartă, la materializarea centrelor suprafețelor de cercetare și la poziționarea spațială a acestora (Badea *et al.* 2008).



Fig. 2.1.1. Rețeaua de cercetare de lungă durată (RCLD) proiectată în Parcul Natural Bucegi

Tabelul 2.1.1. Elementele de identificare a suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD) amplasate în Parcul Natural Bucegi

Denumirea suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD)	Direcția silvică (DS)	Ocolul silvic (OS)	Unitatea de producție (UP)	Unitatea amenajistică (ua)	Altitudinea (m)	Coordonate	
						Latitudine	Longitudine
Salvamont Bran	Brașov	Râșnov	II	24	1250	45° 28' 01" N	25° 24' 13" E
Observator urs	Brașov	Râșnov	III	80	930	45° 29' 35" N	25° 27' 49" E
Timen-Grofi	Brașov	Râșnov	III	64	1000	45° 28' 48" N	25° 28' 51" E
Poiana Stâniei	Ploiești	Sinaia	VI	12	1300	45° 22' 06" N	25° 31' 31" E
Valea cu Brazi	Ploiești	Sinaia	V	14	1450	45° 21' 18" N	25° 30' 50" E
Dichiu	Ploiești	Sinaia	V	49	1250	45° 19' 27" N	25° 30' 13" E
Brânduși	Târgoviște	Moroieni	VI	22	1750	45° 17' 08" N	25° 25' 43" E
Cariera-Lespezi	Târgoviște	Moroieni	V	131	1480	45° 17' 53" N	25° 25' 03" E
Podu cu Flori	Târgoviște	Moroieni	V	9	1750	45° 19' 48" N	25° 24' 45" E
Bătrâna	Târgoviște	Moroieni	V	58	1700	45° 24' 01" N	25° 26' 17" E

După parcurgerea și analiza atentă a terenului, din punct de vedere al elementelor de localizare stabilite cu ocazia proiectării rețelei, centrele suprafețelor de cercetare de lungă durată și ale suprafețelor de probă permanente (SPP) aferente acestora au fost materializate, prin borne de lemn, fixate în sol, cu înălțimea de 30-40 cm deasupra acestuia, iar cu ajutorul Sistemului de Poziționare Globală (GPS) s-a măsurat poziția geografică a centrelor suprafețelor de cercetare de lungă durată.

Suprafețele de probă permanente (SPP), au fost amplasate în cruce pe direcția punctelor cardinale și în centru SCLD, la distanța de 30 m, de acesta (Fig. 2.1.2.) și în condiții omogene de arboret.

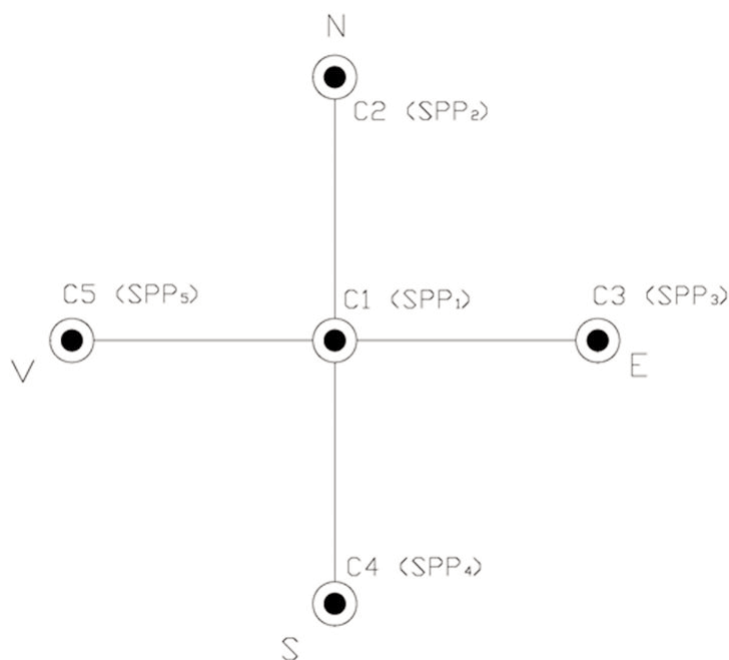


Fig. 2.1.2. Schița de amplasare în teren a centrelor suprafeței de cercetare de lungă durată (SCLD) și respectiv, ale suprafețelor de probă permanentă (SPP) (Badea *et al.*, 2008)

Pentru reconstituirea, relativ ușor și cât mai precis a poziției centrelor SCLD respectiv ale SPP, în situația dispariției bornelor prin care acestea au fost materializate în momentul instalării, la baza arborelui cel mai apropiat de centru SCLD, respectiv SPP și pe fața dinspre bornă s-a înscris cu vopsea, indicativele “M_n” și “C_i” (unde “n” reprezintă numărul de ordine al SCLD în cadrul rețelei de cercetare, iar “i”, numărul de ordine al suprafețelor de probă permanente în cadrul unui SCLD). Indicativul “M_n” s-a înscris numai în centrul SPP₁, care coincide cu cel al suprafeței de cercetare de lungă durată. Sub indicativele “C_i”

s-a indicat distanța exprimată în decimetri (dm) de la arbore până la bornă (Badea *et al.* 2008).

În imediata apropiere a suprafețelor de cercetare, în punctul de maximă altitudine a locului și de maximă expunere la impactul cu masele de aer care circulă pe direcția E-V, au fost alese locațiile (arbori suport sau alte repere existente) pentru expunerea filtrelor pasive de agenți fitotoxici (O_3 , NO_2 , SO_2 și NH_3), în vederea evaluării concentrațiilor acestora.

Numărul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD) din cuprinsul acestei rețele s-a stabilit în vederea obținerii unei distribuții uniforme în plan altitudinal, iar fiecare formație forestieră să fie reprezentată prin 2-3 astfel de suprafețe.

2.2 Actualizarea bazei de date spațiale aferente Parcului Natural Bucegi

Ioan Seceleanu, Marius Dumitru, Daniel Nițu, Ovidiu Badea

Pentru analiza permanentă a variației spațio-temporale a principalelor caracteristici ce definesc starea ecosistemelor forestiere, biodiversitatea structurală și compozițională a acestora, natura bunurilor și serviciilor ecosistemice oferite de aria protejată forestieră cuprinsă în Parcul Natural Bucegi s-a impus realizarea unei baze de date spațiale care să conțină informații cartografice aduse la zi și să permită elaborarea unui sistem geografic informatic (GIS) performant din punct de vedere științific și al suportului informațional.

Disponându-se de un bogat material cartografic alcătuit din planuri topografice și hărți la diferite scări, realizate pe baza zborurilor fotogrammetrice efectuate în urmă cu 25-40 ani, în cadrul cercetărilor s-a urmărit obținerea unor planuri topografice și hărți tematice în format digital care să reprezinte realitățile din teren la nivelul anului 2006, atât în ceea ce privește baza de date spațiale cât și cea descriptivă specifică informațiilor cuprinse în amenajamentele silvice.

Procedurile utilizate au permis obținerea unor produse cartografice actualizate, în condiții de precizie acceptate de standardele în vigoare, care vor constitui fundamentul informațional al bazei de date spațiale, necesară realizării sistemului informatic geografic bazat pe rezultatele cercetărilor ecologice pe termen lung desfășurate în Parcul Natural Bucegi.

2.2.1 Identificarea surselor în vederea actualizării planurilor topografice

Materialul cartografic necesar pentru crearea bazei de date spațiale a Sistemului Geografic Informatic al Parcului Național Bucegi a fost identificat în

arhivele tehnice ale Institutului de Cercetări și Amenajări Silvice și ale structurilor Oficiului Național de Geodezie și Cadastru și a constat din:

- Planuri topografice la scara 1:5000 și 1:10000 echipate în cea mai mare parte cu informații de cadastru forestier utilizate în lucrările de amenajare a pădurilor din fondul forestier cuprins în Parcul Național Bucegi. Nomenclatura trapezelor (83) și modul de acoperire a zonei cercetate au stat la baza constituirii cartogramei prezentată în figura 2.2.1.

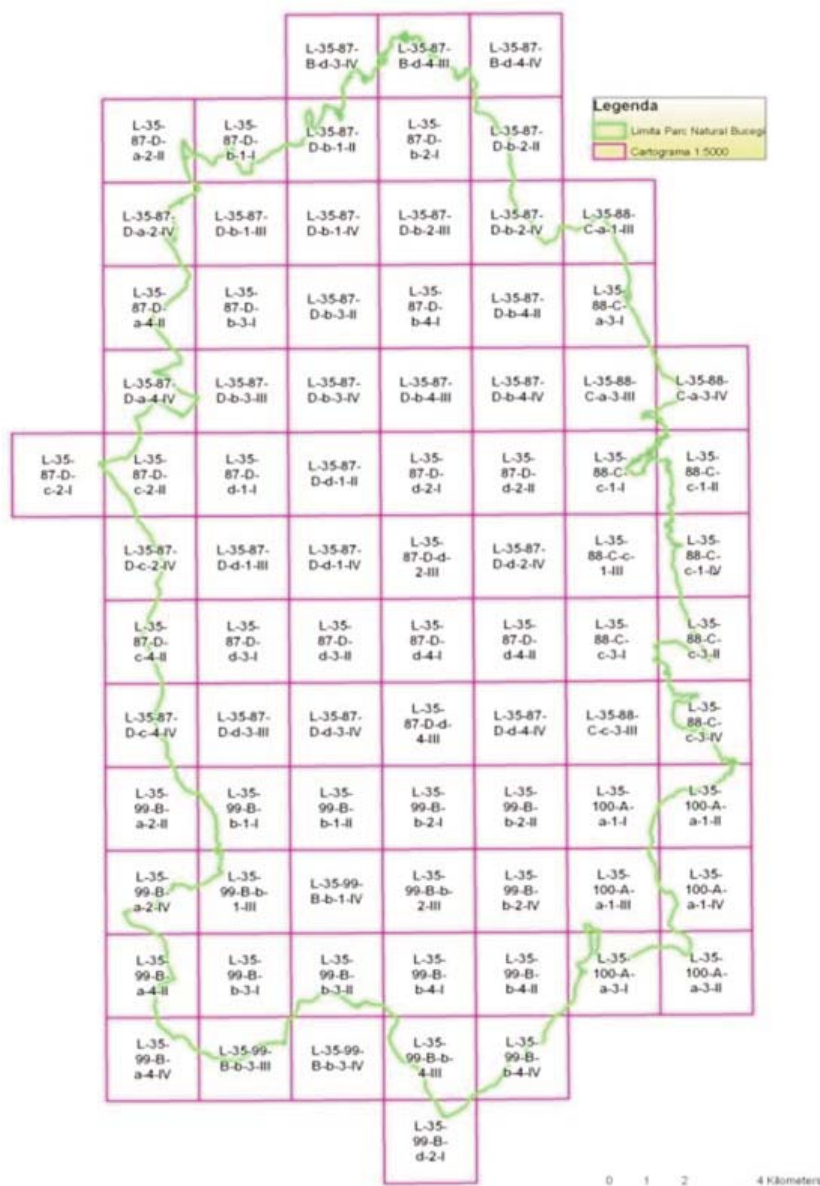


Fig. 2.2.1. Cartograma planurilor topografice realizate la scara 1:5000

Aceste planuri topografice – aflate pe suport de hârtie, au fost realizate în perioada 1956 – 1976 prin restituție fotogrametrică, pe baza zborurilor efectuate în acea perioadă. O mare parte din elementele de planimetrie și hidrografie nu mai sunt în concordanță cu realitatea din teren (Fig. 2.2.2), iar la unele planuri lipsesc elementele de altimetrie (curbe de nivel) (Fig. 2.2.3).

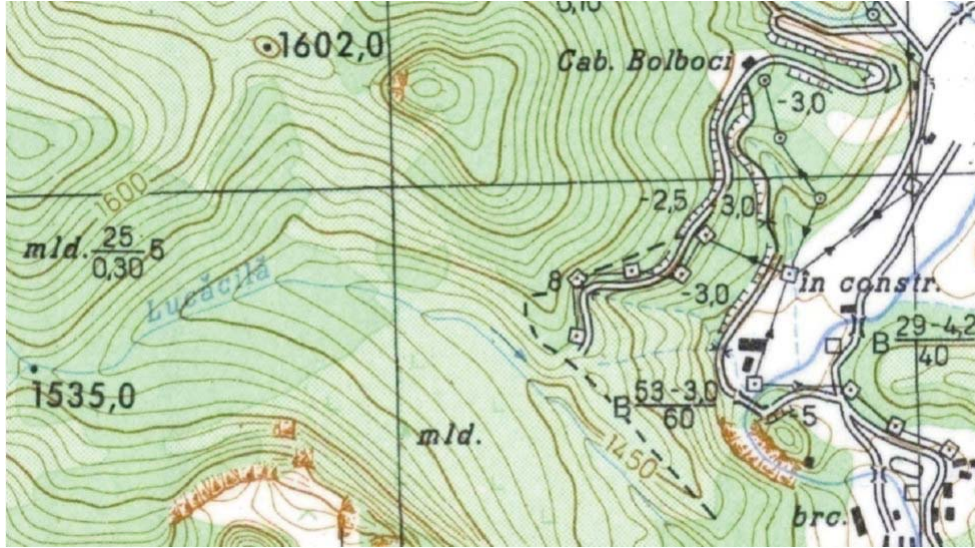


Fig. 2.2.2. Plan topografic scara 1:25000 pe zona Bolboci (1981) cu elemente de planimetrie și hidrografie neactualizate

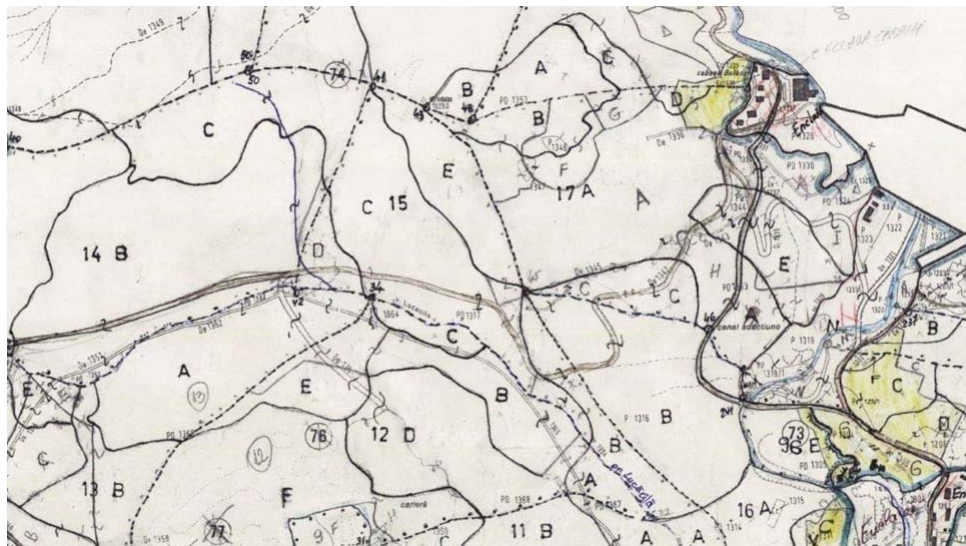


Fig. 2.2.3. Plan topografic scara 1:5000 pe zona Bolboci (1968), fără nivelment și cu elemente de planimetrie neactualizate

• Hărțile topografice la scara 1:25000 editate de Direcția Topografică Militară în perioada 1978 – 1982. Aceste hărți au fost folosite în actualizarea planurilor topografice (scara 1:5000) pentru informațiile privind nivelmentul și toponimia. În mod excepțional, pentru situațiile în care ortofotoplanurile (ediție 2005) nu au avut acoperire pentru unele planuri topografice, informațiile din aceste hărți referitoare la unele elemente de planimetrie, au fost utilizate la actualizarea planurilor topografice la scara 1:5000. Cartograma trapezelor hărților la scara 1:25000 (Fig. 2.2.4) evidențiază un număr de 11 trapeze care acoperă în totalitate sau în parte suprafața Parcului Național Bucegi.

• Ortofotoplanuri

Cea mai mare parte a informațiilor utilizate în actualizarea planurilor topografice la scara 1:5 000 a rezultat din ortofotoplanurile obținute în anul 2006 de către Oficiul Național de Cartografie și Geodezie (Fig. 2.2.5). Ortofotoplanurile utilizate, au fost realizate în sistemul de coordonate Stereografic 1970 (date tip raster), cu o precizie a pixelului de 0,6 m (Fig. 2.2.6).

Pentru actualizarea planurilor topografice de bază, informațiile cu caracter cartografic, obținute în format digital, reprezentând planurile topografice la scara 1:5 000 realizate în urmă cu 25 - 40 ani, au fost utilizate baze de date rezultate din vectorizarea ortofotoplanurilor și hărților la scara 1:25 000. Actualizarea s-a efectuat prin parcurgerea, succesivă, a procedurilor specifice pentru cele 4 categorii de informații: planimetrie, hidrografie, nivelment și elemente de toponimie.

Într-o primă etapă, s-au analizat, la nivelul fiecărui trapez, categoriile de informații ce necesită actualizări (nivelment, hidrografie, planimetrie), stabilindu-se pentru fiecare din aceste categorii care sunt informațiile ce se vor modifica și sursa ce va sta la baza acestor actualizări. O sinteză, la nivelul fiecărui trapez din cele 83 analizate, este prezentată în Anexa 1.

Pentru fiecare categorie de informații, procedura de actualizare a constatat în:

- compararea straturilor identificate în cele trei produse cartografice;
- identificarea diferențelor dintre imaginile planului topografic și cele ale ortofotoplanurilor / respectiv ale hărților topografice la scara 1:25 000;

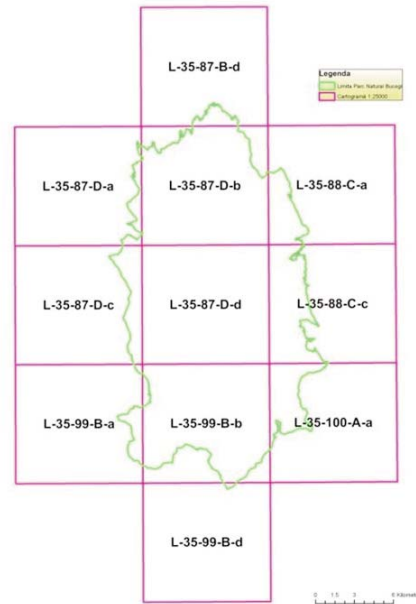


Fig. 2.2.4. Cartograma hărților la scara 1:25000

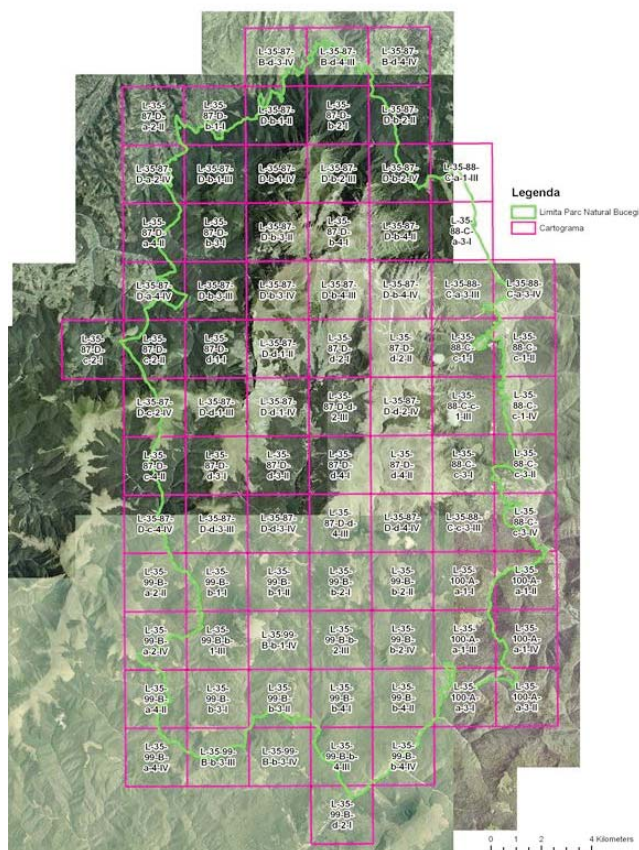


Fig. 2.2.5. Cartograma ortofotoplanurilor editate la scara 1:5000



Fig.2.2.6. Ortofotoplan pe zona Bolboci (2005), fără toponimie

- stabilirea elementelor cartografice ce urmează a fi corectate pe planul topografic la scara 1:5 000;
- corectarea, prin intermediul softului de aplicație ArcEDITOR, a limitelor elementelor cartografice identificate anterior. Procedura de actualizare descrisă a fost aplicată la nivelul fiecărui trapez inclus în cartograma Parcului Natural Bucegi.

Hidrografia a fost actualizată prin re poziționarea cursurilor de apă în situația în care acestea aveau pe ortofotoplanuri traiectorii diferite de cele din planurile topografice și prin adăugarea informațiilor referitoare la albiile majore ale acestora și la poziționarea unor văi secundare seci.

În raport cu hidrografia actualizată, s-au re poziționat curbele de nivel astfel încât ele să asigure, în situația creării modelului digital al terenurilor, corespondența cu albia minoră a cursurilor de apă (Fig. 2.2.7). În trapezele în care pe planurile topografice la scara 1:5 000 lipseau curbele de nivel, actualizarea nivelmentului a constat în transpunerea acestora de pe hărțile topografice la scara 1:25 000.

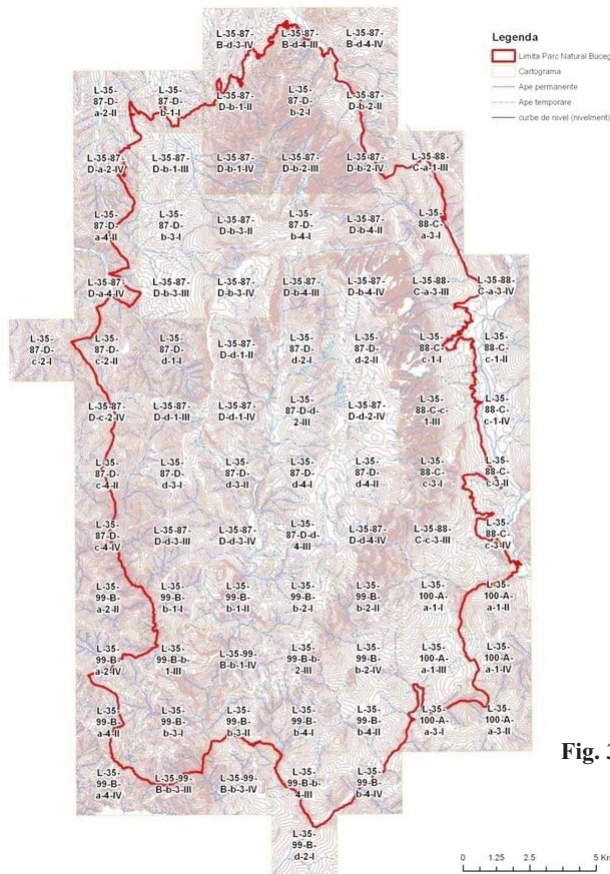


Fig. 3.8.7 Cartograma Parcului Natural Bucegi cu elemente de nivelment și hidrografie

Forma digitală a planurilor topografice actualizate a fost transpusă pe suport magnetic (DVD), o copie urmând să fie predată beneficiarului proiectului. Transpunerea planurilor topografice actualizate pe suport fizic (hârtie) se face prin intermediul ploter-ului HP 5500, pregătirea pentru plotare impunând extragerea elementelor vectorizate pe layere, atașarea legendelor standard a simbolurilor utilizate și decuparea fiecărui trapez cu inscripționarea informațiilor standardizate ale foilor tipărite.

Procedurile utilizate au permis obținerea unor planuri topografice actualizate în condiții de precizie acceptate de standardele în vigoare. Forma digitală a acestor planuri reprezintă fundamentul informațional al bazei de date spațiale a sistemului informatic geografic al Parcului Natural Bucegi.

2.2.2. Adăugarea elementelor cartografice amenajistice pe planurile de bază actualizate cu ajutorul ortofotoplanurilor din anul 2006

Așa cum s-a prezentat anterior, planurile topografice de bază au fost actualizate prin intermediul informațiilor obținute de pe ortofotoplanurile realizate la aceeași scară (1:5000) în urma zborurilor efectuate în anul 2005. Această actualizare a avut în vedere modificările produse în timp asupra elementelor de planimetrie precum și realizarea unor corecții în elementele de altimetrie.

În cea de-a doua fază de actualizare, care face obiectul acestei activități, produsul obținut în faza anterioară a fost actualizat prin adăugarea pe acesta a informațiilor forestiere cartografice obținute în amenajamentele în vigoare ale fondului forestier administrat de ocoalele silvice Moroieni, Sinaia, Pucioasa, Zărnești, Râșnov și Brașov aflate în structura Direcțiilor silvice Târgoviște, Ploiești și Brașov.

Informațiile cartografice cu caracter forestier transpuse pe planurile topografice la scara 1:5 000 au avut în vedere următoarele elemente:

- limitele administrative de ocol silvic;
- limitele administrative de unitate de producție;
- limitele constituite pe criterii naturale geomorfologice de parcele forestiere;
- limitele unităților amenajistice constituite, în principal, pe criterii de omogenitate din punct de vedere al condițiilor staționale și al caracteristicilor arboretelor incluse într-o parcelă forestieră;
- poziționarea bornelor amenajistice.

Procedura prin care s-a adăugat pe planurile topografice informațiile cartografice cu caracter forestier a cuprins următoarele etape:

- 1^o • scanarea, acolo unde nu s-a dispus de forma digitală a planurilor topografice de bază vechi, a elementelor cartografice descrise în a) – e);

- vectorizarea elementelor cartografice descrise în a) – e);
- transpunerea elementelor vectorizate (limite ocol silvic, unitate de producție, parcelă, unitate amenajistică și borne amenajistice) pe planurile topografice actualizate în faza anterioară;
- analiza concordanțelor dintre limitele entităților delimitate (ocol silvic, UP, parcelă, unitate amenajistică) pe planul topografic actualizat și informațiile cu caracter planimetric și altimetric existente pe ortofotoplanurile utilizate;
- definitivarea, pe baza analizei întreprinse în 40 și a verificărilor efectuate, a limitelor elementelor cartografice forestiere;
- definitivarea poziționării bornelor amenajistice pe planul topografic de bază actualizat.

Scanarea informațiilor cartografice s-a realizat doar pentru trapezele (planurile topografice vechi, la scara 1:5 000) în care „layer”-ele aferente acestor informații nu au fost digitizate anterior. Acestea împreună cu cele existente au fost vectorizate, constituindu-se „straturi” distincte corespunzătoare celor 5 categorii de elemente cartografice ce urmează a fi adăugate pe planurile topografice. Straturile astfel constituite au fost suprapuse peste informațiile de planimetrie și altimetrie actualizate anterior (figurile 2.2.9 - 2.2.12).

Pentru fiecare strat s-a efectuat o analiză atentă a limitelor fiecărui poligon constituit (ocol silvic, unitate de producție, parcelă, unitate amenajistică), verificând în ce măsură poligonul respectă criteriile amenajistice de constituire a acestor entități, prevăzute în normele tehnice de amenajare a pădurilor:

- limitele de ocol silvic sunt trasate de obicei pe limitele naturale geomorfologice sau administrativ teritoriale;
- limitele de unitate de producție și parcelă sunt fixate pe limite naturale geomorfologice, bine individualizate (culmi proeminente, pârauri bine conturate) sau pe limitele vegetației forestiere, rezultate din informațiile existente pe ortofotoplanurile utilizate;
- limitele unităților amenajistice sunt incluse în poligoanele ce delimitează parcelele și separă porțiuni omogene din punct de vedere al condițiilor staționale și al caracteristicilor structurale ale arboretelor (compoziție, vârstă, productivitate, consistență etc.).

Analizele întreprinse au evidențiat o serie de neconcordanțe legate de:

- nesuprapunerea limitelor parcelelor, preluate din planurile topografice vechi, pe culmile identificate pe baza curbelor de nivel actualizate, pe albia minoră a râurilor și pâraurilor pe care se sprijină sau pe linia ce delimitează vegetația forestieră de alte terenuri cu folosință diferită;

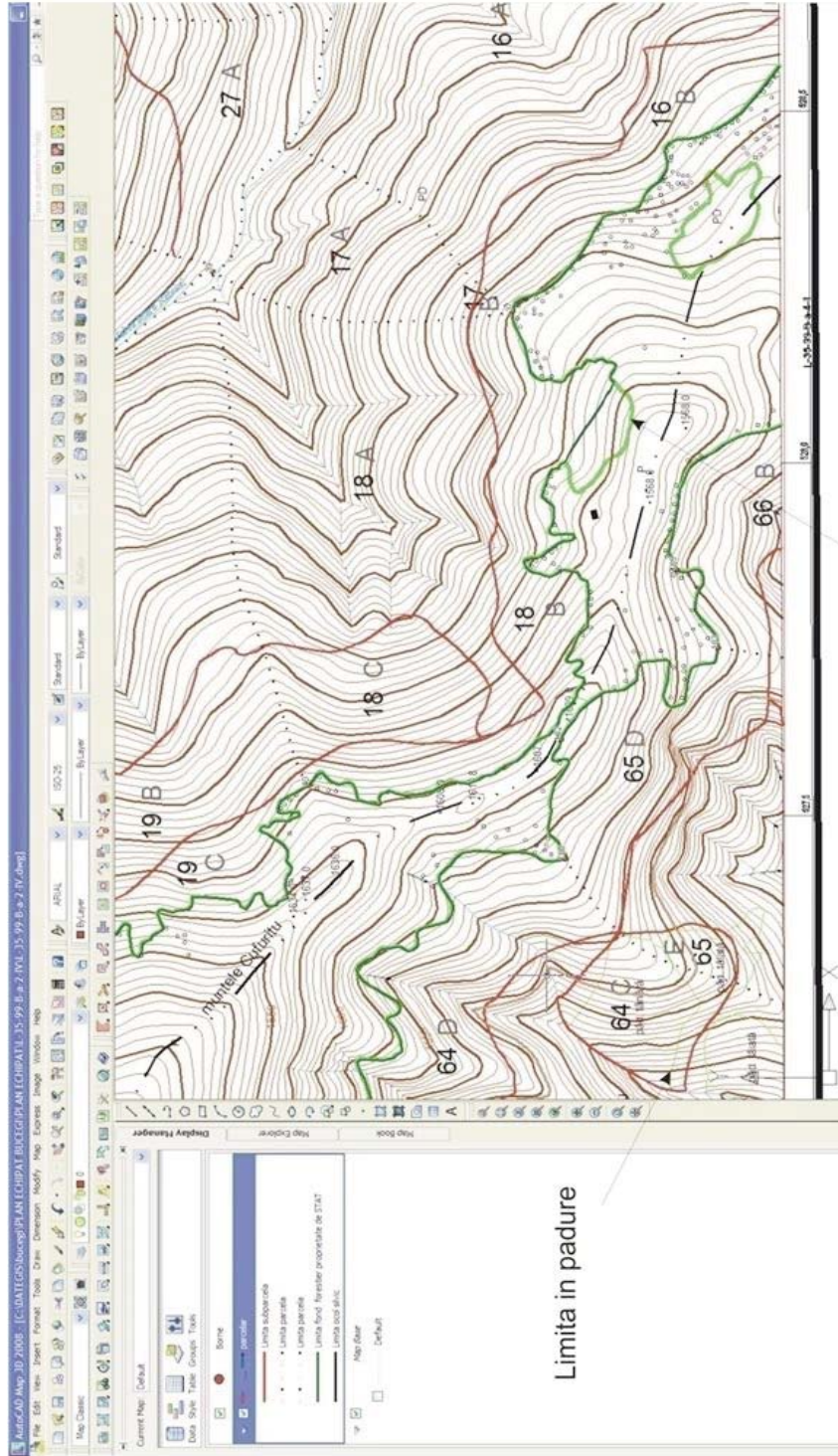


Fig. 2.2.9 Plan topografic de bază (1:5 000) actualizat în anul 2006, completat cu elemente cartografice amenajistice.

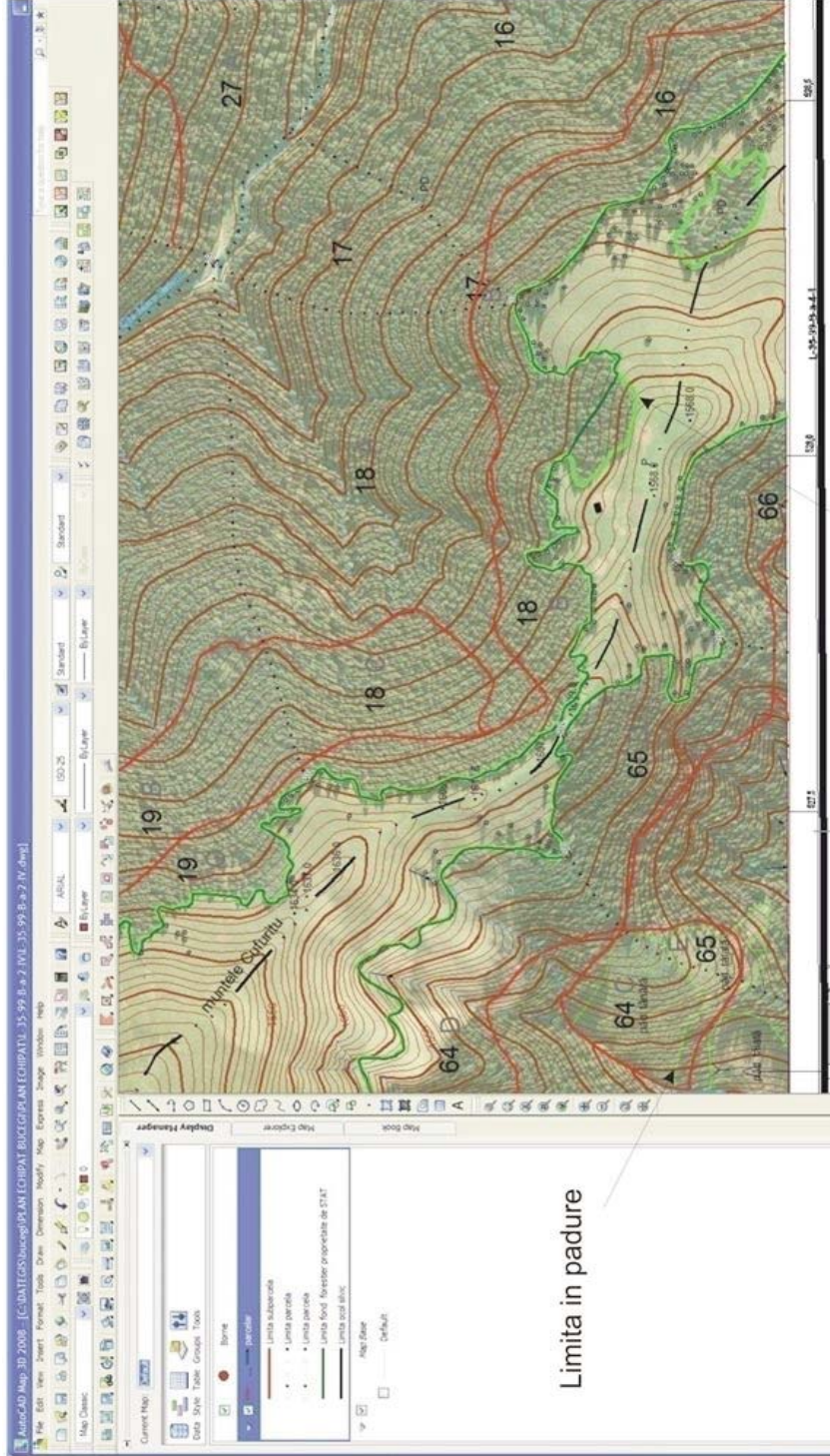


Fig. 2.2.10 Plan topografic de bază (1:5000) actualizat în 2006 și ortofotoplan completate cu elemente cartografice amenajistice.

- nesuprapunerea limitelor unităților amenajistice peste porțiunile omogene de pădure ce pot fi identificate pe ortofotoplanurile utilizate în actualizare în faza anterioară.

La definitivarea limitelor parcelare descrise anterior s-a avut în vedere faptul că nu întotdeauna toate terenurile cu vegetație forestieră au și destinație forestieră, astfel că există posibilitatea ca acestea să nu fie incluse în fondul forestier național. S-au efectuat verificări în teren și s-au consultat documente cadastrale agricole. În funcție de rezultatele obținute s-a optat pentru păstrarea limitelor parcelare preluate din planurile topografice vechi sau pentru corectarea lor, acceptându-se limitele determinate pe baza ortofotoplanurilor utilizate.

Într-o manieră asemănătoare s-a procedat și la definitivarea limitelor parcelare stabilite pe cursurile de apă. În marea majoritate, neconcordanțele celor două limite (cea veche preluată din planurile topografice și cea rezultată din interpretarea ortofotoplanurilor) au fost determinate de modificarea în timp a albiei minore și/sau majore a cursurilor de apă. Verificarea în teren a condus întotdeauna la alegerea limitei corecte, albia minoră identificată în condiții reale (teren) fiind cea care a stat la baza alegerii finale.

În situația în care limitele parcelare trasate pe culmi definite prin curbe de nivel neevidente (culmi late, spinări domoale etc.), s-au menținut limitele vechi preluate, avându-se în vedere că acestea au fost materializate în teren și au stat la baza determinării mărimii parcelelor.

Transpunerea bornelor amenajistice s-a făcut avându-se în vedere că acestea sunt fixate la intersecția a cel puțin două linii parcelare sau la schimbarea bruscă a direcției liniei parcelare. Pe limitele parcelare care evidențiază marginea fondului forestier, bornele sunt fixate și pentru o materializare mai frecventă a limitelor de proprietate. Neconcordanțele de poziții au fost înlăturate prin luarea în considerare numai a pozițiilor corespunzătoare celor existente în teren.

Procedurile descrise anterior au fost aplicate la nivelul fiecărui trapez (plan topografic, scara 1:5 000) inclus în limitele Parcului Natural Bucegi, obținându-se în acest mod o transpunere pe planurile topografice a tuturor elementelor cartografice forestiere, astfel încât baza geografică componentă a Sistemului Informatic Geografic (GIS) să fie omogenă și să conțină în totalitate elementele de legătură cu baza de date relațională.

2.3. Inventarierea, evaluarea și analiza parametrilor de caracterizare a stării ecosistemelor forestiere

Flaviu Popescu, Ovidiu Badea

Metodologia de lucru adoptată și utilizată în cadrul cercetărilor desfășurate în Parcul Natural Bucegi, începând cu anul 2006, este în concordanță cu lucrarea „Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice”, elaborat și destinat unor astfel de cercetări (tabelul 2.3.1) (Badea, Neagu *et al.* 2008a).

Tabelul 2.3.1 Activitățile de cercetare desfășurate în cadrul rețelei de cercetare de lungă durată (RCLD) amplasată în Parcul Natural Bucegi

Denumirea suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD)	Altitudinea (m)	Specia principală	Activități de cercetare							
			Creșterea arborilor	Starea de sănătate a arborilor	Starea solurilor forestiere	Starea de nutriție	Depuneri atmosferice	Soluția solului	Evaluarea biodiversității	Calitatea aerului
Salvamont Bran	1250	Molid	√	√	√	√	√	√	√	√
Observator urs	930	Molid, fag	√	√	√	√			√	√
Timen-Grofi	1000	Molid	√	√	√	√			√	√
Poiana Stânii	1300	Fag	√	√	√	√	√	√	√	√
Valea cu Brazi	1450	Molid	√	√	√	√			√	√
Dichiu	1250	Fag	√	√	√	√			√	√
Brânduși	1750	Molid	√	√	√	√			√	√
Cariera-Lespezi	1480	Fag	√	√	√	√			√	√
Podu cu Flori	1750	Molid	√	√	√	√	√	√	√	√
Bătrâna	1700	Molid	√	√	√	√			√	√

Suprafețele de cercetare de lungă durată (SCLD) selectate și amplasate în teren, cuprind 5 suprafețe de probă permanente (SPP) dispuse în cruce pe direcția punctelor cardinale (N, E, S și V) și respectiv, în centrul SCLD, situate la o distanță de 30 m față de acesta. SPP-urile sunt de formă circulară, cu mărimea suprafeței de 500 m² (raza cercului fiind egală cu 12,62 m). Dată fiind distribuția spațială a acestora (Fig. 2.3.1.), aria de supraveghere aferentă unei suprafețe de cercetare de lungă durată, depășește 0,7 ha, asigurând astfel, acoperire statistică satisfăcătoare investigațiilor transdisciplinare în staționar (cercetări asupra biodiversității vegetației, inventarierea arborilor, cercetări auxologice, evaluarea stării de sănătate a arborilor și a stării solurilor forestiere, cercetări asupra stării de nutriție la nivelul aparatului foliar, analiza cantității și calității depunerilor poluante, analiza soluției solului etc.).

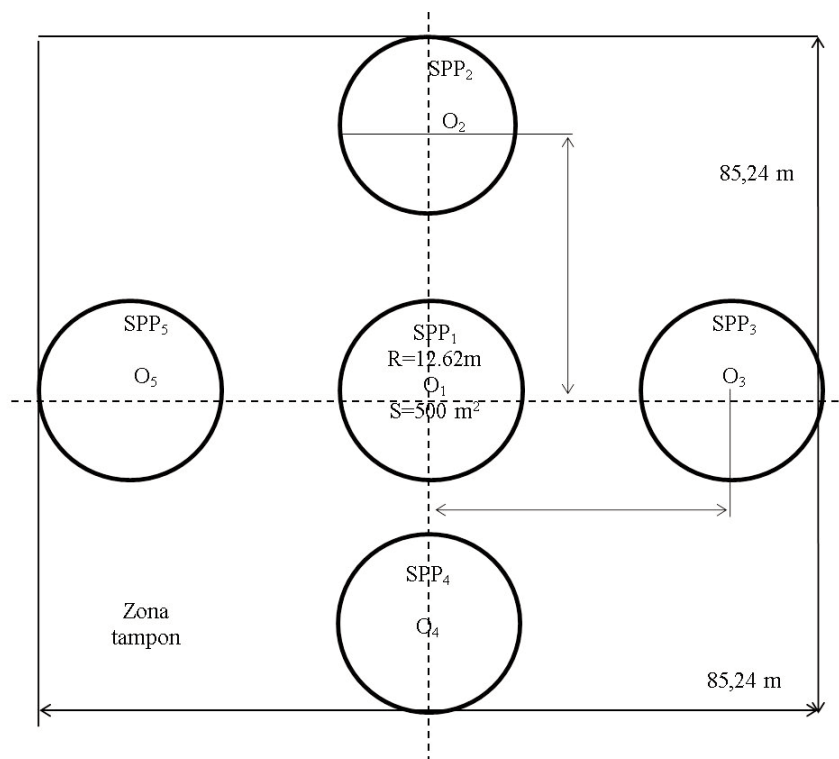


Fig. 2.3.1. Distribuția spațială și delimitarea suprafețelor de probă permanente (SPP) respectiv a zonei tampon în cadrul suprafeței de cercetare de lungă durată (SCLD) (Badea *et al.* 2008)

Activitățile de cercetare desfășurate au un caracter inter și multidisciplinar (tabelul 2.3.1), de investigare, supraveghere și analiză continuă, pe termen lung, a stării ecosistemelor în strânsă legătură cu calitatea factorilor de stres, în condițiile manifestării procesului schimbărilor climatice și acțiunii tot mai intense a activităților umane cu influențe negative semnificative.

Inventarierea propriu-zisă a arboretelor a constat în măsurarea și estimarea principalelor caracteristici dendrometrice ale arborilor din cuprinsul SPP (diametrul de bază, înălțimea, clasa pozițională, clasa de calitate, inclusiv estimarea vizuală a procentului de defoliere și de decolorare a frunzișului coroanei și a intensității vătămarilor fizice produse de diferiți factori biotici, abiotici și antropici).

Diametrul de bază ($d_{1,3}$) al arborilor s-a măsurat în amonte, în cazul terenurilor înclinate, iar locul de aplicare al panglicii gradate în mm, pe trunchiul arborilor s-a marcat cu vopsea printr-o linie orizontală care, în cazul terenurilor plane s-a trasat pe fața dinspre centrul SPP-ului.

Înălțimea arborilor (h) s-a măsurat cu instrumente de precizie ridicată și anume dendrometrul cu laser LEDHA GEO și dendrometrul VERTEX III sau VERTEX LASER, pe categorii de diametre (la 2-3 arbori pentru fiecare categorie de diametre), pentru speciile principale majoritare și la toți arborii din speciile minoritare (Badea, Neagu *et al.* 2008b).

Clasa pozițională a arborilor s-a stabilit după clasificarea Kraft (I - predominant, II - dominant, III - codominant, IV - dominat și V - deperisat), în cazul arboretelor echiene și relativ echiene și în raport cu etajul arboretului (I - superior, II - mijlociu și III - inferior), în cazul arboretelor pluriene și relativ pluriene.

Clasa de calitate s-a apreciat în raport cu proporția lemnului de lucru din înălțimea totală a arboretului, în funcție de grupa de specii (rășinoase sau foioase).

Starea de sănătate a arborilor s-a apreciat vizual după defolierea-decolorarea frunzișului și intensitatea vătămarilor fizice produse de diferiți factori atât în coroană cât și pe trunchiul și cioata arboretului (Badea, Neagu *et al.* 2008a).

În fiecare suprafață de probă permanentă a SCLD, arborii s-au numerotat începând cu numărul 1, în ordinea inventarierii, iar numerele s-au înscris cu vopsea pe trunchiurile arborilor, pe fața dinspre centrul SPP.

Prelevarea probelor de creștere radială la arbori s-a realizat cu burghiul Pressler, odată cu lucrările de inventariere și a constatat în extragerea de carote de creștere radială de la un lot de 35-40 arbori, reprezentativ pentru suprafețele de cercetare de lungă durată respective, atât din punct de vedere al distribuției diametrelor cât și al repartiției arborilor pe clase și grupe de clase de defoliere. Pentru fiecare categorie de diametre au fost extrase probe de creștere radială din 2-3 arbori din speciile principale majoritare și din clase sau grupe de clase de defoliere diferite, situați în zona tampon a SCLD, în afara suprafețelor de probă permanente, schimbând succesiv direcția cardinală (N, E, S, V) de extragere în vederea eliminării influenței acesteia asupra formei secțiunii transversale și creșterii radiale. Alegerea lotului de arbori destinați prelevării de probe de creștere radială s-a realizat parcurgând zona tampon a SCLD (zona dintre suprafețele de probă permanente) începând cu cadranul I (NE) și continuând cu celelalte, în sensul acelor de ceasornic, respectiv II (SE), III (SV) și IV (NV) (Badea, Neagu *et al.* 2008a).

Pregătirea carotelor de creștere pentru citire și analiza dendrocronologică a acestora s-a realizat prin procedee specifice, iar pentru înregistrarea și prelucrarea primară a datelor, s-a utilizat aplicația informatică specializată TSAP Win (Badea, Neagu *et al.* 2008b).

Odată cu inventarierea arborilor din cuprinsul suprafețelor de probă permanente (SPP) aferente fiecărei suprafețe de cercetare de lungă durată (SCLD), pe

lângă măsurarea și aprecierea caracteristicilor biometrice ale arborilor s-au estimat vizual și parametri de caracterizare a stării de sănătate a arborilor după defolierea coroanelor și decolorarea frunzișului acestora, precum și după vătămările de natură mecanică, produse de diverși factori antropici, biotici și abiotici, în coroană și pe trunchiul arborilor (Neagu, Badea, 2008).

Intensitatea vătămării arborelui după procentul de defoliere a coroanei s-a stabilit, de asemenea, în concordanță cu metodologia adoptată la nivel european (ICP-Forests, 2006) (tabelul 2.3.2.).

Tabelul 2.3.2 Clasificarea arborilor în raport cu procentul de defoliere a coroanei

Clasa	Gradul de vătămare	Procentul de defoliere (frunze/ace)
0	Arbore sănătos	0 – 10 %
1	Arbore slab vătămat	11 – 25 %
2	Arbore moderat vătămat	26 – 60 %
3	Arbore puternic vătămat	peste 60 %
4	Arbore mort	100 %

În cazul reducerii neomogene a densității coroanei, aprecierea procentului de defoliere s-a realizat ca o medie ponderată a valorilor estimate separat pentru părțile coroanei defoliate omogen, respectiv neomogen (Fig. 2.3.2). Arborii defoliați 100 % au fost înregistrați numai în primul an al constatării fenomenului, cu excepția cazurilor în care au reapărut frunze viabile în coroană în anii următori.

Vătămările de natură mecanică (fizică) s-au determinat printr-o examinare atentă a stării fizice a tuturor componentelor fiecărui arbore inventariat și înregistrat. Când s-au constatat vătămări ale integrității fizice la unele componente ale arborelui (decojiri, roaderea frunzelor, crengilor, scoarței, galerii sub scoarță sau în lemn, porțiuni de scoarță uscată, lemn mort, putred, loviri cu toporul sau alte obiecte, rupturi ale trunchiului, ale coroanei, arsuri de foc ori ger etc.) s-a stabilit cauza și intensitatea acestora, prin aproximări vizuale, utilizând următoarele clase: 0- fără vătămare; 1- vătămare slabă; 2 - vătămare mijlocie; 3 - vătămare puternică (Neagu, Badea 2008).

Pentru a evita erorile de apreciere, evaluările s-au efectuat în perioada de maximă activitate fiziologică a arborilor (începutul lunii iulie – sfârșitul lunii august), dar nu pe timp de ploaie, ceață sau în perioade ale zilei cu lumină difuză. De asemenea, procesele de înflorire și fructificație pot stimula defolieri și/sau decolorări, prin apariția unor frunze de mici dimensiuni și ușor decolorate. În aceste situații s-a efectuat o observare atentă, pentru ca estimarea să nu fie influențată în mod negativ în ceea ce privește decolorarea și/sau defolierea (Neagu, Badea 2008).

Pentru prelucrarea informațiilor privind starea coroanelor arborilor după defolierea-decolorarea frunzișului și vătămarile fizice, s-a utilizat o aplicație informatică specializată, elaborată de Institutul de Cercetări și Amenajări Silvice (ICAS), cu ajutorul căreia s-au obținut atât rezultatele supuse analizei și interpretării specifice acestora, cât și baza de date multianuală. Aceste baze de date conțin fișiere informatice de tip ASCII (RO.20xx.PLO/RO.20xx.TRE), referitoare la caracteristicile generale ale suprafețelor de probă (RO.20xx.PLO) și respectiv la arborii din cuprinsul acestora (RO.20xx.TRE). Pentru a evita influența procesului de eliminare naturală datorat competiției dintre arbori, aplicația informatică de prelucrare a datelor, a luat în considerare doar arborii situați în clasele poziționale I, II și III Kraft.

Informațiile de teren obținute cu ocazia lucrărilor de inventariere a arborilor din cuprinsul suprafețelor de probă aferente fiecărei suprafețe de cercetare de lungă durată (SCLD), au fost introduse în baza de date cu ajutorul aplicației statistice SPSS. Pentru **determinarea creșterii în volum a arboretelor** s-a utilizat procedeul bazat pe o singură inventariere și pe probe de creștere radială extrase de la arbori nedoborâți.

Acest procedeu presupune determinarea creșterii curente în volum pe categorii de diametre (i_v) în funcție de procentul creșterii în volum (p_{iv}), stabilit pe baza creșterilor radiale, a coeficientului creșterii în înălțime redusă (λ) și a lungimii perioadei luate în considerare ($n = 10$ ani), precum și de volumul arborilor pe categorii de diametre (v) (Badea, Neagu 2010), astfel:

$$i_v = v p_{iv},$$

unde: i_v reprezintă creșterea în volum (m^3) a arborilor din categoria de diametre d ;

v - volumul arborilor (m^3) din categoria de diametre d ;

p_{iv} - procentul creșterii în volum (%), corespunzător categoriei de diametre d pentru o perioadă de 10 ani.

Creșterea în volum (I_v) la nivelul fiecărei SCLD, pentru perioada de 10 ani luată în considerare (1996-2005), s-a obținut prin însumarea creșterilor înregistrate de arborii corespunzători fiecărei categorii de diametre (i_v).

Media creșterilor anuale în volum (I_{va}) a rezultat prin împărțirea I_v la numărul anilor din perioada respectivă (10 ani), iar exprimarea valorii acesteia la ha s-a realizat prin raportarea ei la suprafața unei SCLD (0,25 ha).

În mod analog, s-au determinat creșterile periodice în volum, mediile creșterilor anuale în volum și valorile acestora la ha, atât pentru principalele specii din cadrul SCLD, cât și pentru principalele grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-

3), în care acestea au fost încadrate odată cu efectuarea inventarierii și evaluării stării de sănătate a arborilor, în anul 2006.

Cu această ocazie, s-au stabilit pierderile de creștere în volum pe an și pe ha (ΔI_v , an⁻¹ha⁻¹) pentru principalele specii, cauzate de acțiunea poluării atmosferice, modificărilor climatice, măsurilor de gospodărire și altor factori de stres biotici și climatici (Badea, Neagu 2010).

În final, s-a procedat și la stabilirea creșterii medii în volum pe an și pe ha la nivelul întregii zone de studiu (PN Bucegi) pentru toate speciile și pentru principalele specii înregistrate în arboretele din rețeaua de cercetare de lungă durată (RCLD), per total și pe principalele grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-3), în care arborii corespunzători acestora au fost încadrați.

Pierderile procentuale de creștere (Δi_v , %) s-au determinat cu următoarea relație:

$$\Delta i_v\% = \frac{I_{v0-1} - I_{v2-3}}{I_{v0-1}} \cdot 100,$$

unde: I_{v0-1} - reprezintă media creșterilor anuale în volum la nivel de arbore pentru categoria celor sănătoși (clasele de defoliere 0 – 1)

I_{v2-3} - media creșterilor anuale în volum la nivel de arbore pentru categoria celor vătămați (clasele de defoliere 2 – 3).

Evaluarea biodiversității vegetației s-a bazat pe măsurători și releveuri fitosociologice (inventarieri floristice), efectuate în cadrul suprafețelor de probă permanente (SPP) ale suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD), pe principalele straturi verticale ale arboretului: A - stratul vegetației arborescente (arbori); B - stratul vegetației arbustive și subarbustive (arbuști și subarbuști); C - stratul vegetației ierboase (plante ierboase); D - stratul de mușchi. Pentru aprecierea structurii vegetației din cuprinsul suprafețelor de probă permanente și respectiv al SCLD s-a utilizat metoda și scara de abundență-dominanță Braun Blanquet (Badea, Vadineanu *et al.* 2008). Astfel, elementele de biodiversitate referitoare la vegetația arborescentă (stratul A) din cadrul SCLD s-au determinat pe baza informațiilor obținute cu ocazia inventarierii arborilor din cuprinsul celor cinci suprafețe de probă permanente aferente, cu referire în principal, la speciile de arbori existente, diametrul mediu și maxim al arborilor (pe specii) și înălțimea medie și maximă a acestora (pe specii). Vegetația arbustivă și subarbustivă (stratul B) a fost inventariată integral în cuprinsul celor cinci suprafețe de probă permanente, prin evidențierea indivizilor pe specii, iar elementele de caracterizare a biodiversității vegetației ierboase și a mușchilor (straturile C și D) s-au obținut prin efectuarea de releveuri fitosociologice în interiorul suprafețelor de probă permanente (Badea, Vadineanu *et al.* 2008). Înregistrările

s-au realizat în fiecare suprafață de probă permanentă, începând cu cea din centrul SCLD (SPP1) și continuând succesiv, ca și în cazul inventarierii arborilor, cu SPP2 (N), SPP3 (E), SPP4 (S) și SPP5 (V). De asemenea, în teren, pentru fiecare SPP, s-a estimat în procente și gradul de acoperire al fiecărui strat vertical al arboretului (arbori, arbuști și subarbuști, vegetație ierboasă, mușchi), din cuprinsul suprafeței de probă permanente. Inventarierea floristică s-au efectuat anual, de câte două ori în timpul sezonului de vegetație, în vederea înregistrării atât a florei vernale (primăvara, la sfârșitul lunii mai) cât și a florei estivale (vara, la sfârșitul lunii august), iar pentru fiecare înregistrare au fost completate fișe tipizate de inventariere a vegetației, corespunzătoare fiecărei suprafețe de probă permanente (SPP) din cadrul SCLD (Badea, Vadineanu *et al.* 2008).

Pentru **prelevarea probelor foliare în vederea analizei nivelului de nutriție al arborilor**, în fiecare suprafață de cercetare de lungă durată (SCLD), în zona tampon (zona dintre suprafețele de probă permanente aferente), s-au selectat câte 9 arbori din speciile principale majoritare, urmându-se anumite criterii privind: distanța dintre arborii selectați (10 - 15 m), poziția cenotică a acestora (clasele II și III Kraft), procentul mediu de defoliere al arborilor din cuprinsul SLD etc. (Blujdea, Ionescu 2008).

Probele foliare s-au recoltat periodic din lotul de arbori selectați inițial, numerotați și înscriși cu vopsea de aceeași culoare ca și în cazul celor destinați prelevării de probe de creștere, în plus, pe aceștia înscriindu-se imediat sub numărul de ordine și indicativul „F”. Recoltarea probelor de frunze sau ace s-au efectuat din treimea superioară a coroanei arborilor, dar nu din primul verticil, la rășinoase. În acest caz, s-au recoltat ace în vârstă de 1 și 2 ani, din lujerii celui de-al șaptelea verticil, la molid și la brad și din primul sau al doilea verticil, la pin. La foioase și larice, probele foliare s-au recoltat din partea mijlocie a lujerilor din anul respectiv, situați în treimea superioară a coroanei.

La speciile de foioase (inclusiv la larice) recoltarea probelor s-a realizat în perioada în care frunzele au fost complet dezvoltate și cu mult înainte ca acestea să îngălbenească și să cadă, în a doua jumătate a perioadei de vegetație (septembrie-octombrie), iar la rășinoase în perioada de iarnă (ianuarie-februarie).

Pentru cățărarea în arbori, în vederea recoltării de frunze sau ace, s-au utilizat dispozitive speciale (scări ușoare cu tronsoane, gheare etc.), iar operatorii au fost bine instruiți și experimentați. La recoltarea propriu - zisă s-au folosit foarfece speciale cu braț telescopic.

În ceea ce privește cantitatea de frunze/ace prelevate, la foioase s-au recoltat câte două ramuri de 0,5 m lungime din fiecare arbore selectat, din care au rezultat aproximativ 30 de frunze (50 de grame de substanță uscată), iar la rășinoase (molid, brad, pin), câte două ramuri de 0,5 m lungime din fiecare arbore selectat.

După recoltarea probelor foliare din teren, frunzele și acele au fost separate de pe ramuri (în cazul acelor, s-au separat și pe vârste de 1-2 ani) și s-au păstrat într-o încăpere uscată și curată.

Înainte de trimiterea lor pentru analiză chimică, frunzele respectiv, acele separate au fost introduse în pungi din plastic, perforate (pentru a se evita încingerea lor), s-au etichetat și s-au păstrat în locuri uscate și răcoroase (Blujdea, Ionescu 2008).

Pentru determinarea macroelementelor N, P, K, Ca, Mg s-a utilizat metoda de mineralizare pe cale umedă (Kjeldahl modificată), care a constat în utilizarea unui amestec de acid sulfuric și percloric, iar pentru determinarea microelementelor Na, Zn, Cu, Cd, Mn, Fe, Pb s-a folosit metoda de mineralizare pe cale uscată, care constă în oxidarea substanței uscate din materialul vegetal de oxigenul din aer, prin calcinare.

Determinarea cantitativă (dozarea) a elementelor chimice din extract s-a obținut prin titrare, colorimetrie și spectrofotometrie cu absorbție atomică (Blujdea, Ionescu 2008).

În vederea **analizei și supravegherea calității stării solurilor forestiere** din Parcul Natural Bucegi, în zona tampon a fiecărei suprafețe de cercetare de lungă durată a fost efectuat câte un profil de sol, din care au fost prelevate probe.

Recoltarea probelor de sol pentru analize a fost efectuată din profilele de sol principale amplasate în zone relativ omogene și reprezentative, executate până la materialul parental sau pe secțiunea de control (1.5 m adâncime), începând de la baza profilului spre suprafață, pe orizonturi genetice, iar în cadrul lor pe grosimi ce nu au depășit 20 cm, separat pe orizonturi minerale (A, E, B, C, R) și suborizonturi organice (OL, OF, OH), în conformitate cu instrucțiunile pedologice de lucru în vigoare și cu metodologia stabilită în acest sens pentru suprafețele de cercetare de lungă durată (Fig. 2.3.3). În jurul profilelor au fost efectuate investigații (sondaje) suplimentare, pentru a avea confirmarea uniformității edafice. Din imediata apropiere a profilelor au fost recoltate și probe de suborizonturi organice (OL, OF, OH) de pe o suprafață delimitată cu un cadru metalic având laturile de 20×20 cm, alcătuite din 1-3 repetiții, pentru a acumula o cantitate suficientă de material, astfel încât să fie posibilă stabilirea cantității de suborizonturi și orizonturi organice pe unitatea de suprafață. Datorită acestui mod de abordare, încadrarea tipologică a solurilor din suprafețele analizate a fost posibilă încă din etapa de teren.

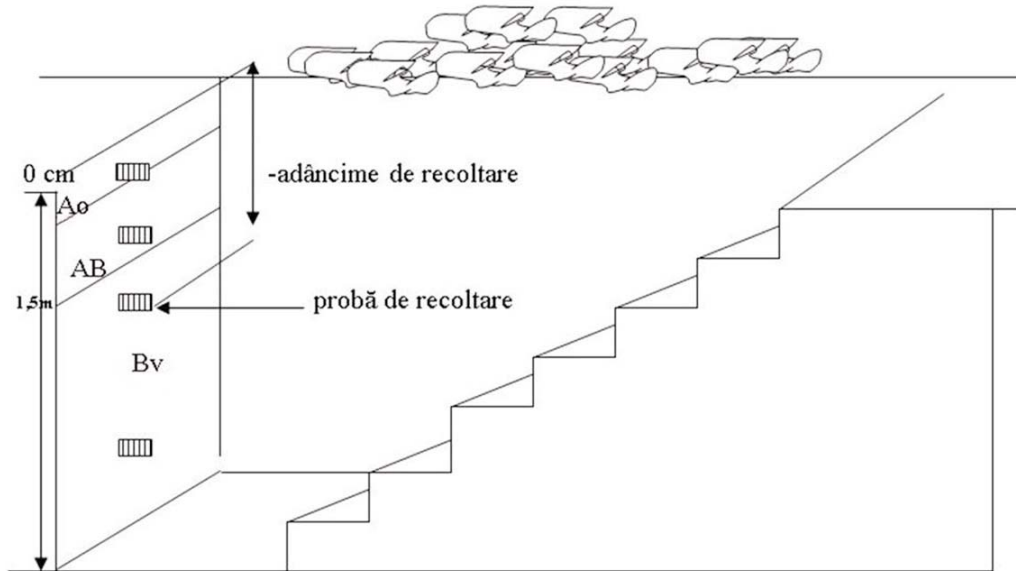


Fig. 2.3.3 Recoltarea probelor de sol (Geambașu, Dănescu 2008)

Descrierea morfologică a solului a fost realizată în special în etapa de teren și a vizat aspecte legate de delimitarea și identificarea orizonturilor (în special a celor de diagnostic) și a suborizonturilor, grosimea și culoarea acestora, trecerea dintre orizonturi, textura și variația ei pe profil, structura, compactitatea, conținutul de schelet, evidențierea neoformațiilor și a unor procese suplimentare, frecvența rădăcinilor și adâncimea până la care acestea apar etc. Caracterizarea morfologică a fost completată însă ulterior, în etapele de laborator și de birou, prin stabilirea (calcularea) volumului edafic, a grosimii morfologice și a grosimii fiziologice, dar și prin definitivarea încadrării texturale și a altor aspecte.

Procese suplimentare, frecvența rădăcinilor și adâncimea până la care acestea apar etc. Caracterizarea morfologică a fost completată însă ulterior, în etapele de laborator și de birou, prin stabilirea (calcularea) volumului edafic, a grosimii morfologice și a grosimii fiziologice, dar și prin definitivarea încadrării texturale și a altor aspecte.

De asemenea, pe teren au fost efectuate și observații privind încadrarea geomorfologică generală și condițiile de relief locale (altitudine, formă de relief, înclinare, expoziție etc.), alcătuirea substratului, încadrarea în zonalitatea bioclimatică, vegetația forestieră (arborescentă și arbustivă) existentă și încadrarea în tipul natural fundamental de pădure, tipul de floră indicatoare, încadrarea stațională (tipul de stațiune forestieră), încadrarea tipologică a solului.

Toate aceste date, însoțite de datele privind localizarea și de aspectele edafice morfologice menționate, au fost cuprinse în fișe tipizate, elaborate la nivelul fiecărei suprafețe de cercetare de lungă durată (Geambașu, Dănescu 2008).

Analiza fizico-chimică a probelor de sol a urmărit determinarea unor parametri obligatorii stabiliți prin metodologia amintită, cu scopul de a surprinde impactul poluării asupra ecosistemelor forestiere și mai ales tendința de acidificare a componentei sol: pH, carbon organic (Corg) și azot total (Nt), atât pentru orizonturile minerale, cât și pentru suborizonturile organice; formele totale pentru fosfor, potasiu, calciu și magneziu (Pt, Kt, Cat, Mgt), numai în cazul orizonturilor organice; cantitatea de orizont organic, repartizată pe suborizonturi organice.

Acești parametri au fost însă utili și pentru încadrarea tipologică a solurilor, pentru a putea obține informații despre natura humusului din sol și condițiile în care s-a realizat acumularea materiei organice din sol, pentru caracterizarea solurilor sub aspectul troficității și fertilității, precum și pentru caracterizarea unor procese pedogenetice.

Metodele de analiză utilizate pentru determinarea parametrilor fizico-chimici menționați, stabilite prin metodologia de lucru, au fost cele specifice monitorizării solurilor forestiere (Geambașu, Dănescu 2008), după cum urmează:

- Determinarea pH-ului solului, prin metoda potențimetrică, în suspensii de sol (apoase- H_2O , pentru probele din orizonturi minerale de sol, sau saline- $CaCl_2$, pentru probele din orizonturi minerale și organice de sol), raportul sol/apă fiind de 1:2,5, iar raportul sol/soluție $CaCl_2$ fiind de 1:5.

- Determinarea conținutului de carbonați alcalino-pământoși ($CaCO_3$ - %), prin metoda gazo-volumetrică (metoda Scheibler), care constă în măsurarea CO_2 degajat în urma tratării probei cu acid clorhidric 1/3.

- Determinarea carbonului organic (Corg - g/kg) și a humusului (Ht - g/kg) din orizonturi minerale de sol, prin metoda oxidării umede (cu bicromat de potasiu, în prezența acidului sulfuric concentrat) și dozării titrimetrică (cu o soluție de sare Mohr) (metoda Walkley-Black, modificarea Gogoasă), rezultatele exprimându-se în % humus (Ht) = % carbon organic x 1,724.

- Determinarea carbonului organic (Corg - g/kg) din orizonturi organice de sol prin combustie uscată, prin calcinare la cuptor, timp de 2 ore, la temperatura de $600^\circ C$.

- Determinarea conținutului de azot total (Nt - g/kg), prin mineralizare și distilare - metoda Kjeldahl (mineralizarea solului prin fierbere cu acid sulfuric concentrat, în prezență de catalizator, distilarea amoniacului,

captarea acestuia în acid boric și titrarea cu o soluție de acid sulfuric).

- Determinarea conținuturilor totale de fosfor, potasiu, calciu, magneziu (Pt, Kt, Cat, Mgt - ppm) prin extracție în apă regală (acid azotic și acid clorhidric), Kt, Cat și Mgt fiind determinate prin citire la spectrofotometrul cu absorbție atomică, iar Pt fiind determinat colorimetric (la spectrometrul UV-VIS).

- Determinarea cantității de orizont organic pe tipuri de suborizont organic (g/m^2), prin uscare la etuvă la temperatura de 105°C până la greutate constantă, cântărire și extindere prin calcul de la suprafață de recoltare ($1 \times 0.04 \text{ m}^2$, $2 \times 0.04 \text{ m}^2$ sau $3 \times 0.04 \text{ m}^2$) la 1 m^2 .

În ceea ce privește clasele de mărime și apreciere a indicilor determinați, necesare pentru interpretarea datelor, trebuie specificat faptul că pentru indicii obișnuiți (pH - H_2O , CaCO_3 %, Ht %, Nt %, schelet %) au fost aplicate instrucțiunile existente în acest sens în metodologia elaborării studiilor pedologice (Dumitru, Manea *et al.* 2011). În cazul celorlalți indici (pH - CaCl_2 , Corg - g/kg , Pt, Kt, Cat, Mgt - mg/kg sau ppm), ca și în cazul azotului total (Nt - g/kg), au putut fi utilizate și clasele de mărime și apreciere acceptate la nivel european pentru monitorizarea solurilor forestiere.

În vederea măsurării continue, în timpul sezonului de vegetație a **concentrației agenților poluanți** (O_3 , NO_2 și NH_3) și a **analizei chimice a acestora**, în apropierea suprafețelor de cercetare de lungă durată, în zona de maximă expunere la impactul cu masele de aer care circulă din toate direcțiile, evitându-se locurile expuse la vânturi puternice, au fost alese locațiile destinate expunerii filtrelor pasive de O_3 , NO_2 și NH_3 . Locațiile au fost constituite, de obicei, din arbori izolați sau situați la liziera pădurii, la o distanță de cel puțin două înălțimi ale celui mai înalt arbore, în vecinătatea căruia, să fie o suprafață considerabil de mare de teren descoperit, care să permită circulația liberă a maselor de aer. De asemenea, s-a ținut cont ca aceste locații de măsurare a concentrațiilor agenților poluanți, să fie situate la diferite distanțe față de surse de poluare sau de localități urbane și rurale (Bytnerowicz, Badea *et al.* 2008).

Pentru expunerea filtrelor pasive în teren s-au utilizat trei suportți protectori în formă de cupă, fixați pe o rigletă din lemn, cu secțiunea de $2,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$ și lungă de $60\text{-}65 \text{ cm}$, la o distanță de 20 cm unul față de altul, care au fost instalați în poziție verticală, cu deschiderea în jos, pe trunchiul arborelui, în treimea mijlocie sau inferioară a coroanei acestuia (Fig.2.3.4) sau alte dispozitive identificate în teren, la înălțimea de 2 m deasupra solului, dar la cel puțin $1,5 \text{ m}$ deasupra vegetației arbustive sau ierboase, pentru a se evita efectul procesului de evapotranspirație.

O dată pe lună, în perioada sezonului de vegetație (15 mai-15 octombrie), receptorii cu filtre pasive expuse au fost înlocuiți cu alții pregătiți dinainte cu 1-2 zile la birou, operațiunea repetându-se de 5 ori în perioada sezonului de vegetație, conform unui grafic stabilit în prealabil (tabelul 2.3.3). Filtrele pasive colectate din teren au fost introduse în câte o sticlă de polietilenă (2 sticlă pentru fiecare agent poluant), pe care s-a înscris cu creion-marker denumirea poluantului (O_3 , NH_3 sau NO_2) și indicativul R_n (unde n reprezintă numărul de ordine al repetiției), conform fișei tipizate de înregistrare (tabelul 2.3.4). Introducerea filtrelor expuse în sticlă și înscrierea tipului de agent poluant, respectiv a indicativului R_n pe sticlă, s-a efectuat la birou, imediat după întoarcerea din teren, iar sticlăle cu filtre expuse s-au păstrat în frigider la o temperatură de aproximativ $5^\circ C$.



Fig. 2.3.4 Amplasarea dispozitivelor și filtrelor pasive de ozon în coroana arborilor

Tabelul 2.3.3 Calendarul pregătirii, instalării, schimbării și recoltării filtrelor pasive de O_3 , NH_3 , NO_2 și SO_2

Nr. Crt.	Operație	Data	Agentul poluant		
		(ziua/luna)	O_3	NH_3	NO_2 și SO_2
1	Pregătirea filtrelor	14 Mai	x	x	x
	Instalarea Filtrelor	15-16 Mai	x	x	x
2	Pregătirea filtrelor	14 Iunie	x	x	x
	Schimbarea și expunerea filtrelor	15-16 Iunie	x	x	x
3	Pregătirea filtrelor	14 Iulie	x	x	x
	Schimbarea și expunerea filtrelor	15-16 Iulie	x	x	x
4	Pregătirea filtrelor	14 August	x	x	x
	Schimbarea și expunerea filtrelor	15-16 August	x	x	x
5	Pregătirea filtrelor	14 Septembrie	x	x	x
	Schimbarea și expunerea filtrelor	15-16 Septembrie	x	x	x
6	Recoltarea filtrelor	15-16 Octombrie	x	x	x

Concentrațiile de ozon (O_3) s-au determinat pe baza rezultatelor analizelor chimice ale filtrelor pasive și a calibrării lor cu valorile înregistrate de monitorul activ de ozon, cu înregistrare continuă. Valorile concentrațiilor de amoniac (NH_3) și dioxid de azot (NO_2) s-au determinat numai în baza rezultatelor analizelor chimice, nedispunându-se în teren de măsurători efectuate cu analizoare active de NO_2 și de denudare de NH_3 (Bytnerowicz, Badea *et al.* 2008; Silaghi, Badea *et al.* 2011).

Tabelul 2.3.4 Fișa tipizată de înregistrare a informațiilor privind expunerea și colectarea filtrelor pasive de O₃, NH₃ sau NO₂ și SO₂ (Exemplu Parcul Natural Bucegi, SCLD Podu cu Flori)

Exp. Nr.	Cod probă		Data Expunerii (ll/zz/aa)	Ora (hh/mm)	Data colectării (ll/zz/aa)	Ora (hh/mm)	Durata (hh/mm)
1	R1	R2	05:15:09	10:30	06:15:06	11:30	721:00
2	R21	R22	06:15:09	11:30	07:15:06	11:45	720:15
3	R41	R42	07:15:09	11:45	08:15:06	10:30	718:45
4	R61	R62	08:15:0p	10:30	09:15:06	11:00	720:30
5	R81	R82	09:15:09	11:00	10:15:06	11:00	720:00

Pentru prelucrarea statistică a informațiilor rezultate în urma analizei chimice a filtrelor pasive s-au utilizat metode statistice cum ar fi analiza corelației, analiza simplă a varianței, teste de examinare a semnificației (Tukey, Fisher etc.). În cazul aplicării analizei simple a varianței, cu ajutorul aplicației statistice SPSS, pentru evidențierea influenței unui factor (locație, an, perioadă de expunere etc.) asupra distribuției experimentale, a fost verificată îndeplinirea criteriilor minime specifice aplicării acestei metode (Giurgiu 1972). Atunci când valorile experimentale nu urmau legea distribuției normale (testul Kolmogorov-Smirnov), pentru analiza diferențelor dintre grupuri s-a apelat la testul rangurilor sau Kruskal - Wallis (statistica H), iar pentru identificarea tendinței de creștere sau descreștere a medianelor grupurilor în raport cu factorul analizat, s-a apelat la testul Jonckheere (statistica J) (Field 2005). În situația când nu se putea dovedi egalitatea (omogenitatea) varianțelor (testul Levene), s-a apelat la utilizarea testului Fisher-Welch (statistica FW) (Field 2005). Astfel, atunci când erau îndeplinite toate criteriile specifice analizei simple de varianță, a fost aplicat testul Fisher (statistica F) (Giurgiu 1972).

În suprafețele de cercetare de lungă durată (SCLD), **prelevarea depunerilor atmosferice totale (uscate și umede)** s-a realizat cu ajutorul unor echipamente realizate din materiale plastice (polietilenă, lemn etc.) care nu influențează echilibrul ionic al apelor de precipitații. Colectorii utilizați sunt de tip jgheab, cu suprafața de recepție de 0,1 m² la care sunt conectate bidoane de recepție a precipitațiilor cu capacitatea de 5 l; acest tip de colector permite obținerea unor probe suficient de mari chiar și în cazul unor căderi reduse de precipitații, având totuși dezavantajul că la precipitații săptămânale de peste 50 l/m² nu se mai poate realiza un control cantitativ al acestora (Fig. 2.3.5.).



Fig. 2.3.5. Colectori pentru prelevarea probelor din precipitații (SCLD Salvamont Bran)

În interiorul arboretului au fost instalate 2 baterii de câte 5 colectori, la distanța de 10 m între ei, pe curba de nivel, în cazul terenurilor înclinate și pe direcția E-V în cazul terenurilor plane, în zona dintre suprafețele de probă permanente (SPP), în amonte și în aval de centrul SCLD (SPP1) (în zona tampon a SCLD). În apropierea acestora, în teren descoperit, au fost amplasați de asemenea, încă doi colectori.

Pentru perioada rece a anului când precipitațiile cad și sub formă de zăpadă, în teren liber s-a folosit un captator cu sac din PVC care are la capăt o deschidere circulară egală cu cea a captatorilor de vară (Fig. 2.3.6.), colectându-se astfel, zăpada acumulată în timp de o lună. La data recoltării, sacul din PVC a fost adus într-o încăpere caldă, iar după topirea zăpezii apa rezultată s-a turnat în cilindrul de vară (pluviometrul totalizator), s-a citit (în mm) echivalentul de precipitații al zăpezii, s-au înregistrat citirile într-o fișă tipizată de observație (tabelul 2.3.5), s-a colectat apa într-un recipient în vederea obținerii probei medii, și ulterior, s-au transmis probele pentru analize la laboratorul de specialitate, reinstalându-se captatorii de zăpadă în teren liber.

Pentru **captarea apei gravitaționale din sol (soluția solului)** s-au instalat, la diferite adâncimi plăci lizimetrice care sunt confecționate din semicilindri PVC cu diametrul de 10 cm și lungimea de 50 cm (Barbu, Iacoban 2008). În acest mod a fost prelevată apa care a percolat solul în orizonturile de deasupra plăcii lizimetrice în perioada dintre două măsurători (Fig. 2.3.7). Citirea cantității de precipitații s-a realizat cu cilindrul gradat, valorile obținute fiind apoi exprimate în l/m^2 .



Fig. 2.3.6. Captator de zăpadă

Tabelul 2.3.5. Fișă tipizată pentru înregistrarea datelor pluviometrice (Barbu, Iacoban 2008)

Locul măsurătorii	Tip captator				Observații
	jgheab	cilindru	lizimetru 1	lizimetru 2	
Teren liber 1	x				
Teren liber 2	x				
Sub coronament 1	x				
2	x				
3	x				
...	...				
10	x				
Profil sol 10 cm			x	x	
20 cm			x	x	
40 cm			x	x	
60 cm			x	x	

Precipitațiile din pluviometre au fost amestecate într-un recipient de 5-10l pentru omogenizare, după care s-a extras o probă de 1-1,5l, care a fost ambalată într-un recipient din plastic (PET), bine clătit în prealabil cu apă distilată, etichetat și ulterior trimis laboratorului de specialitate.

Observațiile s-au efectuat lunar, de regulă la aceeași dată, rezultatele fiind înregistrate în fișe tipizate de observație, iar valorile medii s-au transmis, odată cu probele, la laboratorul de specialitate.



Fig. 2.3.7 Profil de sol lizimetric pentru soluția solului

Pentru **determinarea cantitativă și calitativă a fluxurilor de ioni poluanți (depuneri atmosferice)** după recepționarea probelor, în laborator s-au efectuat următoarele activități :

- înscrierea probelor în registrul de evidență din laborator;
- filtrarea probelor;
- determinarea pH-ului și a conductivității într-un timp cât mai scurt de la recepționarea acestora;
- determinarea concentrației ionilor NH_4^+ și NO_3^- într-un interval de timp cât mai scurt de la recepționarea probelor;
- determinarea concentrației ionilor SO_4^{2-} și Cl^- , precum și a ionilor metalici Na^+ , K^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ .

Metodele analitice și aparatura folosite sunt prezentate în tabelul 2.3.6.

Pe baza informațiilor înregistrate în teren și a celor rezultate în urma analizei de laborator a probelor s-a procedat la:

- calculul valorilor medii ale cantităților de precipitații colectate la fiecare tip de captator;
- calculul concentrațiilor ionilor pe baza curbelor de etalonare și validarea rezultatelor;

- întocmirea buletinelor de analiză;
- introducerea datelor medii din teren și din buletinele de analiză în baza de date;
- prelucrarea statistică a datelor obținute în perioada analizată;
- analiza variației spațio – temporale a cantităților de precipitații căzute în suprafețele de cercetare analizate;
- analiza variației spațio – temporale a concentrației în ioni minerali a precipitațiilor din suprafețele experimentale;
- analiza variației spațio – temporale a fluxului de ioni minerali în soluția solurilor din ecosistemele forestiere cercetate.

Tabelul 2.3.6. Parametrii obligatorii determinați, metodele analitice și aparatura utilizată (Barbu, Iacoban 2008)

Parametrul	U.M.	Aparatura în dotare	Metode analitice
PH		pH-metru WTW	Potențiometrie
Conductivitate	μS/cm	Conductometru – JENWAY	Conductometrie
K	mg/l	Flamfotometru JENA	Emisie în flacără
Ca	mg/l	Flamfotometru JENA	Emisie în flacără
Mg	mg/l	Spectrofotometru cu absorbție atomică	Spectrofotometrie cu absorbție atomică
Na	mg/l	Spectrofotometru cu absorbție atomică	Spectrofotometrie cu absorbție atomică
N-NH ₄	mg/l	Spectrofotometru – JENWAY	Spectrofotometrie
Cl	mg/l	Spectrofotometru – JENWAY	Spectrofotometrie
N-NO ₃	mg/l	Spectrofotometru – JENWAY	Spectrofotometrie
S-SO ₄	mg/l	Spectrofotometru – JENWAY	Spectrofotometrie
Alcalinitate	μE/l	pH-metru WTW	Potențiometrie

Pentru asigurarea calității și comparabilității rezultatelor în laborator, au fost analizate periodic un număr de 5 probe sintetice preparate în laboratorul de specialitate, precum și alte probe sintetice care au constituit obiectivul exercițiilor de intercalibrare a laboratorului la nivel internațional.

3. STAREA ECOSISTEMELOR FORESTIERE DIN PARCUL NATURAL BUCEGI ÎN PERIOADA 2006-2010

3.1. Starea de sănătate a arborilor din cuprinsul Parcului Natural Bucegi

Ștefan Neagu, Ovidiu Badea

Pe baza informațiilor înregistrate în perioada anilor 2006-2010, referitoare la starea de sănătate a arborilor și arboretelor din cuprinsul suprafețelor de cercetare de lungă durată s-a constatat că valorile proporției arborilor vătămați (clasele de defoliere 2 - 4) variază între 18,4 % (Observator Urs) și 45,6 % (Podu cu Flori), în anul 2006, între 11,4 % (Brânduși) și 47,5 % (Dichiu) în anul 2007, între 14,6 % (Bătrâna) și 47,5 % (Podu cu Flori) în anul 2008, de la 14,3 % (Poiana Stâniei) la 54,3 % (Brânduși) în anul 2009, între 8,8 % (Bătrâna) și 31,3 % (Timen Grofi) la nivelul anului 2010 (tabelul 3.1.1)

În arboretele pure de molid sau unde această specie este majoritară (Timen

Tabelul 3.1.1 Defolierea (%) arborilor din cuprinsul Parcului Natural Bucegi pentru toate speciile, pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4), în perioada anilor 2006 – 2010

Nr. crt.	Denumire SCLD	Grupa de clase de defoliere									
		2006		2007		2008		2009		2010	
		0-1	2-4	0-1	2-4	0-1	2-4	0-1	2-4	0-1	2-4
1	Salvamont Bran	71,1	28,9	76,5	23,5	77,0	23,0	81,4	18,6	80,1	19,9
2	Observator Urs	81,6	18,4	77,3	22,7	84,1	15,9	81,8	18,2	90,4	9,6
3	Timen Grofi	68,4	31,6	58,3	31,7	65,6	34,4	60,7	39,3	68,7	31,3
4	Poiana Stâniei	81,0	19,0	85,7	14,3	73,3	26,7	85,7	14,3	87,3	12,7
5	Valea cu Brazi	65,3	34,7	64,4	35,6	56,6	43,4	65,4	34,6	72,2	27,8
6	Dichiu	68,6	31,4	52,5	47,5	53,1	46,9	76,8	23,2	87,5	12,5
7	Brânduși	76,0	24,0	88,6	11,4	75,0	25,0	45,7	54,3	79,4	20,6
8	Cariera Lespezi	70,3	29,7	59,7	40,3	57,3	42,7	76,4	23,6	86,1	13,9
9	Podu cu Flori	54,4	45,6	58,9	41,1	52,5	47,5	70,4	29,6	75,3	24,7
10	Bătrâna	77,7	22,3	86,0	14,0	85,4	14,6	82,4	17,6	91,2	8,8
	TOTAL	69,3	30,7	69,4	30,5	66,1	33,9	72,0	28,0	79,1	20,9

Grofi, Valea cu Brazi, Brânduși, Podu cu Flori), proporția arborilor vătămați a înregistrat o creștere în perioada analizată (2006-2010), menținându-se aproximativ la aceleași valori în SCLD Salvamont Bran și Bătrâna (în anii 2007 și 2008). O ameliorare semnificativă s-a evidențiat în anul 2010 pentru arboretele Bătrâna (8,8 %), Podu cu Flori (24,7 %) și Brânduși (20,6 %), ca urmare a migrării arborilor încadrați anterior la limita inferioară a clasei de defoliere moderată (30-60 %) în clasa celor încadrați ca slab vătămați (15-25 %), la limita

superioară a acesteia (20-25 %) și a extragerii arborilor vătămați rezultați în urma doborâturilor produse de vânt și afectați de ipidae și de alți agenți fitopato-genii. Aceeași tendință de creștere s-a înregistrat și în arboretele de fag (SCLD Poiana Stâinii (26,7 % în anul 2008) și Cariera Lespezi (42,7 %)), excepție făcând SCLD Dichiu și Observator Urs unde valorile proporției arborilor vătămați (clasele de defoliere 2-4) s-au redus semnificativ (12,5 %, în anul 2010 față de 46,9 în anul 2008) respectiv, s-au menținut aproape aceleași, fagul ocupând aici o pondere mai redusă, aflându-se în amestec cu bradul și cu alte specii de foioase. În perioada anilor 2009-2010, în toate arboretele cu fag s-a evidențiat o redresare notabilă, valorile proporției arborilor vătămați ajungând la 14.3 % în anul 2009 și respectiv, 9.6 % în anul 2010 (tabelul 3.1.2)

Tabelul 3.1.2 Defolierea (%) arborilor din cuprinsul Parcului Natural Bucegi pentru principalele specii, pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4), în perioada anilor 2006 – 2010

Specia	Grupa de clase de defoliere									
	0-1					2-4				
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
Molid	69,3	72,1	68,2	69,9	76,7	30,7	27,9	31,8	30,1	23,3
Brad	66,7	58,5	68,2	72,3	83,1	33,3	41,5	31,8	27,7	16,9
Fag	76,1	68,8	63,4	83,4	91,6	23,9	31,2	36,6	16,6	8,4
Toate speciile	69,3	69,4	66,1	72,0	79,1	30,7	30,6	33,9	28,0	20,9

Pentru toate speciile, s-a constatat că la nivelul întregii rețele de cercetare de lungă durată (RCLD), valorile proporției arborilor vătămați (clasele de defoliere 2-4) înregistrează o sensibilă creștere, mai ales în anul 2008 (33,9 %), față de anii anteriori când acestea au fost aproximativ aceleași (30,07 % în anul 2006 și 30,6 % în anul 2007), urmată de o ameliorare în anii 2009 și 2010, ca urmare a îmbunătățirii regimului de precipitații și atenuării regimului termic.

La nivel individual, fagul a înregistrat o ameliorare semnificativă, de la 23,9 % în anul 2006, 31,2 %, în anul 2007 și 36,6 % în anul 2008 la 16,6 % în anul 2009, iar în anul 2010 atingând o valoare a proporției arborilor vătămați de 8,4 % (tabelul 3.1.2). Molidul și bradul au urmat aceeași tendință, dar mai puțin accentuată, de la valori ale proporției arborilor vătămați de 30,7 % în anul 2006, 27,9 % în anul 2007 și 31,8 % în anul 2008 la 30,1 % în anul 2009 și 23,3 % în 2010 (la molid) și de la valori de 33,3 % în anul 2006, 41,5 % în anul 2007 și 31,8 % în anul 2008 la 27,7 % în anul 2009 și 16,9 % în 2010 la brad (tabelul 3.1.2). Această tendință de ameliorare, atât la nivel individual cât și pentru toate speciile se poate explica prin influența regimului bogat de precipitații din toam-

na anului precedent (2009), cât și din primăvara și din întreg sezonul de vegetație al anului curent (2010). De asemenea, excesul termic în sezonul de vegetație din anul 2010 s-a manifestat destul de rar și pentru perioade foarte scurte, neinfluențând astfel, starea coroanelor arborilor în mod semnificativ.

Pe baza acestor considerente, dar și a faptului că o mare parte din arborii încadrați în anii anteriori, în clasele de defoliere 2-4, care înregistrau un procent de defoliere a coroanei situat la limita inferioară a clasei arborilor moderat defoliați (30-35 %), au migrat intens în clasa 1 de defoliere (11-25 %), în special cei din specia fag, se poate concluziona că în anul 2010 starea de sănătate a pădurilor din PN Bucegi s-a ameliorat.

În raport cu altitudinea, pentru întreaga perioadă analizată (2006-2010), valorile proporției arborilor vătămați a înregistrat valori apropiate, ceea ce conduce la ipoteza potrivit căreia, din punct de vedere al condițiilor climatice, în special al regimului termic și a cantității de precipitații, în contextul schimbărilor climatice, și implicit a măririi sezonului de vegetație, nu sunt diferențe notabil semnificative (Fig. 3.1.1).

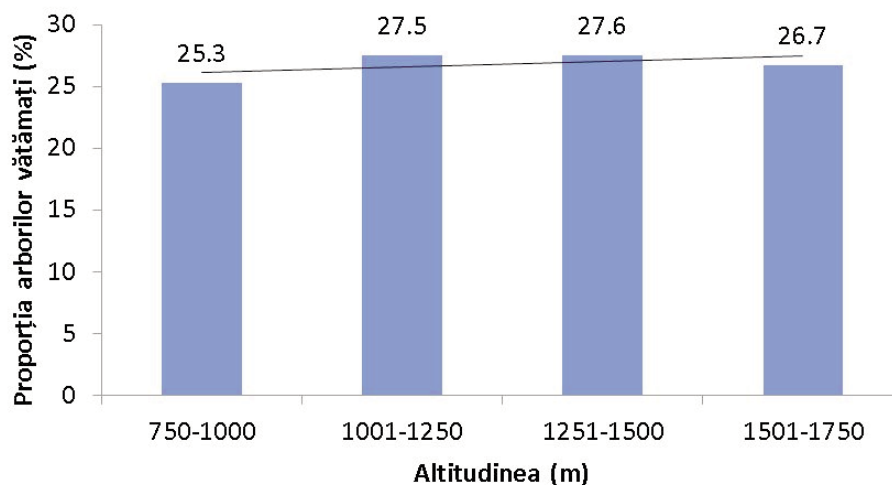


Fig. 3.1.1 Proportia arborilor vătămați în raport cu altitudinea (valori calculate pentru perioada 2006-2010)

Dinamica anuală a proporției arborilor vătămați în funcție de altitudine nu exprimă o legitate bine definită, ea fiind influențată de particularitățile climatice ale anilor respectivi. Astfel, în decursul perioadei de studiu, la altitudini cuprinse între 1000 și 1500 m se poate observa totuși, o tendință de creștere a proporției arborilor vătămați până în anul 2008 și respectiv, o reducere a acesteia în anii 2009 și 2010, fapt explicabil prin ameliorarea condițiilor de temperatură și regimului precipitațiilor la nivelul Parcului Natural Bucegi (Fig. 3.1.2).

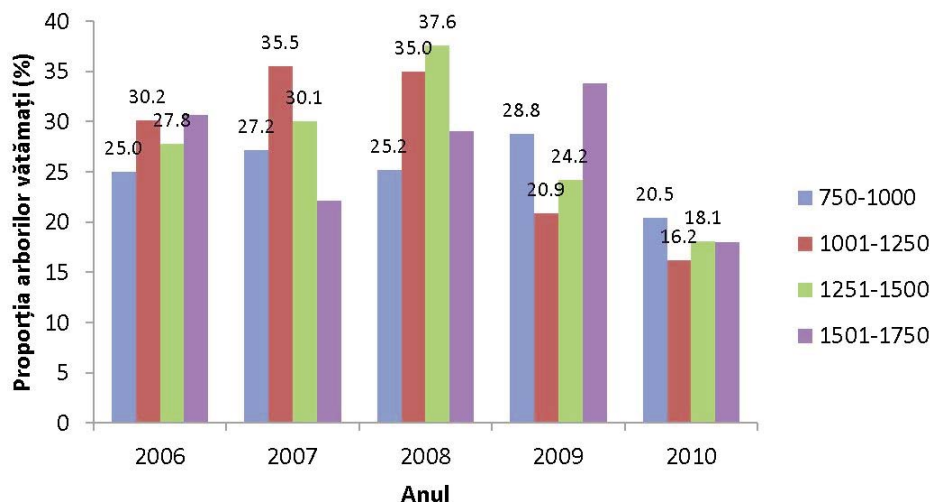


Fig. 3.1.2 Proportia arborilor vătămați în raport cu altitudinea

Din anul 2009, cercetările au fost extinse și în Parcul Național Piatra Craiului, parte componentă a sitului LTER Bucegi-Piatra Craiului. Pe ansamblu, în cele două arii protejate s-au înregistrat proporții diferite ale arborilor vătămați, mai reduse în cazul PN Piatra Craiului cu 5,4 procente, în anul 2010 și respectiv cu 11,0 procente, în anul 2009. Pe grupe de specii, diferențele sunt mai evidente în cazul foioaselor, care au înregistrat valori între 5,2 procente în anul 2010 și 13,8 procente în anul 2009, decât în cel al rășinoaselor care nu au depășit valoarea de 4,6 procente, înregistrată în anul 2009 (tabelul 3.1.3).

Tabelul 3.1.3 Proportia (%) arborilor vătămați (clasa de defoliere 2-4) din cuprinsul sitului de cercetare Bucegi - Piatra Craiului, în perioada 2009-2010

RCLD	Grupa de clase de defoliere 2-4					
	2009			2010		
	Rășinoase	Foioase	Total	Rășinoase	Foioase	Total
PN Bucegi	30,3	20,4	28,0	23,5	12,2	20,9
PN Piatra Craiului	25,7	6,6	17,0	22,8	7,0	15,5
Situl LTER Bucegi-Piatra Craiului	28,4	11,3	22,5	23,2	8,7	18,2

În perioada comună analizată (2009-2010), tendința de ameliorare s-a menținut pentru întreg situl LTER Bucegi-Piatra Craiului, proporția arborilor vătămați diminuându-se, în anul 2010 cu 4,3 procente pentru toate speciile și cu 5,3 procente la rășinoase și respectiv, cu 2,6 procente la foioase (tabelul 3.1.3).

3.2 Creșterea arborilor și arboretelor

Ovidiu Badea, Ștefan Neagu

Pentru stabilirea creșterii curente în volum prin procedeul bazat pe o singură inventariere și pe probe de creștere radială extrase de la arbori nedoborâți s-au parcurs etapele specifice de determinare a volumului arboretelor (v) și respectiv, a procentului creșterii în volum acestora (p_{iv}).

Așadar, volumul arboretelor cuprinse în cadrul fiecărei suprafețe de cercetare de lungă durată (SCLD) a rezultat prin însumarea volumelor tuturor arborilor inventariați, determinate cu ajutorul ecuației de regresie dublu logaritmică de forma:

$$\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d + b_3 \log h + b_4 \log^2 h,$$

unde: b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 - reprezintă coeficienții ecuației de regresie, pe specii (Giurgiu *et al.* 2004).

v - volumul unui arbore (m^3);

d - diametrul de bază al arborelui (cm);

h - înălțimea arborelui (m) stabilită după curba înălțimilor;

Cu ocazia efectuării lucrărilor de teren, s-a măsurat diametrul de bază pentru fiecare arbore existent în cuprinsul suprafețelor de probă permanente aferente SCLD, iar pentru o colectivitate restrânsă de arbori, selectată și reprezentativă pentru arboret și speciile principale din cadrul acestuia, s-au măsurat înălțimile, pentru fiecare categorie de diametre (la 2-3 arbori), permițând astfel, realizarea curbei înălțimilor pentru specia/speciile principale din cadrul SCLD, cu ajutorul ecuației de regresie:

$$\ln h = a_0 + a_1 d^{a_2}$$

unde: a_0 și a_1 - reprezintă coeficienții ecuației de regresie, pentru fiecare arboret din cadrul SCLD-urilor și specie principală.

Pentru construirea curbei înălțimilor, datele experimentale (diametre, înălțimi) corespunzătoare colectivităților de arbori pentru care au fost măsurate înălțimile, au fost prelucrate, parcurgându-se următoarele etape:

a) determinarea coeficienților de regresie (b_0, b_1, b_2) ai ecuației de serviciu de forma:

$$\log h = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d$$

unde: h - reprezintă înălțimile măsurate (m);

d - diametrul de bază a arborilor pentru care au fost măsurate înălțimile (cm).

b) determinarea diametrului mediu aritmetic (\bar{d}) și a abaterii standard (s_d) a diametrelor arborilor:

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{N}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{N - 1}}$$

unde: \bar{d} - reprezintă diametrul mediu aritmetic al colectivității de arbori pentru care au fost măsurate înălțimi (mm)

d - diametrul de bază al arborilor pentru care au fost măsurate înălțimi (mm)

N - numărul de arbori pentru care au fost măsurate înălțimi

c) determinarea diametrelor de poziționare a curbei înălțimilor:

$$d_1 = \bar{d} - 1,3 s_d$$

$$d_3 = \bar{d} + 1,5 s_d$$

$$d_2 = \sqrt{d_1 * d_3}$$

d) determinarea înălțimilor corespunzătoare diametrelor d_1 , d_2 și d_3 , de poziționare a curbei înălțimilor:

$$\log h_1 = b_0 + b_1 \log d_1 + b_2 \log^2 d_1;$$

$$\log h_2 = b_0 + b_1 \log d_2 + b_2 \log^2 d_2;$$

$$\log h_3 = b_0 + b_1 \log d_3 + b_2 \log^2 d_3;$$

unde: b_0 , b_1 , b_2 reprezintă coeficienții de regresie stabiliți în etapa de la punctul a)

e) stabilirea valorii coeficientului de regresie a_2 :

$$a_2 = \frac{2 \ln t}{\ln d_3 - \ln d_1}; \text{ unde:}$$

$$\text{parametrul } t = \frac{\ln h_3 - \ln h_2}{\ln h_2 - \ln h_1}$$

f) determinarea coeficienților de regresie (a_0 , a_1) din ecuația de regresie a curbei înălțimilor:

$$\ln h = \ln h = a_0 + a_1 d^{a_2}$$

g) construirea curbei înălțimilor pentru fiecare arboret din cadrul SCLD-urilor, pentru principalele specii și determinarea înălțimilor compensate corespunzătoare fiecărei categorii de diametre:

Datele rezultate în urma prelucrărilor preliminare stabilirii coeficienților ecuației de regresie a curbei înălțimilor precum și valorile acestora, caracteristice fiecărei SCLD pentru principalele specii, se prezintă în tabelul 3.2.1.

Cu ajutorul ecuațiilor de regresie astfel stabilite pentru specia/speciile principale al fiecărei SCLD, s-au trasat curbele înălțimilor compensate în raport cu diametrul arborilor componenți și s-au determinat înălțimile corespunzătoare arborilor distribuiți pe categorii de diametre din 2 în 2 cm.

În continuare, cu ajutorul ecuației dublu logaritmice $\log v = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d + b_3 \log h + b_4 \log^2 h$, s-au determinat volumele arborilor pe categorii de diametre (v_i) pentru fiecare din speciile principale și în final, volumul întregului arboret din cuprinsul fiecărei SCLD (tabelul 3.2.2).

Pentru determinarea procentului creșterii în volum (p_{iv}), conform metodologiei specifice (Badea *et al.* 2008), s-a pornit de la stabilirea creșterilor radiale (i_r) pe categorii de diametre cu ajutorul ecuațiilor de regresie adoptate (tabelul 3.2.2), după cum urmează:

$$i_r = b_0 + b_1 d \text{ (pentru arborete echiene și relativ echiene);}$$

$$i_r = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 \text{ (pentru arborete relativ pluriene), unde:}$$

i_r - reprezintă creșterea radială (mm) pe perioada de 10 ani corespunzătoare categoriei de diametre d (cm);

b_0 , b_1 , b_2 – coeficienți ai ecuațiilor de regresie stabiliți pe cale experimentală.

Aceste creșteri radiale pe categorii de diametre, stabilite cu ajutorul ecuațiilor de regresie mai sus menționate, au fost corectate prin aplicarea coeficienților de creștere a cojii (k). Acești coeficienți au valori de 1,05 la brad, 1,04 la molid și 1,02 la fag (Giurgiu *et al.* 2004).

Tabelul 3.2.1 Date privind rezultatele obținute prin parcurgerea etapelor preliminare stabilirii coeficienților ecuației de regresie a curbei înălțimilor $\ln h = a_0 + a_1 d^{a_2}$

Denumirea SCLD	Specia	Coeficienți de regresie ai ecuației de serviciu $\log h = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log^2 d$					\bar{d} (mm)	s_d	d_1 (mm)	d_2 (mm)	d_3 (mm)	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	Parametrul t	Coeficienți ecuației de regresie $\ln h = a_0 + a_1 d^{a_2}$		
		b_0	b_1	b_2	a_2	a_0										a_1		
Salvamont Bran	Molid	-4.572	4.318	-0.769	32.2	94.9	199.04	304.13	464.7	19.5	25.5	29.7	0.557	-0.2123	5.575	-7.950		
Observator Urs	Fag	0.7568	0.0811	0.7491	39.8	76.5	298.2	390.9	512.39	17.2	23.5	27.3	0.967	-0.0106	47.268	-46.768		
	Brad	0.1032	0.2181	0.1029	30.6	168.5	86.9	220.43	558.73	8.19	15.12	30.15	1.126	-0.0385	22.0504	-23.791		
Timen – Grofi	Molid	-1.282	1.765	-0.278	260.0	87.24	146.6	239.4	390.9	17.3	22.1	26.6	0.711	-0.1114	6.828	-7.000		
Poiana Sîmii	Fag	-2.193	2.264	-0.340	438.3	229.1	140.5	331.4	781.9	12.6	22.4	32.2	0.533	-0.1889	5.865	-8.338		
Valea cu Brazi	Molid	-3.377	3.468	-0.652	193.7	59.2	116.7	181.6	282.5	10.1	13.5	16.1	0.560	-0.2058	4.953	-6.912		
Dichiu	Fag	-2.712	3.040	-0.561	227.8	53.2	158.6	220.9	30.8	17.5	20.1	24.7	0.442	-0.4888	3.762	-10.289		
	Brad	-6.814	5.898	-1.051	259.4	41.0	206.0	257.2	320.9	18.9	21.1	23.9	0.677	-0.2315	4.658	-5.794		
Brânduși	Molid	-15.926	12.159	-2.118	611.2	117.9	457.8	600.7	788.1	26.9	32.0	33.3	0.216	-0.4687	4.319	-17.461		
Cariera Lespezi	Fag	-4.280	3.815	-0.630	457.7	250.5	132.0	341.5	883.5	9.6	22.2	31.5	0.336	-0.3219	4.750	-11.102		
	Molid	-112.3	85.92	-16.2	288.1	156.3	84.9	216.9	553.9	8.1	18.0	26.2	0.547	-0.296	4.739	-9.591		
Podu cu Flori	Molid	-4.365	3.982	-0.686	277.5	133.7	103.7	222.6	478.0	7.5	16.1	24.2	0.798	-0.199	5.515	-7.982		
Bătrâna	Molid	-2.111	2.226	-0.339	441.7	136.5	264.3	413.3	645.4	19.7	24.8	29.5	0.701	-0.1099	7.2054	-7.768		

Tabelul 3.2.2 Tipul ecuațiilor de regresie a creșterilor radiale în raport cu diametrul arborilor, volumul la hectar pe arborete și pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4) pentru fiecare arboret din cadrul rețelei de cercetare de lungă durată (RCLD) din PN Bucegi

Denumirea SCLD	Tipul ecuației de regresie	Valorile coeficienților de regresie			Volum la ha (m ³)		
		b ₀	b ₁	b ₂	pe total specie (toți arborii) <i>V</i>	pe grupe de clase de defoliere	
						<i>V</i> ₀₋₁	<i>V</i> ₂₋₄
Salvamont Bran	$i_r = b_0 + b_1d + b_2d^2$	-27,32	2,23	-0,02	738	596	142
Observator Urs Brad	$i_r = b_0 + b_1d + b_2d^2$	-18,12	2,37	-0,02	196	157	40
Observator Urs Fag	$i_r = b_0 + b_1d$	5,72	0,35		243	208	35
Timen Grofi	$i_r = b_0 + b_1d$	12,53	0,47		630	475	152
Poiana-Stânii	$i_r = b_0 + b_1d + b_2d^2$	-6,48	1,10	-0,01	637	586	51
Valea cu Brazi	$i_r = b_0 + b_1d$	0,80	-0,88		386	264	122
Dichiu Brad	$i_r = b_0 + b_1d$	1,14	0,52		186	107	79
Dichiu Fag	$i_r = b_0 + b_1d$	0,87	0,84		337	220	117
Brânduși	$i_r = b_0 + b_1d$	-9,90	0,53		773	566	205
Cariere Lespezi Fag	$i_r = b_0 + b_1d$	2,87	0,58		654	530	124
Cariere lespezi Molid	$i_r = b_0 + b_1d$	-15,34	1,35		54	35	19
Podu cu Flori	$i_r = b_0 + b_1d$	-3,09	0,44		688	400	289
Batrâna	$i_r = b_0 + b_1d + b_2d^2$	-5,06	0,87	-0,01	611	511	102

În continuare, s-au determinat procentele creșterii în suprafață de bază, pe categorii de diametre (p_{ig}) și în înălțime redusă (p_{ihf}), conform următoarelor relații:

$$p_{ij} = \frac{400i_r}{d} \left(1 - \frac{i_r}{d}\right);$$

$$p_{ihf} = \lambda n,$$

unde: i_r - reprezintă creșterea radială cu coajă pe categorii de diametre (cm);

d - categoria de diametre (cm);

λ - coeficientul creșterii în înălțime redusă, stabilit în raport cu specia, clasa de producție și vârsta (Giurgiu *et al.* 1972);

n - numărul de ani din perioada luată în considerare ($n = 10$ ani).

Valorile procentelor creșterii în volum pentru specia/speciile principale respectiv, pentru fiecare arboret din cadrul suprafețelor de cercetare de lungă durată, pe categorii de diametre, s-au stabilit conform relației:

$$p_{iv} = p_{ig} + p_{ihf} - 0,01 p_{ig} p_{ihf}, \text{ (Giurgiu, 1979)}$$

În mod analog, s-au stabilit și procentele creșterii în volum pentru specia/speciile principale și toate speciile din cadrul fiecărei SCLD pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4), după stratificarea în prealabil a arborilor pe baza procentelor de defoliere a coroanelor acestora (≤ 25 %, respectiv >25 %).

Pe baza valorilor procentului creșterii în volum stabilite, s-a trecut la determinarea creșterii în volum pe categorii de diametre ($i_v = p_{iv} n_i v_i$), pentru perioada luată în considerare (1996-2005), apoi la determinarea creșterii în volum la nivelul întregii SCLD respectiv, pentru specia/speciile principale și pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4) ale acestora pentru perioada respectivă, iar în final, la determinarea mediilor creșterilor anuale în volum (I_{va}) și valorile acestora pe an și pe ha ($I_{va} \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

La nivelul întregii rețele de cercetare de lungă durată (SCLD) din cuprinsul Parcului Natural Bucegi, caracterizată printr-o altitudine medie de 1300 m, o clasă de producție medie de 2,8 și o vârstă medie de 90 de ani, specifice arboretelor din cadrul acesteia, s-a constatat că pentru toate speciile, valoarea medie a creșterilor anuale în volum înregistrate pe unitatea de suprafață (ha) în perioada analizată (1996-2005), este de $11,0 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$. Pentru principalele specii acestea scad de la molid ($14,3 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) la fag ($9,5 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) și respectiv la brad ($5,3 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

Valori ridicate ale mediei creșterii anuale în volum (peste $20 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) s-au înregistrat în arboretele tinere (40-60 ani) de molid, pure sau aproape pure (SCLD Salvamont Bran - $20,3 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, SCLD Timen-Grofi - $27,4 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) și de productivitate superioară (clasa de producție a II-a) sau în care acestea sunt suprapopulate și neparcuse cu lucrări de îngrijire (SCLD Valea cu Brazi - $16,9 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

Arboretele de molid cu cele mai scăzute valori ale creșterii curente în volum (pure sau aproape pure), au fost înregistrate la altitudini ridicate, aproape de limita superioară a arealului (peste 1700 m), situate pe stațiuni de productivitate mijlocie - inferioară (SCLD Bătrâna - $7,7 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ și SCLD Podu cu Flori - $12,8 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

Fagul, a înregistrat cele mai scăzute valori ale mediei creșterii anuale în volum ($7,0 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$) în arboretele vârstnice (140 ani) și de productivitate inferioară (clasa de producție IV), situate la limita altitudinală (peste 1300 m) (SCLD Poiana Stâniei). În arborete amestecate de fag cu rășinoase, media creșterilor anuale în volum a fost cuprinsă între $10,7 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ (Observator Urs) și $18,2 \text{ m}^3 \text{ an}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ (Căminul Lespezi), confirmându-se astfel diversitatea structurală și vigoarea de creștere a acestor tipuri de arborete amestecate din zona de munte (tabelul 3.2.3)

Tabelul 3.2.3 Creșterea în volum pe principalele specii și grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4) în cadrul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD) din Parcul Natural Bucegi

Denumire SCLD	Specia	Volumul mediu anual ($\text{m}^3\text{yr}^{-1}\text{ha}^{-1}$)			Pierderile de creștere în volum		
		Creșterea reală totală în volum	Creșterea reală în volum		Volumul normal total	Δv $\text{m}^3\text{yr}^{-1}\text{ha}^{-1}$	$\Delta v\%$ %
			0-1	2-4			
Salvamont Bran	<i>Picea abies</i>	20,3	16,8	3,5	28,4	8,1	28,5
Observator Urs	<i>Fagus sylvatica</i>	5,1	4,3	0,8	5,8	0,7	12,1
	<i>Abies alba</i>	5,6	5,1	0,5	6,4	0,8	12,5
Timen-Grofi	<i>Picea abies</i>	27,4	20,0	7,4	39,2	11,8	30,1
Poiana Stanii	<i>Fagus sylvatica</i>	7,0	6,5	0,5	9,1	2,1	23,1
Valea cu Brazi	<i>Picea abies</i>	16,9	12,0	4,9	24,8	7,9	31,9
Dichiu	<i>Fagus sylvatica</i>	9,4	6,1	3,3	10,6	1,2	11,3
	<i>Abies alba</i>	4,9	2,8	2,1	6,3	1,4	22,2
Brandusi	<i>Picea abies</i>	13,2	9,9	3,3	17,1	3,9	22,8
Cariera Lespezi	<i>Fagus sylvatica</i>	16,4	13,5	2,9	21,9	5,5	25,1
	<i>Picea abies</i>	1,8	1,4	0,4	2,7	0,9	33,3
Podu cu Flori	<i>Picea abies</i>	12,8	7,6	5,2	19,8	7,0	35,4
Batrana	<i>Picea abies</i>	7,7	6,1	1,6	8,6	0,9	10,5
Total	<i>Picea abies</i>	14,3	10,5	3,7	20,0	5,8	29,0
	<i>Abies alba</i>	5,3	4,0	1,3	6,4	1,1	17,2
	<i>Fagus sylvatica</i>	9,5	7,6	1,9	11,9	2,4	20,2
	Toate speciile	11,0	8,3	2,8	14,8	3,7	25,0

Pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4), valorile medii anuale ale creșterii în volum pe an și pe ha, înregistrate pentru speciile principale (molid, brad, frag) de colectivitățile de arbori practic sănătoși (clasele de defoliere 0-1), în ipoteza conform căreia toți arborii ar fi încadrați în clasele de defoliere 0-1, sunt mai mari atât decât cele realizate la nivelul arboretului de toți arborii din specia respectivă (clasele de defoliere 0-1 + 2-4), în situația de fapt, reală. Aceeași situație s-a înregistrat și la nivelul întregii rețele de cercetare (RCLD) pentru principalele specii și per total specii (tabelul 3.2.3). Aceste informații sunt valabile în ipoteza în care toți arborii ar fi încadrați în grupa celor practic sănătoși, comparativ cu situația de fapt, reală.

Astfel, pierderile de creștere în volum la ha, datorate prezenței în compoziția actuală a arboretelor a colectivităților de arbori vătămați (clasele de defoliere 2-4), cu creșteri mai reduse decât arborii practic sănătoși (clase de defoliere 0-1) variază în cadrul rețelei de cercetare de lungă durată, pentru principalele specii din compoziția arboretelor cercetate, la molid între $0,9 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Cariera Lespezi) și $11,8 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Timen Grofi), la fag între $0,7 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Observator Urs) și $5,5 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Cariera Lespezi) și la brad care este mai puțin reprezentat

în amestec, între $0,8 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Observator-Urs) și $1,4 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ (Dichiu). Procentual, aceste pierderi de creștere sunt cuprinse între 10,5 % și 35,4 % la molid, între 12,5 % și 22,2% la brad și între 11,3 % și 25,1 % la fag (tabelul 3.2.3).

La nivelul întregii rețele de cercetare de lungă durată luată pe ansamblu (RCLD), pierderile de creștere au valori per total specie principală de $5,8 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ la molid, $1,1 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ la brad, de $2,4 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ la fag și de $3,7 \text{ m}^3\text{an}^{-1}\text{ha}^{-1}$ pentru speciile principale (molid, brad și fag) luate la un loc.

În valori procentuale aceste pierderi de creștere în volum sunt de 29,0 % la molid, 17,2 % la brad, de 20, % la fag și de 25,0 % per total specii principale.

În acest caz, specia, clasa de producție, vârsta, altitudinea și condițiile de vegetație sunt principalii factori limitativi ai creșterii. Totuși, *Fagus sylvatica* a înregistrat cele mai ridicate valori ale mediei creșterii anuale în volum în arborete amestecate cu bradul (*A. alba*) sau cu molidul (*P. abies*), ca specii cu pondere mai redusă (Dichiu și Cariera Lespezi).

Aceste pierderi de creștere în volum înregistrate de speciile individuale luate separat și de toate speciile pentru întreaga structură compozițională, la nivel de arboret și per ansamblu întregii rețele de cercetare sunt evidențiate mult mai bine prin reprezentare grafică (figurile 3.2.1-3.2.4) și ele reflectă acțiunea negativă a diferiților factori de stres, în principal, climatici, poluare atmosferică, biotici și antropici asupra ecosistemelor forestiere, unde în mod normal, toți arborii ar trebui să fie practic sănătoși (clasele de defoliere 0-1). Așadar, față de starea normală creșterile înregistrate sunt diminuate prin acțiunea negativă desfășurată de o multitudine de factori perturbatori, cu preponderență, modificările climatice și poluarea atmosferică, cumulată cu acțiunea tot mai intensă a factorilor biotici și antropici. Momentele în care acțiunile acestor factori produc perturbații în mersul normal al creșterilor radiale, marchează începutul intrării în declin al arborilor, care în prezent sunt evaluați ca arbori vătămați (clasele de defoliere 2-4), aceștia înregistrând o tendință de reducere a creșterilor radiale, comparativ cu cei practic sănătoși (Fig. 3.2.5-3.2.7) (Badea *et al.* 2011)

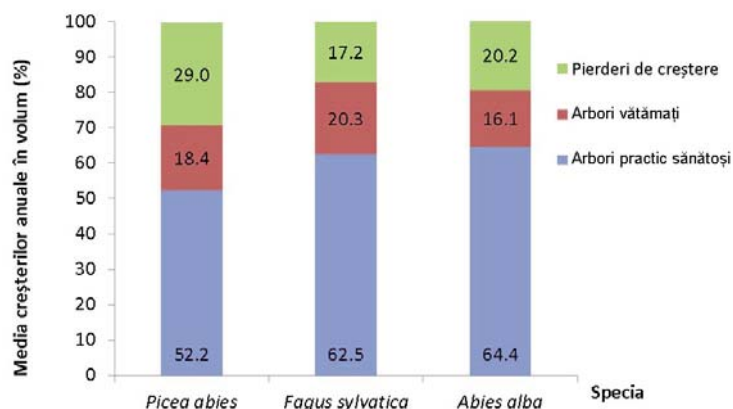


Fig. 3.2.1 Creșterea anuală în volum (%) a arborilor sănătoși (clase de defoliere 0-1), vătămați (clase de defoliere 2-4) și pierderile de creștere estimate pentru principalele specii forestiere din PN Bucegi (Badea *et al.* 2011)

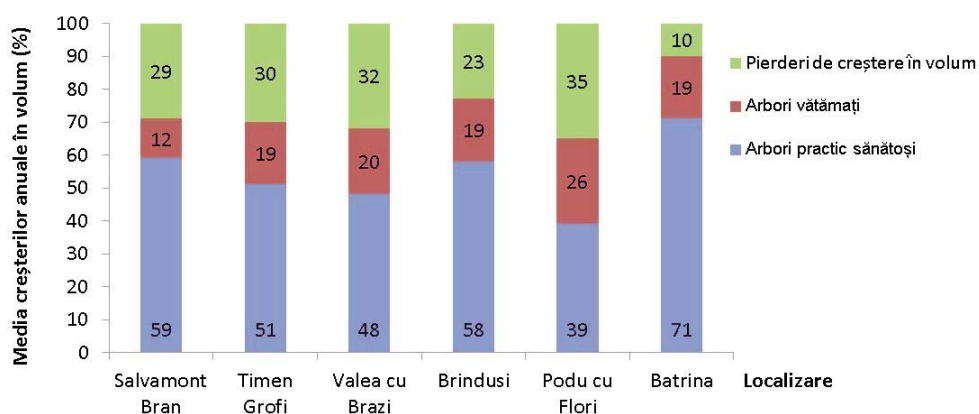


Fig. 3.2.2 Creșterea anuală în volum (%) a arborilor sănătoși (clase de defoliere 0-1), vătămați (clase de defoliere 2-4) și pierderile de creștere estimate pentru *Picea abies* din RCLD Bucegi (Badea *et al.* 2011)

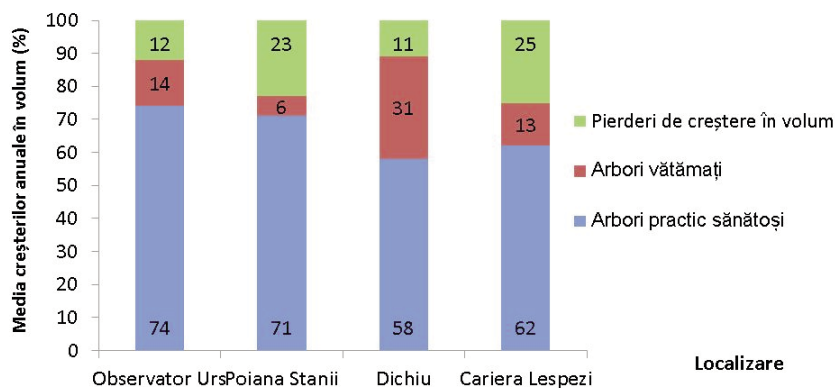


Fig. 3.2.3 Creșterea anuală în volum (%) a arborilor sănătoși (clase de defoliere 0-1), vătămați (clase de defoliere 2-4) și pierderile de creștere estimate pentru *Fagus sylvatica* din RCLD Bucegi (Badea *et al.* 2011)

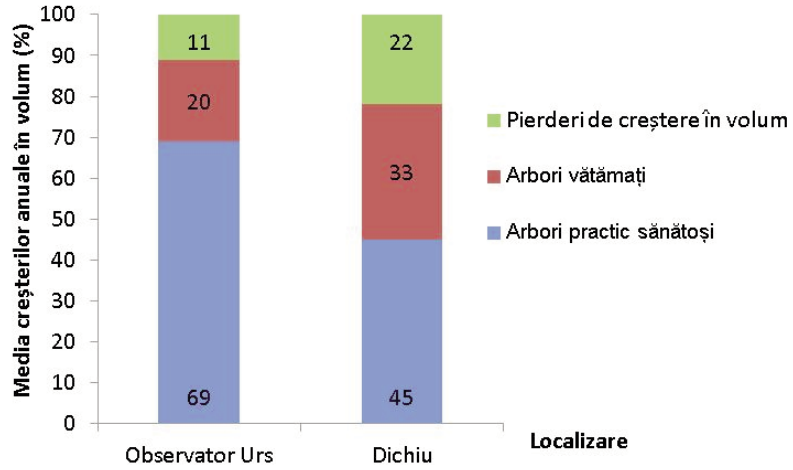


Fig. 3.2.4 Creșterea anuală în volum (%) a arborilor sănătoși (clase de defoliere 0-1), vătămați (clase de defoliere 2-4) și pierderile de creștere estimate pentru *Abies alba* din RCLD Bucegi (Badea *et al.* 2011)

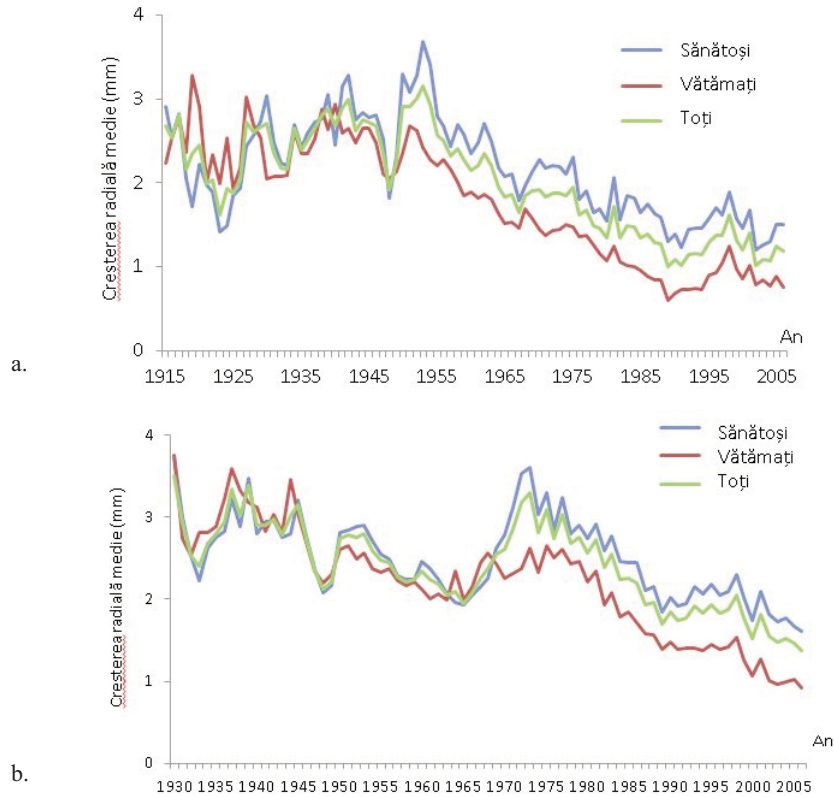


Fig. 3.2.5. Variația creșterii radiale medii pentru molid pe grupe de defoliere (0-1 și 2-3) la (a) Podul cu Flori și (b) RCLD Bucegi

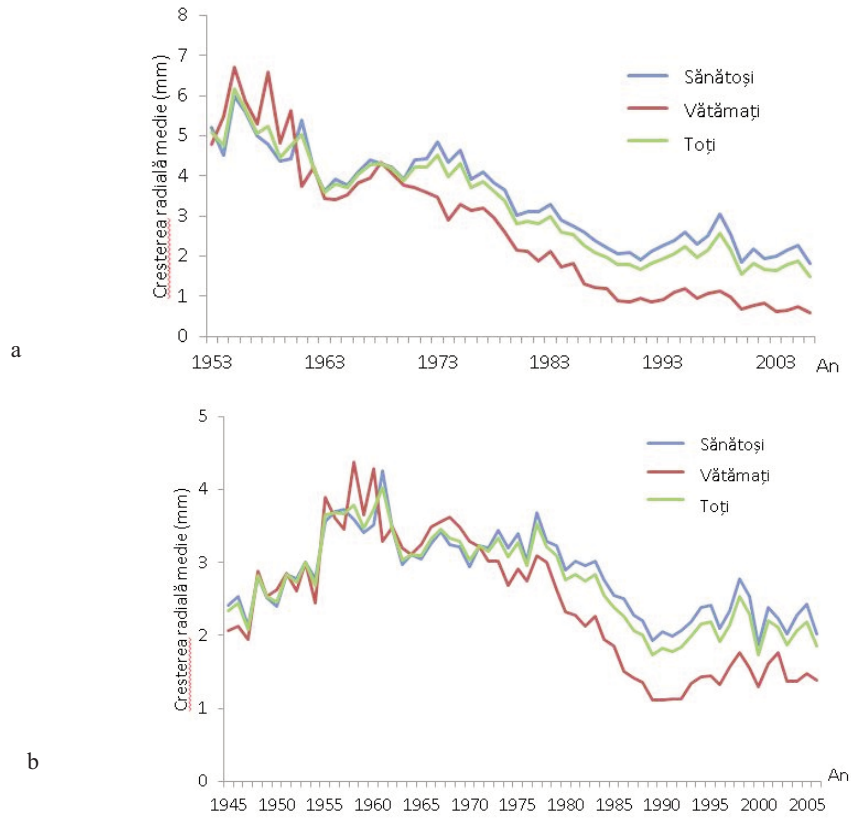


Fig. 3.2.6. Variația creșterii radiale medii pentru brad pe grupe de defoliere (0-1 și 2-3) la (a) Salvamont Bran și (b) RCLD Bucegi

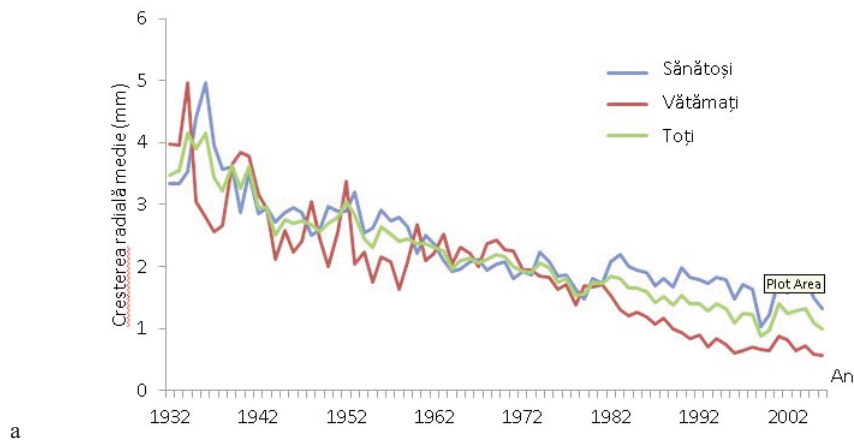


Fig. 3.2.7. Variația creșterii radiale medii pentru fag pe grupe de defoliere (0-1 și 2-3) la (a) Dichiu

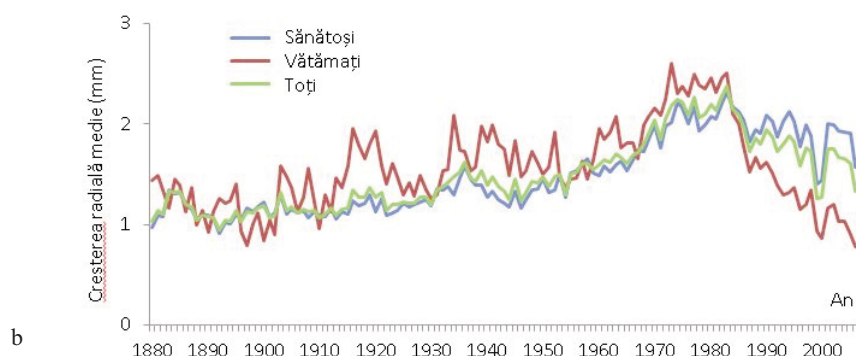


Fig. 3.2.7. Variația creșterii radiale medii pentru fag pe grupe de defoliere (0-1 și 2-3) la (b) RCLD Bucegi

3.3 Biodiversitatea vegetației forestiere

Ovidiu Badea, Marin Andrei, Elena Preda, Ștefan Neagu

Informațiile înregistrate în teren pe baza inventarierilor efectuate la nivelul tuturor straturilor vegetale existente au fost structurate pentru fiecare suprafață de probă permanentă (SPP) din cuprinsul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD) și apoi, sintetizate și descrise pentru fiecare în parte.

Prin cercetările asupra vegetației forestiere din cuprinsul suprafețelor de cercetare de lungă durată s-a întocmit lista speciilor pe straturi (A-arbori; B-arbuști și subarbuști; C-plante erbacee; D-mușchi), iar procentele de acoperire au fost stabilite pentru fiecare strat prin metoda Braun-Blanquet. Aceste informații au permis identificarea asociațiilor vegetale prezente în cadrul rețelei de cercetare de lungă durată (RCLD) amplasată în Parcul Natural Bucegi (tabelul 3.3.1).

Tablelul 3.3.1 Asociațiile vegetale din cadrul rețelei de cercetare de lungă durată din Parcul Natural Bucegi

SCLD	Altitudinea (m)	Asociația vegetală	Abundența
Salvamont Bran	1220	<i>Piceetum oxalidosum Chirita, 1953</i>	36
Observator Urs	930	<i>Fagetum abietosum Domin, 1933</i>	33
Timen-Grofi	1000	<i>Piceetum oxalidosum Chirita, 1953</i>	43
Poiana Stanii	1300	<i>Allio ursinae-Fagetum sylvaticae nov. asoc.</i>	43
Valea cu brazi	1450	<i>Piceetum oxalidosum Chirita, 1953</i>	36
Dichiu	1200	<i>Pulmonario rubrae-Fagetum sylvaticae</i>	46
Branduși	1450	<i>Piceetum oxalidosum Chirita, 1953</i>	42
Cariera Lespezi	1380	<i>Fagetum sylvaticae-Adenostyletum alliariae nov.asoc.</i>	43
Podul cu flori	1750	<i>Piceetum myrtillosum Chirita, 1953</i>	42
Bătrana	1600	<i>Piceetum myrtillosum Chirita, 1953</i>	47

Arboretele cercetate sunt foarte diversificate din punct de vedere dimensional, în funcție de structura lor și de condițiile staționale. De asemenea, pentru fiecare strat al vegetației reprezentat de arbori, arbuști, ierburi și mușchi (A, B, C și respectiv D) a fost determinat indicele Shannon-Wiener. Conform rezultatelor obținute, diversitatea cea mai scăzută (<2) a fost înregistrată pentru stratul arborecent, urmat de stratul arbuștilor (2-3) (Fig. 3.3.1). Diversitatea speciilor a fost mai mare în stratul ierbos (>3), fapt datorat diversității structurale verticale și a indicelui de acoperire a coronamentului (Fig. 3.3.2). Asociațiile vegetale cercetate sunt caracterizate printr-o mare diversitate a speciilor, dar și o echitabilitate a numărului de specii, repartizat optim pe straturi vegetale (Fig. 3.3.3). Optimizarea structurală și compozițională a asociațiilor vegetale reprezintă o expresie a relațiilor dintre straturile de arbori (componenta dominantă), celelalte straturi de vegetație și condițiile de mediu, având o contribuție esențială în cadrul funcționării ecosistemelor forestiere (Vadineanu *et al.* 2008).

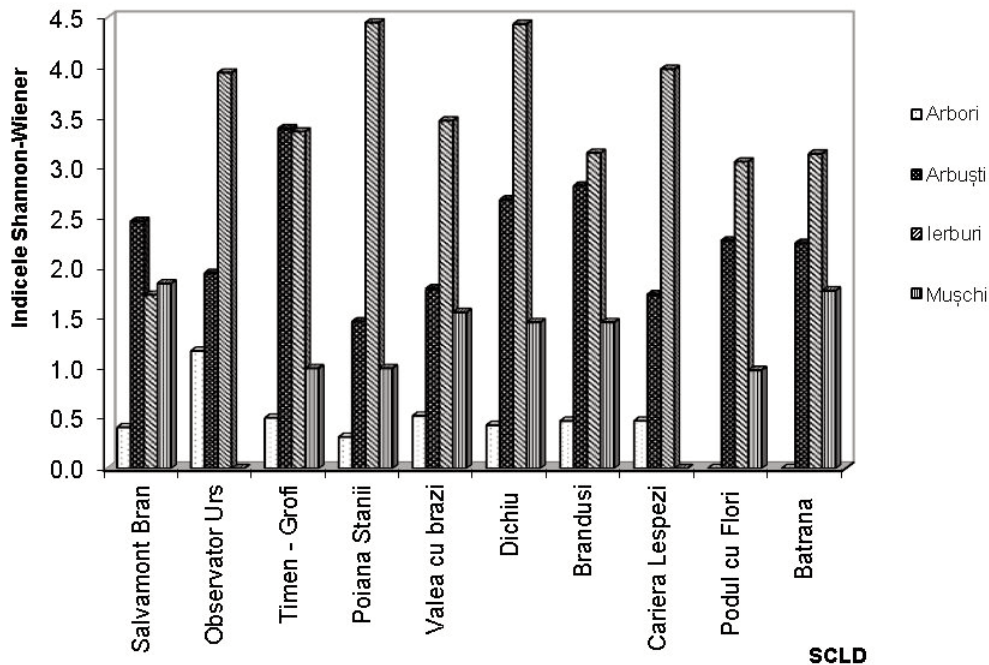


Fig. 3.3.1. Indicele Shannon Wiener pentru straturile de arbore, arbuști, ierburi și mușchi

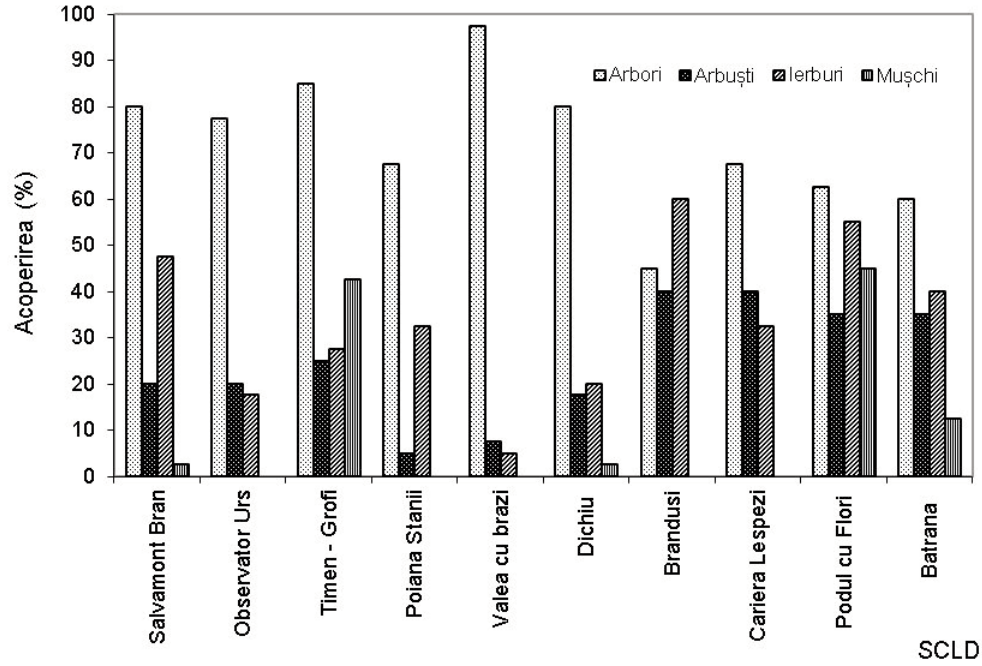


Fig. 3.3.2. Distribuția acoperirii diferitelor straturi ale vegetației

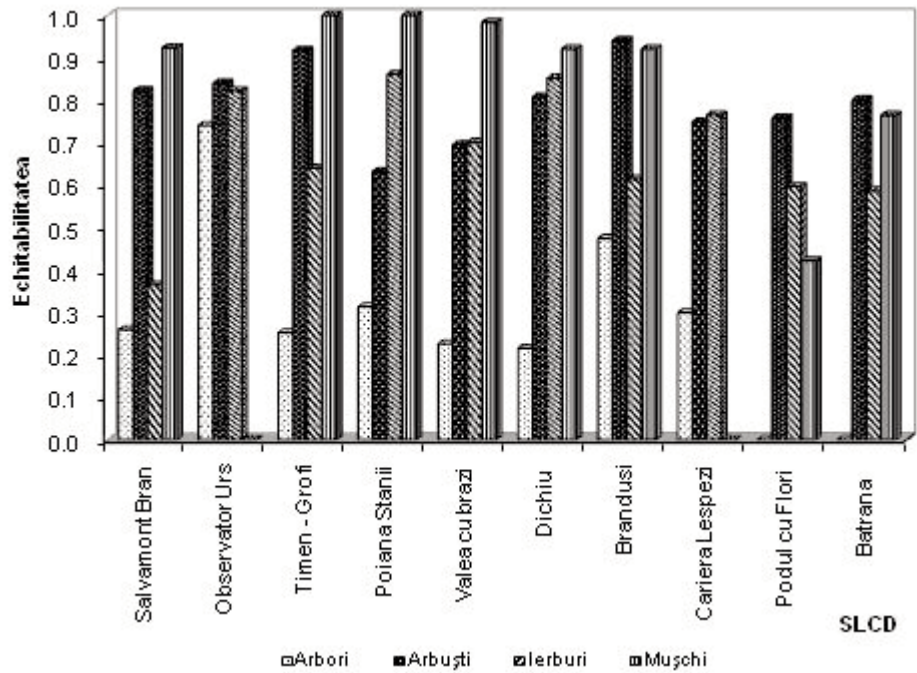


Fig. 3.3.3 Echitabilitatea straturilor de vegetație

O proporție semnificativă din biomasa supraterană este reprezentată de productivitatea și abundența straturilor de vegetație (Bytnerowicz *et al.* 2005), iar valorile ridicate ale diversității și echitabilității stratului de specii ierboase sunt considerate indicatori importanți ai biodiversității comunităților de plante vasculare, fiind specifici condițiilor locale de mediu și tipurilor de asociații vegetale cercetate. De asemenea, nu au fost observate dovezi ale unor modificări mai mult sau mai puțin accelerate ale habitatelor sau reduceri semnificative ale biodiversității. Pe ansamblu, cercetarea parametrilor comunităților de plante prezintă un indicator obiectiv al condițiilor locale de vegetație și mediu (microclimat, aciditatea solului, disponibilitatea substanțelor minerale etc.) și permit identificarea și delimitarea fără echivoc a tipurilor de pădure și de stațiune (Doniță *et al.* 2005).

Arboretele cercetate variază de la arborete pure de molid sau de fag la arborete amestecate de molid cu fag și brad cu fag, având în compoziție și alte specii de rășinoase (larice, pin) și de foioase (paltin de munte, mesteacăn, scoruș etc.). Numărul speciilor de plante diferă de la o suprafață de cercetare de lungă durată (SCLD) la alta (de la un arboret la altul), variind între 37 și 57 (tabelul 3.3.1). Arboretele pure de fag și cele amestecate (molid cu fag și brad cu fag) prezintă o bogăție mai mare de specii, atât ca număr cât și ca valoare. În mod asemănător, diametrul și înălțimea arborilor variază în raport cu tipul arboretului, structura acestuia și condițiile staționale și de vegetație, înregistrându-se totodată, o diversitate mai ridicată a arboretelor de fag și de amestec de fag cu rășinoase decât a arboretelor pure de molid (tabelul 3.3.2)

Tabelul 3.3.2 Diversitatea dimensională a arborilor din RCLD PN Bucegi

Tip de arboret	Diametrul de bază		Înălțimea	
	Mediu (cm)	Coefficient de variație (%)	Medie (m)	Coefficient de variație (%)
Molid	17-52	35-48	13-30	17-21
Fag	27-32	56-74	20-23	23-51
Amestec de fag cu rășinoase	22-30	35-73	25	18-33

Caracterizarea vegetației erbacee, are în vedere evidențierea corelației strânse dintre speciile lemnoase și cele erbacee, precum și a acestora cu mediul abiotic și se prezintă în cele ce urmează.

Arboretul din cadrul suprafeței de cercetare de lungă durată (SCLD) Salvamont Bran este aproape pur de molid (*Picea abies*), cu diametrul mediu al arborilor cuprins între 25,9 cm și 32,2 cm, diametrul maxim între 46,8 cm și 68,7 cm, iar înălțimea medie a arborilor cuprinsă între 21,7 m

și 24 m și înălțimea maximă între 28,8 m și 33,4 m. Alte specii de arbori întâlnite, în câteva exemplare sunt: *Fagus sylvatica* și *Abies alba*.

Asociația vegetală *Piceetum oxalidosum* Chirita, 1953 este reprezentată de un număr relativ restrâns de specii care se dezvoltă în prezența molidului (*Picea abies*). Având în vedere că molidul asigură o acoperire variabilă (25 % - 75 %), în spațiile rămase neacoperite (unde pătrunde lumina), apar specii caracteristice, însoțitoare ale molidului: *Oxalis acetosella*, *Glechoma hederacea*, *Dryopteris filix-mas*, *Lamium galeobdolon*, *Euphorbia amygdaloides*, ș.a, iar pe anumite suprafețe de teren (eventual ușor erodate), se dezvoltă *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum juniperinum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, ș.a. în cazul speciei *Campanula patula* menționăm apariția rozetelor foliare tinere (din generația a doua).

Cu toate că acoperirea arborilor și arbuștilor este variabilă și distribuția speciilor în pălcuri, se remarcă, ca dominantă, în toate releveurile, specia *Oxalis acetosella* care se dezvoltă în spațiile ușor umbroase. În releveurile din tabelul fitocenotic apar sporadic *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Sambucus racemosa*, *Abies alba*, ș.a.

În pătura vie, pe lângă *Oxalis acetosella*, mai apar specii slab acidofile sau subneutrofile ca *Athyrium filix-femina*, *Geranium robertianum*, ș.a.

Vegetația arborescentă din cuprinsul SCLD Observator Urs constituie un arboret amestecat de brad (*Abies alba*) și fag (*Fagus sylvatica*) cu diametrul mediu al arborilor cuprins între 13,8 cm și 34,7 cm, diametrul maxim între 50,5 cm și 83,9 cm, iar înălțimea medie a arborilor cuprinsă între 13,0 m și 29,8 m și înălțimea maximă între 24,0 m și 35,0 m.

Asociația vegetală *Fagetum abietosum* Domin, 1933 reprezintă o pădure de amestec din două specii *Fagus sylvatica* și *Abies alba*, specii care domină alternativ în releveuri.

Stratul arbuștilor este alcătuit din: *Rubus hirtus*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea abies* și *Acer pseudoplatanus*. Stratul de frunze gros de 1-3 cm cu un grad ridicat de descompunere permite multiplicarea, prin semințe a speciilor mezohigrofile lemnoase și erbacee.

Puținele specii erbacee (acoperire 5 - 40 %) exprimă afinități, mai ales, pentru fag (*Galium odoratum*, *Salvia glutinosa*, ș.a.)

Specia arborescentă dominantă, în proporție de 100 %, care constituie arborețul din cadrul SCLD Timen-Grofi este molidul (*Picea abies*), cu diametrul mediu al arborilor cuprins între 19,0 cm și 23,1 cm, diametrul maxim între 39,4 cm și 58,9 cm, iar înălțimea medie a arborilor variază între 19,8 m și 23,4 m și înălțimea maximă a acestora între 24,0 m și 30,0 m.

Asociația vegetală (*Piceetum –oxalidosum* Chirita, 1953) este instalată pe un sol brun montan, străbătut de roci la zi, cu bolovănișuri mari și cu umiditate diferită. Ca urmare, am înregistrat specii cu exigențe ecologice diferite.

Specia lemnoasă dominantă este *Picea abies*. Ca specii însoțitoare, în exemplare rare, menționăm: *Fraxinus ornus*, *Abies alba* și *Fagus sylvatica* (puieți); stratul arbustiv este reprezentat de *Rubus hirtus*, *Daphne mezereum*, *Acer pseudoplatanus*, *Spirea chamaedrifolia*, s.a. Toate aceste specii exprimă condiții mezo-hidrofile.

Ca specii erbacee dominante se întâlnesc: *Oxalis acetosella*, *Moehringia trinervia*, *Euphorbia amygdaloides*, *Geranium robertianum*, *Caltha laeta*, *Impatiens noli-tangere*, ș.a.

Din stratul muscinal menționăm: *Mnium medium*, *M. undulatum*, ș.a.

Pe substratul pietros și stâncile umede cresc specii din mai multe categorii taxonomice: *Asplenium trichomanes*, *Geranium robertianum*, *Polypodium vulgare*, *Asplenium viridae*, *Spirea chamaedrifolia*, ș.a.

Arboretul din cadrul SCLD Poiana Stânii este aproape pur de fag (*Fagus sylvatica*), cu diametrul mediu al arborilor în cadrul SPP-urilor aferente, între 25,8 cm și 42,4 cm, diametrul maxim între 81,5 cm și 91,8 cm, iar înălțimea medie a arborilor variază între 16,1 m și 29,6 m și înălțimea maximă a acestora între 23,8 m și 36,0 m.

Asociația vegetală (*Allio ursinae - Fagetum sylvaticae nov. ass.*) este edificată de *Fagus sylvatica subsp. sylvatica* în amestec cu *Picea abies* la care se mai adaugă, ca arbuști: *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, ș.a.; pe unele suprafețe fagul este monodominant.

Gradul de acoperire este variabil datorită consistenței arboretului, grosimii litierei, troficității solului ș.a.

Solul reavăn-afânat până la jilav (pseudogleizat în profunzime) permite dezvoltarea unui număr mare de specii vernale care apar înainte de înfrunzirea fagului dintre care menționăm, în primul rând, pe *Allium ursinum*, o specie perenă (geofită) la care partea supraterană dispare la sfârșitul lunii iunie; specia continuă însă să vegeteze prin bulbii subterani, așa că numai aparent planta își încheie ciclul de viață. Alte geofite vernale care apar în aceeași perioadă și care se comportă aproape ca și *Allium ursinum* sunt: *Isopyrum thalictroides*, *Dentaria bulbifera*, *Paris quadrifolia*, *Dentaria glandulosa*, *Anemone nemorosa*, ș.a.

Geofitele vernale sunt succedate de un număr mare de specii erbacee însoțitoare ale fagului: *Ranunculus carpaticus*, *Veronica urticifolia*, *Geranium robertianum*, *Mycelis muralis*, *Alliaria petiolata*, ș.a.

Grație condițiilor pedoclimatice corespunzătoare atât specia dominantă cât și însoțitoarele ei lemnoase se reproduc prin semințe. Asociația vegetală nu a fost semnalată în literatura de specialitate.

În cadrul SCLD Valea cu brazi, etajul arborilor este reprezentat de specia molid (*Picea abies*), cu diametrul mediu al arborilor componenți cuprins între 16,1 cm și 18,0 cm, diametrul maxim între 30,5 cm și 40,8 cm, iar înălțimea medie a arborilor este cuprinsă între 10,7 m și 13,8 m și înălțimea maximă a acestora între 15,0 m și 18,8 m.

Asociația vegetală (*Piceetum oxalidosum* Chirita, 1953) este reprezentată de o plantație de aproximativ 50-60 de ani, alcătuită predominant din *Picea abies*. Doar straturile arbustiv și erbaceu au apărut spontan.

Stratul arbustiv, cu abundență-dominanță foarte redusă, este reprezentat de indivizi rari de *Sambucus racemosa*, *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, s.a.

Stratul erbaceu este și el slab reprezentat. Doar în «ochiurile» de pădure rămase în urma plantării sau în urma tăierilor de îngrijire s-au instalat specii întâlnite și în molidișurile naturale: *Oxalis acetosella*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Geranium robertianum*, *Saxifraga cuneifolia*, s.a.

La marginea pădurii cresc specii ruderales cum sunt: *Urtica dioica*, *Urtica urens*, *Taraxacum officinale*, s.a.

SCLD Dichiu conține un arboret amestecat de foioase cu brad (*Abies alba*). Dintre foioase, fagul (*Fagus sylvatica*) este majoritar, iar pentru întreg etajul arborescent diametrul mediu al arborilor este cuprins între 25,4 cm și 32,3 cm, diametrul maxim între 59,0 cm și 81,6 cm, iar înălțimea medie a arborilor între 19,3 m și 24,4 m și înălțimea maximă a acestora între 27,4 m și 31,5 m. Alte specii de foioase sunt: *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*.

Asociația vegetală (*Pulmonario rubrae-Fagetum sylvaticae* Soó, 1964, Täuber, 1987 amend. M. Andrei) este edificată de *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* ca specie lemnoasă dominantă, însoțită de *Abies alba* și *Picea abies*. Dintre arbuști menționăm, în exemplare rare, pe *Spirea chamaedrifolia*, *Daphne mezereum*, *Rubus hirtus*, *Ribes nigrum*, *Sorbus aucuparia*, ș.a.

Condițiile favorabile se reflectă în regenerarea naturală prin semințe ale unor plante lemnoase cum sunt *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*.

Pătura erbacee este reprezentată de specii însoțitoare ale pădurii de fag, dintre care se menționează: *Pulmonaria rubra*, *Cardamine impatiens*, *Aegopodium podagraria*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, ș.a.

Iluminarea puternică a solului prin deschiderea arboretului produce, mai întâi, instalarea într-un prim stadiu a buruienilor reprezentate de *Urtica dioica*, *Senecio ovatus*, *Stachys sylvatica*. ș.a.

Asociația vegetală a fost descrisă (Soó 1964, Täuber 1987) sub numele de *Pulmonario rubrae-Fagetum*. Întrucât în România cresc două specii de fag (*F. sylvatica* și *F. orientalis*) s-a considerat necesară adăugarea specificației (*sylvatica*) la numele genului.

Specia arborescentă preponderentă din compoziția arboretului din cadrul SCLD Brânduși este molidul (*Picea abies*), cu diametrul mediu al arborilor cuprins între 45,8 cm și 59,1 cm, diametrul maxim între 77,4 cm și 92,9 cm, iar înălțimea medie a arborilor este cuprinsă între 27,9 m și 33,5 m și înălțimea maximă a acestora între 32,2 m și 36,0 m.

Asociația vegetală (*Piceetum-oxalidosum* Chirita, 1953) este instalată pe conglomerate de Bucegi, pe un sol care conferă speciei dominante, *Picea abies*, condiții favorabile de creștere și regenerare naturală.

Stratul arbustiv este reprezentat de *Acer pseudoplatanus*, *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, ș.a.

Dintre plantele erbacee *Oxalis acetosella* este cea mai răspândită și constantă. Influența pășunatului este reflectată de *Urtica dioica*, *Veratrum album*, *Rumex alpinus*, ș.a.

În compoziția arboretului din cadrul suprafeței de cercetare de lungă durată Cariera Lespezi se întâlnesc ca specii majoritare fagul (*Fagus sylvatica*) și bradul (*Abies alba*), constituind astfel un arboret amestecat cu diametrul mediu al arborilor cuprins între: 28,1 cm și 33,7 cm, diametrul maxim între 75,7 cm și 91,3 cm, iar înălțimea medie a arborilor variind între 20,6 m și 24,0 m și cea maximă între 30,5 m și 34,6 m.

Asociația vegetală (*Fagetum sylvaticae-Adenostyletum allariae nov.ass.*) este reprezentată de specii mezotrofe și eutrofe. Dintre speciile lemnoase, *Fagus sylvatica* domină atât prin exemplare mature cât și prin indivizi tineri rezultați din semințe. Alte specii lemnoase care însoțesc fagul sunt: *Rubus idaeus*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*, ș.a.

Dintre speciile erbacee se menționează: *Adenostyles allariae*, *Galium odoratum*, *Dentaria glandulosa*, *Galeobdolon luteum*, *Stellaria nemorum*, *Dactylorhiza maculata*, *Veronica montana*, ș.a.

Bogăția speciilor din aceasta asociație este asigurată de solul bogat în humus de tip mull.

Vegetația care constituie etajul arborilor din cuprinsul SCLD Podu cu Flori este reprezentată de specia molid (*Picea abies*), arboretul fiind pur, cu diametrul mediu al arborilor cuprins între: 21,0 cm și 32,2 cm, diametrul maxim între 54,0 cm și 100,0 cm, iar înălțimea medie variază între 15,5 m și 24,0 m și înălțimea maximă între 21,7 m și 27,3 m.

Asociația vegetală (*Piceetum myrtillosum* Chirita, 1953.) este edificată de *Picea abies* cu acoperire variabilă de la 30 % (rariști) până la 80 %. Specia dominantă este însoțită de câteva specii acidofile, cum sunt: *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*, ș.a., iar din pătura erbacee de: *Oxalis acetosella*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula sylvatica*, *Potentilla ternata*, ș.a.

O mențiune specială se poate face pentru *Oxalis acetosella* care se grupează în faciesuri în jurul arborilor de molid uscați.

În arboretul cu consistență plină, molidul este însoțit de *Pleurozium schreberi*, iar în ochiurile de lumină abundă *Deschampsia flexuosa*. Aceasta indică o scădere a umidității prin drenaj și afânare a solului din orizontul superior, ceea ce facilitează regenerarea naturală a speciei dominante și a speciilor însoțitoare.

Specia arborescentă predominantă în arboretul din cadrul SCLD Bătrâna este molidul (*Picea abies*), cu diametrul mediu al arborilor cuprins între: 32,1 cm și 42,1 cm, diametrul maxim între 60,5 cm și 100,0 cm, iar înălțimea medie și maximă cuprinse între 19,5 m și 25,9 m, respectiv, între 25,5 m și 32,5 m.

Asociația vegetală (*Piceetum myrtillosum* Chirita, 1953.) este instalată pe un sol accidentat, cu roca la zi, din care cauză speciile înregistrate au exigente ecologice diferite. Pe suprafețele plane pășunate se întâlnesc un număr mare de specii erbacee (pana la 95 % acoperire).

Specia lemnoasă reprezentativă este *Picea abies* cu acoperire și frecvență variabile; însoțitoarele sale fidele sunt *Vaccinium myrtillus* și *Oxalis acetosella*. La acestea se mai adăugă *Sambucus racemosa*, *Sorbus aucuparia*, *Rubus idaeus*, ș.a.

Stratul muscinal este bine reprezentat prin speciile: *Hypnum cupressiforme*, *Polytricum juniperinum*, *Climacium dendroides*, etc. Se remarcă un mozaic de specii erbacee montane și subalpine.

3.4 Analiza stării de nutriție a arborilor

Marian Oneață, Ștefan Neagu, Monica Ionescu

O mai bună înțelegere a cauzelor schimbării stării ecosistemelor forestiere poate fi realizată, dacă și parametrii adiționali, referitori la alte componente ecosistemice, sunt disponibili. Astfel, cunoașterea stării de nutriție a arborilor în procesele ecosistemice, este adesea elocventă. Aprovizionarea necorespunzătoare cu nutrienți (elementele minerale nutritive și ioni ai compușilor azotului, disponibili în sol pentru nutriția plantelor) poate cauza reducerea vitalității arborilor sau amplificarea efectelor poluării atmosferice și schimbărilor climatice. Concentrația ridicată a anumitor elemente chimice din țesuturile foliare sau aciculare poate avea efect otrăvitor sau perturbator asupra plantelor (Boldor *et al.* 1981, Milică *et al.* 1982, Parascan 1967). Condițiile chimice nefavorabile ale solului din zona radiculară pot conduce la un dezechilibru al aprovizionării cu nutrienți și prin urmare, la un dezechilibru nutrițional al arborilor.

Recoltarea de probe foliare sau aciculare și analiza lor chimică sunt esențiale,

fiind realizate după un anumit calendar, în urma stabilirii relațiilor potențiale dintre schimbările stării de sănătate a arborilor și modificarea stării de nutriție. Recoltarea probelor foliare a fost efectuată cu o frecvență destul de ridicată pentru a se putea identifica tendințele în nutriția minerală, dar ținându-se cont și de fluctuațiile interanuale ale concentrațiilor elementelor în frunze sau ace (Blujdea *et al.* 2001).

În suprafețele de cercetare de lungă durată (SCLD) reprezentative, amplasate în cuprinsul Parcului Natural Bucegi a fost determinată starea de nutriție a arborilor din populațiile de rășinoase și fag prin recoltarea acelor în perioada de repaus vegetativ, respectiv a frunzelor mature în momentul de stabilitate fiziologică (lunile iulie - august) și analizate chimic în laborator. Din fiecare arboret cu rășinoase în compoziția sa (molid, brad), ca și din cele cu fag, s-au recoltat 7 - 8 probe pentru fiecare specie.

Definirea stării de nutriție a arborilor din suprafețele de cercetare de lungă durată s-a realizat prin compararea valorilor conținutului de element mineral nutritiv (formă foliară totală) cu datele medii determinate la nivel European (Bauer *et al.* 1997, Stefan *et al.* 1997) și la nivelul regiunii Carpaților (Mankovska *et al.* 2004). Comparația este posibilă, dată fiind metodologia similară și exercițiile de intercalibrare desfășurate între laboratoare, și faptului că probele medii obținute la nivel european includ valorile din România. Prin urmare starea de nutriție este reflectată de: tipul de nutriție, stabilit în raport cu conținutul absolut de element mineral foliar (raportat la unitatea de biomasă uscată) și de rapoartele ionice, ca rapoarte între conținuturile de elemente nutritive și care reflectă posibile dezechilibre. La nivel european, cele 2 tipuri de informații folosite ca referință, sunt prezentate în tabelele 3.4.1 și 3.4.2, iar aprecierea stării de nutriție a arborilor prin calificative este redată în tabelul 3.4.3. În general, nivelurile de nutrient ale populațiilor studiate au fost ușor dezechilibrate, indicând potențiale probleme ale proceselor metabolice, rezistență mai scăzută la factorii de stres, deteriorarea stării de sănătate, precum și diminuarea creșterii arborilor (Stefan *et al.* 1997). Această metodă ține cont doar de specie, fără a lua în considerare vârsta arboretelor, starea de vegetație, clasa de producție, caracteristicile ecosistemului forestier și explică în mod echivoc participarea nutriției minerale în procesul de bioacumulare. Motivul principal al absenței corelației dintre bioacumularea lemnoasă și conținutul foliar de nutrienți, ca și al absenței corelației dintre conținutul de forme solubile de nutrienți în sol și conținutul foliar sunt explicate numai prin prisma fenomenului de stocare a nutrienților în structurile perene de depozitare ale arborelui și disponibilizarea pentru reutilizare în procesele fiziologice curente, și ulterior, restocarea pe durata repausului vegetativ.

Analiza stării de nutriție la molid (*Picea abies*) poate fi considerată reprezentativă pentru ecosistemele din Munții Bucegi, pentru această

Tabelul 3.4.1 Set de criterii pentru aprecierea conținutului foliar de nutrient

Specia	Interval de conținut	Conținut de nutrient ($\text{g}^{-1} \text{kg}^{-1} \text{SU}$)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Molid	Redus	<12	<1	<3,5	<1,5	<0,6	<1,1
	Normal	12-17	1-2	3,5-9	1,5-6	0,6-1,5	1,1-1,8
	Ridicat	>17	>2	>9	>6	>1,5	>1,8
Pin	Redus	<12	<1	<3,5	<1,5	<0,6	<1,1
	Normal	12-17	1-2	3,5-10	1,5-4	0,6-1,5	1,1-1,8
	Ridicat	>17	>2	>10	>4	>1,5	>1,8
Stejar	Redus	<15	<1	<5	<3	<1	-
	Normal	15-25	1-1,8	5-10	3-8	1-2,5	-
	Ridicat	>25	>1,8	>10	>8	>2,5	-
Fag	Redus	<15	<1	<5	<4	<1	<1,3
	Normal	15-25	1-1,7	5-10	4-8	1-1,5	1,3-2
	Ridicat	>25	>1,7	>1	>8	>1,5	>2

Tabelul 3.4.2 Set de criterii pentru aprecierea raportului ionic foliar

Specia	Raport	Conținut de nutrient ($\text{g}^{-1} \text{kg}^{-1} \text{SU}$)		
		N/P	N/K	N/Ca
Molid	Redus	<6	<1,3	<2
	Normal	6-17	1,3-4,9	2-11,3
	Ridicat	>17	>4,9	>11,3
Pin	Redus	<6	<1,2	<2
	Normal	6-17	1,2-4,9	2-11,3
	Ridicat	>17	>4,9	>11,3
Stejar	Redus	<8,3	<1,5	<1,9
	Normal	8,3-25	1,5-5	1,9-8,3
	Ridicat	>25	>5	>8,3
Fag	Redus	<10,6	<1,8	<2,3
	Normal	10,6-25	1,8-5	2,3-6,3
	Ridicat	>25	>5	>6,3

Tabelul 3.4.3 Stabilirea tipului de nutriție

Caracteristici	Aprovizionare insuficientă	Aprovizionare suficientă
Nutriție dezechilibrată	Raport ridicat	Raport ridicat
	Conținut redus	Conținut mediu/ridicat
Nutriție echilibrată	Raport redus/normal	Raport redus/normal
	Conținut redus	Conținut normal/ridicat

specie fiind colectate probe din 7 suprafețe de cercetare. Populațiile de molid din suprafețele de cercetare au structură echienă și relativ echienă, cu vârste de peste 80 de ani. Conținutul mediu de azot variază între 11 725 și 14 232 ppm, cu o medie de 12 820 ppm (tabelul 3.4.4). Conținutul de fosfor este normal, în intervalul superior de conținut de element caracteristic pentru această specie, cu o medie de 2 965 ppm, cu variație între 3 565 și 2 063 ppm. Conținutul de potasiu este relativ redus, având valori sub 1 500 ppm. Conținutul de calciu este la limita inferioară a intervalului de conținut mediu, cu o valoare medie pentru toate populațiile de 2 887 ppm, maximă de 4 176 și minimă de 2 315 ppm. Conținutul de magneziu este de asemenea în intervalul de conținut redus, cu o medie de 550 ppm, și se caracterizează prin cea mai redusă variație în populațiile din cadrul studiului. Conținutul de mangan este cuprins între 10 și 48 ppm, cu o medie de 25 ppm.

Tabelul 3.4.4 Conținutul mediu de element foliar în populațiile de molid (n=8)

SCLD	Nt (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)
Timen Grofi	13912.5	2900.2	1530.8	2377.4	14.4	7.2	10.7	172.3	564.2
Observator Urs	12425.0	2063.5	1260.5	2580.5	23.4	9.8	11.0	183.6	515.9
Salvamont Bran	14233.3	2892.4	1117.2	3378.8	37.6	7.6	14.9	199.6	555.4
Valea cu Brazi	12600.0	2888.8	1343.7	4176.0	9.8	8.2	18.8	203.7	538.5
Batrina	12600.0	3565.6	1519.6	2315.4	17.4	8.7	15.0	195.3	564.9
Podu cu flori	11725.0	3503.0	1363.4	2992.3	48.5	7.7	28.1	245.8	524.2
Brindusi	12250.0	2944.1	1202.9	2393.6	37.5	6.8	20.9	177.2	537.3
Media	12820.8	2965.3	1333.98	2887.7	26.9	8.0	17.1	196.7	542.9

În comparație cu concentrațiile normale de macronutrienți pentru această specie la nivel european (Bauer *et al.* 1997), valorile lor limită (Ștefan *et al.* 1997) și valorile determinate prin alte lucrări de cercetare din regiunea Munților Carpați (Mankovska *et al.* 2004), concentrațiile de N foliar se încadrează în limite normale, iar concentrațiile de P au fost de aproximativ 2 ori mai mari decât cele normale, în timp ce concentrațiile de K, Ca și Mg au avut valori sub cele normale (tabelul 3.4.4). Concentrațiile de micronutrienți au fost mult diferite față de cele determinate de Mankovska (2004) la nivelul Munților Carpați pentru această specie, cu valori foarte reduse pentru Mn și Zn. De asemenea, au fost determinate concentrații normale doar pentru Cu, și concentrații de două ori mai ridicate decât nivelul normal pentru Na (tabelul 3.4.4). Conținutul de nutrienți din ace în suprafețele de cercetare este diferit, însă altitudinea, structura, tipul de pădure, tipul de stațiune și compoziția arboretului au o influență redusă.

Valorile medii ale conținuturilor de elemente minerale din ace, pentru populațiile de molid din suprafețele de cercetare de lungă durată sunt prezentate în figura 3.4.1.

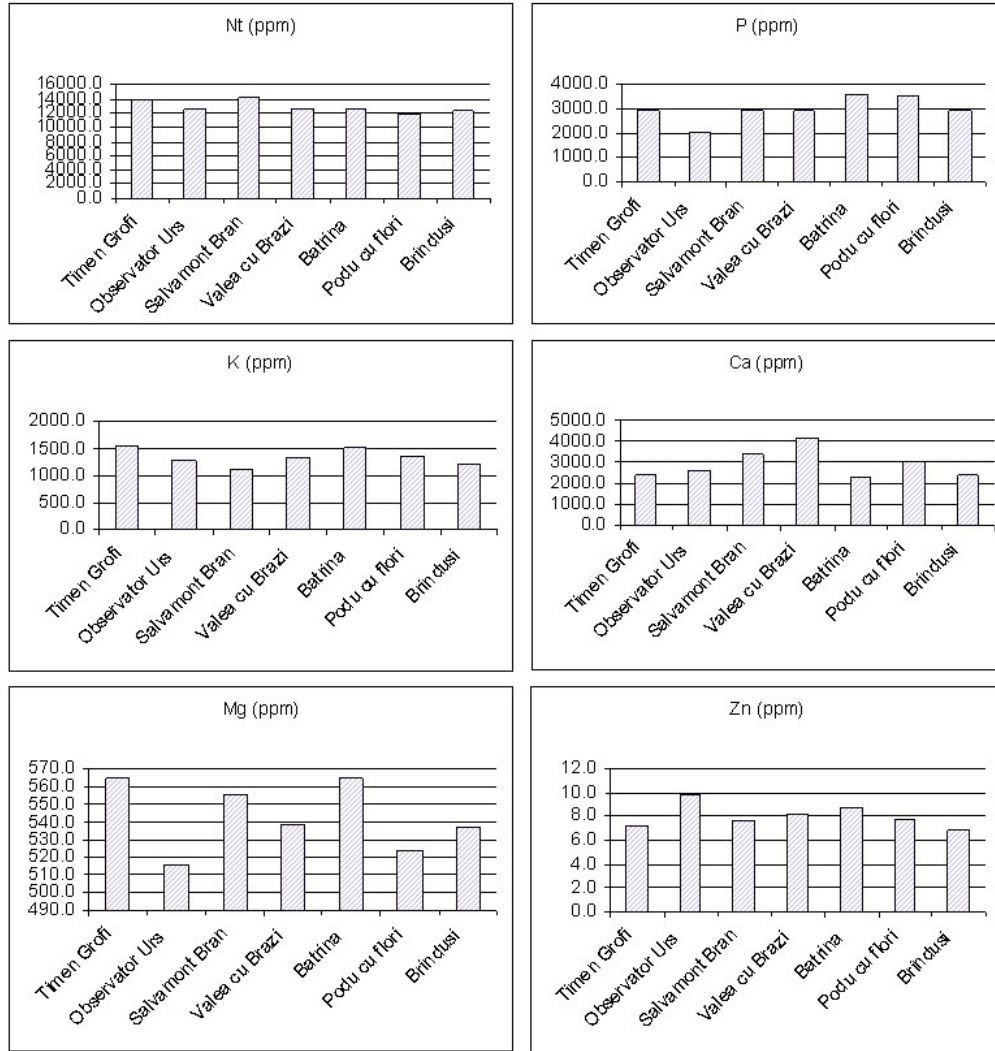


Fig. 3.4.1. Valorile medii ale conținutului de elemente minerale nutritive în acele de molid

Deși pentru o serie de elemente valorile sunt aparent reduse (Ca, K, Mg), rapoartele ionice indică o nutriție echilibrată pentru molid în toate suprafețele de cercetare (tabelul 3.4.5).

Rapoartele ionice (exprimate în grame pe gram) evidențiază un dezechilibru major pentru arborii de molid din toate suprafețele cercetate (tabelul 3.4.5). În mod normal, raportul N/P se situează în intervalul 6 și 17 (Mankovska *et al.* 2004), fapt constatat numai în SCLD Observator Urs. Raportul N/K are valori normale în intervalul 1,3-5, însă a fost semnificativ depășit în toate SCLD-urile. Raportul N/Mg a înregistrat valori similare în toate suprafețele de cercetare,

situându-se la limita superioară a intervalului considerat normal, cuprins între 8-28 (Ștefan *et al.* 1997), dar mult mai mari comparativ cu alte regiuni ale Carpaților (Mankovska *et al.* 2004). Raportul K/Ca a înregistrat valori relativ reduse, apropiate de valorile minime ale intervalului considerat normal (Ștefan *et al.* 1997). Arborii de molid au evidențiat o deficiență importantă de Mn, indicată de valorile foarte ridicate ale raportului N/Mn constatate în toate suprafețele cercetate, în comparație cu valoarea considerată normală pentru această specie de 27,3 (Ștefan *et al.* 1997) și cu valoarea medie de 15,2 determinată pentru întreaga regiune a Carpaților din România de (Mankovska *et al.* 2004). Cea mai mare deficiență a fost înregistrată în SCLD Timen-Grofi, Valea cu Brazi și Bătrâna.

Tabelul 3.4.5 Rapoarte ionice foliare în populațiile de molid (n=8)

SCLD	N/P	N/K	Ca/K	N/Mn
Timen Grofi	4.8	9.1	1.6	967.0
Observator Urs	6.0	9.9	2.0	531.2
Salvamont Bran	4.9	12.7	3.0	378.5
Valea cu Brazi	4.4	9.4	3.1	1286.4
Batrina	3.5	8.3	1.5	725.5
Podu cu flori	3.3	8.6	2.2	241.7
Brindusi	4.2	10.2	2.0	326.3

Cu toate acestea, rapoartele ionice arată un ușor dezechilibru în nutriția cu Mn la SCLD Timen-Grofi și Valea cu Brazi, unde raportul N/Mn este foarte mare, sugerând un conținut foarte redus de Mn (sol mai puțin acid, eubazic), iar la SCLD Podu cu flori un raport foarte redus (datorită solului foarte acid).

Pentru a stabili nutriția la pin silvestru (*Pinus sylvestris*) au fost recoltate probe, folosite în continuare ca referință din SCLD Timen Grofi, populație unică sub raportul compoziției specifice a arboretului, însă slab reprezentată în cadrul studiului. Pentru brad (*Abies alba*) s-au recoltat probe din SCLD Observator Urs, unde are o pondere mai mare în compoziția arboretului.

Similar molidului, bradul prezintă valori medii în ce privește conținutul în azot, fosfor, potasiu, mangan și magneziu al acelor. Conținutul de calciu este semnificativ mai mic, cu cca. 25 % la molid față de brad (tabelul 3.4.6).

Rapoartele ionice dintre elementele chimice analizate indică o nutriție echilibrată a bradului și pinului (tabelul 3.4.7).

Speciile de rășinoase (molid, brad și pin silvestru) analizate din punct de vedere al nutriției minerale (tabelul 3.4.8 și fig. 3.4.2) se caracterizează printr-un conținut de elemente chimice foarte apropiat pentru macroelemente: azot, fosfor, potasiu, magneziu și calciu. Conținutul de sodiu este de asemenea similar la

cele 3 specii și valorile sale se află în ecartul normal pentru metabolism (sub 200 ppm) (Ștefan *et al.* 1997).

Tabelul 3.4.6 Conținutul mediu de element foliar în populațiile de brad și pin silvestru (n = 8)

SCLD	Nt (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)
<u>Brad</u>									
Observator Urs	13100.0	2478.4	1675.4	5283.3	15.1	8.3	21.4	235.4	613.8
<u>Pin silvestru</u>									
Timen Grofi	18200.0	2715.6	1484.0	2340.6	11.5	12.2	16.2	170.1	514.5

Tabelul 3.4.7 Rapoarte ionice foliare în populațiile de molid (n = 8)

SCLD	Specia	N/P	N/K	Ca/K	N/Mn
Salvamont Bran	Pi.s	4.7	12.8	2.3	473.8
Observator Urs	Mo	5.3	7.8	3.2	865.5
Timen Grofi	Mo	6.7	12.3	1.6	1586.1

Tabelul 3.4.8 Conținutul mediu de element foliar, comparativ între cele 3 specii (n = 8)

Specia	Nt (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)
Molid	12820.8	2965.4	1334.0	2887.7	26.9	8.0	17.1	196.8	542.9
Brad	13725.0	2751.1	1397.2	3915.1	22.7	7.1	18.6	195.4	624.7
Pin silvestru	18200.0	2715.6	1484.0	2340.6	11.5	12.2	16.2	170.1	514.5

Rapoartele ionice sunt apropiate la cele 3 specii considerate, fapt ce sugerează o nutriție echilibrată, fiind rezultatul conviețuirii în condiții vegetale similare (tabelul 3.4.9).

Rapoartele supraunitare ale Ca/K arată abundența calciului în substrat, ca și absența stresului hidric la nivel foliar. Variabilitatea raportului N/Mn este explicată de prezența unui conținut însemnat de Mn în sol și de variabilitatea compoziției chimice edafice în diferite forme solubile.

Variabilitatea conținutului de elemente chimice din ace, la brad, este de 10 % pentru azot și magneziu, 46 % pentru calciu și 56 % pentru mangan, iar pentru restul elementelor este de aproximativ 20 %. La molid și pin, conținutul de elemente are o variație minimă la azot (9 %) și maximă la calciu și mangan (46 % respectiv, 56 %).

În ceea ce privește nutriția la fag (*Fagus sylvatica*), de remarcat este conținutul de azot foliar aproape dublu, comparativ cu cel de la rășinoase (mai mare cu cca 40 %), fiind de peste 23200 ppm. Între cele 2 locații diferențele de conținut de element foliar nutritiv sunt ne semnificative, pentru toate elementele (Fig. 3.4.3).

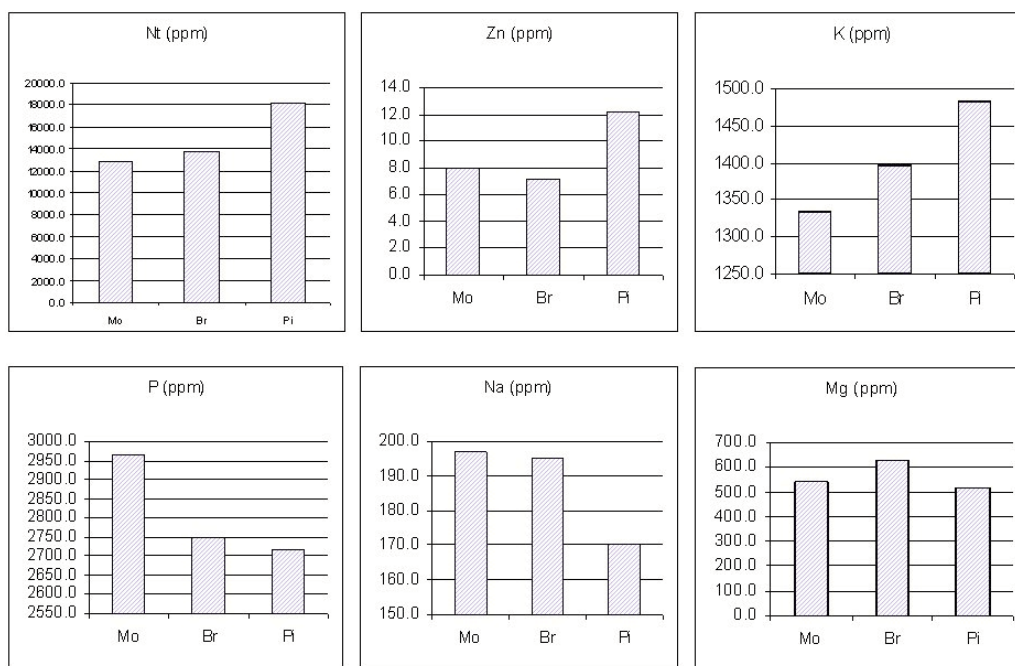


Fig.3.4.2 Valorile medii ale conținutului de elemente minerale nutritive din acele speciilor de rășinoase (molid, brad și pin silvestru)

Tabelul 3.4.9 Rapoarte ionice foliare generale la cele 3 specii (n = 8)

Specia	N/P	N/K	Ca/K	N/Mn
Mo	4.3	9.6	0.5	475.9
Br	5.0	9.8	0.4	604.3
Pis	6.7	12.3	0.6	1586.1

Variabilitatea conținutului de elemente chimice nutritive din frunze, la fag, este situată sub 30 %, respectiv, pentru azot și magneziu este sub 10 %, pentru fosfor și calciu sub 15 %, iar pentru potasiu sub 20 %. Concentrațiile de magneziu și calciu sunt relativ reduse, și doar sodiul se află în concentrații normale.

Rapoartele ionice sunt apropiate la cele 2 populații de fag cercetate, în ansamblu evidențindu-se o nutriție echilibrată ca rezultat al coabitării arborilor în condiții trofice similare (tabelul 3.4.10).

Valorile supraunitare ale raportului Ca/K arată acumularea calciului în țesuturile foliare (posibil pe seama unei stațiuni mai uscate sau care susține o transpirație foliară mai intensă), un conținut mai ridicat de calciu fiind compensat de unul mai redus de potasiu. Diferențele mari ale rapoartelor N/Mn înregistrate în suprafețele de cercetare pot fi explicate de variabilitatea ridicată a formei solubile a acestui mineral.

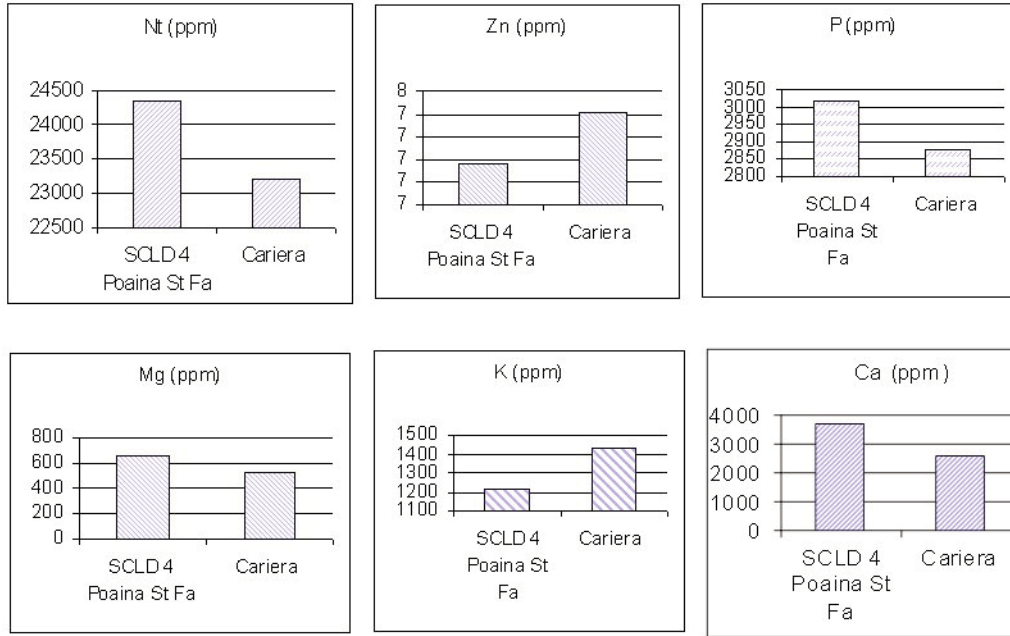


Fig. 3.4.3 Valorile medii ale conținutului de elemente minerale nutritive din frunze la fag

Tabelul 3.4.10 Rapoarte ionice foliare la fag

SCLD	Rapoarte ionice foliare			
	N/P	N/K	Ca/K	N/Mn
Poiana Stâniei	8,1	20,1	3,1	1141,0
Cariera Lespezi	8,1	16,2	1,8	626,0

Comparativ cu rășinoasele, arborii de fag au înregistrat tendințe asemănătoare ale procesului de nutritive foliară, azotul având valori ale concentrației de 2,32-2,44 %, considerate normale. În schimb, concentrațiile de P situate la nivelul de aproximativ 0,3% sunt de două ori mai mari decât cele normale (Fürst 2006), în comparație cu concentrațiile de K, Mg și Zn care s-au avut valori sub nivelele corespunzătoare înregistrate pentru arboretele din Munții Carpați (Bauer *et al.* 1997, Mankovska *et al.* 2004, Ștefan *et al.* 1997). Diferențele constatate se regăsesc și în cadrul rapoartelor ionice (tabelul 3.4.10) (Mankovska *et al.* 2004, Ștefan *et al.* 1997).

În general, au fost determinate diferențe semnificative ($p = 0,05$) între concentrațiile medii înregistrate în suprafețele de cercetare (ANOVA), dintre acestea fiind menționate atât Ca și Mn pentru arborii de molid și de fag, și respectiv N, P, K, Zn și Cu pentru arborii de molid. O posibilă cauză a acestor diferențe ar putea fi reprezentată de condițiile locale staționale și de arboret (structura, com-

poziția, vârsta, clasa de producție etc.). De asemenea, a fost determinată o corelație directă, relativ puternică și semnificativă ($p = 0,05$) între altitudine și concentrația de P pentru molid ($r = 0,760$) și fag ($r = 0,791$), precum și o corelație inversă (negativă) între altitudine și raportul ionic N/P ($r = -0,873$ pentru molid și respectiv $r = -0,885$, pentru fag). În acest mod, poate fi explicată diminuarea stării de sănătate și a creșterii arborilor în raport cu altitudinea, proces mai accentuat la altitudini mai mari decât limita superioară a vegetației (Badea, Tănase 2004), datorită diminuării cantității de N disponibile pentru asimilația plantelor, deși concentrația de P este mai mare decât la altitudini inferioare.

3.5 Starea solurilor forestiere

Florin Dănescu, Monica Ionescu, Elena Edu, Nicolae Geambașu

Efectele poluării atmosferice pot fi puse în evidență și la nivelul solului, mai ales în partea sa superioară (topsoil), acolo unde se produce impactul dintre acesta și poluanții proveniți din precipitațiile atmosferice și sol (Vanmechelen *et al.* 1997). De regulă, poluanții de natură industrială (SO_2 , NO_3 , NH_3 , metale grele etc.) se acumulează la nivelul orizontului organic, orizontului A și al părții superioare a orizontului B sau C (Cottenica, Verlov 1984). În raport de concentrația acestora, în materialul mineral al solului se dezvoltă procese atipice, cum ar fi acidifierea, ca urmare a acțiunii unor anioni rezultați din acizi minerali (HNO_3 , H_2SO_4) sau unor cationi "acizi". Uneori apare și încetinirea procesului de mineralizare a humusului, pe fondul acidifierii soluției solului și chiar a complexului adsorbativ al acestuia (Chiriță 1974).

Rezultatele obținute pe baza cercetărilor efectuate în teren și în laborator au permis caracterizarea pedostațională a ecosistemelor forestiere cuprinse în rețeaua de cercetare de lungă durată (RCLD) din Parcul Natural Bucegi, dar și evaluarea și analiza calității solurilor forestiere. Aceste informații fundamentate pe baza interpretării rezultatelor obținute sunt prezentate în cele ce urmează.

Suprafața de cercetare de lungă durată (SCLD) Timen Grofi este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM_2), la o altitudine de 1000 m, pe un versant mijlociu ondulat, cu înclinare de 150 și expoziție nord-estică (NE). Substratul litologic este constituit din conglomerate de Bucegi (în zona profilului, cu frecvente iviri de rocă la suprafață). Tipul de sol este eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic).

Însușiri morfologice: Solul are următoarea alcătuire a profilului: OL-OF-OH-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are o grosime totală medie de 3 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine reprezentat (OF-1.5 cm),

celelalte două (OL și OH) având o grosime de 0.5-1.0 cm. Orizontul bioacumulativ (Ao) este slab dezvoltat (7-8 cm), dar orizontul de alterare B cambic (Bv) este în schimb foarte bine dezvoltat (100 cm). Roca masivă apare la adâncimea de 135 cm, solul fiind slab scheletic (5-20 % schelet) până la nivelul de 115 cm și scheletic (35-40 % schelet) între 115-135 cm. Ca urmare, volumul edafic este mare-foarte mare ($0.90 \text{ m}^3/\text{m}^2$), iar solul are grosime morfologică (135 cm) și grosime fiziologică ($>100 \text{ cm}$) foarte mari (tabelul 3.5.1).

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Sub aspect textural solul este slab diferențiat, lutos - luto-nisipos în ansamblu, dar cu o creștere a conținutului de argilă în zona mijlocie a orizontului Bv (sol lutos) și cu o scădere spre bază (sol luto-nisipos). Solul este în general afânat la suprafață și până la slab compact în profunzime, cu excepția zonei lutoase din orizontul Bv, unde acesta devine cel mult moderat compact. Structura este grăunțoasă spre poliedrică subangulară mică în orizontul Ao și poliedrică subangulară mică-medie în restul profilului, slabmoderat dezvoltată în general, până la cel mult moderat dezvoltată în orizontul Bv (tabelul 3.5.1).

Însușiri chimice: În cazul orizonturilor minerale (tabelul 3.5.2) solul este puternic acid în primii 7-8 cm (pH H_2O - 4.42; pH CaCl_2 3.72), moderat acid până la 77 cm adâncime (pH H_2O 5.20-5.68; pH CaCl_2 4.30-4.81) și slab acid sub 77 cm (pH H_2O 6.01-6.10; pH CaCl_2 5.05-5.21). Valorile pH-ului cresc treptat de la suprafață spre bază, reflectând influența acidificatoare a climatului și a litierii de molid, care se manifestă chiar și în condițiile unui substrat relativ bogat în elemente bazice (care se opune procesului amintit). Conținutul de humus este ridicat în orizontul bioacumulativ Ao (Ht 8.16 % sau 81.60 g/kg), dar scăzut în restul profilului (Ht 1.34-2.08 % sau 13.40-20.80 g/kg). În aceste condiții, carbonul organic are valori de 47.33 g/kg la suprafață și de 7.77-12.06 g/kg în profunzime. În strânsă legătură cu datele menționate deja, conținutul total de azot este ridicat numai în orizontul Ao (5.04 g/kg) și scăzut în celelalte orizonturi minerale (1.12-1.96 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 scad treptat și aproape constant dinspre suborizontul de litieră (OL) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid în cel puternic acid (pH 4.66-3.91). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 240.40 și 93.07 g/kg (deci scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic), care de asemenea descresc dinspre suborizontul OL spre suborizontul OH (valoarea din OF-187.86 g/kg-este apropiată de cea din OL). Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale) în suborizonturile OL și OF (15.41 g/kg), valoarea fiind apreciată ca medie în cazul orizonturilor organice; în suborizontul

OH azotul total atinge un nivel foarte scăzut (7.71 g/kg), care se apropie de cel al orizontului mineral bioacumulativ subiacent.

Cantitatea totală de orizont organic este de 3857.63 g/m²; o pondere mai mare și relativ apropiată o au suborizonturile OL și OH (aprox. 1600, respectiv 1500 g/m²), suborizontul OF reprezentând un minim în acest sens (aprox. 800 g/m²).

În ceea ce privește celelalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O), se remarcă următoarele aspecte care se referă mai ales la conținutul acestora:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme și ridicate, cuprinse între 1011 ppm (în OL) și 1136 ppm (în OF);

- potasiul total (Kt) are valori medii, care variază între 1255 și 1709 ppm, valoarea maximă înregistrându-se în OL, iar cea minimă în OF (valoarea din OH este intermediară-1525 ppm);

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (4936 ppm) la OF (1438 ppm) și apoi la OH (128 ppm), deci de la valoare scăzută în OL până la valori foarte scăzute în OF și OH;

- magneziul total (Mgt) variază între 1408 ppm în OL și 2000 ppm în OF și OH, având valori medii.

În solul din această suprafață, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

Valorile pH, carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

Vegetație: Molidiș de vârstă medie și de productivitate mijlocie cu *Oxalis*

acetosella și mușchi verzi (*Mnium undulatum*).

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Ps, brun edafic mare, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.3).

Suprafața de cercetare de lungă durată Observator Urs este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM₂), la o altitudine de 930 m, pe un versant mijlociu ondulat, cu înclinare de 250 și expoziție sud-estică (SE). Substratul litologic este constituit din gresii micacee. Tipul de sol este districambosol tipic (brun acid tipic).

Însușiri morfologice: Alcătuirea profilului este următoarea: OL-OF-OH-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are grosimea de 4 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine reprezentat (OF-2.0 cm), celelalte două (OL și OH) având o grosime egală, de 1.0 cm. Orizontul bioacumulativ (Ao) este slab dezvoltat (6-7 cm), iar orizontul de alterare B cambic (Bv) este foarte bine dezvoltat (≥115 cm) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncime mai mare de 150 cm, astfel încât orizonturile BR și R nu au fost atinse. Solul este slab scheletic (5-20 % schelet) până la nivelul de 140 cm și din această cauză volumul edafic este mare-foarte mare (0.91 m³/m²). Grosimea sa morfologică (>150 cm), ca și cea fiziologică (>100 cm), este foarte mare.

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este slab diferențiat textural, nisipo-lutos în primii 25 cm și luto-nisipos în orizontul Bv. Deși este afânat până la slab compact spre suprafață, acesta devine moderat compact până la compact în zona orizontului Bv. Structura este grăunțoasă spre poliedrică subangulară mică, slab dezvoltată, în orizonturile Ao și AB și poliedrică subangulară medie sau chiar medie-mare, în general moderat dezvoltată, în orizontul Bv (tabelul 3.5.1).

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este puternic acid în primii 80 cm (pH H₂O 4.30-4.88; pH CaCl₂ 3.67-4.29) și moderat acid până la 140 cm adâncime (pH H₂O 5.23-5.27; pH CaCl₂ 4.33-4.40). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază dar au o variație redusă, caracterul substratului nepermițând în acest caz decât o contracarare slabă a procesului de acidificare. Conținutul de humus este ridicat până la foarte ridicat în orizonturile de suprafață-Ao și AB (Ht 5.20-10.96 % sau 52.20-109.60 g/kg) și foarte scăzut în restul profilului (Ht 0.39-0.79 % sau 3.90-7.90 g/kg). Prin urmare, carbonul organic are valori de 30.28-63.57 g/kg la suprafață și de 2.26-4.58 g/kg în restul profilului, iar conținutul total de azot este mediu-ridicat în orizontul Ao (3.92 g/kg) și foarte scăzut până la scăzut în celelalte orizonturi minerale (0.56-2.24 g/kg).

Tabelul 3.5.1 (continuare)

Localizare SCLD (O.S., U.P., u.a.)	Profil de sol Tip de sol	Însușiri morfologice						Însușiri fizice și fizico- mecanice		
		Orizont	Adâncime (cm)	Schelet (%)	Volum edafic (m ³ /m ²)	Volum ed. p.l. 100cm (m ³ /m ²)	Grosime morfolo- gică (cm)	Grosime fiziololo- gică (cm)	Textură *	Compac- titate **
DICHIU O.S. Sinaia, U.P. V, u.a. 63A	P6 Eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic)	A0	0-10	5	0.09			LN/L	SC	
		AB	10-21	5	0.10			LN/L	MC	
		Bv1	21-41	10	0.18			LN/L	MC/C	
		Bv2	41-64	10	0.21			LN/L	C	
		Bv3	64-100	10	0.32	0.90		LN/L	C	
		Bv3	100-125	15	0.21		>150	>100	LN/L	C
BĂTRÂNA O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 58A	P7 Prepodzol tipic [brun (humico) feriluvial tipic]	Aou1	0-6	-	0.06			NL	A	
		Aou2	6-17	-	0.11			NL	A/SC	
		Bhs1	17-35	-	0.18			NL	SC	
		Bhs2	35-45	-	0.10			NL	SC	
		BC	45-60	-	0.15			NL	SC/MC	
		C	60-100	-	0.40	1.00	>100	≥100	NL	MC
PODUL CU FLORI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 9C	P8 Podzol feriluvic (podzol feriluvial)	Aou	0-4(5)	10	0.04			LN/NL	A	
		AE	4(5)-12	15-20	0.06			NL	A/SC	
		Es	12-23	15-20	0.09			NL	SC	
		Bs	23-46	30-35	0.15		46		NL	SC/MC
		BR	46-60	50-60	0.06	0.40	60		NL	MC
		A0	0-7	5	0.065				NL/LN	A
CARIERA LESPEZI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 132A	P9 Districambosol tipic (brun acid tipic)	AB1	7-15	10	0.07			NL/LN	SC	
		AB2	15-25	10	0.09			NL/LN	SC	
		Bv	25-45	20-25	0.15				NL	SC/MC
		BR	45-64	45	0.10	0.47	64	55	NL	SC/MC
		Aou	0-6	-	0.06				LN	A
		Bv1	6-19	-	0.13				LN	SC
BRÂNDUȘI O.S. Moroieni, U.P. VI, u.a. 22A	P10 Districambosol tipic/umblic (brun acid tipic/umblic)	Bv2	19-41	5	0.21			LN/NL	MC	
		BC1	41-66	15	0.21			NL	MC	
		BC2	66-93	25	0.20				NL	MC
		CR	93-120	60	0.11	0.84	120		NL	C

Simbol textură: N-nisip, NL- nisip lutos, LN- lut nisipos, L- lut, LA- lut argilos, A- argilă

Simbol compactitate: A- afânat, SC- slab compact, MC- moderat compact, C- compact, FC- foarte compact, EC- extrem de compact

Tablul 3.5.2 (continuare)

Localizare SCLD (O.S., U.P., u.a.)	Profil de sol Tip de sol	Orizont	Adânci- me (cm)	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	CaCO ₃ (%)	Ht (g/kg)	Ht (%)	Corg (g/kg)	Nt (g/kg)
DICHIU O.S. Sinaia, U.P. V, u.a. 63A	P6 Eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic)	Ao	0-10	7.83	7.17	3.3	44.60	4.46	25.87	2.52
		AB	10-21	7.67	6.87	0.0	18.20	1.82	10.56	1.68
		Bv1	21-41	7.41	6.67	0.0	11.30	1.13	6.55	1.12
		Bv2	41-64	6.29	5.19	0.0	7.90	0.79	4.58	0.56
		Bv3	64-100	6.22	5.21	0.0	3.00	0.30	1.74	0.56
		Bv3	100-125	6.18	5.20	0.0	5.90	0.59	3.42	0.28
BĂTRÂNA O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 58A	P7 Prepodzol tipic [brun (humico) feriluvial tipic]	Aou1	0-6	3.74	3.09	0.0	156.40	15.64	90.72	7.00
		Aou2	6-17	3.93	3.34	0.0	112.60	11.26	65.31	3.92
		Bhs1	17-35	4.32	3.71	0.0	75.30	7.53	43.68	2.52
		Bhs2	35-45	4.81	4.08	0.0	67.70	6.77	39.27	2.24
		BC	45-60	5.10	4.35	0.0	33.80	3.38	19.60	1.40
		C	60-100	5.20	4.56	0.0	10.40	1.04	6.03	0.84
PODUL CU FLORI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 9C	P8 Podzol feriluvic (podzol feriluvial)	Aou	0-4(5)	3.73	3.04	0.0	332.16	33.22	192.67	13.72
		AE	4(5)-12	3.55	2.94	0.0	83.00	8.30	48.14	3.64
		Es	12-23	3.91	3.27	0.0	54.30	5.43	31.50	2.52
		Bs	23-46	4.40	3.70	0.0	34.40	3.44	19.95	2.24
		BR	46-60	4.88	4.01	0.0	13.00	1.30	7.54	1.40
		Ao	0-7	4.72	4.09	0.0	90.10	9.01	52.26	5.60
CĂRIERA LESPEZI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 132A	P9 Districambosol tipic (brun acid tipic)	AB1	7-15	4.79	4.16	0.0	67.40	6.74	39.09	4.48
		AB2	15-25	4.88	4.19	0.0	45.70	4.57	26.51	2.80
		Bv	25-45	5.02	4.30	0.0	33.40	3.34	19.37	2.52
		BR	45-64	5.16	4.43	0.0	15.40	1.54	8.93	1.68
		Aou	0-6	4.30	3.60	0.0	257.00	25.70	149.10	8.96
		Bv1	6-19	4.62	3.92	0.0	59.00	5.90	34.22	3.36
BRÂNDUȘI O.S. Moroieni, U.P. VI, u.a. 22A	P10 Districambosol tipic/umbric (brun acid tipic/umbric)	Bv2	19-41	4.95	4.25	0.0	30.50	3.05	17.69	2.24
		BC1	41-66	5.09	4.39	0.0	26.90	2.69	15.60	1.40
		BC2	66-93	5.16	4.46	0.0	10.40	1.04	6.03	0.84
		CR	93-120	5.21	4.51	0.0	3.30	0.33	1.91	5.60

Tabelul 3.5.3 Principalele însușiri morfologice și fizico-chimice ale solurilor (orizonturi organice)

Localizare SCLD (O.S., U.P., u.a.)	Profil de sol Tip de sol	Cant. oriz. org. (g/m ²)	Orizont	Grosi- me (cm)	pH (CaCl ₂)	Corg (g/kg)	Nt (g/kg)	Pt (ppm)	Kt (ppm)	Cat (ppm)	Mgt (ppm)
TIMEN GROFI O.S. Râșnov, U.P. III, u.a. 64B	P1 Eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic)	1623.50	OL	0.8-1.0	4.66	240.40	15.41	1011	1709	4936	1408
		760.75	OF	1.5	4.26	187.86	15.41	1136	1255	1438	2000
		1473.38*	OH	0.5-0.8	3.91	93.07	7.71	1028	1525	128	1975
OBSERVATOR URS O.S. Râșnov, U.P. III, u.a. 80B	P2 Districambosol tipic (brun acid tipic)	420.58	OL	1.0	4.94	240.74	12.61	879	1980	7035	1470
		1326.00	OF	2.0	4.82	214.78	13.31	852	1231	4156	1930
		1560.00	OH	1.0	3.85	96.24	7.71	590	1468	204	2176
SALVAMONT BRAN O.S. Râșnov, U.P. II, u.a. 24B	P3 Districambosol tipic (brun acid tipic) (scheletic)	384.68**	OL	1.5	4.61	247.34	12.61	1011	1022	4230	1649
		889.68	OF	2.0	4.45	190.94	11.91	958	994	1530	2628
		8642.25***	OH	1.0	3.99	66.97	4.20	1183	1386	189	2910
POIANA STĂNII O.S. Sinaia, U.P. VI, u.a. 12A	P4 Eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic)	397.00	OL	2.0	5.94	253.42	14.00	1285	3440	6510	1781
		888.88	OF	1.5-2.0	5.63	206.86	15.41	1610	2057	6070	2163
		814.25	OH	0.1	5.00	102.67	9.80	1527	3562	1345	2783
VALEA CU BRAZI O.S. Sinaia, U.P. V, u.a. 35F	P5 Faeoziom tipic var. subrendzmic (rendzină tipică)	745.93	OL	2.0	5.07	244.58	11.91	1045	1179	5300	1462
		1478.50	OF	2.5	5.24	191.54	11.20	1208	1474	4502	2342
		3150.75	OH	0.3-0.5	6.41	72.54	6.30	1083	1984	4202	2723

Tabelul 3.5.3 (continuare)

Localizare SCLD (O.S., U.P., u.a.)	Profil de sol Tip de sol	Cant. oriz. org. (g/m ²)	Orizont	Grosi- me (cm)	pH (CaCl ₂)	Corg (g/kg)	Nt (g/kg)	Pt (ppm)	Kt (ppm)	Cat (ppm)	Mgt (ppm)
DICHIU O.S. Sinaia, U.P. V, u.a. 63A	P6 Eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic)	221.58	OL	2.0	5.97	247.72	10.50	1070	3377	7775	1802
		493.85	OF+ OH	1.1	6.17	167.27	9.80	977	2120	7770	3310
BĂTRÂNA O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 58A	P7 Prepodzol tipic (brun (humico) feriluvial tipic)	850.88	OL	2.5	4.67	258.30	11.91	810	1554	5525	1392
		1769.88	OF	4.5	4.33	249.96	16.10	987	1238	4031	1372
		2831.00	OH	2.0	3.37	133.87	11.20	902	1065	411	1567
PODUL CU FLORI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 9C	P8 Podzol feriluvic (podzol feriluvial)	615.75	OL	1.0	4.83	257.65	12.61	954	1255	5255	964
		1230.13	OF	2.0	4.43	248.29	15.41	1166	1001	3750	1225
		969.58	OH	0.5-0.8	3.52	207.72	16.80	1248	1365	1057	2247
CARIERA LESPEZI O.S. Moroieni, U.P. V, u.a. 132A	P9 Districambosol tipic (brun acid tipic)	406.38	OL	2.0	5.77	252.71	11.20	854	3080	6985	1744
		782.00	OF	3.0	5.32	253.04	16.80	982	1814	7045	2015
		1034.00	OH	0.2-0.5	4.48	152.06	13.31	901	2011	1000	2911
BRÂNDUȘI O.S. Moroieni, U.P. VI, u.a. 22A	P10 Districambosol tipic/umbric (brun acid tipic/umbric)	794.83	OL	1.0	4.53	253.28	15.41	920	1323	4336	1355
		1189.25	OF	2.5	4.27	240.06	15.41	1141	1078	2830	1553
		1893.50	OH	1.0-1.2	3.79	198.47	15.41	1219	2212	730	2004

* schelet (<2 mm) 20 %

*** schelet (<2 mm) 14 %

*** schelet (<2 mm) 60 %

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 scad brusc cu o unitate dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid (pH 4.82-4.94) în cel puternic acid (pH 3.85). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 240.74 (214.78) și 96.24 g/kg, deci scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale) în suborizonturile OL și OF (12.61-13.31 g/kg), valorile fiind însă apreciate ca medii în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total are o valoare foarte scăzută (7.71 g/kg), apropiată de cea a primului orizont mineral.

Cantitatea totală de orizont organic este de 3306.58 g/m²; ponderea maximă o are suborizontul OH (aprox. 1600 g/m²), urmat de suborizontul OF (aprox. 1300 g/m²), suborizontul OL reprezentând un minim în acest sens (aprox. 400 g/m²).

Conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) sunt următoarele:

- fosforul total (Pt) are valori ridicate și relativ uniforme în OL și OF, cuprinse între 852 și 879 ppm, în timp ce în OH valoarea este scăzută-590 ppm;

- potasiul total (Kt) are valori medii, care variază între 1231 și 1980 ppm, valoarea maximă înregistrându-se în OL, iar cea minimă în OF (valoarea din OH este intermediară-1468 ppm);

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (7035 ppm) la OF (4156 ppm) și apoi la OH (204 ppm), deci de la valoare medie la valoare scăzută și apoi la foarte scăzută;

- magneziul total (Mgt) are valori medii, care variază între 1470 ppm în OL și 1930-2176 ppm în OF și OH.

În solul din această suprafață, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt

apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

Valorile pH, carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

Vegetație: Amestec de brad, fag și molid de vârstă înaintată și de productivitate superioară cu *Asperula odorata*, *Oxalis acetosella* și mușchi verzi (*Mnium undulatum*).

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Ps, brun edafic mare, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.3).

Suprafața de cercetare de lungă durată Salvamont Bran este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM₂), la o altitudine de 1250 m, pe un versant superior, cu înclinare de 30-35° și expoziție nordică (N). Substratul litologic este constituit din șisturi sericito-cloritoase. Tipul de sol este districambosol tipic (brun acid tipic) (scheletic).

Însușiri morfologice: Profilul solului are următoarea alcătuire: OL-OF-OH-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are grosimea de 4.5 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine dezvoltat (OF-2.0 cm), celelalte două (OL și OH) având o grosime cuprinsă între 1.0 și 1.5 cm. Orizontul bioacumulativ (Ao) este slab dezvoltat (8 cm), ca de altfel și orizontul de alterare B cambic (Bv) (19 cm) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncimea de 70 cm. Solul este slab scheletic (15 % schelet) în orizontul Ao, scheletic până la nivelul de 40 cm (30-40 % schelet) și foarte scheletic între 40 și 70 cm (70 % schelet), astfel încât volumul edafic este submijlociu spre mic (0.36 m³/m²). În aceste condiții grosimea morfologică a solului este încă mare (70 cm), dar grosimea fiziologică este numai submijlocie (40 cm).

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este practic nediferențiat textural, nisipo-lutos și slab compact în ansamblu. Structura este grăunțoasă spre poliedrică subangulară mică, foarte slab dezvoltată, în orizontul Ao și poliedrică subangulară mică, slab dezvoltată, în orizontul Bv (tabelul 3.5.1).

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este foarte puternic acid în orizontul Ao (pH H₂O 4.12; pH CaCl₂ 3.65) și puternic acid până la adâncimea de 85 cm (pH H₂O 4.48-4.99; pH CaCl₂ 4.19-4.55). Valorile pH sunt în ansamblu reduse și cresc treptat de la suprafață spre bază, având însă o variație foarte redusă (substratul nu se opune procesului de acidificare). Conținutul de humus este ridicat până la foarte ridicat în orizonturile de suprafață-Ao și AB (Ht 4.86-10.43 % sau 48.60-104.30 g/kg) și mediu în restul

profilului (Ht 2.17-3.67 % sau 21.70-36.70 g/kg). În aceste condiții carbonul organic are valori de 28.19-60.50 g/kg la suprafață și de 12.59-21.29 g/kg în restul profilului, iar conținutul total de azot este mediu până la ridicat în orizonturile Ao și AB (3.08-5.88 g/kg) și scăzut în celelalte orizonturi minerale (1.68-2.52 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl₂ scad brusc dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid (pH 4.45-4.61) în cel puternic acid (pH 3.99). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 247.34 (190.94) și 66.97 g/kg, deci scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc brusc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale) în suborizonturile OL și OF (12.61-11.91 g/kg), valorile fiind însă apreciate ca medii-scăzute în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total are o valoare foarte scăzută (4.20 g/kg), apropiată de cea a orizontului mineral bioacumulativ.

Cantitatea totală de orizont organic este de 9916.61 g/m², această valoare ridicată datorându-se cantității mari de schelet mărunț (<2 mm) (60 % în OH), care nu poate fi separat de restul orizontului prin cernere; cea mai mare pondere o are suborizontul OH (aprox. 8600 g/m²), urmat de suborizontul OF (aprox. 900 g/m²), suborizontul OL constituind un minim din acest punct de vedere (aprox. 400 g/m²).

În ceea ce privește celelalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O), se remarcă următoarele aspecte care se referă mai ales la conținutul acestora:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme și ridicate, cuprinse între 958 și 1183 ppm, valoarea minimă fiind înregistrată în OF, iar cea maximă în OH;

- potasiul total (Kt) are valori medii, care variază între 994 și 1386 ppm, valoarea maximă înregistrându-se în OH, iar cea minimă în OF (valoarea din OL este intermediară-1022 ppm);

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (4230 ppm) la OF (1530 ppm) și apoi la OH (189 ppm), deci de la valoare scăzută în OL la valori foarte scăzute în OF și OH;

- magneziul total (Mgt) variază între 1649 ppm în OL (valori medii) și 2628-2910 ppm în OF și OH (valori ridicate).

- În solul din această suprafață de cercetare, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei subori-

zonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

- Valorile pH, carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

Vegetație: Molidiș de vârstă medie și de productivitate mijlocie cu *Oxalis acetosella* și ferigi (*Dryopteris filix-mas* și *Athyrium filix-femina*).

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Pm, brun edafic mijlociu, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.2).

Suprafața de cercetare de lungă durată Poiana Stâinii este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM₂), la o altitudine de 1300 m, pe un versant mijlociu, cu înclinare de 250 și expoziție nordică (N). Substratul litologic este constituit din gresii calcaroase și calcare. Tipul de sol este eutricambosol tipic (brun eumezobazic tipic).

Înșușiri morfologice: Profilul solului prezintă următoarea succesiune de orizonturi: OL-OF-(OH)-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are grosimea totală de 3.5-4.0 cm; suborizonturile de litieră și de fermentație sunt aproximativ egale și mai bine reprezentate (OL-2.0 cm; OF 1.5-2.0 cm), suborizontul de humificare fiind foarte subțire (OH 0.1cm) și având caracter discontinuu. Orizontul bioacumulativ (Ao) este slab dezvoltat (6 cm), dar orizontul de alterare B cambic (Bv) este în schimb foarte bine dezvoltat (≥100 cm) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la o adâncime mai mare de 150 cm, astfel încât orizonturile BR și R nu au fost interceptate. Solul este lipsit de schelet până la nivelul de 130 cm și ca urmare volumul edafic este foarte mare (1.00 m³/m²). Grosimea sa morfologică (>150 cm), ca și cea fiziologică (>100 cm), este foarte mare.

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Din punct de vedere textural solul este slab diferențiat, lutos în ansamblu, cu tendința de a deveni luto-argilos în partea inferioară a orizontului Bv. Solul este slab compact până la cel mult moderat compact în orizonturile humifere (Ao și AB) și compact în orizontul Bv. Structura, moderat-bine dezvoltată în general, este grăunțoasă spre poliedrică subangulată mică în orizontul Ao și poliedrică subangulată medie în restul profilului (tabelul 3.5.1).

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este moderat acid în primii 13 cm (pH H₂O 5.31-5.69; pH CaCl₂ 4.94-5.06), slab acid până la 90 cm adâncime (pH H₂O 5.92-6.47; pH CaCl₂ 5.14-5.70) și neutru sub 90 cm (pH H₂O 6.95; pH CaCl₂ 6.15). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază, reflectând influența acidificatoare a climatului, care se manifestă chiar și în condițiile existenței unei litiere bogate de fag, dar care este în mod evident contracarată de substratul bogat în elemente bazice. Conținutul de humus este ridicat în orizontul bioacumulativ Ao (Ht 10.23 % sau 102.30 g/kg), scăzut-mediu în orizontul de tranziție AB (Ht 2.05-4.04 % sau 20.50-40.40 g/kg) și foarte scăzut în restul profilului (Ht 0.74 % sau 7.40 g/kg). Ca urmare, carbonul organic are valori de 59.34 g/kg la suprafață, de 11.89-23.43 g/kg în orizontul de tranziție AB și de 4.29 g/kg în profunzime, iar conținutul total de azot este ridicat numai în orizontul Ao (5.32 g/kg), scăzut-mediu în orizontul AB (1.68-3.36 g/kg) și foarte scăzut în orizontul Bv (0.84 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl₂ scad treptat și aproape constant dinspre suborizontul de litieră (OL) spre cel de humificare (OH), din domeniul neutru în cel slab acid și apoi în cel moderat acid (pH 5.94-5.63-5.00). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 253.42 și 102.67 g/kg, scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care descresc în același sens, dinspre suborizontul OL spre suborizontul OH, valoarea din OF (206.86 g/kg) fiind apropiată de cea din OL. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel din orizonturile minerale) în suborizonturile OL și OF (14.00-15.41 g/kg), valorile fiind însă apreciate ca medii în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total atinge un nivel de asemenea scăzut (9.80 g/kg), care se apropie de cel al orizontului mineral Ao.

Cantitatea totală de orizont organic este de 2100.13 g/m²; o pondere mai mare și relativ apropiată o au suborizonturile OF și OH (aprox. 800, respectiv 900 g/m²), suborizontul OL constituind un minim din acest punct de vedere (aprox. 400 g/m²).

Referitor la conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) se remarcă următoarele aspecte:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme și foarte ridicate, care variază însă între 1285 ppm (OL) și 1610 (1527) ppm [OF (OH)];

- potasiul total (Kt) are valori ridicate, care variază între 2057 și 3562 (3440) ppm, valori maxime și aproximativ egale înregistrându-se în OL și OH, iar cea minimă în OF;

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (6510 ppm) și OF (6070 ppm), unde are valori medii, la OH (1345 ppm), unde are valoare foarte scăzută;

- magneziul total (Mgt) variază între 1781 ppm în OL și 2783 ppm în OH, deci de la valoare medie la valori ridicate, valoarea din OF fiind intermediară și aproape egal distanțată de limitele extreme (2163 ppm).

• În solul din această suprafață, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

• Valorile pH, carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

Vegetație: Făget de vârstă înaintată și de productivitate superioară cu *Asperula odorata*, *Mercurialis perennis*, *Heleborus purpurascens*, *Pulmonaria officinalis*, *Allium ursinum*, *Dentaria bulbifera*.

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Ps, brun edafic mare, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.3).

Suprafața de cercetare de lungă durată Valea cu Brazi este amplasată în etajul montan de molidișuri (FM3), la o altitudine de 1450 m, pe un versant mijlociu, cu înclinare de 35-380 și expoziție nordică (N). Substratul litologic

este constituit din calcare. Tipul de sol este faeoziom tipic var. subrendzinic (rendzină tipică).

Înșușiri morfologice: Alcătuire profilului este următoarea: OL-OF-OH-Aom-AR-Rrz. Orizontul organic are grosimea totală de 4.8-5.0 cm; suborizonturile de litieră și de fermentație sunt aproximativ egale și mai bine reprezentate (OL-2.0 cm; OF 2.5 cm), suborizontul de humificare fiind subțire (OH 0.3-0.5 cm) și având caracter discontinuu. Orizontul bioacumulativ (Aom) este slab dezvoltat (16 cm), iar orizontul de tranziție (AR) are o grosime de 57 cm (tabelul 3.5.1). Roca calcaroasă masivă apare la adâncimea de 73 cm. Solul este slab scheletic (10-25 % schelet) în orizontul Aom și scheletic până la foarte scheletic în orizontul AR, între 16 și 73 cm (35-40 % până la 60 % schelet), astfel încât volumul edafic este submijlociu ($0.41 \text{ m}^3/\text{m}^2$). În aceste condiții grosimea morfologică a solului este încă mare (73 cm), dar grosimea fiziologică este numai submijlocie (40 cm).

Înșușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este practic nediferențiat textural, luto-nisipos în ansamblu, afânat (în orizontul Aom) până la cel mult slab compact (în restul profilului). Structura, în general slab-moderat dezvoltată, este monogranulară spre glomerulară mică în orizontul Aom și poliedrică subangulară mică-medie în profunzime (tabelul 3.5.1).

Înșușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este slab alcalin în ansamblu ($\text{pH H}_2\text{O}$ 7.65-8.02; pH CaCl_2 7.03-7.37) și valorile pH cresc treptat și ușor de la suprafață spre bază, reflectând pe întregul profil prezența materialului parental bogat în elemente bazice (care se opune cu succes acidificării, chiar în condițiile existenței unei litiere de molid și a unui climat din ce în ce mai umed și mai rece). Conținutul de humus este ridicat în orizontul bioacumulativ Aom și în prima parte a orizontului de tranziție AR (Ht 6.34-7.59 % sau 63.40-75.90 g/kg) și scăzut în a doua parte a orizontului de tranziție AR (Ht 3.01 % sau 30.10 g/kg). În consecință, carbonul organic are valori de 36.77-44.02 g/kg în primii 40 cm și de 17.46 g/kg în partea inferioară a orizontului de tranziție AR, iar conținutul total de azot este ridicat numai în primii 40 cm (3.92-4.76 g/kg) și scăzut între 40-73 cm (1.96 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 cresc dinspre suborizontul de litieră (OL) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid în cel slab acid și apoi în cel neutru (pH 5.07-5.24-6.41), această variație datorându-se bineînțelese influenței materialului parental calcaros. Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 244.58 și 72.54 g/kg, scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care descresc dinspre suborizontul OL spre suborizontul OH, valoarea din OF (191.54 g/kg) fiind apropiată de cea din OL. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel din orizonturile

minerale) în suborizonturile OL și OF (11.20-11.91 g/kg), valorile fiind însă apreciate ca scăzute spre medii în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total atinge un nivel foarte scăzut (6.30 g/kg), care se apropie de cel al orizontului bioacumulativ mineral.

Cantitatea totală de orizont organic este de 5375.18 g/m²; ponderea suborizonturilor organice scade dinspre OH spre OL, cu o rată de aproximativ 50 % (aprox. 3150-1500-750 g/m²).

În ceea ce privește conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) trebuie amintite următoarele aspecte:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme, în general ridicate, care variază între 1045 ppm (OL) și 1208 (1083) ppm [OF (OH)];
- potasiul total (Kt) are valori medii, care cresc treptat dinspre OL spre OH, de la 1179 la 1984 ppm;
- calciul total (Cat) are o variație mai redusă a valorilor față de celelalte cazuri analizate, cu o scădere mai ușoară dinspre orizontul OL spre OH, de la 5300 ppm (valoare medie) la 4202 ppm (valoare scăzută);
- magneziul total (Mgt) înregistrează valori care cresc destul de brusc, de la 1462 ppm în OL (valoare medie) la 2342 (2723) ppm în OF (OH) (valori ridicate).

• În solul din această suprafață, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, și a potasiului, care în acest caz crește treptat dinspre OL spre OH, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

• Valorile carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

• Valorile pH variază invers comparativ cu celelalte cazuri analizate, crescând dinspre OL spre OH.

Vegetație: Molidiș tânăr de productivitate inferioară, des, fără pătură erbacee.

Încadrare stațională: „Montan de molidișuri Pi, rendzinic edafic submijlociu și mic” (T.S.: 2.2.1.0).

Suprafața de cercetare de lungă durată Dichiu este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM₂), la o altitudine de 1250 m, pe un versant mijlociu, cu înclinare de 18-200 și expoziție nordică (N). Substratul litologic este constituit din gresii calcaroase, conglomeratice și micacee. Tipul de sol este eutricambosol tipic (brun eu-mezobazic tipic).

Înșușiri morfologice: Profilul solului prezintă următoarea succesiune de orizonturi: OL-(OF+OH)-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are grosimea totală de 3,1 cm. Suborizontul de litieră este mai bine reprezentat (OL-2.0 cm); suborizontul de fermentație are o grosime mai redusă (OF-1 cm), iar suborizontul de humificare este foarte subțire (OH-0.1cm) și discontinuu, astfel încât nu poate fi separat de OF. Orizontul bioacumulativ (Ao) este mai bine dezvoltat (10 cm) decât în celelalte cazuri studiate, iar orizontul de alterare B cambic (Bv) este foarte bine dezvoltat (≥ 100 cm) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncime mai mare de 150 cm, astfel încât orizonturile BR și R nu au fost întâlnite. Solul este slab scheletic până la adâncimea de 125 cm (5-15 % schelet) și deci volumul edafic este mare-foarte mare ($0.90 \text{ m}^3/\text{m}^2$). Grosimea sa morfologică (>150 cm), ca și cea fiziologică (>100 cm), este foarte mare.

Înșușiri fizice și fizico-mecanice: Din punct de vedere textural solul este foarte slab diferențiat, luto-nisipos - lutos în ansamblu. Acesta este slab compact până la moderat compact în orizonturile Ao și AB și moderat compact până la compact în orizontul Bv. Structura, moderat dezvoltată, este în general poliedrică subangulară mică-medie (tabelul 3.5.1).

Înșușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este slab alcalin în primii 40 cm (pH H₂O 7.41-7.83; pH CaCl₂ 6.67-7.17) și slab acid între 40 și 125 cm adâncime (pH H₂O 6.18-6.29; pH CaCl₂ 5.19-5.20), iar valorile pH scad treptat de la suprafață spre bază. Această variație a valorilor pH pe profil se datorează spre suprafață aportului de material calcaros bine mărunțit adus de pe versantul superior gravitațional și prin ape de șiroire, iar spre bază substratului relativ bogat în elemente bazice. Conținutul de humus este mijlociu în orizontul bioacumulativ Ao (Ht 4.46 % sau 44.60 g/kg), scăzut în orizontul de tranziție AB (Ht 1.82 % sau 18.20 g/kg) și foarte scăzut în restul profilului (Ht 0.59-1.13 % sau 5.90-11.30 g/kg). Ca urmare, carbonul organic are valori de 25.87 g/kg la suprafață, de 10.56 g/kg în orizontul de tranziție AB și de 3.42-6.55 g/kg în profunzime, iar conținutul total de azot este scăzut-mediu numai în

orizontul Ao (2.52 g/kg), scăzut în orizontul AB (1.68 g/kg) și foarte scăzut în orizontul Bv (0.56-1.12 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 cresc dinspre suborizontul de litieră (OL) spre cel de fermentație și humificare (OF+OH), din domeniul neutru în cel slab alcalin (pH 5.97-6.17); această variație se datorează în special aportului de material calcaros mărunțit de pe versant. Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 247.72 și 167.27 g/kg, scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care descresc dinspre suborizontul OL spre suborizontul OF+OH. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel din orizonturile minerale) în ambele suborizonturi (9.80-10.50 g/kg), bineînțeles cu un maxim în OL, valorile fiind însă apreciate ca scăzute în cazul orizonturilor organice.

Cantitatea totală de orizont organic este redusă - 715.7 g/m²; suborizonturile OF+OH au o pondere mai mare (aprox. 500 g/m²) decât suborizontul OL (aprox. 200 g/m²).

Referitor la conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) se remarcă următoarele aspecte:

- fosforul total (Pt) are valori uniforme și ridicate, care variază între 1070 ppm (OL) și 977 ppm (OF+OH);

- potasiul total (Kt) are valori ridicate, care scad de la 3377 ppm în OL la 2120 ppm în OF+OH;

- calciul total (Cat) are valori medii, foarte uniforme, de 7770 ppm;

- magneziul total (Mgt) crește de la 1802 ppm în OL la 3310 ppm în OF+OH, deci de la valoare medie la valoare ridicată.

- Ținând seama de faptul că suborizontul OH este discontinuu și atât de subțire încât se poate considera că acesta lipsește, în solul din această suprafață, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt

apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

- Valorile carbonului organic și azotului total au în cele trei suborizonturi organice o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate, în sensul că acestea scad dinspre OL spre OF+OH.

- Valorile pH variază invers comparativ cu celelalte cazuri analizate, crescând dinspre OL spre OF+OH.

Vegetație: Amestec de fag și brad în care fagul este majoritar, de vârstă înaintată și de productivitate mijlocie, cu *Pulmonaria officinalis*, *Geranium robertianum*, *Aegopodium podagraria*.

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Ps, brun edafic mare, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.3).

Suprafața de cercetare de lungă durată Bătrâna este amplasată în etajul sub-alpin (FS_a), la o altitudine de 1700 m, pe un versant inferior ondulat, cu înclinare de 350 și expoziție sudică (S). Substratul litologic este constituit din gresii. Tipul de sol este prepodzol tipic [brun (humico) feriiluvial tipic].

Însușiri morfologice: Alcătuirea profilului este următoarea: OL-OF-OH-Aou-Bhs-BC-C-R. Orizontul organic are o grosime mare, de 9 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine reprezentat (OF-4.5 cm), celelalte două având o grosime mică și aproximativ egală, de 2.0-2.5 cm. Orizontul bioacumulativ (Aou) este slab dezvoltat (17 cm), dar orizontul B spodic de acumulare a materialului amorf (humus iluvial și sescvioxizi) (Bhs) este destul de bine dezvoltat (28 cm). Sub orizontul Bhs apare un orizont nisipos de dezagregare a gresiilor (C) cu grosime de peste 40 cm (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncime mai mare de 100 cm, astfel încât orizontul R nu a fost atins. Solul este lipsit de schelet până la adâncimea de 100 cm și ca urmare volumul edafic este foarte mare (1.00 m³/m²). Grosimea sa morfologică (>100 cm), ca și cea fiziologică (≥100 cm), este foarte mare.

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este nediferențiat textural, nisipo-lutos în ansamblu, afânat spre suprafață, slab compact în orizontul Bhs și moderat compact în orizontul de alterare a gresiilor (C). Structura, în general slab dezvoltată, este monogranulară mică-medie în orizontul Aou și monogranulară medie în orizontul Bhs; orizontul de dezagregare a gresiilor este foarte slab structurat (tabelul 3.5.1).

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este foarte puternic acid în orizontul Aou (pH H₂O 3.74-3.93; pH CaCl₂ 3.09-3.34), puternic acid în orizontul Bhs (pH H₂O 4.32-4.81; pH CaCl₂ 3.71-4.08) și moderat acid până la 100 cm adâncime (pH H₂O 5.10-5.20; pH CaCl₂ 4.35-

4.56). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază dar au o variație destul de mare, reflectând influența puternic acidificatoare a climatului (și a litierii de molid), caracterul substratului nepermițând în acest caz contracararea procesului de acidificare. Conținutul de humus este extrem de ridicat în orizontul de suprafață Aou (Ht 11.26-15.64 % sau 112.60-156.40 g/kg) (ceea ce determină încadrarea acestuia în categoria materialelor organo-minerale), ridicat-foarte ridicat în orizontul Bhs (Ht 6.77-7.53 % sau 67.70-75.30 g/kg) și scăzut-mediu în restul profilului (Ht 1.04-3.38 % sau 10.40-33.80 g/kg). Prin urmare, carbonul organic are valori de 65.31-90.72 g/kg la suprafață, de 39.27-43.68 g/kg în orizontul Bhs și de 6.03-19.60 g/kg în restul profilului, iar conținutul total de azot este mediu-ridicat în orizontul Aou (3.92-7.00 g/kg), scăzut-mediu în orizontul Bhs (2.24-2.52 g/kg) și scăzut-foarte scăzut în profunzime (0.84-1.40 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 scad brusc cu mai mult de o unitate dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid (pH 4.67-4.33) în cel puternic acid (pH 3.37). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 258.30 (249.96) și 133.87 g/kg, scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale) în suborizonturile OL și OF (11.91-16.10 g/kg), valorile fiind apreciate ca fiind scăzute până la medii în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total are o valoare scăzută (11.20 g/kg), apropiată de cea din OL.

Cantitatea totală de orizont organic este de 5451.76 g/m², ponderea deținută de suborizonturi descrescând dinspre OH spre OL (aprox. 2800-1800-850 g/m²).

Conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) sunt următoarele:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme și ridicate, cuprinse între 810 ppm (în OL) și 987 ppm (în OF);
- potasiul total (Kt) are valori medii, care variază între 1065 (OH) și 1554 (OL) ppm, valorile descrescând treptat și aproape constant dinspre OL spre OH (valoarea din OH este de 1238 ppm);
- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (5525 ppm) și OF (4031 ppm) la OH (411 ppm), deci de la valoare medie în OL la valoare scăzută în OF și foarte scăzută în OH;
- magneziul total (Mgt) are valori medii și destul de uniforme, care cresc de la 1372-1392 ppm în OL și OF la 1567 ppm în OH.

• În cazul solului din suprafața parcursă, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, și a potasiului, care în acest

caz scade treptat dinspre OL spre OH, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

• Valorile pH, carbonului organic și azotului total au o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate în cele trei suborizonturi organice, în sensul că acestea scad relativ brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

Vegetație: Molidiș de vârstă înaintată și de productivitate inferioară cu *Oxalis acetosella*, *Soldanella montana* și mușchi verzi (*Hypnum cupressiforme*).

Încadrare stațională: „Montan presubalpin de molidișuri Pi, brun podzolic cu *Oxalis-Soldanella*” (T.S.: 1.3.3.0).

Suprafața de cercetare de lungă durată Podul cu Flori este amplasată în etajul montan de molidișuri (FM₃), la o altitudine de 1750 m, pe un versant superior ondulat, cu înclinare de 12-150 și expoziție nord-estică (NE). Substratul litologic este constituit din șisturi sericito-cloritoase și micașisturi. Tipul de sol este podzol feriiluvic (podzol feriiluvial).

Înșușiri morfologice: Profilul solului are următoarea alcătuire: OL-OF-OH-Aou-AE-Es-Bs-BR-R. Orizontul organic are grosimea de 3.5-3.8 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine dezvoltat (OF-2.0 cm), celelalte două având o grosime cuprinsă între 0.5-0.8 cm (OH) și 1.0 cm (OL). Orizontul bioacumulativ (Aou) este slab dezvoltat (4-5 cm), dar orizontul de acumulare a materialului amorf (sescvioxizi) B spodic (Bs) este relativ bine dezvoltat (23 cm). Între acestea apare orizontul eluvial spodic (Es), cu o grosime de 11 cm (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncimea de 60 cm. Solul este slab scheletic (10-20 % schelet) în orizonturile Aou, AE și Es, scheletic în orizontul Bs (30-35 % schelet) și puternic scheletic în orizontul BR (50-60 % schelet), astfel încât volumul edafic este submijlociu (0.40 m³/m²). În aceste condiții grosimea morfologică a solului este încă mijlocie-mare (60 cm), dar grosimea fiziologică este numai submijlocie (46 cm).

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este practic nediferențiat textural, nisipo-lutos în ansamblu și afânat-slab compact, până la cel mult moderat compact în orizonturile Bhs și BR (tabelul 3.5.1). Structura, slab până la foarte slab dezvoltată, este monogranulară mică-medie în orizontul Aou și monogranulară medie în orizontul Bhs; orizontul de eluviere Es este practic nestructurat.

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este foarte puternic acid în orizonturile Aou, AE și Es (pH H₂O 3.55-3.91; pH CaCl₂ 2.94-3.27) și puternic acid în orizonturile Bs și BR (pH H₂O 4.40-4.88; pH CaCl₂ 3.70-4.01). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază, înregistrează un minim în zona orizontului eluvial Es și reflectă influența puternic acidificatoare a climatului (și a litierei de molid), în condițiile în care substratul nu se opune procesului de acidificare. Conținutul de humus este excesiv de ridicat în orizontul de suprafață Aou (Ht 33.22 % sau 332.16 g/kg), foarte ridicat în orizontul AE (Ht 8.30 % sau 83.00 g/kg) și mediu-ridicat în restul profilului (Ht 3.44-5.43 % sau 34.40-54.30 g/kg), ceea ce plasează orizontul Aou în categoria materialului suborganic și orizontul AE în categoria materialului organo-mineral. În aceste condiții carbonul organic are valori de 192.67 g/kg la suprafață, de 31.50-48.14 g/kg în orizonturile AE și Es și de 19.95 g/kg în orizontul Bs, iar conținutul total de azot este foarte ridicat în orizontul Aou (13.72 g/kg), scăzut-mediu în orizonturile AE și Es (2.52-3.64 g/kg) și scăzut în orizontul Bs (2.24 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl₂ scad brusc cu o unitate dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid (pH 4.43-4.83) în cel puternic acid (pH 3.52). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 257.65 (248.29) și 207.72 g/kg, scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH. Conținutul total de azot este foarte mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale), crescând treptat dinspre OL spre OH (12.61-15.41-16.80 g/kg) și atingând valori care pot fi apreciate ca medii în cazul orizonturilor organice.

Cantitatea totală de orizont organic este de 2815.46 g/m²; OF deține ponderea maximă (aprox. 1200 g/m²), urmat de OH (aprox. 1000 g/m²) și de OL (aprox. 600 g/m²).

Referitor la conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) se remarcă următoarele aspecte:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme, ridicate până la foarte ridicate, care cresc treptat dinspre OL (954 ppm) spre OH (1248 ppm);

- potasiul total (Kt) are valori medii, care variază între 1001 și 1365 ppm, valorile înregistrând un minim în OF și un maxim în OH;

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (5255 ppm) la OF (3750 ppm) și la OH (1057 ppm), deci de la valoare medie în OL la valoare scăzută în OF și foarte scăzută în OH;

- magneziul total (Mgt) are valori care cresc de la 964 ppm în OL, respectiv 1225 ppm în OF, la 2247 ppm în OH, deci de la valoare scăzută în OL la valoare medie în OF și ridicată în OH.

• În cazul solului din suprafața parcursă, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

• Valorile pH și carbonului organic au o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate în cele trei suborizonturi organice, în sensul că acestea scad relativ brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel evident mai redus în OH.

• Valorile azotului total au o variație inversă comparativ cu celelalte situații analizate, crescând dinspre OL spre OH.

Vegetație: Molidiș de vârstă înaintată și de productivitate inferioară cu *Oxalis acetosella*, *Vaccinium myrtillus* și mușchi verzi (*Polytrichum juniperinum*).

Încadrare stațională: „Montan de molidișuri Pi, podzolic cu humus brut, edafic submijlociu și mic, cu *Vaccinium*” (T.S.: 2.3.1.1).

Suprafața de cercetare de lungă durată Cariera Lespezi este amplasată în etajul montan de amestecuri (FM₂), la o altitudine de 1480 m, pe un versant supe-

rior, cu înclinare de 300 și expoziție sud-estică (SE). Substratul litologic este constituit din gresii. Tipul de sol este districambosol tipic (brun acid tipic).

Înșușiri morfologice: Profilul solului prezintă următoarea succesiune de orizonturi: OL-OF-OH-Ao-AB-Bv-BR-R. Orizontul organic are grosimea de 5.2-5.5 cm; suborizonturile de fermentație (OF-3.0 cm) și de litieră (OL-2.0 cm) sunt cele mai bine dezvoltate, cel de humificare (OH) având grosimea de numai 0.2 și 0.5 cm. Orizontul bioacumulativ (Ao) este slab dezvoltat (7 cm), ca de altfel și orizontul de alterare B cambic (Bv) (20 cm) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare la adâncimea de 64 cm. Solul este slab scheletic (5-25 % schelet) în primii 45 cm (orizonturile Ao, AB, Bv) și scheletic în orizontul de tranziție spre roca masivă BR (45 % schelet). Ca urmare, volumul edafic este submijlociu ($0.47 \text{ m}^3/\text{m}^2$), grosimea morfologică a solului este încă mare (64 cm), iar grosimea fiziologică este numai mijlocie (55 cm).

Înșușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este practic nediferențiat textural, nisipo-lutos (nisipo-lutos – luto-nisipos în primii 25 cm) și afânat până la slab compact în ansamblu, cu tendința de a deveni moderat compact în orizontul Bv (tabelul 3.5.1). Structura, slab dezvoltată, este monogranulară mică-medie în orizontul Ao și poliedrică subangulară mică în restul profilului.

Înșușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este puternic acid în orizonturile Ao și AB (pH H_2O 4.72-4.88; pH CaCl_2 4.09-4.19) și moderat acid în orizonturile Bv și BR, până la adâncimea de 64 cm (pH H_2O 5.02-5.16; pH CaCl_2 4.30-4.43). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază, având însă o variație foarte redusă (substratul nu se opune procesului de acidificare). Conținutul de humus este ridicat în orizonturile de suprafață Ao și AB1 (Ht 6.74-9.01 % sau 67.40-90.10 g/kg) și mediu în restul profilului (Ht 3.34-4.57 % sau 33.40-45.70 g/kg). Carbonul organic are valori de 39.09-52.26 g/kg la suprafață și de 19.37-26.51 g/kg în restul profilului, iar conținutul total de azot este ridicat în orizonturile Ao și AB1 (4.48-5.60 g/kg) și scăzut-mediu în celelalte orizonturi minerale (2.52-2.80 g/kg).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl_2 scad brusc dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul slab acid (pH 5.32-5.77) în cel moderat acid (pH 4.48). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 252.71-253.04 și 152.06 g/kg, scăzute până la foarte scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc brusc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH. Conținutul total de azot este foarte de mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale) și variază între 11.20 g/kg (în OL) și 16.80 g/kg (în OF), deci între valori care pot fi apreciate ca fiind scăzute până la medii-ridicate în cazul orizonturilor organice; în suborizontul OH azotul total are o valoare intermediară (13.31 g/kg), medie.

Cantitatea totală de orizont organic este de 2222.38 g/m²; cea mai mare pondere o are suborizontul OH (aprox. 1000 g/m²), urmat de suborizontul OF (aprox. 800 g/m²), suborizontul OL reprezentând un minim în acest sens (aprox. 400 g/m²).

În ceea ce privește celelalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O), trebuie amintite următoarele aspecte care se referă mai ales la conținutul acestora:

- fosforul total (Pt) are valori uniforme și ridicate, cuprinse între 854 și 982 ppm, valoarea minimă fiind înregistrată în OL, iar cea maximă în OF;

- potasiul total (Kt) variază între 1814 și 3080 ppm, deci de la valori medii la valoare ridicată, valoarea maximă înregistrându-se în OL, iar cea minimă în OF (valoarea din OH-2011 ppm-este intermediară dar apropiată de cea din OF);

- calciul total (Cat) înregistrează o variație foarte mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (6985 ppm) și OF (7045 ppm), care au valori foarte apropiate și medii, la OH (1000 ppm), unde are valoare foarte scăzută;

- magneziul total (Mgt) variază între 1744 ppm în OL și 2911 ppm în OH (valoarea din OF-2015 ppm-este intermediară dar apropiată de cea din OL), deci de la valori medii la valoare ridicată.

- În cazul solului din suprafața parcursă, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

- Valorile pH și carbonului organic au o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate în cele trei suborizonturi organice, în sensul că acestea scad relativ brusc, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel semnificativ mai redus în OH.

- Valorile azotului total au o variație diferită comparativ cu celelalte situații

analizate, cu un maxim în OF și un minim în OL.

Vegetație: Amestec de fag și brad de vârstă înaintată și de productivitate mijlocie cu *Oxalis acetosella* și ferigi (*Dryopteris filix-mas* și *Athyrium filis-femina*).

Încadrare stațională: „Montan de amestecuri Pm, brun edafic mijlociu, cu *Asperula-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 3.3.3.2).

Suprafața de cercetare de lungă durată Brânduși este amplasată în etajul montan de molidișuri (FM₃), la o altitudine de 1750 m, pe un versant superior, cu înclinare de 300 și expoziție estică-nord-estică (E-NE). Substratul litologic este constituit din gresii micacee. Tipul de sol este districambosol tipic/umbric (brun acid tipic/umbric).

Însușiri morfologice: Alcătuirea profilului este următoarea: OL-OF-OH-Aou-Bv-BC-CR-R. Orizontul organic are grosimea de 4.5-4.7 cm; suborizontul de fermentație este cel mai bine dezvoltat (OF-2.5 cm), celelalte două (OL și OH) fiind mai subțiri și având grosimi de 1.0-1.2 cm. Orizontul bioacumulativ (Aou) este slab dezvoltat (6 cm), în timp ce orizontul de alterare B cambic (Bv) are o dezvoltare mai bună (35 cm). Sub orizontul Bv există un orizont nisipos de dezagregare a gresiilor micacee, care prezintă în partea superioară trăsături de orizont B (BC) și în partea inferioară trăsături de orizont R (CR) (tabelul 3.5.1). Roca masivă apare sub adâncimea de 120 cm. Solul este slab scheletic (5-25 % schelet) în primii 93 cm (orizonturile Aou, Bv și BC) și puternic scheletic în orizontul de tranziție spre roca masivă CR (60 % schelet). În consecință, volumul edafic este mare (0.84 m³/m²), grosimea morfologică a solului este foarte mare (120 cm), iar grosimea fiziologică este mare-foarte mare (93 cm).

Însușiri fizice și fizico-mecanice: Solul este sub aspect textural luto-nisipos în orizonturile Aou și Bv și nisipo-lutos în orizontul BC. Acesta este afânat până la slab compact numai la suprafață, devenind moderat compact în orizonturile Bv și BC și compact în orizontul CR (tabelul 3.5.1). Structura este monogranulară medie spre poliedrică subangulară mică, slab-moderat dezvoltată, în orizontul Aou și poliedrică subangulară mică-medie, slab dezvoltată, în restul profilului.

Însușiri chimice: În orizonturile minerale (tabelul 3.5.2) solul este puternic acid în orizonturile Aou și Bv (pH H₂O 4.30-4.95; pH CaCl₂ 3.60-4.25) și moderat acid în orizonturile BC și CR, până la adâncimea de 120 cm (pH H₂O 5.09-5.21; pH CaCl₂ 4.39-4.51). Valorile pH cresc treptat de la suprafață spre bază, având însă o variație redusă (substratul nu se opune procesului de acidificare). Conținutul de humus este excesiv de ridicat în orizontul de suprafață Aou (Ht 25.70 % sau 257.00 g/kg), ceea ce plasează acest orizont în

categoria materialului suborganic. În prima parte a orizontului Bv conținutul de humus este ridicat (Ht 5.90 % sau 59.00 g/kg) și până la adâncimea de 66 cm acesta este mediu (Ht 2.69-3.05 % sau 26.90-30.50 g/kg). În aceste condiții carbonul organic are valori de 149.0 g/kg la suprafață, de 34.22 g/kg în partea superioară a orizontului Bv și de 15.60-17.69 g/kg în partea inferioară a orizontului Bv și în partea superioară a orizontului BC, iar conținutul total de azot este foarte ridicat în orizontul Aou (8.96 g/kg) și scăzut-mediu în orizontul Bv (2.24-3.36 g/kg) (în restul profilului acesta fiind scăzut-foarte scăzut).

În orizontul organic (tabelul 3.5.3) valorile pH în CaCl₂ scad dinspre suborizonturile de litieră și de fermentație (OL și OF) spre cel de humificare (OH), din domeniul moderat acid (pH 4.27-4.53) în cel puternic acid (pH 3.79). Carbonul organic (Corg) are valori cuprinse între 240.06-253.28 și 198.47 g/kg, scăzute pentru un orizont organic, care de asemenea descresc dinspre suborizonturile OL și OF spre suborizontul OH, variația fiind însă redusă în ansamblu. Conținutul total de azot este foarte de mare (comparativ cu cel al orizonturilor minerale), valoarea fiind practic constantă în cele trei suborizonturi (15.40 g/kg) și fiind apreciată ca medie în cazul orizonturilor organice.

Cantitatea totală de orizont organic este de 3877.58 g/m²; cea mai mare pondere o are suborizontul OH (aprox. 1900 g/m²), urmat de suborizontul OF (aprox. 1200 g/m²) și de suborizontul OL, care reprezintă un minim în acest sens (aprox. 800 g/m²).

Referitor la conținuturile celorlalte elemente nutritive care există în orizontul organic (O) se remarcă următoarele aspecte:

- fosforul total (Pt) are valori relativ uniforme și ridicate, cuprinse între 920 și 1219 ppm, care cresc treptat dinspre OL spre OH;
- potasiul total (Kt) variază între 1078 și 2212 ppm, deci de la valori medii la valoare ridicată, valoarea maximă înregistrându-se în OH, iar cea minimă în OF (valoarea din OL-1323 ppm-este intermediară dar mai apropiată de cea din OF);
- calciul total (Cat) înregistrează o variație mare a valorilor, în sensul unei scăderi puternice de la OL (4336 ppm) la OF (2830 ppm) și apoi la OH (730 ppm), deci de la valori scăzute în OL și OF la valoare foarte scăzută în OH;
- magneziul total (Mgt) are valori medii, care variază între 1355 ppm în OL și 2004 ppm în OH (valoarea din OF-1553 ppm-este intermediară dar apropiată de cea din OL).

• În cazul solului din suprafața parcursă, cu excepția fosforului total, care are oricum o amplitudine de variație mult mai redusă, celelalte elemente au în linii mari același tip de variație a conținutului total la nivelul celor trei suborizonturi organice caracteristice (OL, OF, OH) ca în celelalte cazuri analizate, după cum urmează:

- potasiul total înregistrează o variație moderată a valorilor, cu un minim în OF; maximul se realizează în OL sau în OH, valorile din aceste două suborizonturi fiind în general semnificativ diferite, dar uneori și relativ apropiate;

- calciul total are în general o variație puternică (și numai rar o variație moderată) a valorilor, care scad dinspre OL spre OH, unde se înregistrează un minim pronunțat; valorile din OL și OF sunt fie semnificativ diferite, fie relativ apropiate, în proporție aproape egală;

- magneziul total are o variație moderată a valorilor, care cresc treptat dinspre OL spre OH, unde în general se realizează un maxim; valorile din OF sunt apropiate fie de cele din OH, fie de cele din OL, mai rar fiind aproximativ egal distanțate de acestea.

• Valorile pH și carbonului organic au o variație și mai asemănătoare cu cea din celelalte cazuri studiate în cele trei suborizonturi organice, în sensul că acestea scad, de la un nivel relativ apropiat sau chiar egal în OL și OF, la un nivel mai redus în OH.

• Valorile azotului total nu înregistrează o variație comparativ cu celelalte situații analizate.

Vegetație: Molidiș de vârstă înaintată și de productivitate mijlocie afectat de doborâtori și rupturi de vânt cu *Oxalis acetosella* și ferigi (*Dryopteris filix-mas* și *Athyrium filix-femina*).

Încadrare stațională: „Montan de molidișuri Ps, brun acid și andosol edafic mare și mijlociu, cu *Oxalis-Dentaria* ± acidofile” (T.S.: 2.3.3.3).

3.6. Calitatea aerului

Diana Silaghi, Ovidiu Badea, Ștefan Neagu, Corneliu Iacob, Gheorghe Guiman

Dintre principalii poluanți atmosferici care acționează la scară mare (transnațională) și cu efecte negative asupra stării ecosistemelor forestiere, cei mai importanți sunt ozonul troposferic (O_3) și dioxidul de carbon (CO_2), respectiv emisiile de dioxid de sulf (SO_2), oxizi de azot (NO_x) și amoniac (NH_3), cu acțiune la nivel regional (Percy, Ferretti 2004). Ozonul troposferic, ca principal agent poluant fitotoxic și element esențial în intensificarea procesului schimbărilor climatice, ca rezultat al activităților antropice, încă este considerat un factor de stress pentru păduri (Paoletti *et al.* 2010) și vătămător pentru sănătatea oamenilor (EEA, 2013), când concentrațiile acestuia depășesc anumite limite considerate critice (UN-ECE, 2004). Acesta este produs în troposferă prin interacțiunea factorilor meteorologici, luminii solare, oxizilor de azot (NO_x), oxi-

genului (O_2) și compușilor organici volatili (Dueñas *et al.* 2002, Khoder 2009, Tong *et al.* 2011). Concentrațiile ridicate de ozon pot avea astfel, efecte directe asupra creșterii arborilor (Matyssek, Innes 1999) și asupra absorbției de CO_2 de către aceștia (Karnosky 2003), cu efecte asupra proceselor fiziologice, în special, asupra fotosintezei.

Compușii de azot (NO_x și NH_3) pot avea la rândul lor efecte fitotoxice, dar numai în concentrații ridicate (Bytnerowicz *et al.* 1998), iar prin dizolvarea în apă, contribuie la cantumul depunerilor de azot, cu efecte variate asupra ecosistemelor forestiere (Fenn *et al.* 1998), în special asupra stării acestora.

În perioada 2006-2010, în Parcul Natural Bucegi, concentrațiile de ozon au înregistrat o mare variabilitate din punct de vedere temporal (tabelul 3.6.1 și Fig. 3.6.1). Intervalele de variație ale valorilor concentrațiilor de ozon înregistrate în timpul sezonului de vegetație în fiecare locație au fost similare pentru anii 2006, 2007, 2009 și 2010 (20.7-61.6 ppb, 23.0-66.8 ppb, 19.2-67.0 ppb și, respectiv, 23.3-71.8 ppb), în anul 2008 amplitudinea de variație a acestora fiind mult mai mare (13.5-80.0 ppb). Această variație temporală a concentrațiilor de ozon este evidențiată și prin valorile coeficienților de variație ai mediilor concentrațiilor de ozon măsurate în fiecare perioadă de expunere și SCDL, în fiecare an al perioadei de studiu (21.9 % în anul 2006, 23.0 % în anul 2007, 36 % în anul 2008, 25.1 % în anul 2009 și 26.8 % în anul 2010).

Tabelul 3.6.1 Valorile medii sezonale (15 mai-15 octombrie) ale concentrațiilor de ozon (ppb), abaterea standard și amplitudinea de variație a valorilor înregistrate în timpul sezonului de vegetație în locațiile rețelei de cercetare de lungă durată (RCDL) din Parcul Natural Bucegi (2006-2010)

Locația	2006	2007	2008	2009	2010
1. Salvamont Bran	38.7 (6.3), 31.3-48.6	42.6 (7.6), 32.5-51.1	39.5 (9.3), 24.0-48.9	36.2 (4.3), 31.1-40.7	41.2 (4.9), 33.0-46.6
2. Observator Urs	25.1 (3.9), 20.7-31.1	29.2 (6.2), 23.0-36.2	26.3 (7.8), 13.5-33.9	22.5 (3.0), 19.2-25.7	25.8 (3.1), 23.3-31.6
3. Timen-Grofi	33.0 (5.1), 28.0-41.1	35.9 (6.9), 27.7-43.0	32.8 (8.4), 18.5-39.7	29.3 (3.9), 24.2-32.8	32.7 (2.9), 29.5-36.4
4. Poiana Stanii	43.7 (4.5), 38.2-50.7	48.1 (6.6), 36.2-51.7	42.6 (10.6), 24.5-51.4	40.1 (3.7), 34.6, 42.9	47.1 (6.5), 40.2-59.1
5. Valea cu Brazi	48.7 (4.3), 43.4-54.9	50.6 (8.3), 38.7-57.8	47.2 (11.0), 28.0, 55.1	44.3 (4.9), 37.5-48.9	48.9 (8.2), 36.3-61.7
6. Dichiu	45.4 (4.3), 40.8-52.2	47.8 (8.3), 35.0-54.6	43.7 (9.6), 27.7-52.9	38.4 (5.2), 30.8-42.5	44.2 (5.9), 34.7-52.3
7. Branduși	50.5 (5.7), 42.9-58.8	53.7 (7.4), 41.7-61.2	48.8 (23.0), 24.0-71.7	48.7 (6.8), 40.4-57.0	54.2 (6.8), 47.1-66.6
8. Cariera-Lespezi	45.7 (3.6), 40.3-49.8	48.2 (10.0), 38.1-61.4	42.6 (18.8), 21.6-67.2	42.0 (7.7), 32.6-51.4	46.4 (4.5), 42.5-54.1
9. Podu cu Flori	54.6 (5.2), 47.2-61.6	57.4 (9.0), 42.7-66.8	50.7 (23.9), 22.3-80.0	54.6 (10.2), 42.1-67.0	50.9 (1.3), 48.9-52.9
10. Bătrana	54.0 (4.5), 47.4-59.5	57.5 (8.0), 43.9-64.5	49.0 (20.9), 24.3-74.3	41.2 (9.7), 29.4-53.1	61.3 (9.0), 51.3-71.8
11. Gol Alpin	48.7 (5.6), 42.7-54.4	48.3 (7.3), 37.8-55.1	44.4 (8.0), 30.4-50.3	42.2 (5.5), 34.5-47.3	41.1 (5.1), 36.0-50.9
LTERR Bucegi	44.4 (9.0), 25.1-54.6	47.2 (8.6), 29.2-57.5	42.5 (7.4), 26.3-50.7	40.0 (8.7), 22.5-54.6	44.9 (9.8), 25.8-61.3

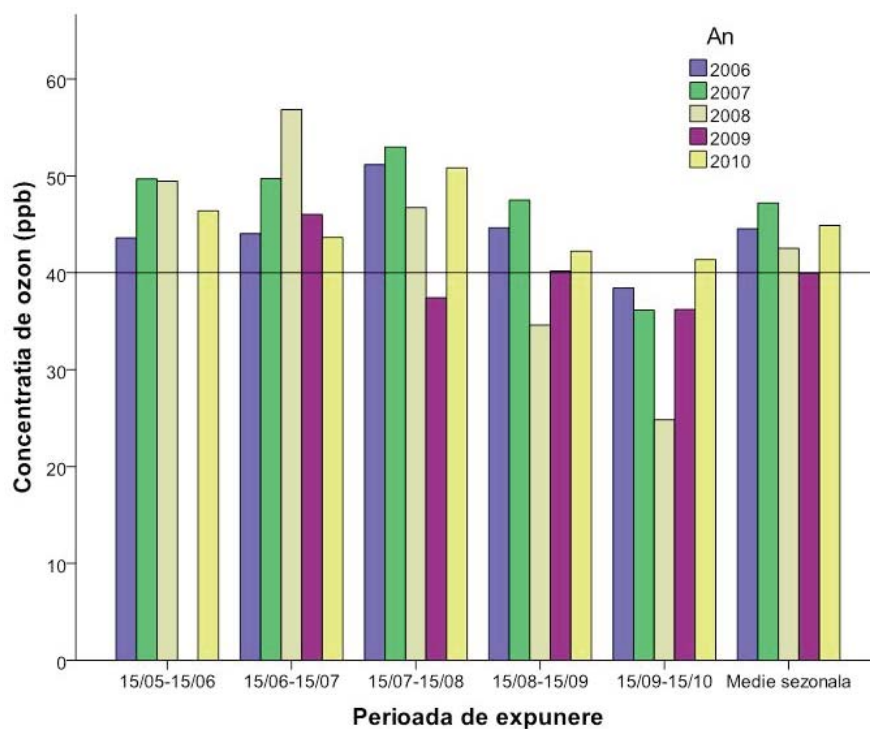


Fig. 3.6.1 Variația concentrațiilor medii de ozon (O_3) înregistrate la nivelul întregii RCLD din Parcul Natural Bucegi în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010

În general, valorile maxime ale concentrațiilor de ozon au fost înregistrate la începutul și mijlocul verii (15.06-15.07 în anii 2008 și 2009, și 15.07-15.08 în anii 2006, 2007 și 2010), iar minimele la sfârșitul sezonului de vegetație, în perioada 15.09-15.10 (Fig. 3.6.1), fapt explicabil prin aceea că ozonul este un poluant fotochimic secundar a cărui producere este condiționată de temperaturile ridicate și prezența radiației solare (Badea *et al.* 2012, Finlayson-Pitts, Pitts Jr. 2000). Influența perioadei de expunere asupra concentrațiilor de ozon, determinată prin analiza simplă de varianță, este semnificativă la nivelul întregii perioade analizate (2006-2010, $F(4, 259) = 14.022$, $p < 0.05$), cu toate că, la nivel individual, perioada de expunere influențează semnificativ concentrațiile de ozon doar în primii 3 ani ai perioadei luate în studiu (2006-2008), în anii 2009 și 2010 influența acestora fiind nesemnificativă ($F(4,50) = 2.696$, $p < 0.05$ în anul 2006, $F(4,50) = 5.087$, $p < 0.05$ în anul 2007, $FW(2, 24) = 23.329$, $p < 0.05$ în anul 2008, $F(3, 40) = 2.262$, $p > 0.05$ în anul 2009 și, respectiv $F(4,50) = 1.351$, $p > 0.05$ în anul 2010).

Cele mai reduse valori medii sezonale ale concentrației de ozon s-au înregistrat, în decursul perioadei de studiu, în locația Observator Urs (22.5 ppb în anul

2009, 25.1 ppb în anul 2006, 25.8 ppb în anul 2010, 26.3 ppb în anul 2008 și 29.2 ppb în anul 2007), iar cele mai ridicate în locațiile Podu cu Flori (57.4 ppb în anul 2007) și Bătrâna (57.5 ppb în anul 2007 și 61.3 ppb în anul 2010) (tabelul 3.6.1 și Fig. 3.6.2). Valorile anuale ale coeficienților de variație stabilite în raport cu mediile sezonale ale concentrațiilor de ozon sunt cuprinse între 17.3 % și 23.2 %, iar pentru întreaga perioadă analizată (2006-2010) coeficientul de variație înregistrează o valoare de 19.9 %. Astfel se poate afirma că la nivelul rețelei de cercetare de lungă durată din cuprinsul Parcului Natural Bucegi, variația spațială a concentrației de ozon prezintă o stabilitate ridicată, coeficientul de variație mediu înregistrând valori de aproximativ 20 %.

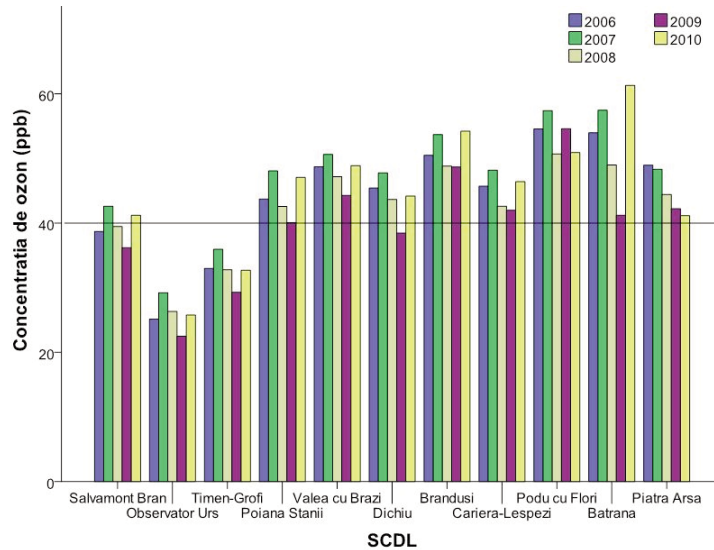


Fig. 3.6.2 Variația concentrațiilor medii de ozon (O_3) înregistrate în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010, în SCDL-urile din cuprinsul Parcului Natural Bucegi

În perioada 2006-2010, a fost observată o creștere a concentrațiilor de ozon în raport cu altitudinea (Fig. 3.6.3 a-f), coeficienții de corelație la nivelul întregii perioade ($r = 0.771$), cât și pentru fiecare an în parte ($r = 0.716 - 0.880$), având valori pozitive și semnificative, pentru o probabilitate de transgresiune de 5 %. Analiza simplă a varianței a arătat faptul că, atât la nivelul perioadei de studiu, cât și la nivelul anilor, s-au observat diferențe semnificative ($p < 0.05$) între mediile concentrațiilor de ozon grupate pe clase altitudinale ($FW^*(4,105) = 62.804$ în perioada 2006-2010, $F^{**}(4,50) = 32.003$ în anul 2006, $F(4,50) = 14.556$ în anul 2007, $FW(4,20) = 4.948$ în anul 2008, $F(4,39) = 13.530$ în anul 2009 și $F(4,50) =$ în anul 2010).

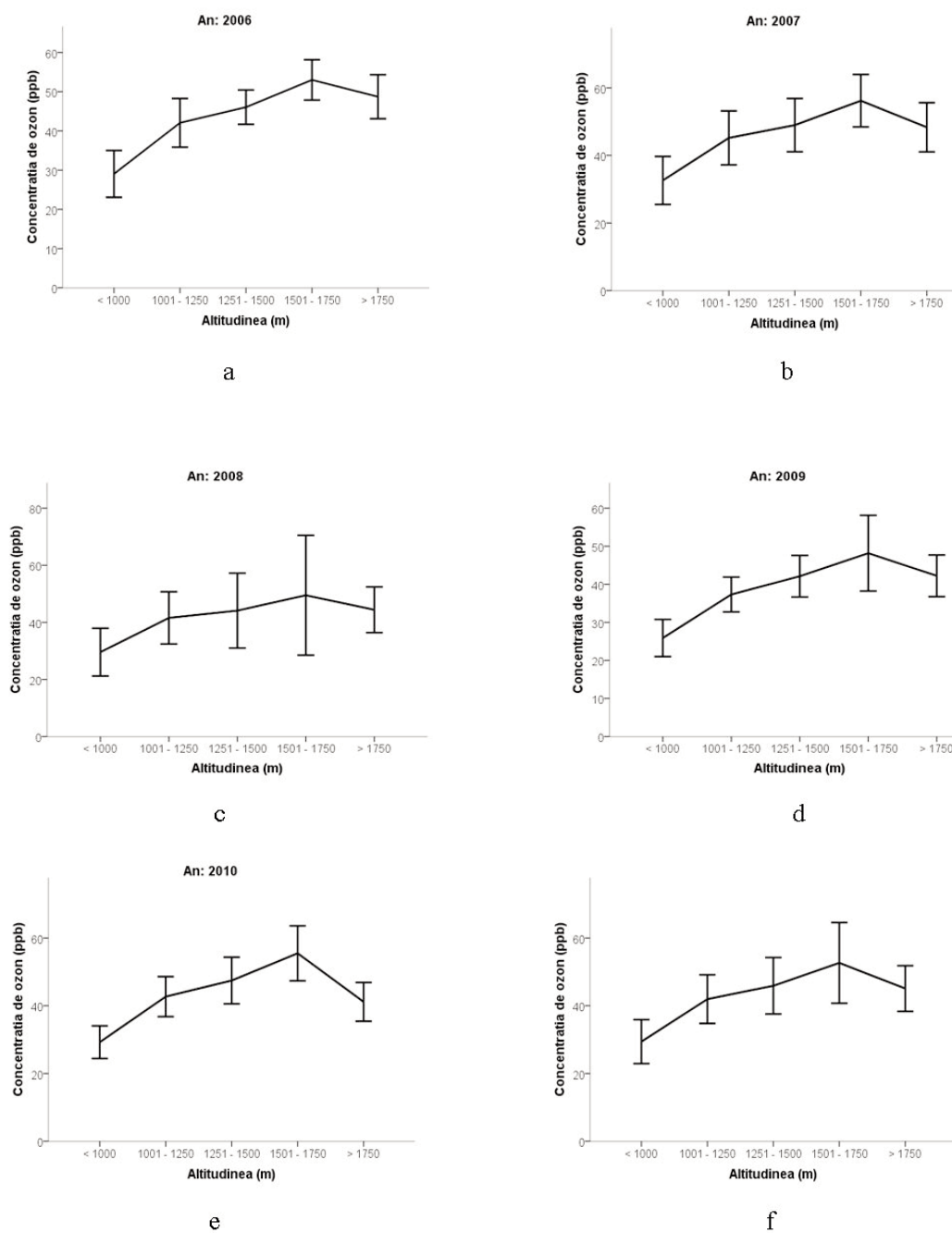


Fig. 3.6.3 Variația concentrațiilor medii de ozon (O_3) înregistrate în Parcul Natural Bucegi pe sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din anul 2006 (a), 2007 (b), 2008 (c), 2009 (d), 2010 (e) și perioada 2006-2010 (f) în raport cu altitudinea

Concentrațiile de amoniac (NH_3) înregistrate în Parcul Natural Bucegi în perioada 2006-2010 s-au caracterizat printr-o mare variabilitate spațio-temporală (tabelul 3.6.2, Fig. 3.6.4). Valorile coeficienților de variație ai mediilor concentrațiilor de amoniac măsurate în fiecare perioadă de expunere și SCDL sunt cuprinse între 45.1 % în anul 2010 și 68.5 % în anul 2006, amplitudinea de variație a concentrațiilor de amoniac fiind similară pentru primii 4 ani ai perioadei analizate ($0.40\text{-}3.80 \mu\text{g m}^{-3}$ în anul 2006, $0.02\text{-}3.31 \mu\text{g m}^{-3}$ în anul 2007, $0.20\text{-}4.60 \mu\text{g m}^{-3}$ în anul 2008 și $0.10\text{-}2.64 \mu\text{g m}^{-3}$ în anul 2009), în anul 2010 intervalul de variație al concentrațiilor de amoniac fiind de $1.07\text{-}12.49 \mu\text{g m}^{-3}$, valori ce pot fi explicate prin intensificarea activităților turistice sau pășunatului în zonă. La nivelul întregii perioade analizate s-a observat, prin aplicarea testului Kruskal-Wallis, faptul că atât perioada de expunere, cât și locația, nu influențează semnificativ concentrațiile de amoniac ($H(4) = 5.92$, $p > 0.05$, respectiv $H(10) = 7.288$, $p > 0.05$). Testul Jonckheere a identificat o tendință descrescătoare a valorilor concentrațiilor de amoniac în raport cu perioada de expunere (de la 15 mai la 15 octombrie), datorată în principal intensificării proceselor de producere a amoniacului la începutul sezonului de vegetație, dar nu semnificativ din punct de vedere statistic ($J = -1.658$, $z = -1.657$, $p > 0.05$).

Tabelul 3.6.2 Valorile medii sezonale (15 mai-15 octombrie)ale concentrațiilor de amoniac ($\mu\text{g m}^{-3}$), abaterea standard și amplitudinea de variație a valorilor înregistrate în timpul sezonului de vegetație în locațiile rețelei de cercetare de lungă durată (RCDL) din Parcul Natural Bucegi (2006-2010)

Locația	2006	2007	2008	2009	2010
1. Salvamont Bran	0.82 (0.46), 0.40-1.60	0.99 (0.27), 0.59-1.26	1.60 (0.95), 0.90-2.94	1.73 (0.38), 1.38-2.12	4.34 (1.51), 2.40-5.95
2. Observator Urs	0.80 (0.12), 0.60-0.90	0.84 (0.56), 0.02-1.55	1.40 (0.91), 0.56-2.91	1.14 (0.70), 0.10-1.50	3.91 (1.18), 1.88-5.15
3. Timen-Grofi	0.80 (0.17), 0.50-0.90	1.03 (0.26), 0.59-1.25	1.68 (1.65), 0.60, 4.60	1.80 (0.48), 1.13-2.26	3.30 (1.64), 2.00-6.40
4. Poiana Stanii	0.66 (0.11), 0.50-0.80	0.78 (0.27), 0.47-1.19	1.86 (1.33), 0.88-4.14	1.73 (0.62), 1.26-2.64	4.30 (1.06), 2.80-5.56
5. Valea cu Brazi	0.74 (0.15), 0.50-0.90	0.60 (0.12), 0.48-0.77	1.40 (1.35), 0.19-3.68	1.98 (0.32), 1.79-2.45	4.07 (2.19), 2.21-7.87
6. Dichiu	0.86 (0.29), 0.50-1.30	1.01 (0.37), 0.68-1.59	1.73 (0.59), 1.06-2.44	1.65 (0.31), 1.28-2.00	3.45 (0.43), 2.91-4.05
7. Branduși	1.48 (0.68), 0.50-2.20	1.02 (0.29), 0.77-1.51	1.69 (1.35), 0.78-4.03	0.82 (0.50), 0.18-1.21	4.76 (3.89), 2.03-12.49
8. Cariera-Lespezi	1.36 (0.63), 0.60-2.30	0.72 (0.60), 0.22-1.69	1.18 (0.35), 0.80-1.73	0.98 (0.72), 0.44-2.00	2.71 (1.84), 1.19-6.32
9. Podu cu Flori	0.73 (0.55), 0.11-0.60	1.57 (1.10), 0.50-3.31	0.92 (0.80), 0.16-1.98	0.86 (0.38), 0.51-1.37	4.63 (3.31), 1.07-10.30
10. Bătrana	2.46 (1.28), 0.60-3.80	1.78 (0.76), 0.81-2.76	1.43 (0.95), 0.20-2.30	1.19 (0.46), 0.49-1.43	3.91 (1.71), 2.36-7.09
11. Gol Alpin	0.86 (0.47), 0.4-1.50	0.63 (0.41), 0.23-1.13	1.84 (1.12), 0.70-3.66	1.08 (0.74), 0.21-1.92	3.84 (1.34), 2.69-6.18
LTER Bucegi	1.05 (.54), 0.66-2.46	1.00 (.37), 0.60-1.78	1.52 (.29), 0.92-1.86	1.36 (.42), 0.82-1.98	3.93 (0.60), 2.71-4.76

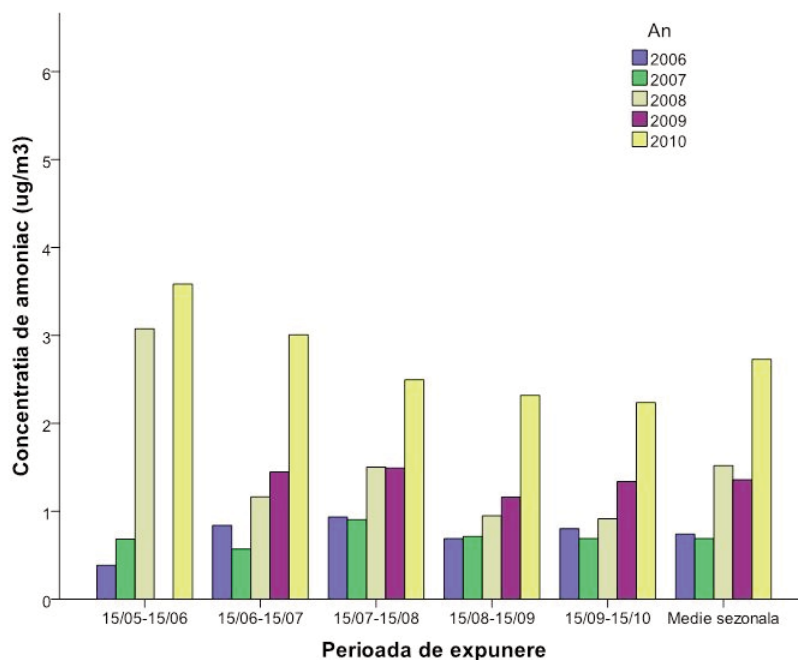


Fig. 3.6.4 Variația concentrațiilor medii de amoniac (NH_3) înregistrate la nivelul întregii RCLD din Parcul Natural Bucegi în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010

Valorile minime ale concentrațiilor medii sezonale înregistrate în rețeaua de cercetare de lungă durată din cuprinsul Parcului Natural Bucegi în perioada 2006-2010 (Fig. 3.6.5) au fost înregistrate în locațiile Poiana Stâniei în anul 2006 ($0.66 \mu\text{g m}^{-3}$), Valea cu Brazi în anul 2007 ($0.60 \mu\text{g m}^{-3}$), Podu cu Flori în anul 2008 ($0.92 \mu\text{g m}^{-3}$), Brânduși în anul 2009 ($0.82 \mu\text{g m}^{-3}$) și Cariera Lespezi în anul 2010 ($2.71 \mu\text{g m}^{-3}$), iar valorile maxime, în locațiile Bătrâna în anii 2006 și 2007 ($2.46 \mu\text{g m}^{-3}$, respectiv $1.78 \mu\text{g m}^{-3}$), Poiana Stâniei în anul 2008 ($1.86 \mu\text{g m}^{-3}$), Valea cu Brazi în anul 2009 ($1.98 \mu\text{g m}^{-3}$) și Brânduși în anul 2010 ($4.76 \mu\text{g m}^{-3}$), variația spațială mare a minimelor și maximelor fiind explicată prin caracterul accidental al producerii de amoniac.

Spre deosebire de concentrațiile de ozon, concentrațiile de amoniac nu se distribuie altitudinal, coeficienții de corelație cu altitudinea având valori cuprinse între -0.372 în anul 2009 și 0.279 în anul 2006. La nivelul perioadei analizate, coeficientul de corelație între valorile concentrației de amoniac și altitudine are valoarea de -0.009 . Influența nesemnificativă a altitudinii este demonstrată și prin aplicarea testului Kruskal-Wallis, statistica H având o valoare de $H(4) = 1.921$, $p > 0.05$. Totuși, testul Jonckheere identifică o tendință descrescătoare, însă nesemnificativă, a concentrațiilor de amoniac în raport cu altitudinea ($J = -0.352$, $p > 0.05$).

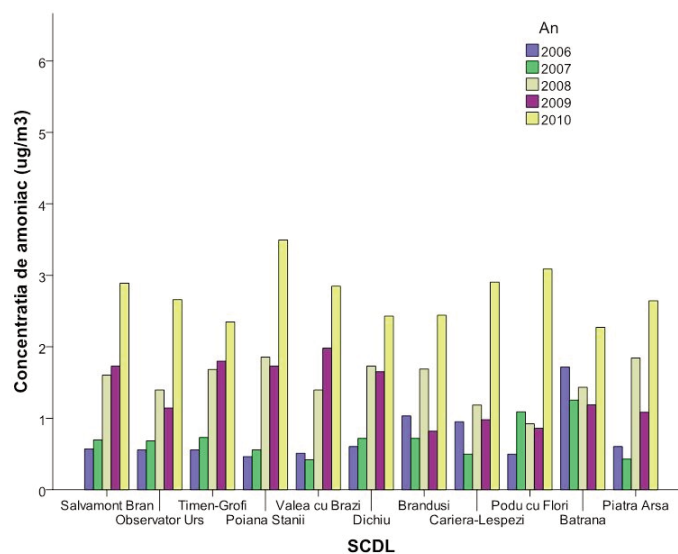


Fig. 3.6.5 Variația concentrațiilor medii de amoniac (NH_3) înregistrate în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010, în SCDL-urile din cuprinsul Parcului Natural Bucegi

Concentrațiile de dioxid de azot (NO_2) au fost măsurate doar în anii 2006, 2007, 2009 și 2010. În general, concentrațiile medii lunare sunt mici (sub $4 \mu\text{g m}^{-3}$) în majoritatea locațiilor (tabelul 3.6.3, Fig. 3.6.6). Cu excepția anului 2010 ($H(4) = 1.338$, $p > 0.05$), atât la nivelul întregii perioade analizate, cât și la nivelul fiecărui an, perioada de expunere a filtrelor influențează semnificativ valorile concentrațiilor de dioxid de azot ($H(4) = 10.735$, $p < 0.05$ în perioada 2006-2010, $H(4) = 12.03$, $p < 0.05$ în anul 2006, $FW(4,24) = 23.42$, $p < 0.05$ în anul 2007 și $H(2) = 7.99$, $p < 0.05$ în anul 2009).

Tabelul 3.6.3 Valorile medii sezonale (15 mai-15 octombrie) ale concentrațiilor de dioxid de azot ($\mu\text{g m}^{-3}$), abaterea standard și amplitudinea de variație a valorilor înregistrate în timpul sezonului de vegetație în locațiile rețelei de cercetare de lungă durată (RCDL) din Parcul Natural Bucegi (2006-2010)

Location	2006	2007	2009	2010
1. Salvamont Bran	0.88 (0.15), 0.75-1.13	2.60 (0.45), 1.88-3.01	0.49 (0.21), 0.20-0.68	0.39 (0.05), 0.34-0.46
2. Observator Urs	0.76 (0.17), 0.56-0.94	2.98 (0.51), 2.26-3.39	0.24 (0.17), 0.02-0.45	0.42 (0.07), 0.36-0.53
3. Timen-Grofi	0.88 (0.19), 0.56-1.13	2.95 (0.51), 2.26-3.58	0.42 (0.15), 0.24-0.61	0.49 (0.07), 0.40-0.62
4. Poiana Stanii	0.91 (0.14), 0.75-1.13	3.04 (0.48), 2.45-3.77	0.50 (0.10), 0.37-0.61	0.55 (0.06), 0.47-0.66
5. Valea cu Brazi	0.88 (0.15), 0.75-1.13	3.08 (0.51), 2.26-3.77	0.42 (0.11), 0.26-0.52	0.41 (0.06), 0.31-0.48
6. Dichiu	0.97 (0.08), 0.94-1.13	3.20 (0.49), 2.45-3.77	0.41 (0.12), 0.24-0.51	0.54 (0.14), 0.39-0.82
7. Branduși	1.19 (0.26), 0.75-1.51	2.44 (0.68), 1.15-3.58	0.29 (0.24), 0.02-0.60	0.54 (0.35), 0.02-1.11
8. Cariera-Lespezi	0.97 (0.22), 0.75-1.32	2.39 (0.89), 0.75-3.39	0.28 (0.07), 0.19-0.37	1.28 (1.80), 0.26-4.87
9. Podu cu Flori	0.50 (0.41), 0.6-0.94	2.51 (1.02), 0.75-3.58	2.34 (3.10), 0.06-6.73	0.29 (0.16), 0.04-0.51
10. Bătrana	0.69 (0.39), 0.6-1.13	2.54 (1.09), 0.75-3.77	2.61 (3.49), 0.07-7.54	0.42 (0.16), 0.27-0.64
11. Gol Alpin	0.97 (0.40), 0.56-1.69	2.67 (0.21), 2.45-3.01	1.07 (0.47), 0.44-1.56	0.30 (0.03), 0.25-0.33
LTERR Bucegi	0.87 (0.18), 0.50-1.19	2.76 (0.29), 2.39-3.20	0.82 (0.85), 0.24-2.61	0.51 (0.27), 0.29-1.28

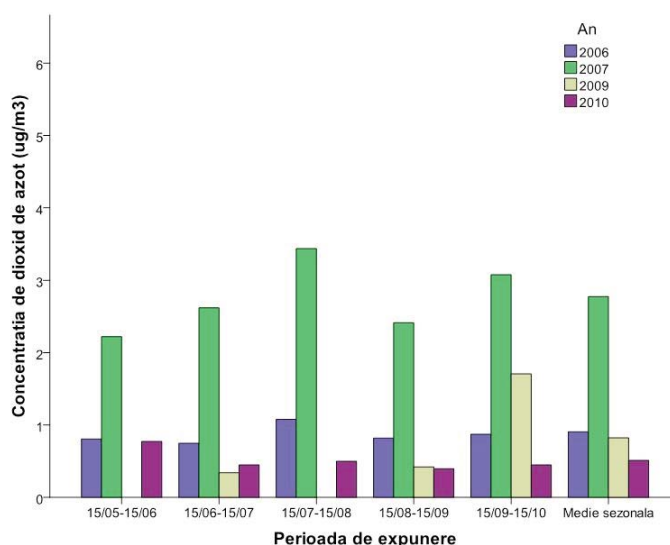


Fig. 3.6.6 Variația concentrațiilor medii de dioxid de azot (NO_2) înregistrate la nivelul întregii RCLD din Parcul Natural Bucegi în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010

Concentrațiile medii sezonale ale dioxidului de azot au variat între $0.24 \mu\text{g m}^{-3}$ (Observator Urs în anul 2009) și $3.20 \mu\text{g m}^{-3}$ (Dichiu în anul 2007) (Fig. 3.6.7), valori medii normale pentru zonele montane din Europa, efectul fitotoxic asupra plantelor și asupra depunerilor de azot fiind minim la acest nivel al concentrației (Badea *et al.* 2012).

Analizând diferențele între concentrațiile medii de dioxid de azot înregistrate în fiecare an al perioadei analizate, acestea se dovedesc a fi semnificative ($H(3) = 129.1, p < 0.05$), testul Jonckheere identificând o tendință descrescătoare semnificativă a concentrațiilor de dioxid de azot începând cu anul 2007 ($J = -5.642, p < 0.05$), tendință explicabilă prin limitarea accesului cu autoturisme în interiorul Parcului în ultimii ani.

Ca și în cazul amoniacului, altitudinea influențează concentrațiile de dioxid de azot, coeficienții de corelație având valori statistic nesemnificative, cuprinse între -0.231 și 0.274 .

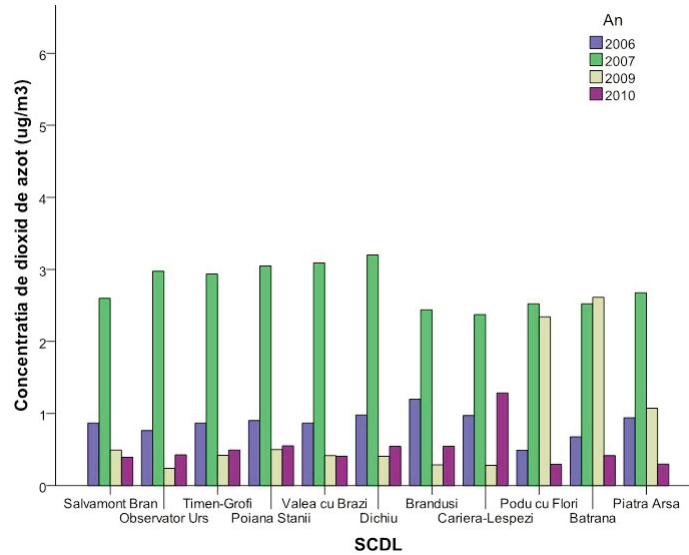


Fig. 3.6.7 Variația concentrațiilor medii de dioxid de azot (NO_2) înregistrate în sezoanele de vegetație (15 mai-15 octombrie) din perioada 2006-2010, în SCDL-urile din cuprinsul Parcului Natural Bucegi

3.7. Depunerile atmosferice și soluția solului

Ion Barbu, Carmen Iacoban, Gheorghe Guiman, Corneliu Iacob

Monitorizarea fluxului de ioni minerali din atmosferă desfășurată în perioada mai 2006 – decembrie 2010 în 3 suprafețe de cercetare de lungă durată (SCLD) din Parcul Natural Bucegi (Poiana Stăni, Podu cu Flori, Salvamont Bran), a urmărit: (i) evaluarea cantitativă a fluxului de precipitații atmosferice lichide și solide pe baza eșantionajelor periodice din suprafețele de cercetare permanente (în teren liber și sub coronamentul pădurii); (ii) evaluarea fluxului de apă pe profilul solurilor forestiere în ecosisteme reprezentative; (iii) determinarea concentrației în ioni minerali a probelor de precipitații și soluția solului conform metodologiei specifice (Barbu, Iacoban 2008).

Informațiile obținute din măsurătorile efectuate în teren au fost utilizate pentru calculul cantității de precipitații (mm) periodice sau anuale. În cazul analizelor de laborator, rezultatele se exprimă în unități pH, $\mu\text{S}/\text{cm}$ pentru conductivitate și mg/l pentru concentrațiile ionilor analizați.

Pentru calculul concentrațiilor medii ponderate, în raport cu cantitatea de precipitații s-a utilizat formula:

$$\bar{X} = \frac{\sum P_i \cdot C_i}{\sum P_i}$$

în care: \bar{x} - reprezintă concentrația medie ponderată

P_i - precipitațiile în mm, corespunzătoare perioadei i

C_i - concentrația unui element sau compus, exprimată în mg/l, corespunzătoare perioadei i

Fluxul de ioni pentru o anumită perioadă (de obicei un an), s-a determinat utilizând următoarea relație:

$$F = \frac{\sum P_i \cdot C_i}{100}$$

în care: F reprezintă fluxul ionului analizat, în kg/ha/perioadă, P_i și C_i au semnificația precizată mai sus.

Deoarece pH-ul este logaritmul cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidrogen, pentru calculul valorii medii ponderate cu precipitațiile s-a utilizat formula:

$$\overline{H^+} = \frac{\sum P_i \cdot 10^{-pHi}}{\sum P_i} \quad \text{în care:}$$

$\overline{H^+}$ - reprezintă concentrația medie a protonilor

pHi - valoarea pH-ului pentru proba recoltată în perioada i

P_i - precipitațiile în mm, corespunzătoare perioadei i

Valoarea concentrației medii în protoni a rezultat din următoarea relație:

$$\overline{pH} = -\log_{10} \overline{H^+}$$

Fluxul protonilor:

$$F_H = 10^4 \cdot \sum P_i \cdot 10^{-pHi} \quad \text{în care } F_H \text{ se exprimă în g/ha/perioadă.}$$

3.7.1 Variația cantitativă a precipitațiilor

Estimarea fluxului de ioni minerali din atmosferă către ecosistemele forestiere este determinată de precizia de măsurare cantitativă (mm) și calitativă (concentrația în ioni minerali) a precipitațiilor. Căderile de precipitații, spre

deosebire de temperatură, sunt un fenomen discret caracterizat printr-o foarte mare variabilitate.

Măsurătorile efectuate asupra depunerilor atmosferice evidențiază doar cantitatea lunară de precipitații cumulate, fără a oferi informații asupra frecvenței și intensității căderilor de precipitații din perioada respectivă. Aceasta explică marea variabilitate a retenției în coronament a precipitațiilor, precum și fluxul pe profilul solului al precipitațiilor care se infiltrează în sol la diferite adâncimi. Rezultatele obținute au fost folosite pentru estimarea fluxurilor de ioni, pe de o parte, și pentru compararea rezultatelor obținute în diferite puncte de monitorizare, pe de altă parte (EnvEurope, 2010).

Datele existente pentru suprafețele de cercetare de lungă durată (SCLD) Salvamont Bran și Poiana Stâniei au permis calcularea intercepției anuale a precipitațiilor în coronament pentru perioada de recoltare a probelor (2006–2010), precum și a valorilor medii anuale ale concentrațiilor și fluxurilor anuale de ioni minerali. Cantitatea totală anuală de precipitații căzută în teren liber în suprafața de cercetare Poiana Stâniei a variat între 655,6 mm (în anul 2010) și 863,9 mm (în 2009), iar cantitatea de precipitații sub coronamentul pădurii a variat între 533,8 mm și 669 mm. Intercepția anuală a precipitațiilor în coronamentul pădurii la Poiana Stâniei a variat între 18,6 și 22,5 %.

În suprafața de cercetare Salvamont Bran, cantitatea totală anuală de precipitații căzută în teren liber a variat între 766 mm (în anul 2007) și 841,8 mm (în anul 2010). Valorile înregistrate sub coronamentul pădurii au variat între 659,6 mm și 636,5 mm. Calculele arată o intercepție medie anuală cuprinsă între 15 – 24,4 %.

Variabilitatea intercepției în coronament a precipitațiilor

În figurile 3.7.1 - 3.7.3 s-au reprezentat valorile cantitative ale precipitațiilor periodice (lunare) înregistrate în teren liber și sub coronamentul pădurii în cele 3 suprafețe de cercetare de lungă durată pentru perioada 2006 - 2008. Pe baza acestor valori au fost calculate ecuațiile de regresie care permit estimarea cantității de precipitații sub coronament în funcție de cantitățile înregistrate în teren liber pentru fiecare suprafață de cercetare în parte (Barbu, Iacoban 2008).

În locația Podul cu Flori, în anul 2007, valorile măsurate în coronament au fost sistematic mai mari decât cele din teren liber iar în anul 2008 s-au înregistrat valori comparabile, calculându-se ecuația de regresie:

$$y = 0.988 x - 5.06 \quad R^2 = 0,905$$

în care: y - reprezintă precipitațiile lunare sub coronament [mm]

x - precipitații lunare în teren liber [mm]

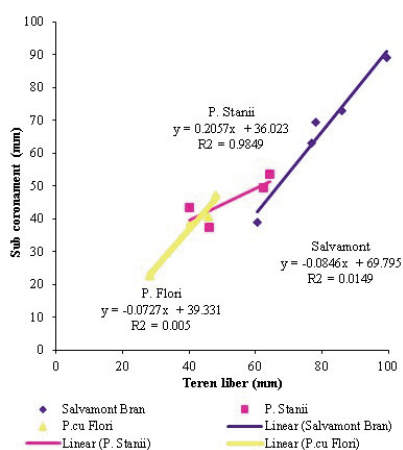


Fig. 3.7.1 Corelația dintre precipitațiile în teren liber și sub coronamentul pădurii în anul 2006

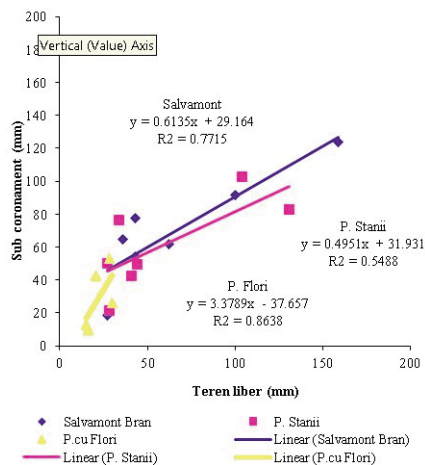


Fig. 3.7.2 Corelația dintre precipitațiile în teren liber și sub coronamentul pădurii în anul 2007

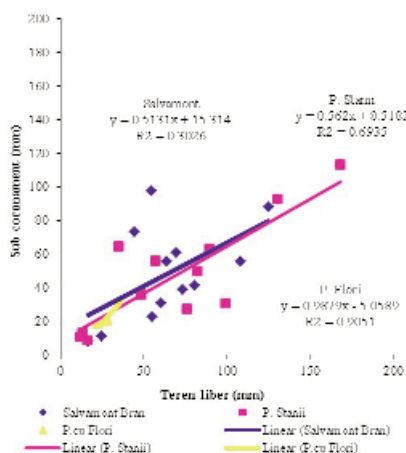


Fig. 3.7.3 Corelația dintre precipitațiile în teren liber și sub coronamentul pădurii în anul 2008

Pentru versantul vestic al Bucegilor (Salvamont Bran) s-au stabilit următoarele ecuații de regresie:

$$y = 0.6135 x - 29.1 \quad R^2 = 0,77 \quad (\text{pentru anul 2007})$$

$$y = 0.5131 x - 15.303 \quad R^2 = 0,30 \quad (\text{pentru anul 2008})$$

Iar pentru Poiana Stâni :

$$y = 0.4951 x - 31.9 \quad R^2 = 0,550 \quad (\text{pentru anul 2007})$$

$$y = 0.562 x - 8.51 \quad R^2 = 0,693 \quad (\text{pentru anul 2008})$$

Influența sezonului de vegetație asupra interceptției în coronament a precipitațiilor

În figurile 3.7.4 și 3.7.5 s-au reprezentat valorile precipitațiilor lunare măsurate în teren liber și sub coronamentul pădurii, la Salvamont Bran (versantul vestic al Bucegilor) și la Poiana Stâniei (versantul estic) în sezonul de vegetație și în sezonul rece din anul 2008. Se observă că iarna, la valori mai mici de 80 mm, cantitățile de precipitații căzute la Salvamont Bran sunt mai mari decât la Poiana Stâniei, iar la valori mai mari, cantitățile căzute pe versantul estic, din mase ciclonice care se deplasează din sud și sud-est, depășesc valorile înregistrate pe versantul vestic. În sezonul de vegetație nu s-au observat diferențe semnificative statistic între cantitățile de precipitații lunare căzute pe versanții opuși (vestici și estici) ai masivului Bucegi (Fig. 3.7.4).

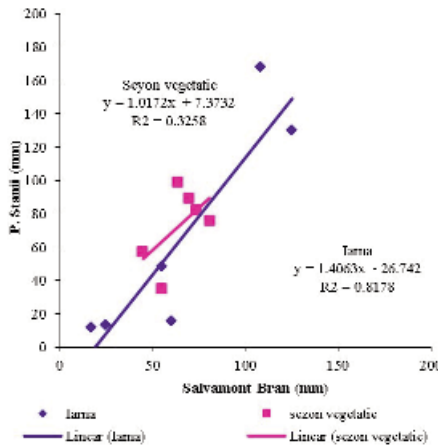


Fig. 3.7.4 Corelația dintre cantitățile lunare de precipitații căzute în teren liber, la Salvamont Bran și Poiana Stâniei, în sezonul de vegetație și în sezonul rece, în anul 2008

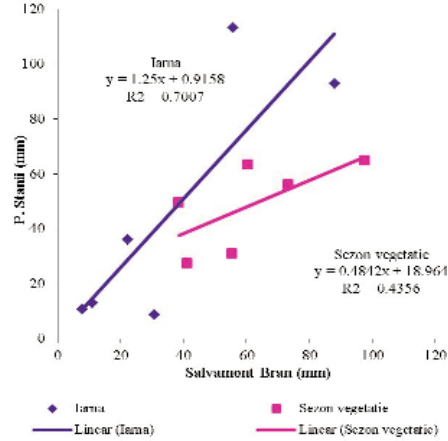


Fig. 3.7.5 Corelația dintre cantitățile lunare de precipitații măsurate sub coronament, la Salvamont Bran și Poiana Stâniei, în sezonul de vegetație și în sezonul rece, în anul 2008

În figura 3.7.5 s-a reprezentat corelația dintre precipitațiile lunare înregistrate sub coronament în aceleași locații (Salvamont Bran și Poiana Stâniei) în timpul iernii și în sezonul de vegetație. Se observă că, datorită structurii diferite a arboretelor, molidiș (Salvamont Bran) și fâget (Poiana Stâniei), cantitățile de precipitații care ajung la sol în timpul iernii la Poiana Stâniei sunt în medie cu 25 % mai mari decât cele înregistrate sub coronament la Salvamont Bran. A fost calculată o ecuație de regresie liniară de forma:

$$y = 1.25 x + 0.9158 \quad R^2 = 0,693$$

în care: y - reprezintă precipitații lunare sub coronament, iarna, la Poiana Stâniei [mm]

x - precipitații lunare sub coronament, iarna, la Salvamont Bran [mm]

În timpul sezonului de vegetație cantitatea de precipitații înregistrată sub coronament, la Salvamont Bran, este mai mare decât cea înregistrată la Poiana Stâniei, în special, la valori mari ale precipitațiilor lunare. Astfel, dacă se înregistrează 70 - 80 mm la Salvamont Bran, la Poiana Stâniei se înregistrează doar 60 mm.

3.7.2 Variația concentrației ionilor minerali în apele din precipitații și soluția solului

În tabelul 3.7.1 au fost sintetizate rezultatele măsurărilor efectuate în SCLD Poiana Stâniei în perioada anilor 2006 - 2010 asupra fluxului de precipitații înregistrat la diferite nivele în ecosistem, precipitațiile relative (%) și concentrațiile medii în ioni minerali pentru fiecare ion analizat, în fiecare perioadă de expunere. Calculul concentrațiilor medii s-a efectuat utilizând următoarea formulă:

$$\bar{C}_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_i * C_{ij}}{\sum P_i}$$

în care : \bar{C}_j - reprezintă concentrația medie a ionului j

P_i - precipitații medii în perioada i

C_{ij} - concentrația ionului j în perioada i

Tabelul 3.7.1 Precipitații (mm) și concentrații medii anuale estimate în perioada 2006 - 2010 în SCLD Poiana Stâniei (Parcul Natural (PN) Bucegi)

Data rec	Nivel	P		Concentratii medii (mg/l)								
		(mm)	%	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl	
2006-2007	TL	175.4	100	1.94	0.15	0.22	1.13	1.13	0.99	0.54	1.23	
	SV	SC	198.5	113	2.33	0.39	0.18	5	2.48	1.5	0.61	1.23
		10cm	98.7	56.2	17.3	1.53	0.75	7.6	2.9	4.04	10.89	2.36
		20cm	26.5	15.1	17.9	1.84	3.65	14.38	32.53	7.16	22.85	4.88
		40cm	104	59.2	22.3	0.75	1.01	2.04	1.29	3.51	9.85	1.23
		60cm	128.4	73.2	50.86	0.9	0.86	1.66	1.59	4.39	10.11	1.64
2007-2008	TL	370.4	100	2.14	0.07	0.28	0.21	0.34	1.91	0.32	0.87	
	SR	307.5	83	2.24	0.2	0.34	2.19	0.61	2.05	0.55	1.83	

NOTA: SV – sezon de vegetație (16 mai - 16 octombrie); SR – sezon rece (16 octombrie - 16 aprilie)

Tabelul 3.7.1 (cont.)

Data rec	Nivel	P		Concentratii medii (mg/l)							
		(mm)	%	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2009	TL	863.9	100	3.18	0.13	0.58	0.48	0.33	1.06	0.44	0.84
	SC	669.1	77.5	4.37	0.37	0.93	3.50	0.69	2.09	0.99	1.67
	10cm	105.3	12.2	18.25	1.43	0.92	12.47	1.84	2.43	10.49	1.45
	20cm	54.3	6.3	17.47	1.05	1.54	5.97	8.36	2.78	2.81	1.79
	40cm	101.3	11.7	22.01	0.62	0.79	2.71	1.55	2.07	6.44	0.91
	60cm	103.2	11.9	40.98	0.58	0.77	2.30	0.31	1.91	10.05	1.14
2010	TL	655.6	100	3.08	0.17	0.34	0.72	0.65	0.87	0.53	1.22
	SC	533.8	81.4	2.69	0.28	0.43	2.70	0.85	1.16	0.58	0.77
	10cm	128.8	19.6	16.48	1.27	1.01	10.90	3.91	2.06	5.17	1.54
	20cm	23.8	3.6	15.95	2.14	4.86	17.33	12.65	4.17	2.25	4.32
	40cm	31.3	4.8	57.02	1.88	1.49	12.40	0.26	4.39	23.93	2.31
	60cm	114.2	17.4	46.01	0.87	0.83	3.76	1.91	2.06	13.90	1.59

NOTA: SV – sezon de vegetație (16 mai - 16 octombrie); SR – sezon rece (16 octombrie - 16 aprilie)

Măsurătorile fluxului de precipitații au început în luna mai a anului 2006 și au continuat până la sfârșitul sezonului de vegetație 2008, fiind reluate la 1 ianuarie 2009. Din această cauză, pentru perioada 2006 - 2008 valorile prezentate au fost stratificate și calculate medii pentru sezonul de vegetație (2006 și 2007) și pentru sezonul rece (2007 - 2008) iar comparațiile cu valorile din anii 2009 și 2010 se vor face la capitolul referitor la estimarea fluxurilor de ioni minerali, la diferite nivele din fiecare ecosistem. Se observă astfel, marea variabilitate a cantităților de apă din precipitații de la 863,9 mm în anul 2009 la 655,6 mm în anul 2010. Retenția în coronament este de asemenea foarte variabilă, de la 22,5 % în anul 2009 la doar 18,6 % în anul 2010. Ca o consecință a fluxului diferit de precipitații de la un an la altul și fluxul de apă care percolează solul la anumite adâncimi este variabil. Din totalul înregistrat al precipitațiilor în teren liber, doar 77,5-81,4 % ajung la sol, în medie 79 %. Dacă fluxul de precipitații în volum absolut este foarte variabil de la un an la altul, calculul valorilor relative (%) ale fracțiunii de apă din precipitații care umectează profilul de sol evidențiază valori mai stabile care permit generalizarea rezultatelor. Astfel, cantitatea de apă care percolează solul până la 10 cm reprezintă 12,2-19,6 % din cantitatea de precipitații în teren liber, cu o valoare medie asigurată de circa 16 %. La adâncimea de 20 cm ajung în medie 3,6-6,3 % din precipitațiile în teren liber cu o valoare medie de 5 %. La 40 cm în sol, cantitatea de apă care percolează solul reprezintă între 4,8-11,7 % în medie 8 % din precipitațiile în teren liber. La 60 cm s-a estimat că ajung 11,9-17,4 % din precipitațiile în teren liber, cu o valoare medie de circa 15 %.

Variabilitatea ridicată a acestor valori este dată de neuniformitatea fluxului de apă din precipitații pe de o parte și de infiltrațiile laterale (din amonte) care se produc pe versantul în pantă pe care este amplasată suprafața de cercetare.

Calculul concentrațiilor medii anuale ale ionilor evidențiază de asemenea, o variabilitate ridicată de la un an la altul, precum și gradul de încărcare a precipitațiilor și soluției solului cu ioni depuși anterior sau rezultați din procesele de descompunere a literei și fracțiunii minerale din sol. O atenție deosebită trebuie acordată concentrației ionilor de origine antropică, considerați poluanți (S-SO₄, N-NH₃ și N-NO₃) și cu efecte negative asupra bunei funcționări a ecosistemului (EEA 2013, Finlayson-Pitts, Pitts Jr. 2000, Paoletti *et al.* 2010).

În figura 3.7.6 s-a reprezentat grafic variația concentrației medii a ionului sulfat (S-SO₄) estimată pentru diferite nivele în ecosistem, în perioada 2006-2010. Se observă că nu sunt diferențe semnificative între concentrația medie a precipitațiilor căzute în teren liber (TL) în cei 4 ani de măsurători, valorile oscilând între 0,87 și 1,06 mg/l. Sub coronament (SC) valorile medii calculate au oscilat între 1,16 mg/l în 2010 și 2,09 mg/l în 2009, ceea ce evidențiază o variabilitate destul de mare a fluxului de ioni sulfat care se depun în coroanele arborilor în perioada dintre două căderi de precipitații. Concentrațiile soluției solului în ioni sulfat cresc cu adâncimea până la 40 cm după care încep să scadă. Alura curbelor evidențiază faptul că, pe profilul solului, la adâncimea de 20-40 cm s-a acumulat anterior o cantitate importantă de sulf (probabil din depunerile din ultimele decenii) care este spălată de fluxul de apă care percolează solul și transferată la adâncimi mai mari (Fenn *et al.* 1998, Karnosky 2003, Matyssek, Innes 1999). Dacă comparăm alura curbelor din diferiți ani observăm o tendință de scădere a concentrației în timp dar și de migrare a nivelului la care s-au înregistrat valorile maxime de la 20 cm în perioada 2006-2007 la 40 cm în anul 2010.

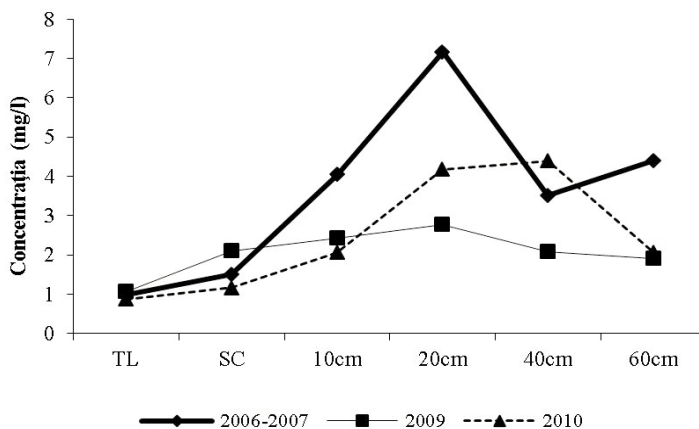


Fig. 3.7.6 Variația concentrației medii a ionului sulfat (S-SO₄) la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006-2010, în suprafața de cercetare Poiana Stâniei (PN Bucegi)

Ionul amoniu ($N-NH_4$) (Fig. 3.7.7) are o concentrație relativ redusă în apa de precipitații (0,33-0,65 mg/l) dar se încarcă aproape la dublu în probele de sub coronamentul pădurii (0,69-2,48 mg/l).

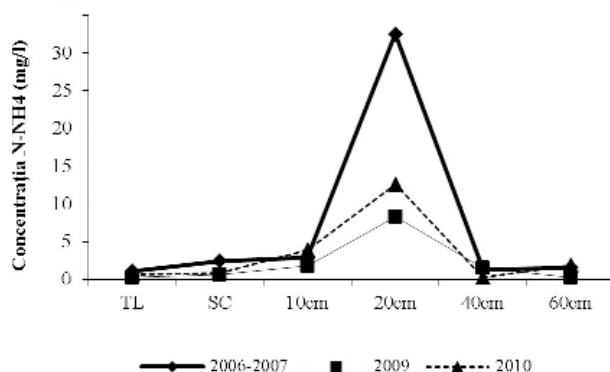


Fig. 3.7.7 Variația concentrației medii a ionului amoniu ($N-NH_4$) la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006-2010, în suprafața de cercetare Poiana Stâniei (PN Bucegi)

După ce traversează orizontul organic și humifer al solului, concentrația apei în ionul amoniu din sol ajunge la 8-32,5 mg/l la 20 cm, după care scade la valori variabile la 60 cm (0,3-1,59 mg/l). Reducerea bruscă a concentrației se explică prin absorbția de către rădăcini a azotului în procesul de nutriție. Graficul evidențiază foarte clar rolul pădurii în metabolizarea azotului și limitarea fluxului de amoniu spre apa freatică. Aproape aceeași variație a concentrației medii pe profil observăm și la ionul $N-NO_3$ (nitrat) cu valori maxime de 10,49-23,93 mg/l la 10-40 cm în sol (Fig. 3.7.8). Și în acest caz se observă o

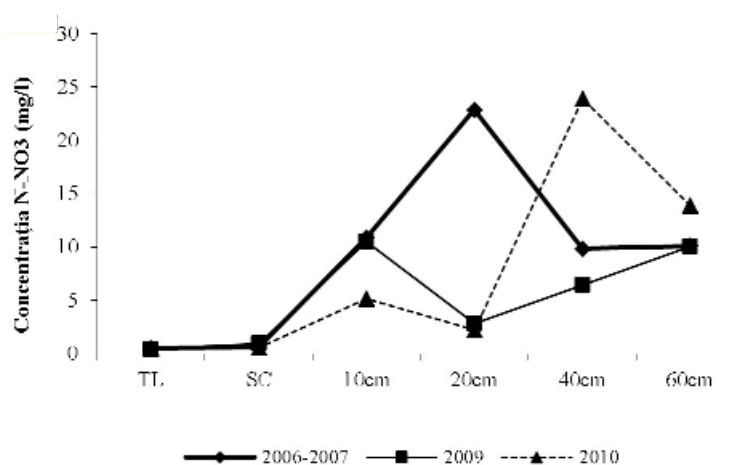


Fig. 3.7.8 Variația concentrației medii a ionului nitrat ($N-NO_3$) la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006-2010, în suprafața de cercetare Poiana Stâniei (PN Bucegi)

tendință de creștere a concentrației ionului de nitrat la adâncimea de 20-60 cm după care scade ușor. Analizând nivelele la care se înregistrează valorile maxime ale concentrației, de la un an la altul, observăm, și în acest caz, ca și în cazul sulfului, o tendință evidentă de creștere a adâncimii la care se înregistrează valoarea maximă (20 cm în 2006, 40 cm în 2010). Ipoteza conform căreia ionul nitrat de origine antropică, provenit din arderi, s-a acumulat anterior pe profilul solului și este în prezent spălat și transferat la adâncimi mai mari în sol, pare a fi plauzibilă, ca și în cazul sulfului (Fig. 3.7.6) (Ulrich 1981, Barbu și colab. 1995-2011).

Pentru a susține această ipoteză analizăm în continuare variația concentrațiilor ionilor bazici (Ca, Mg, Na, K) care provin din dezagregarea mineralelor care constituie solul și joacă un rol deosebit de important în neutralizarea acidității din apele de precipitații, accentuată de prezența ionilor minerali de origine antropică (S-SO₄, N-NO₃, N-NH₄). Concentrațiile ionilor bazici (Ca, Mg, Na, K) evidențiază în general o tendință de creștere pe profilul solului. Astfel, Ca (Fig. 3.7.9) are valori comparabile atât în teren liber cât și sub coronamentul pădurii de fag, dar crește la 16-18,25 mg/l în soluția solului la 10 cm și atinge valori de 40,9-50,9 mg/l la 60 cm în sol. Aceste valori evidențiază o bună capacitate de tamponare pe care o au solurile formate pe calcare în zona cercetată și o predispoziție redusă la devitalizare ca urmare a poluării.

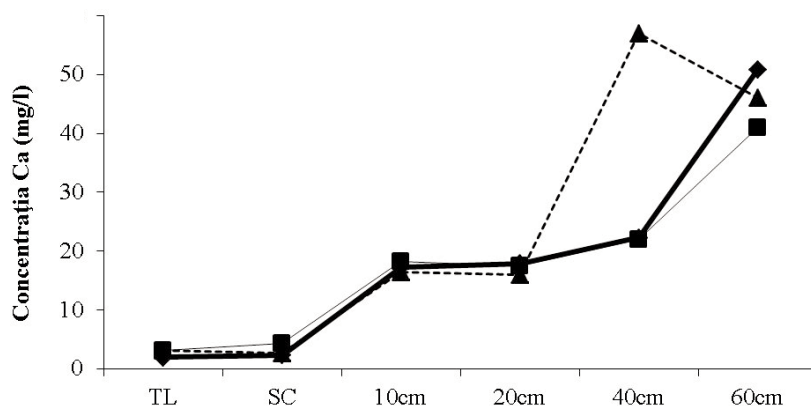


Fig. 3.7.9 Variația concentrației medii a ionului Ca la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006-2010, în suprafața de cercetare Poiana Stâniei (PN Bucegi)

În tabelul 3.7.2 au fost sintetizate rezultatele măsurătorilor efectuate în SCLD Podul cu Flori în perioada 2006 - 2010 asupra precipitațiilor și concentrațiilor medii calculate pentru fiecare din cele 6 nivele din ecosistem pentru care s-au făcut măsurătorile (teren liber - TL, sub coronamentul pădurii - SC și în sol la adâncimile de 10, 20, 40 și 60 cm). Cele mai mari cantități de precipitații s-au înregistrat în anul 2010 (347,6 mm) iar cele mai mici în anul 2007 (75,5 mm).

Tablelul 3.7.2 Precipitații (mm) și concentrații medii anuale estimate în perioada 2006-2010 în SCLD Podu cu Flori (PN Bucegi)

Data rec	Nivel	P		Concentratii medii (mg/l)								
		(mm)	%	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl	
2006-2007	TL	75.5	100	2.8	0.12	0.14	0.38	0.22	1.02	0.21	0.69	
	SV	SC	114	151	4.75	0.41	3.3	3.92	6.49	2.79	0.43	4.75
	10cm	93.8	124.2	4.96	0.47	0.49	2.08	3.49	3.05	0.96	0.82	
	20cm	115.5	152.9	4.82	0.45	0.45	1.63	2.05	2.74	0.76	1.21	
	40cm	85.9	113.7	3.76	0.39	0.43	2.57	1.59	2.86	1.56	0.91	
	60cm	94.2	124.7	3.95	0.45	0.53	2.44	1.2	3.38	1.04	0.93	
2009	TL	318.8	100	3.65	0.19	0.46	1.11	0.24	0.66	0.07	0.89	
	SV	SC	289.3	90.7	4.45	0.34	0.53	1.15	0.36	1.83	0.23	0.67
	10cm	114.3	35.9	9.52	0.77	1.12	3.99	3.96	3.37	0.12	1.80	
	20cm	88.2	27.7	15.19	1.35	1.31	2.17	0.16	4.71	0.09	2.49	
	40cm	88.2	27.7	9.23	0.56	1.07	2.71	2.26	3.41	0.90	1.36	
	60cm	53.2	16.7	7.11	0.57	1.11	3.27	3.34	2.93	0.31	1.59	
2010	TL	347.6	100.0	6.23	0.31	0.51	0.67	0.22	0.64	0.15	0.62	
	SV	SC	295.8	85.1	3.12	0.30	0.47	1.49	0.38	1.11	0.17	0.67
	10cm	78.9	22.7	2.82	0.25	0.64	2.54	2.13	0.87	0.25	0.60	
	20cm	112.3	32.3	4.94	0.52	0.44	0.89	0.16	1.58	0.33	0.40	
	40cm	159.5	45.9	3.39	0.33	0.72	0.86	0.23	1.91	0.01	0.55	
	60cm	94.3	27.1	3.91	0.45	0.79	0.89	0.25	2.88	0.52	0.42	

Retenția în coronament a avut valori maxime în anul 2010 și a reprezentat aproximativ 15 % din precipitațiile căzute în teren liber. Variabilitatea ridicată a cantității de precipitații de la o perioadă la alta explică, în mare parte, variabilitatea precipitațiilor sub coronament. În anul 2006 măsurătorile au evidențiat o cantitate cu 51 % mai mare sub coronament decât în teren liber. Explicația acestei diferențe ar putea fi lipsa înregistrării unor cantități de precipitații în teren liber în perioada de vară ca urmare a distrugerii unor captatori, precum și cantitățile importante de precipitații din ceață, care se înregistrează frecvent la această altitudine în pădurea de molid. Structura coroanei arborilor și distribuția acelor pe lujeri favorizează acumularea de picături de apă la vârful acelor care determină un plus de precipitații sub coronament, comparativ cu terenul liber (Aussenac, 1968, UN/ECE-CEC 1994, Barbu și colab. 1995-2011).

În ceea ce privește concentrația ionilor poluanți, se remarcă valorile reduse atât în teren liber cât și sub coronamentul pădurii și valorile mai reduse ale concentrațiilor de ioni cu efect poluant în sol la adâncimea de 10-60 cm. Astfel, sulfurul (S-SO₄) a înregistrat în teren liber, o concentrație medie de 1,02 mg/la în perioada 2006-2007, 0,66 mg/l în anul 2009 și 0,64 mg/l în anul 2010, ceea ce evidențiază o tendință de scădere (Fig. 3.7.10). Sub coronamentul pădurii concentrația medie calculată a fost de 2,79 mg/la în 2006-2007, 1,83 mg/l în anul 2009 și de 1,21mg/la în anul 2010, ceea ce evidențiază, de asemenea o tendință de scădere. Concentrațiile medii calculate pe profilul solului la 10 cm evidenții-

ază valori mult mai mari în 2006-2007 (3,05 mg/l) care scade progresiv până în 2010 (0,87 mg/l). Concentrațiile se mențin ridicate în anul 2009 și la celelalte nivele în sol la care s-au făcut măsurători (4,71 mg/l la 20 cm adâncime, 3,41 mg/l la 40 cm adâncime și 2,93 mg/l la 60 cm adâncime). Concentrațiile măsurate în anii următori (2010 și 2011) arată valori mai scăzute decât în anul 2009 ceea ce sugerează o migrație progresivă pe profil a ionilor de sulf, cu efect negativ asupra rădăcinilor arborilor (Anonymous 1995, UN-ECE 2004).

Analiza concentrației ionilor de azot (amoniu și nitrat - fig. 3.7.11) evidențiază

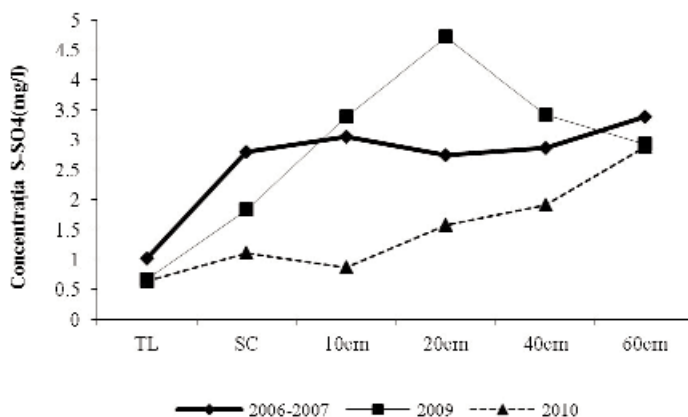


Fig. 3.7.10 Variația concentrației medii a ionului sulfat ($S-SO_4$) la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006-2010, în suprafața de cercetare Podu cu Flori (PN Bucegi)

ază o variabilitate mult mai mare pe profilul solului datorită proceselor metabolice ce au loc în sol și la interfața sol-rădăcină. O comparație între concentrația ionului amoniu ($N-NH_4$) înregistrată în teren liber și sub coronamentul pădurii pune în evidență o creștere evidentă sub coronamentul pădurii și pe profilul de sol la 10 cm. Și în acest caz se constată o descreștere a concentrației pe profilul solului, dar valorile concentrației scad de la un an la altul. Astfel la 60 cm, concentrația medie în 2006-2007 a fost de 1,2 mg/l și a scăzut la 0,25 mg/l în anul 2010. O situație similară în perioada analizată, a înregistrat concentrația ionului nitrat ($N-NO_3$). Astfel în perioada 2006-2009 concentrația sub coronamentul pădurii a fost de 2-3 ori mai mare decât concentrația în teren liber. Și în acest ecosistem se constată creșterea progresivă a concentrației nitratului în sol până la 40 cm după care scade evident. Valorile absolute ale concentrațiilor calculate la adâncimea de 40 cm scad de la 1,56 mg/l în 2006 la 0,01 mg/l în 2010. Alura curbelor evidențiază și de această dată o tendință destul de clară de estompare a fluxului de azot nitric datorită reducerii nivelului de încărcare a apelor de precipitații cu azot din poluarea generalizată a atmosferei.

Analiza ionilor metalici (Ca, Mg, Na, K) pune în evidență pattern-ul dis-

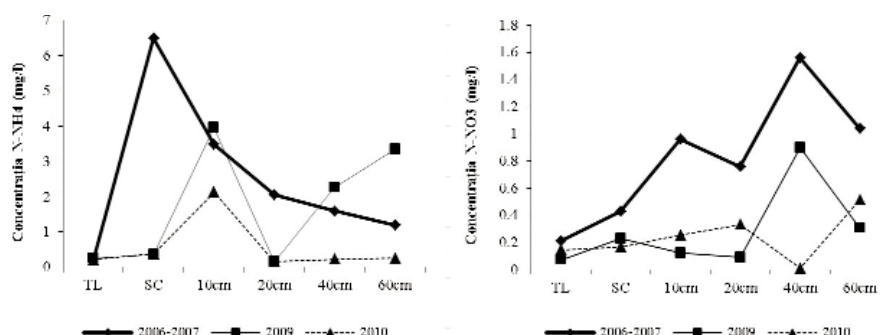


Fig. 3.7.11 Variația concentrației medii a ionilor de amoniu ($N-NH_4$) și nitrat ($N-NO_3$) la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006 - 2010, în suprafața de cercetare Podu cu Flori (PN Bucegi) tribuției acestor ioni la diferite nivele în ecosistem și servește la calculul capacității de tamponare a solurilor din fiecare sit experimental a ionilor acizi proveniți din precipitațiile încărcate în ioni sulfat, amoniu și nitrat (De Vries *et al*, 1998-2000, Barbu și colab. 1995-2011).

În figura 3.7.12 s-a reprezentat grafic variația concentrației calciului în apele de precipitații și soluția solului în perioada 2006-2010. Se observă că valorile concentrației medii ale calciului în teren liber au oscilat de la 2,8 mg/l în 2006 la 6,23 mg/l în 2010. Aceste valori sunt în medie de două ori mai mari decât valorile înregistrate pe versantul estic al Bucegilor, în suprafața experimentală Poiana Stâniei. Explicația acestor valori sistematic mai mari ale calciului este dată de prezența la circa 2-3 km a carierei de calcar care alimentează fabrica de ciment de la Fieni. Concentrația sub coronamentul pădurii este chiar mai mică decât concentrația în teren liber, iar pe profilul solului valorile sunt destul de reduse (4-15 mg/l) datorită substratului de sol format din șisturi cristaline. Comparativ cu substratul solului de la SE Poiana Stâniei, constituit preponderent

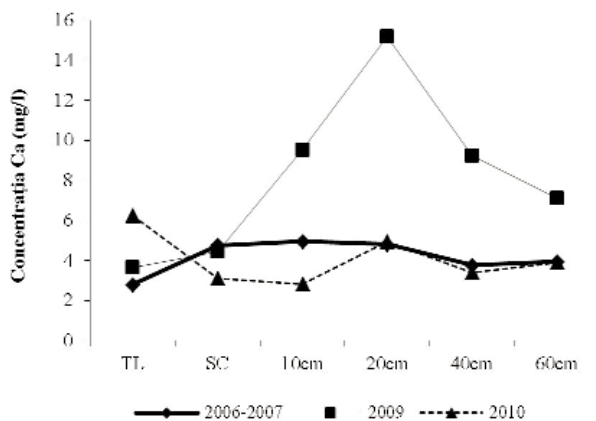


Fig. 3.7.12 Variația concentrației medii a ionului Ca la diferite nivele în ecosistem în perioada 2006 - 2010, în suprafața de cercetare Pod cu Flori (PN Bucegi)

din calcare, unde valoarea medie a concentrațiilor calciului la 40-60 cm în sol, depășește 50 mg/l (tabelul 3.7.1), se poate aprecia o capacitate relativ redusă de tamponare a acidității și o predispoziție mai ridicată de acidifiere a solului datorită ionilor poluanți de origine antropică în SE Podu cu Flori.

În suprafața de cercetare de lungă durată Salvamont Bran, situată pe versantul vestic al Masivului Bucegi, măsurătorile din cei 5 ani (2006-2010) au vizat doar evaluarea modificărilor pe care coronamentul pădurii de molid, provenită din plantații, îl are asupra fluxului cantitativ și calitativ al precipitațiilor, fără a testa și fluxul în sol la anumite adâncimi a ionilor minerali. În tabelul 3.7.3 au fost sintetizate rezultatele măsurătorilor asupra cantităților de precipitații înregistrate în teren liber și sub coronamentul pădurii în cei 5 ani de măsurători precum și concentrațiile medii anuale, exprimate în mg/l, calculate pentru ionii analizați. Și în cazul acestei suprafețe experimentale se observă aceleași tendințe descrise în suprafețele de cercetare Poiana Stâniei și Podu cu Flori.

Tabelul 3.7.3 Precipitații (mm) și concentrații medii anuale estimate în perioada 2009-2011 în SCLD Salvamont Bran (PN Bucegi)

Data rec	Nivel	P		Concentratii medii (mg/l)							
		(mm)	%	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007	TL	250.5	100	2.15	0.07	0.19	0.26	0.82	1.13	0.3	0.93
	SV	351.4	140	2.13	0.26	0.17	2.81	2.17	2.04	0.4	1.07
2007-2008	TL	489.9	100	0.96	0.05	0.56	0.36	0.56	1.22	0.31	0.91
	SR	315.3	64	2.01	0.29	0.36	1.03	0.78	2.22	0.52	1
2009	TL	797.4	100	3.21	0.09	0.34	0.38	0.39	0.70	0.33	2.02
	SC	690	86.5	3.61	0.35	0.56	2.19	0.28	1.71	0.59	1.23
2010	TL	841.8	100	2.85	0.13	0.35	0.38	0.31	0.61	0.19	1.64
	SC	636.5	75.6	2.76	0.34	0.47	2.32	0.46	1.17	0.42	1.08

Concentrația sulfului din ionul sulfat (S-SO₄) are valori reduse în teren liber de la 1,13 mg/l în 2006 la 0,61 mg/l în 2010. Aproape sistematic, sub coronamentul pădurii, această concentrație se dublează, ceea ce pune în evidență că depunerile oculte reținute de coronamentul pădurii din ceață, pulberi, chiciură etc., sunt la fel de mari ca cele ajunse la sol prin intermediul apelor de precipitații.

Aproape aceeași tendință, de dublare a concentrației azotului din ionul nitrat (N-NO₃) sub coronamentul pădurii, a fost înregistrată în toată perioada 2006-2010. Și în acest caz, ca tendință generală, concentrația acestui ion în teren liber scade de la 0,3 mg/l în 2006 la 0,19 mg/l în 2010.

Analiza variației concentrației azotului din ionul amoniu (N-NH_4) evidențiază de asemenea o tendință de scădere a concentrației în probele recoltate în teren liber, de la 0,82 mg/l în 2006 la 0,31 mg/l în 2010. Și în acest caz amoniul din depuneri oculte, înregistrat sub coronamentul pădurii, scade de la 2,17 mg/l în 2006 la 0,46 mg/l în 2010.

În ceea ce privește ionii bazici (Ca, Mg, Na, K) nu se constată o variabilitate mare de la un an la altul. Remarcăm creșterea de 3-10 ori a concentrației ionului de K sub coronamentul pădurii comparativ cu valorile medii ale concentrațiilor înregistrate în teren liber. Ca și în cazul altor suprafețe experimentale, explicația acestor valori stă în excrețiile mari de potasiu care au loc la nivelul frunzelor. Apa din precipitații spală compușii cu potasiu, care ajung la sol și reintră în circuitul bio-geo-chimic al nutrienților. Astfel în anul 2006, în sezonul de vegetație, în teren liber (TL), s-a înregistrat o concentrație medie a potasiului de 0,26 mg/l iar sub coronament (SC) o concentrație medie de 2,81 mg/l. Analiza comparativă a concentrațiilor ionului de K, calculate pentru sezonul rece, evidențiază o creștere doar de 2,5 ori de la 0,36 mg/l în teren liber la 1,3 mg/l sub coronament. Deși coronamentul pădurii (plantație de molid de 60 ani) nu a suferit modificări semnificative, în sezonul rece față de sezonul de vegetație, concentrația potasiului sub coronament în sezonul de vegetație a crescut de 5 ori mai mult decât în sezonul rece, ceea ce evidențiază influența proceselor metabolice care au loc în frunză în timpul sezonului de vegetație asupra potasiului.

3.7.3 Variația fluxului de ioni minerali în sezonul de vegetație

În tabelul 3.7.4 au fost sintetizate rezultatele calculelor de estimare a fluxului de ioni minerali la 6 nivele în ecosistem (teren liber-TL, sub coronament-SC, profil sol la 10, 20, 40, 60 cm) pentru perioada 2006-2010, în cadrul SCLD Poiana Stâinii.

Intrările anuale de ioni de sulf poluanți (S-SO_2) reprezintă valori variabile de la 5,7 la 9,2 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber și de la 6,2 la 14 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ sub coronament. Valorile medii anuale ale acestor intrări nu dau însă informații asupra modului de distribuire a fluxului de poluanți în cursul anului. Analiza pe date stratificate a valorilor medii pe perioada 2006-2008, în sezonul de vegetație și în sezonul rece, evidențiază că fluxul mediu de sulf din ionul sulfat, măsurat în teren liber, în sezonul de vegetație reprezintă 1,7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar în sezonul rece 7,1 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Sub coronament, în timpul sezonului de vegetație, se înregistrează 3,0 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar în sezonul rece 6,3 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Raportul dintre valorile estimate în teren liber și sub coronament reprezintă coeficientul de încărcare și evidențiază rolul de filtru și capacitatea de metabolizare a poluanților în coronamentul pădurii de fag.

Tabelul 3.7.4 Fluxurile (kg/an/ha) de ioni minerali, estimate pentru perioada 2006-2010 în SCLD Poiana Stânii (PN Bucegi)

Data rec	Fluxuri (kg/ha/an)								
	Nivel	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007 SV	TL	3.4	0.3	0.4	2.0	2.0	1.7	0.9	2.2
	SC	4.6	0.8	0.4	9.9	4.9	3.0	1.2	2.4
	10cm	17.1	1.5	0.7	7.5	2.9	4.0	10.7	2.3
	20cm	4.7	0.5	1.0	3.8	8.6	1.9	6.1	1.3
	40cm	23.2	0.8	1.1	2.1	1.3	3.7	10.2	1.3
	60cm	65.3	1.2	1.1	2.1	2.0	5.6	13.0	2.1
2007-2008 SR	TL	7.9	0.3	1.0	0.8	1.3	7.1	1.2	3.2
	SC	6.9	0.6	1.0	6.7	1.9	6.3	1.7	5.6
2009	TL	27.5	1.2	5.0	4.2	2.9	9.2	3.8	7.2
	SC	29.3	2.5	6.2	23.4	4.6	14.0	6.6	11.2
	10cm	19.2	1.5	1.0	13.1	1.9	2.6	11.0	1.5
	20cm	9.5	0.6	0.8	3.2	4.5	1.5	1.5	1.0
	40cm	22.3	0.6	0.8	2.7	1.6	2.1	6.5	0.9
	60cm	42.3	0.6	0.8	2.4	0.3	2.0	10.4	1.2
2010	TL	20.2	1.1	2.2	4.7	4.2	5.7	3.5	8.0
	SC	14.4	1.5	2.3	14.4	4.6	6.2	3.1	4.1
	10cm	21.2	1.6	1.3	14.0	5.0	2.7	6.7	2.0
	20cm	3.8	0.5	1.2	4.1	3.0	1.0	0.5	1.0
	40cm	17.8	0.6	0.5	3.9	0.1	1.4	7.5	0.7
	60cm	52.5	1.0	1.0	4.3	2.2	2.3	15.9	1.8

Pe profilul solului, fluxul de ion sulfat scade, atât cu adâncimea cât și de la an la an. Și această constatare, evidențiată de reprezentarea grafică din figura 3.7.13, arată că la adâncimi de 40-60 cm în sol fluxul de sulf din ionul sulfat este mai mare decât la 10-20 cm, datorită, probabil, unei acumulări anterioare, care este transferată în prezent la adâncimi mai mari de apă care percolează orizonturile superioare ale solului. În teren liber și sub coronamentul pădurii variația fluxului anual de sulf, arată o tendință de creștere în primii 4 ani (2006-2009) și de scădere în anul 2010.

Fluxul de azot din ionul amoniu (N-NH₄) arată, de asemenea, o tendință de creștere de la un an la altul, dar pe profilul solului, la adâncimi mai mari de 40-60 cm acest flux se reduce masiv ca urmare a consumului de către rădăcinile arborilor. La adâncimea de 10 cm în sol, valorile fluxului de amoniu sunt comparabile cu cele din teren liber iar la adâncimea de 20 cm au valori aproape duble ca urmare a aportului din descompunerea materiei organice din sol. Analiza comparativă a fluxului de azot din ionul amoniu măsurat în teren liber, evidențiază valori mult mai mari în timpul sezonului de vegetație (2 kg.ha⁻¹.an⁻¹) decât în sezonul rece (1,3 kg.ha⁻¹.an⁻¹). Sub coronamentul pădurii, valorile estimate au fost de 4,9 kg.ha⁻¹.an⁻¹ în sezonul de vegetație și de doar 1,9 kg.ha⁻¹.an⁻¹ în

sezonul rece. Această diferență sensibilă evidențiază de asemenea capacitatea pădurii de a reține și metaboliza amoniu în timpul sezonului de vegetație.

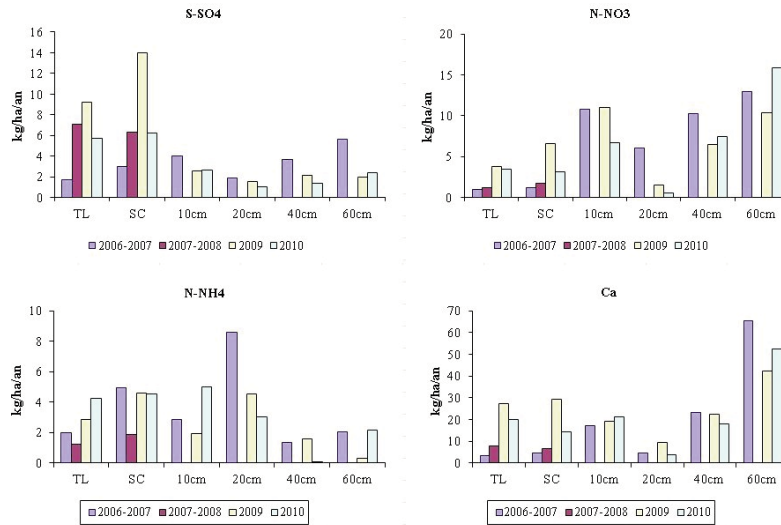


Fig. 3.7.13 Variația periodică (anuală) a fluxului principalilor ioni minerali cu rol în acidifierea solului (S-SO₄, N-NO₃ și N-NH₄) și în tamponarea reacției solului (Ca) în perioada 2006-2010 în SCLD Poiana Stâniei (PN Bucegi)

Fluxul de azot din ionul nitrat (N-NO₃) spre deosebire de ceilalți doi ioni poluanți, are fluxuri mai mici în teren liber și sub coronament decât în sol. Explicația rezidă în îmbogățirea orizonturilor de sol cu azot nitric provenit din descompunerea biomasei din litieră și din sol. Astfel, în teren liber fluxul de azot amoniacal are valori de 3,5-3,8 kg.ha⁻¹.an⁻¹ iar sub coronamentul pădurii de 3,1-6,6 kg.ha⁻¹.an⁻¹. La adâncimea de 60 cm în sol fluxul de N-NO₃ crește la 10,4-15,9 kg.ha⁻¹.an⁻¹. Diferențele dintre fluxul de azot amoniacal în sezonul de vegetație și în sezonul rece sunt relativ mici (0,9 kg/ha în sezonul de vegetație și 1,2 kg.ha⁻¹.an⁻¹ în sezonul rece), dar valorile absolute sunt sistematic mai mari în sezonul rece decât în sezonul cald.

Fluxul de calciu (Ca) evidențiază valori destul de importante estimate la 20,2-27,5 kg.ha⁻¹.an⁻¹ în teren liber și 14,4-29,3 kg.ha⁻¹.an⁻¹ sub coronamentul pădurii. Valorile stratificate pe sezoane de vegetație evidențiază un flux mai mare de Ca în timpul sezonului rece (7,9-6,9 kg.ha⁻¹.an⁻¹) decât în sezonul de vegetație (3,4-4,6 kg.ha⁻¹.an⁻¹). Pe profilul solului fluxul de Ca crește progresiv până la valori anuale de 42,3- 52,5 kg.ha⁻¹.an⁻¹ la 60 cm în sol. Aceste valori, evidențiate în figura 3.7.13, justifică aprecierea că ecosistemul pădurii de fag de la Poiana Stâniei are o bună capacitate de neutralizare a ionilor poluanți acizi datorită bogăției solului în ioni de Ca. Acest lucru este confirmat de vitalitatea arborilor expri-

mată prin gradul de defoliere/decolorare a coroanelor. În tabelul 3.7.4 sunt prezentate valorile fluxurilor și pentru alți ioni bazici (Mg, Na, K) dar ponderea lor în balanța de ioni este relativ redusă.

În tabelul 3.7.5 au fost sintetizate rezultatele măsurătorilor efectuate în perioada 2006-2010 asupra fluxurilor de ioni minerali calculate pentru SCLD Podu cu Flori (molidiș de limită cu mușchi verzi, de productivitate inferioară, pe substrat cristalin). Condițiile staționale din SE Podu cu Flori (altitudine, expoziție, pantă) și accesul dificil au determinat obținerea unor date lacunare în perioada 2006-2008, mai ales în sezonul rece, când probele nu au putu fi recoltate fie datorită stratului de zăpadă prea mare (care depășea înălțimea la care au fost montați captatorii) fie datorită lipsei accesului. Din această cauză, în tabelul 3.7.5 au fost prezentate cele mai plauzibile valori medii ale fluxului de ioni minerali pentru sezoanele de vegetație 2006 și 2007. Anii 2009 și 2010 fiind mai puțin bogăți în precipitații au permis obținerea unui flux mulțumitor de date lunare, pe baza cărora s-au estimat valorile fluxurilor anuale. Situat pe versantul sudic al Bucegilor, la obârșia văii Ialomiței, protejat de procesele de descărcare a maselor de aer observate pe versanții vestici și estici ai Bucegilor, acest sit experimental înregistrează valori reduse ale fluxurilor de ioni poluanți.

Tabelul 3.7.5 Fluxuri (kg/an/ha) de ioni minerali, estimate pentru perioada 2006-2010 la 6 nivele de înregistrare în suprafața de cercetare Podu cu Flori (PN Bucegi)

Data rec	Fluxuri (kg/ha/an)								
	Nivel	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007 SV	TL	2.11	0.09	0.11	0.29	1.70	0.77	0.16	0.52
	SC	5.42	0.47	3.76	4.47	7.40	3.18	0.49	5.42
	10cm	4.65	0.44	0.46	1.95	3.27	2.86	0.90	0.77
	20cm	5.57	0.52	0.52	1.88	2.37	3.16	0.88	1.40
	40cm	3.23	0.34	0.37	2.21	1.37	2.46	1.34	0.78
	60cm	3.72	0.42	0.50	2.30	1.13	3.18	0.98	0.88
2009	TL	11.63	0.59	1.46	3.52	0.77	2.12	0.23	2.84
	SC	12.89	0.99	1.52	3.31	1.03	5.30	0.66	1.93
	10cm	10.88	0.88	1.28	4.56	4.53	3.86	0.14	2.06
	20cm	13.39	1.19	1.16	1.91	0.14	4.15	0.08	2.19
	40cm	8.14	0.49	0.94	2.39	2.00	3.01	0.79	1.20
	60cm	3.78	0.31	0.59	1.74	1.78	1.56	0.16	0.85
2010	TL	21.65	1.07	1.76	2.33	0.76	2.24	0.51	2.15
	SC	9.24	0.88	1.40	4.41	1.12	3.28	0.49	1.97
	10cm	2.23	0.20	0.50	2.00	1.68	0.68	0.20	0.47
	20cm	5.55	0.58	0.49	1.00	0.18	1.77	0.37	0.45
	40cm	5.41	0.53	1.16	1.37	0.36	3.04	0.02	0.87
	60cm	3.69	0.43	0.74	0.84	0.24	2.72	0.49	0.40

Ionul sulfat ($S-SO_4$) a fost estimat cu fluxuri anuale de 2,12-2,24 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ în teren liber și 5,3-3,28 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ sub coronamentul pădurii. Valorile medii din sezonul de vegetație 2006 și 2007 au arătat un flux de 0,77 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ în teren liber și de 3,18 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ sub coronamentul pădurii. Din comparația valorilor medii în sezonul de vegetație cu cele medii anuale rezultă că fluxul de sulf provine în proporție de circa 30 % din precipitațiile căzute în sezonul de vegetație și circa 70 % din precipitațiile din sezonul rece. Analiza distribuției fluxurilor anuale și periodice la diferite nivele în ecosistem evidențiază că nu există diferențe mari între fluxul înregistrat sub coronamentul pădurii și în sol la diferite nivele. Astfel, valorile medii anuale ale fluxului de sulf înregistrat sub coronamentul pădurii a fost de circa 4 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$ iar la adâncimile de 10-40 cm valorile fluxului mediu s-au situat în jurul a 2-3 $kg \cdot ha^{-1} \cdot an^{-1}$.

Datele reprezentate grafic în figura 3.7.14 evidențiază, de asemenea, o tendință de scădere ușoară la adâncimile de 10-20 cm în ultimii ani și de creștere ușoară a fluxului la adâncimile de 40-60 cm în 2010. Și în cazul fluxurilor, ca și la analiza concentrațiilor soluției solului pe profil, se pot evidenția anumite unde cu maxime în orizonturile profunde ale solului și minime în orizonturile superioare. Acestea evidențiază, după opinia noastră, că anterior (10-15 ani) fluxul de sulfat a fost mai mare, acumulările în orizonturile superioare ale solurilor din această perioadă fiind evidențiate de fluxurile măsurate în prezent la adâncimi de 40-60 cm.

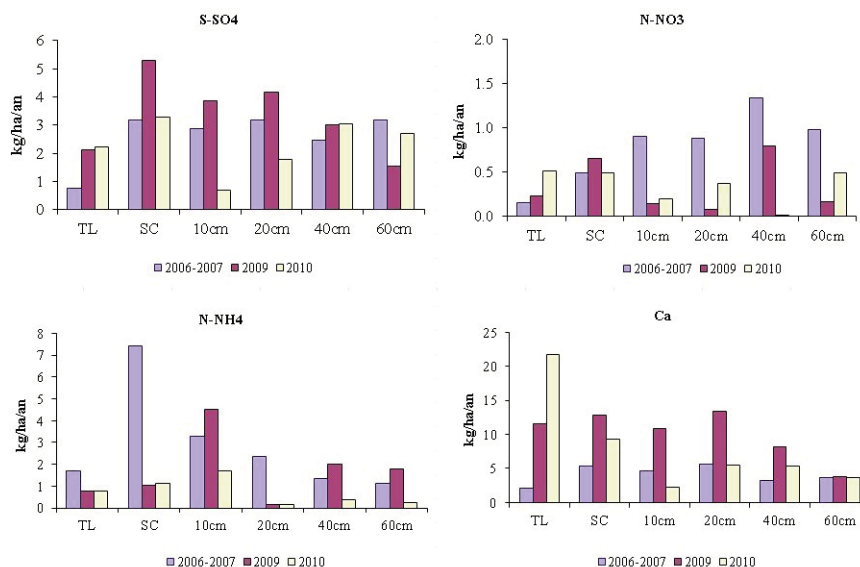


Fig. 3.7.14 Variația periodică (anuală) a fluxului principalilor ioni minerali cu rol în acidifierea solului ($S-SO_4$, $N-NO_3$ și $N-NH_4$) și în tamponarea reacției solului (Ca) în perioada 2006-2010 în SCLD Podu cu Flori (PN Bucegi)

Fluxul de azot din ionul amoniu (N-NH_4) are de asemenea valori foarte mici, estimate în teren liber la $0,77\text{-}0,76 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ și sub coronament la $1,03\text{-}1,12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Pe profilul solului fluxul este foarte variabil atât în raport cu adâncimea, cât și de la un an la altul. Aceste valori evidențiază mobilitatea foarte ridicată și consumul intens al azotului amoniacal în procesele fiziologice ale arborelui. Astfel, valorile maxime ale azotului amoniacal pe profilul solului se înregistrează la 10 cm și scad brusc până la adâncimea de 60 cm. Rolul pădurii în metabolizarea acestui ion este evidențiat de fluxul foarte redus la adâncimea mai mare de 60 cm ($0,24\text{-}1,78 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$). Transformările pe care azotul amoniacal le poate suferi în sol și transferul la adâncimi mari a unor fluxuri importante pot conduce la contaminarea apei freatiche cu efecte negative și asupra omului. Pădurea joacă un rol deosebit de important prin consumul masiv al azotului în procesul de nutriție, determinând chiar și în zone cu flux ridicat de azot din poluarea atmosferei, valori reduse ale fluxului măsurat în sol în zone cu procent ridicat de împădurire.

Fluxul de azot nitric (N-NO_3) arată de asemenea un nivel foarte redus al poluării, cantitățile anuale fiind estimate la $0,23\text{-}0,51 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber și $0,66\text{-}0,49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ sub coronamentul pădurii. Pe profilul solului, fluxul estimat al azotului crește cu adâncimea dar de la un an la altul valorile sunt tot mai mici. Și în acest caz se poate evidenția, pe de o parte rolul pădurii în captarea azotului nitric din depuneri oculte și în metabolizarea acestuia în procesul de fotosinteză, pe de altă parte. Analiza comparativă a valorilor medii anuale ale fluxului de azot din teren liber și sub coronamentul pădurii, evidențiază că fluxul de azot din depuneri oculte poate reprezenta până la $2/3$ din fluxul de azot înregistrat în teren liber din precipitații. Astfel, în anul 2009 fluxul, în teren liber, a fost estimat la $0,23 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar sub coronamentul pădurii la $0,66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ (cantitatea din depuneri oculte $0,43 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$). Analiza fluxurilor medii, calculate pentru sezonul de vegetație 2006-2007 a evidențiat o valoare medie de $0,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber și $0,49 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ sub coronament (cantitatea din depuneri oculte $0,33 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$).

Deși în tabelul 3.7.5 sunt prezentate valorile calculate pentru toți ionii bazici (Ca, Mg, Na, K) vom analiza în continuare doar dinamica fluxului de Ca considerat a fi cel mai important în evidențierea capacității de tamponare a ionilor poluanți. Analiza datelor din tabel și mai ales a reprezentărilor grafice din figura 3.7.14 pune în evidență valori relativ mari ale fluxului de calciu înregistrat în teren liber și sub coronamentul pădurii cifrate la $11,6\text{-}21,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber și $9,24\text{-}12,88 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ sub coronamentul pădurii. Pe profilul solului, fluxul ionilor de calciu diminuează, ajungând la 60 cm, la circa $3,6\text{-}3,7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Dacă analizăm datele comparativ cu situația prezentată anterior în SE Poiana

Stâni, observăm că, în cazul SE Podu cu Flori, fluxul ionilor de Ca scade pe profil datorită substratului acid format din șisturile cristaline pe care s-a format solul. Originea calciului din precipitații și din apa captată sub coronamentul pădurii se află în transportul la distanță a pulberilor de Ca rezultate din exploatarea calcarului din cariera aflată câțiva km în aval, care alimentează fabrica de ciment Fieni. Sub raportul riscului de acidifiere, ecosistemul de la Podu cu Flori, este mai expus, dar prezența sursei de calciu care contaminează precipitațiile, determină o tamponare evidentă a ionilor acidifiianți.

În tabelul 3.7.6 și figura 3.7.15 sunt prezentate rezultatele calculelor fluxurilor periodice și anuale pentru principalii ioni minerali cu scopul evidențierii particularităților legate de caracteristicile depunerilor atmosferice pe versantul vestic al Bucegilor (SCLD Salvamont Bran) comparativ cu celelalte suprafețe experimentale amplasate pe versantul estic (Poiana Stâni) și versantul sudic (Podu cu Flori) al masivului Bucegi. Prin poziția sa și altitudinea dominantă a platoului (2300-2500m), masivul Bucegi primește masele de aer care aduc precipitații de diferite origini și încărcări cu poluanți. Expunerea versanților la advecția maselor de aer încărcate cu poluanți determină frecvent „descărcarea” pe versanții expuși direct a unor cantități mari de precipitații, adesea foarte încărcate cu ioni poluanți. În funcție de originea maselor de aer și de zonele pe care le străbat, masele de aer se încarcă diferit cu poluanți și din această cauză înregistrăm variații foarte mari de la un eșantionaj la altul.

Tabelul 3.7.6 Fluxurile (kg/an/ha) de ioni minerali, estimate pentru perioada 2006-2010 la 6 nivele de înregistrare, în suprafața de cercetare Salvamont Bran (PN Bucegi)

Data rec	Fluxuri (kg/ha/an)								
	Nivel	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007	TL	5.39	0.18	0.48	0.65	2.05	2.83	0.75	2.33
	SV	7.48	0.91	0.60	9.87	7.63	7.17	1.41	3.76
2007-2008	TL	4.70	0.24	2.74	1.76	2.74	5.98	1.52	4.46
	SR	6.34	0.91	1.14	3.25	2.46	7.00	1.64	3.15
2009	TL	25.60	0.69	2.74	3.05	3.12	5.61	2.62	16.10
	SC	24.89	2.39	3.83	15.14	1.92	11.82	4.09	8.52
2010	TL	23.97	1.09	2.91	3.19	2.61	5.17	1.58	13.83
	SC	17.56	2.17	2.98	14.75	2.92	7.46	2.66	6.88

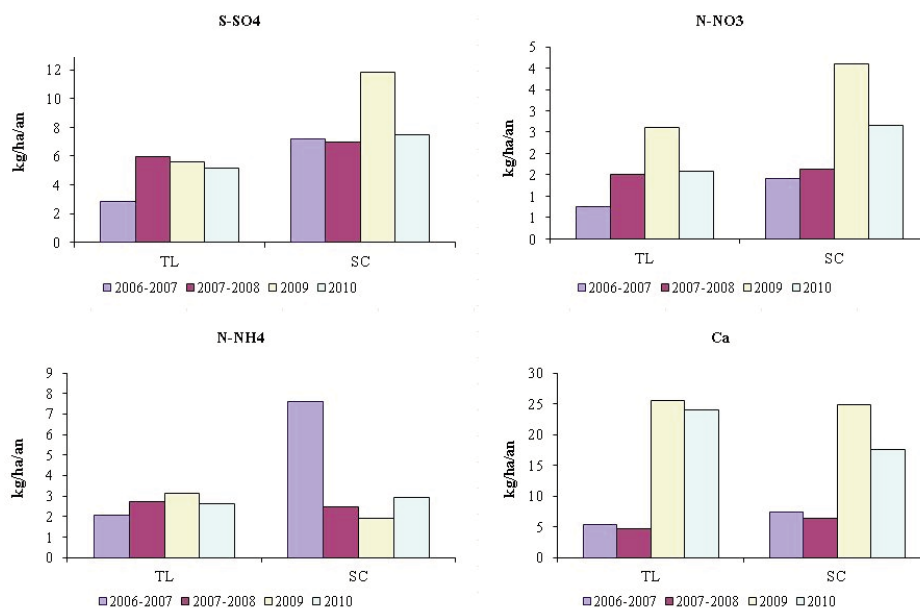


Fig. 3.7.15 Variația periodică (anuală) a fluxului principalilor ioni minerali cu rol în acidificarea solului ($S-SO_4$, $N-NO_3$ și $N-NH_4$) și în tamponarea reacției solului (Ca) în perioada 2006-2010 în SCLD Salvamont Bran (PN Bucegi)

Fluxul mediu anual al sulfului din ionul sulfat ($S-SO_4$) a fost estimat la $5,17-5,61 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber și $7,46-11,82 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ sub coronamentul pădurii. Evaluările făcute asupra fluxului mediu de ioni poluanți în sezonul de vegetație și în sezonul rece au evidențiat și în acest caz o pondere foarte mare a depunerilor de sulf din zăpezile căzute în timpul iernii, comparativ cu depunerile din precipitațiile înregistrate în timpul sezonului de vegetație. Astfel depunerile medii din sezonul rece 2007-2008 au reprezentat în teren liber $5,98 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar valorile medii a depunerilor din sezonul de vegetație doar $2,83 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Din totalul de $8,81 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$, depunerile din timpul sezonului rece reprezintă 68 % iar cele din sezonul de vegetație doar 32 %. Sub raportul retenției în coronament al depunerilor de sulf, există diferențe semnificative între cele două perioade din an analizate. În sezonul de vegetație depunerile în teren liber au reprezentat $2,83 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar sub coronamentul pădurii $7,17 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. Rezultă că depunerile oculte reprezintă $4,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$, aproape o dată și jumătate mai mult decât depunerile umede din precipitații. În timpul iernii, depunerile sub coronamentul pădurii au reprezentat $7,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ comparativ cu $5,98 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în teren liber.

Fluxul de amoniu ($N-NH_4$) prezintă cam aceleași caracteristici cu fluxul de sulf. Valorile medii anuale, estimate în teren liber, au fluctuat între $3,05-3,19 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar sub coronament între $14,75-15,14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$. În timpul

sezonului de vegetație valoarea medie calculată a fost de 2,05 kg.ha⁻¹an⁻¹ în teren liber și 7,73 kg.ha⁻¹an⁻¹ sub coronament. În sezonul rece, diferențele dintre fluxul calculat în teren liber (2,74 kg.ha⁻¹an⁻¹) și sub coronament (2,46 kg.ha⁻¹an⁻¹) sunt ne semnificative. Din compararea acestor valori se constată că fluxurile din depuneri oculte în sezonul de vegetație, reprezintă valori de 2-3 ori mai mari decât cele din precipitații.

Fluxul de azot din ionul nitrat (N-NO₃) are valori reduse, calculându-se pentru terenul liber valori de 1,58-2,62 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar sub coronamentul pădurii 2,66-4,09 kg.ha⁻¹an⁻¹. Și în cazul acestui ion, ponderea depunerilor înregistrate în timpul sezonului rece este de circa 2/3 din totalul depunerilor înregistrate. Astfel, în teren liber în sezonul de vegetație, s-au înregistrat în medie 0,75 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar în sezonul rece 1,52 kg.ha⁻¹an⁻¹. Sub coronament, însă valorile înregistrate în sezonul de vegetație, sunt aproape duble față de valorile în teren liber, dar în sezonul rece fluxurile de azot nitric calculate sub coronament au valori comparabile cu cele din teren liber (1,64 kg.ha⁻¹an⁻¹ față de 1,52 kg.ha⁻¹an⁻¹).

Fluxul de ioni bazici (Ca, Mg, Na, K) este ridicat, în special la Ca, pentru care s-au înregistrat valori medii anuale de 23,97 – 25,6 kg.ha⁻¹an⁻¹ în teren liber și 17,56-24,89 kg.ha⁻¹an⁻¹ sub coronament. Nu se cunoaște originea calciului din precipitații, dar ea poate fi bănuită în emisiile de ioni bazici de la fabricile de ciment din vecinătate (Câmpulung Muscel, Fieni etc.). Cantitățile mari de ioni bazici decelate în apele de precipitații au un rol important în tamponarea acidității precipitațiilor, cu efecte pozitive asupra absorbției nutrienților din sol.

Fluxul potasiului (K) are valori relativ reduse în teren liber (3,05-3,19 kg.ha⁻¹an⁻¹) și de aproape 5 ori mai mare (14,75-15,14 kg.ha⁻¹an⁻¹) sub coronamentul pădurii. Originea potasiului cu valori crescute, sub coronamentul pădurii, se află în procesele fiziologice ce au loc în frunze, în timpul sezonului de vegetație. Astfel, fluxul mediu de potasiu calculat în teren liber în sezonul de vegetație a fost de 0,65 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar sub coronamentul pădurii de 9,87 kg.ha⁻¹an⁻¹. În același arboret, în sezonul rece fluxul în teren liber a fost estimat la 1,76 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar sub coronamentul pădurii de 3,25 kg.ha⁻¹an⁻¹, ceea ce arată o creștere de 1,8 ori față de creșterea de 15 ori în sezonul de vegetație.

Pentru toți ionii considerați cu efect poluant se poate aprecia, pentru perioada 2006-2010, o ușoară tendință de creștere a fluxurilor, atât în teren liber cât și sub coronamentul pădurii.

3.7.4 Coeficienții de încărcare

Raportul dintre fluxul de ioni minerali, măsurat sub coronament și fluxul de ioni măsurat în teren liber, poartă denumirea de coeficient de încărcare. Cu cât valoarea acestui coeficient este mai mare, poluarea de fond și depunerile oculate sunt mai mari. Precipitațiile care cad la intervale de timp diferite, spală coroanele arborilor în care s-au depus, din depuneri oculate (rouă, ceață, chiciură, pulberi etc.), poluanți care ajung la sol și în sol. Coeficienții medii de încărcare nu diferă mult de la un an la altul și au valori medii anuale de 1,1–2,1 pentru sulf, 0,9-1,7 pentru N-NO₃, 1,1-1,6 pentru N-NH₄. Pentru ionii bazici (cu excepția potasiului) coeficienții de încărcare au valori cuprinse între 1,1-2,2. Pentru potasiu (K) valorile medii anuale ale coeficientului de încărcare se situează între 3,1-5,6. Menționăm că valoarea ridicată a coeficientului de încărcare pentru K se explică prin excreția masivă a acestui ion de către frunzișul arborilor, în perioada de vegetație.

Datele prezentate în tabelele 3.7.7 și 3.7.8 (Poiana Stâniei și Salvamont Bran) sintetizează valorile medii anuale și sezoniere ale coeficienților de încărcare pentru principalii ioni analizați. Pentru a asigura o comparație între valorile coeficienților de încărcare, determinați de pădurea de fag (Poiana Stâniei) și pădurea de molid (Salvamont Bran) au fost alese aceste două suprafețe de cercetare reprezentative.

Tabelul 3.7.7 Coeficienți de încărcare a precipitațiilor cu ioni minerali, calculați ca raport între fluxul anual și periodic, măsurat sub coronamentul pădurii de fag și în teren liber în SCLD Poiana Stâniei, în perioada 2006-2010 (PN Bucegi)

Anul	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007 (SV)	1.4	2.9	0.9	5.0	2.5	1.7	1.3	1.1
2007-2008 (SR)	0.9	2.4	1.0	8.7	1.5	0.9	1.4	1.7
2009	1.1	2.2	1.2	5.6	1.6	1.5	1.7	1.5
2010	0.7	1.4	1.0	3.1	1.1	1.1	0.9	0.5

Tabelul 3.7.8 Coeficienți de încărcare a precipitațiilor cu ioni minerali, calculați ca raport între fluxul anual și periodic, măsurat sub coronamentul pădurii de molid și în teren liber în SCLD Salvamont Bran, în perioada 2006-2010 (PN Bucegi)

Anul	Ca	Mg	Na	K	N-NH ₄	S-SO ₄	N-NO ₃	Cl
2006-2007 (SV)	1.4	5.2	1.3	15.2	3.7	2.5	1.9	1.6
2007-2008 (SR)	1.3	3.7	0.4	1.8	0.9	1.2	1.1	0.7
2009	1.0	3.4	1.4	5.0	0.6	2.1	1.6	0.5
2010	0.7	2.0	1.0	4.6	1.1	1.4	1.7	0.5

Din analiza datelor tabelare se desprind următoarele concluzii:

- coeficienții de încărcare au valori mai mari în sezonul de vegetație decât în sezonul rece pentru toți ionii analizați;
- coeficienții de încărcare sunt mai mari în arboretul de molid decât în arboretul de fag ceea ce evidențiază o capacitate mai ridicată a pădurilor de rășinoase de interceptie a poluanților din depuneri oculate comparativ cu pădurea de fag;
- coeficienții medii anuali de încărcare cu sulf au valori de 1,1-1,5 în arboretul de fag și 1,4-2,1 în arboretul de molid;
- coeficienții medii anuali de încărcare cu azot nitric au valori de 0,9-1,7 în arboretul de fag și 1,6-1,7 în arboretul de molid;
- coeficienții medii de încărcare cu azot amoniacal au valori de 1,1-1,6 în arboretul de fag și 1,1-0,6 în arboretul de molid;
- coeficienții medii de încărcare cu calciu au valori similare în ambele arborete analizate, cu valori de 0,7-1,1;
- coeficienții de încărcare cu magneziu sunt mai mari în arboretul de molid (2,0-3,4) decât în arboretul de fag (1,4-2,2);
- coeficienții medii anuali de încărcare cu potasiu au valori similare (3,1-5,6 în arboretul de fag și 4,6-5,0 în arboretul de molid). În sezonul de vegetație, coeficienții medii de încărcare cu K au fost de 5,0 în arboretul de fag și 15,2 în arboretul de molid.

O comparație a coeficienților de încărcare, calculați pentru diferite regiuni ale Europei (Matyssek, Innes 1999) și pentru România (Finlayson-Pitts, Pitts Jr. 2000), cu valorile medii obținute în perioada 2006-2010 în suprafețele de cercetare de lungă durată din Parcul Național Bucegi, oferă alte elemente de apreciere a nivelului de poluare în zonă. În tabelul 3.7.9 au fost sintetizați coeficienții de încărcare cu sulf și potasiu, la nivel european comparativ cu valorile obținute în România (perioada 1997-2000) și în PN Bucegi (în perioada 2006-2010).

Tabelul 3.7.9 Coeficienții de încărcare cu sulf și potasiu a precipitațiilor la nivel european, comparativ cu valorile obținute în România (perioada 1997-2000) și în PN Bucegi (în perioada 2006-2010)

Regiunea	$[Sulf]CI = \frac{Q_{sc}}{Q_{TL}}$	$[Potasiu]CI = \frac{Q_{sc}}{Q_{TL}}$
Nord/Boreal	1,22	5,83
Nord/Boreal temperat	1,22	6,80
Vest/Atlantic	1,68	8,83
Centru/Est	1,33	4,16
Sud/Mediterranean	1,10	4,28
România Nord (1997-2000)	1,57	4,02
România Sud (1997-2000)	1,06	4,9
PN Bucegi-Poiana Stâniei (E) (2006-2010)	1,3	5,5
PN Bucegi-Salvamont Bran (V) (2006-2010)	1,8	6,6

3.7.5 Comparație între fluxurile de ioni minerali înregistrate în teren liber și sub coronamentul pădurii în sezonul de vegetație

Depunerile atmosferice decelate din apele de precipitații (depuneri umede) măsurate și eșantionate în teren liber (TL) pun în evidență doar cantitățile ajunse la sol prin intermediul vectorului apă, pe când depunerile măsurate sub coronamentul pădurii (SC) includ și cea mai mare parte din depunerile oculte, provenind din aerul care se filtrează prin coroanele arborilor din rouă, chiciură, ceață, pulberi etc. Analiza comparativă a acestor fluxuri pentru perioada de vegetație, când coroanele arborilor funcționează la capacitate maximă, sub raportul „metabolizării” poluanților, este de natură să pună mai clar în evidență rolul pădurii în modelarea și transformarea poluanților, prin stocarea lor în sol sau în biomasa arborilor sau prin consumarea lor directă în cadrul așa numitelor „circuite biogeochimice”. În tabelele 3.7.10 și 3.7.11 au fost sintetizate valorile calculate (pentru sezonul de vegetație) ale fluxurilor principalilor ioni minerali cu rol diferit asupra arborilor.

Tabelul 3.7.10 Fluxuri kg/ha/sezon de vegetație teren liber (15.06 - 15.10) (PN Bucegi)

Anul	Suprafata	S-SO4	Cl	N-NO3	N-NH4	Na	K	Mg	Ca
2006	Salvamont Bran	1.7	3.0	0.9	1.3	0.6	0.7	0.2	7.1
	Poiana Stanii	1.5	2.7	1.7	2.8	0.6	3.1	0.3	4.4
	Podul Flori	1.1	0.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.1	3.1
2007	Salvamont Bran	3.7	2.1	0.7	2.7	0.4	0.6	0.2	4.7
	Poiana Stanii	2.5	2.4	0.6	1.9	0.3	1.6	0.3	3.6
	Podul Flori	1.3	0.9	0.3	0.3	0.1	0.5	0.2	3.5
2008	Salvamont Bran	2.2	5.2	0.6	1.4	1.2	1.1	0.3	5.1
	Poiana Stanii	3.1	4.9	1.1	3.5	0.5	4.1	0.3	4.0
	Podul Flori	1.2	0.4	0.2	0.6	0.3	0.4	0.1	2.2
2009	Salvamont Bran	1.7	0.6	0.9	1.4	0.3	0.9	0.3	11.6
	Poiana Stanii	1.8	1	0.8	1.6	0.5	1.6	0.4	6.3
	Podul Flori	1.4	1.7	0.1	0.3	0.5	2.6	0.3	7.9
2010	Salvamont Bran	2	0.7	0.6	1.1	0.7	1.4	0.3	11.2
	Poiana Stanii	1.9	4.9	1.9	2	0.9	2.9	0.6	8.6
	Podul Flori	1.6	0.8	0.4	0.6	0.6	1.1	0.6	16.3

Tabelul 3.7.11 Fluxuri kg/ha/sezon de vegetație sub coronament (15.06 - 15.10) (PN Bucegi)

Anul	Suprafata	S-SO ₄	Cl	N-NO ₃	N-NH ₄	Na	K	Mg	Ca
2006	Salvamont Bran	3.7	3.6	1.2	3.1	0.4	5.0	0.6	6.2
	Poiana Stanii	2.4	1.9	1.2	4.3	0.3	4.9	0.5	4.3
	Podul Flori	3.6	2.1	0.8	1.3	0.6	3.1	0.6	7.7
2007	Salvamont Bran	6.8	2.2	0.9	8.0	0.5	9.5	0.8	5.2
	Poiana Stanii	3.7	3.1	1.2	5.7	0.4	15.9	1.1	5.0
	Podul Flori	4.2	13.9	0.4	15.9	8.1	7.6	0.6	5.7
2008	Salvamont Bran	4.7	2.5	2.5	4.0	0.6	4.8	0.7	5.6
	Poiana Stanii	3.5	2.1	0.8	4.3	0.4	10.2	0.5	2.6
	Podul Flori	3.1	1.0	0.3	1.4	0.6	2.1	0.5	6.7
2009	Salvamont Bran	2.9	2.9	1	0.9	1.2	8.8	0.8	6.9
	Poiana Stanii	3	1.4	1.2	2.2	0.6	15.4	1	6.7
	Podul Flori	5	1.4	0.6	0.8	0.9	3	0.8	11.4
2010	Salvamont Bran	2.5	2.3	1.4	1.4	1.4	8.5	0.6	6.4
	Poiana Stanii	2.3	1.4	1.3	3.1	0.8	9.4	0.8	5.7
	Podul Flori	3.1	1.3	0.5	1.2	0.9	3.7	0.8	8.4

S-SO₄, Cl – rol acidifiant

N-NO₃, N-NH₄ – rol acidifiant și de fertilizant

Na, K, Mg, Ca – ioni cu rol de neutralizare a reacției acide a apelor din precipitații în coroanele arborilor și în sol

Se observă că fluxurile de ioni sulfat (S-SO₄) sunt aproape duble sub coronamentul pădurii comparativ cu cele înregistrate în teren liber. Această tendință se observă în fiecare an, nu este întâmplătoare. Aceeași tendință se observă și pentru ionii de azot, ceea ce pune în evidență că pădurea are o mare capacitate de a reține și metaboliza azotul de origine antropică din atmosferă, contribuind astfel la reducerea poluării. Se observă că, valorile decelate sub coronamentul pădurii, diferă foarte mult de cele din teren liber.

Principalele procese care au loc în coronamentul pădurii pot fi interpretate și prezentate sintetic după cum urmează:

- speciile de arbori care constituie pădurea au o suprafață de „recepție” a poluanților foarte diferită, în funcție de vârstă, structură, densitate, distribuția aparatului foliar, ceea ce conduce la o capacitate diferită de filtrare și reținere a poluanților din depuneri oculte;

- în zona montană înaltă, frecvența ceții sau a depunerilor de chiciură, rouă este foarte ridicată, determinând adesea un flux de precipitații suplimentar la sol, fără ca să fi înregistrat și în teren liber același flux;

- efectul depunerilor din activitatea antropică (pulberi, arderi, procese indus-

triale, circulație etc.) este mai puțin evident în precipitațiile din teren liber și mult mai evident în precipitațiile de sub coronamentul pădurii;

- depunerile „oculte” dintre două reprize (episoade de precipitații) sunt antrenate la sol de apa din precipitații;

- ajunse în sol, substanțele poluante sunt „stocate” în matricea substanțelor organice din sol sau în componentele minerale ale solului, de unde sunt consumate (azot, potasiu) sau transformate, reducându-li-se efectul negativ în mare măsură;

- datorită excreției de ioni bazici (K, Mg) frunzele arborilor au capacitatea de a neutraliza ploile acide, mai ales în timpul sezonului de vegetație.

Analiza comparativă a trendurilor, observate în cei 5 ani de măsurători în teren liber (Fig. 3.7.16) și sub coronament (Fig. 3.7.17) evidențiază câteva aspecte cu caracter general:

- de la un an la altul, fluxul ionilor minerali variază mult, în special în teren liber, ceea ce pune în evidență că originea maselor de aer care produc precipitații este mai importantă decât poluarea locală (Fig. 3.7.16);

- sub coronamentul pădurii, fluxurile de ioni minerali au o variabilitate mai redusă de la an la an, ceea ce evidențiază rolul important al depunerilor oculte în fluxul general al poluanților sub masivul forestier (Fig. 3.7.17);

- dacă în teren liber trendurile fluxurilor sunt mai puțin evidente, sub coronamentul pădurii, se poate afirma că în toate cele 3 suprafețe experimentale, fluxul ionilor poluanți cu efect negativ asupra pădurii are tendință de scădere, în special pentru sulf și azot nitric;

- depunerile de potasiu și magneziu au tendință de creștere, atât în teren liber cât și sub coronament;

- ionii de azot (N-NO₃, N-NH₄), pe lângă efectul negativ (acidifiant), au și un efect fertilizant, aportul anual de azot nefiind neglijabil.

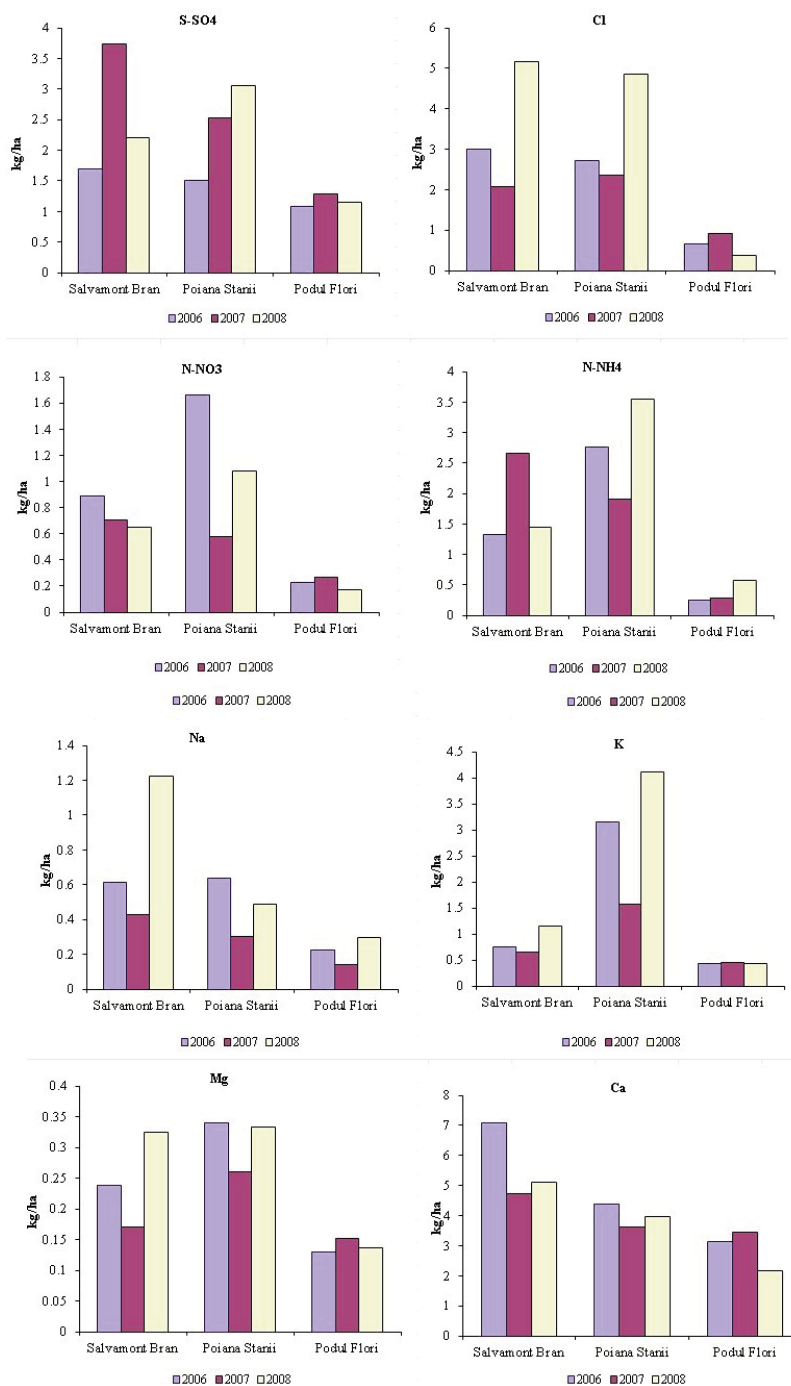


Fig. 3.7.16 Comparație între dinamica fluxului de ioni minerali, în sezonul de vegetație (teren liber) din anii 2006-2010 pe versanții vestici (Salvamont Bran), estici (Poiana Stării) și sudici (Podul Florii) din Parcul Natural Bucegi

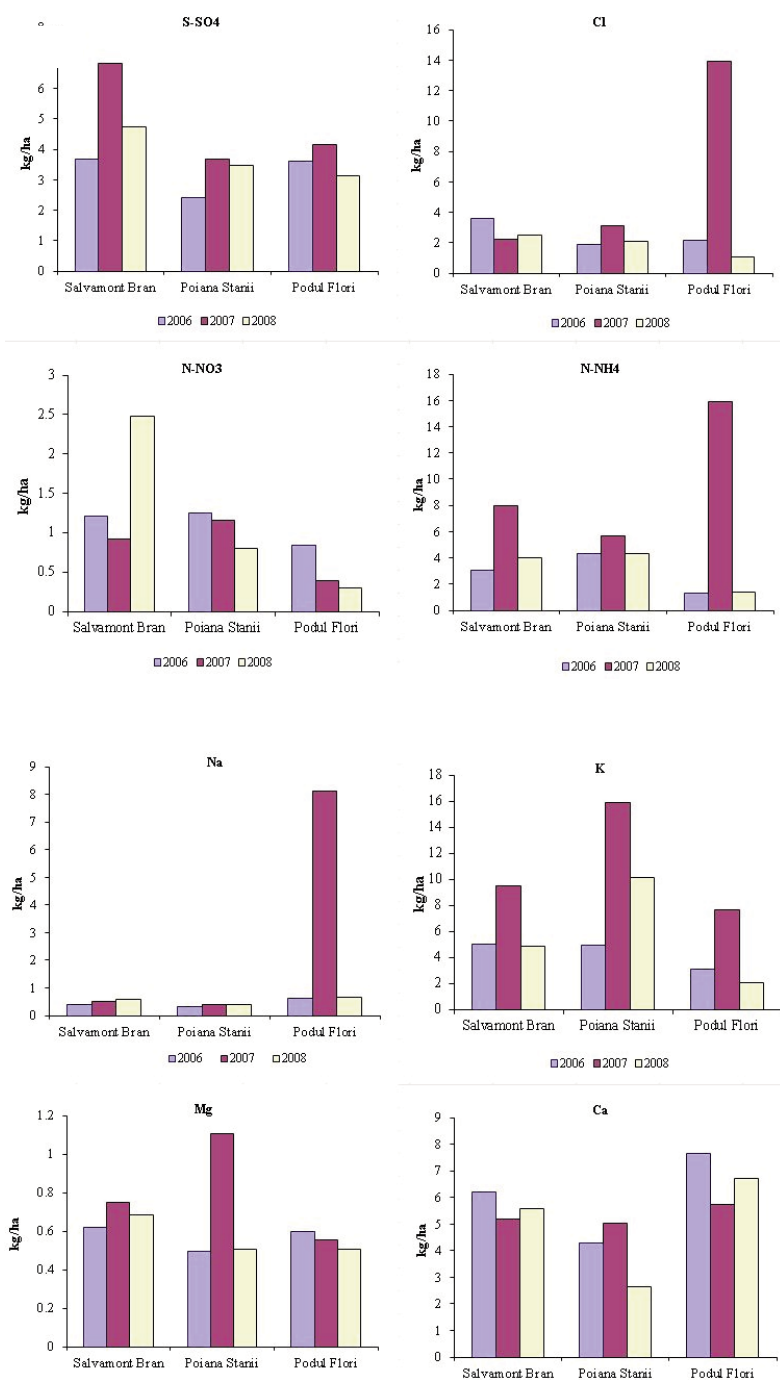


Fig. 3.7.17 Comparație între dinamica fluxului de ioni minerali în sezonul de vegetație (sub coronament) din anii 2006-2010 pe versanții vestic (Salvamont Bran), estici (Poiana Stării) și sudici (Podul Florii) din Parcul Natural Bucegi

3.7.6 Analiza comparativă a fluxurilor de apă și de ioni minerali înregistrate în PN Bucegi comparativ cu fluxurile înregistrate anterior în România și în diferite regiuni la nivel european

Data fiind marea variabilitate a cantităților de precipitații înregistrate periodic la captatorii instalați în fiecare suprafață experimentală și influențele coronamentului pădurii și a fazelor fenologice în care se află arborii, rezultatele obținute de la o perioadă la alta diferă foarte mult și nu permit generalizarea decât după un număr suficient de mare de măsurători. În tabelul 3.7.12 au fost sintetizate valorile medii ale fluxurilor de precipitații calculate pe baza măsurătorilor periodice (bisăptămânale în sezonul de vegetație și lunare în sezonul rece) din intervalul 2006-2010. Acestea au permis calculul valorilor relative ale fluxului de apă înregistrat sub coronamentul pădurii și în sol la diferite nivele.

Tabelul 3.7.12 Principalele caracteristici ale fluxului de precipitații în suprafețe de cercetare de lungă durată din PN Bucegi, calculate pe baza datelor măsurate în perioada 2006-2010

Nivel in ecosistem	Precipitatii (% din TL)								
	Poiana Stanii			Podu cu Flori			Salvamont Bran		
	Anual	SV	SR	Anual	SV	SR	Anual	SV	SR
TL	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SC	88	101	67	87	91	57	82	94	67
10cm	18	30		33	38				
20cm	8	12		37	43				
40cm	13	21		46	53				
60cm	16	26		27	31				

Rezultatele prezentate au fost stratificate statistic și au permis calculul fluxurilor relative de apă la nivelul întregului an calendaristic, pentru sezonul de vegetație (16 mai-15 octombrie) și sezonul rece (16 octombrie-15 mai).

Din analiza datelor tabelare se constată că fluxul mediu anual de apă înregistrat sub coronament în SCLD Poiana Stâniei reprezintă 88 % din precipitațiile medii anuale înregistrate în teren liber. Analiza comparativă evidențiază, însă diferențe foarte mari între sezonul de vegetație și sezonul rece. Astfel precipitațiile înregistrate sub coronament în sezonul de vegetație reprezintă 101 % din precipitațiile în teren liber, datorită plusului de apă înregistrat sub coronament din ceață și rouă. În timpul sezonului rece, fluxul de apă din precipitații sub coronament reprezintă doar 67 % din căderile de zăpadă în teren liber. La nivel anual, fluxul de apă gravitațională pe profilul solului reprezintă 18 % la 10cm adâncime, 8 % la 20 cm, 13 % la 40 cm și 16 % la 60 cm adâncime din precipitațiile medii anuale în teren liber. Variațiile de la un nivel la altul sunt determinate de scurgerile laterale care au loc în sol (din amonte spre aval) datorită

înclinării versanților și texturii diferite a orizonturilor de sol. Dacă ne raportăm doar la fluxul de apă înregistrat la diferite nivele în sol, ca procent din cantitatea de apă din teren liber în sezonul de vegetație, constatăm că fluxul de apă gravitațional la 10 cm în sol reprezintă 30 % din precipitațiile din teren liber, la 20 cm – 12 %, la 40 cm – 21 % și la 60 cm – 26 % din cantitatea de precipitații înregistrată în sezonul de vegetație din teren liber.

În cadrul SCLD Podu cu Flori cantitatea medie anuală de apă ajunsă la sol, sub coronamentul pădurii de molid, reprezintă 87 % din precipitațiile medii anuale din teren liber. În sezonul de vegetație, cantitatea medie ajunsă la sol sub coronament reprezintă 91% din cantitatea de precipitații în teren liber iar în sezonul rece doar 57 % din cantitatea de zăpadă înregistrată în teren liber. Pe profilul solului, cantitatea de apă gravitațională măsurată la adâncimea de 10 cm reprezintă 33 % din cantitatea anuală în teren liber și 38 % din precipitațiile măsurate în sezonul de vegetație în teren liber. La 20 cm în sol fluxul de apă reprezintă 37 % din precipitațiile medii anuale din teren liber și 43 % din precipitațiile medii înregistrate în teren liber în sezonul de vegetație. La 40 cm în sol, cantitatea de apă măsurată reprezintă 46 % din cantitatea medie anuală în teren liber și 53 % din cantitatea de precipitații în sezonul de vegetație în teren liber. La 60 cm în sol fluxul de apă gravitațională reprezintă în medie 27 % din cantitatea anuală în teren liber și 31 % din cantitatea de precipitații înregistrată în sezonul de vegetație în teren liber.

Dacă se compară fluxurile de apă din sol între cele două suprafețe de cercetare, Poiana Stâinii (1300 m altitudine, pădure de fag) și Podu cu Flori (1600 m altitudine, pădure de molid), constatăm că fluxul de apă ajunsă în sol la adâncimea de 60 cm (care presupunem că alimentează pânza freatică) reprezintă 26 % la Poiana Stâinii și 31 % la Podu cu Flori. Valorile prezentate evidențiază, foarte clar, rolul pădurii în modelarea scurgerii și alimentarea cu apă a izvoarelor din zona montană.

Măsurătorile efectuate în cadrul SCLD Salvamont Bran au vizat doar fluxul de apă sub coronamentul pădurii artificiale de molid și au evidențiat că, la nivel anual, cantitatea de apă ajunsă sub coronament reprezintă 82 % din cantitatea medie anuală de precipitații din teren liber. Rezultă o retenție medie în coronament de 18 % din cantitatea de precipitații căzută în teren liber. În sezonul de vegetație, ca și în cazul celorlalte suprafețe experimentale, fluxul de apă sub coronament reprezintă 94 % din cantitatea măsurată în teren liber, explicația fiind dată de fluxul important de apă din depunerile de ceață în coroanele arborilor de molid, frecvente în sezonul de vegetație. Fluxul mediu de zăpadă înregistrat sub coronamentul pădurii în sezonul rece, reprezintă doar 67 % din cantitatea de zăpadă înregistrată în teren liber. Și în acest caz explicația rezidă în

sublimarea și evaporarea unei bune părți din cantitatea de zăpadă acumulată în coronament în timpul iernii.

Pentru o imagine clară a nivelului de poluare înregistrat în PN Bucegi în perioada 2006-2010, vom analiza comparativ valorile medii anuale ale fluxurilor de ioni minerali din siturile experimentale cercetate cu valorile medii anuale estimate în cadrul programului ICP Forest, pentru diferite regiuni din Europa (Matyssek, Innes 1999) și din România (Finlayson-Pitts, Pitts Jr. 2000).

În tabelul 3.7.13 s-au sintetizat, pentru comparație, valorile medii anuale (1997) ale depunerilor înregistrate în teren liber pentru diferite regiuni ale Europei și în cele șapte ecosisteme studiate în România, grupate astfel: România Nord (Solca, Rarău și Deia), România Sud (Fundata, Mihăiești și Ștefănești).

În continuare se va analiza, pe rând, fiecare ion poluant considerat responsabil de starea ecosistemelor forestiere.

Tabelul 3.7.13 Comparație între valorile medii anuale ale depunerilor înregistrate în teren liber în PN Bucegi, în perioada 2006-2010 cu valorile medii la nivel european (după De Vries 2000) și în România (date originale) în perioada 1997-2000

Regiunea (supr.exp.)	Nr.supr. exp.	Anul	Fluxul depunerilor în teren liber (kg/ha/an)							
			S-SO ₄	N-NO ₃	N-NH ₄	N total	Ca	Mg	K	Na
Nord/Boreal	44	1997	2.77	1.51	1.27	2.78	2.5	1.94	1.29	7.75
Nord/Boreal temperat	25	1997	4.72	3.51	3.08	6.59	8.6	5.16	1.6	6.6
Vest/Atlantic	53	1997	7.33	3.99	6.03	10.02	8	4.51	2.07	16.44
Central/est	240	1997	10.18	5.52	8.25	13.77	7.4	3.65	3.86	4.58
Sud/Mediteranean	39	1997	7.36	4.17	5.78	9.95	9.5	4.66	4.29	9.2
România Nord	4	1997	6.6	2.2	6.4	8.6	9.9	0.76	4.9	2.3
		1998	7.9	3.2	9.8	13	9.7	1.3	9.2	3.6
		1999	6.5	2	8	10	9.2	0.58	5.2	3.4
		2000	7.3	1.5	6.8	8.3	11.5	0.63	4	3
România Sud	3	1997	14.2	3.8	10	13.8	26.1	1.2	4.7	3
		1998	12.6	6.2	11.6	17.8	17.4	5.6	5.6	6.8
		1999	10.5	5.9	9.3	15.2	18.9	2.4	10.5	4.8
		2000	12.8	2.4	13.9	16.3	25.1	11.8	9.5	12.3
PN Bucegi (versant E)	Poana Stâni	2006-2010	7.9	3.1	3.5	6.6	19.6	1	3.9	2.8
PN Bucegi (versant V)	Salvamont Bran	2006-2010	6.5	1.9	3.5	5.4	19.9	0.7	2.9	2.9
PN Bucegi (versant S)	Podu cu Flori	2006-2010	2.4	0.3	0.8	1.1	16.6	0.8	2.9	1.7

În ceea ce privește depunerile de sulf (S-SO₄), pentru aprecierea intensității depunerilor de S-SO₄ se utilizează următoarea scală (tabelul 3.7.14) acceptată la nivel european (De Vries *et al.* 1998; UN/ECE-CEC 1992-2010).

Tabelul 3.7.14 Scală europeană pentru aprecierea intensității depunerilor de S-SO₄ în teren liber (TL)

Intensitatea depunerii	kg ha ⁻¹ an ⁻¹	mol/ha/an
Depuneri foarte reduse	<4	<250
Depuneri reduse	4-8	250-500
Depuneri mijlocii	8-12	500-750
Depuneri mari	12-16	750-1000
Depuneri foarte mari	>16	>1000

Analizând în raport cu această scală, depunerile în teren liber din țara noastră se poate aprecia că zona nordică a României se încadrează (în perioada 1997-2000) în clasa de depuneri reduse de sulf iar sudul țării în clasa de depuneri mari. Tendința este neevidentă pentru nordul țării, dar pentru sud de înregistrează o scădere de la 14,2 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1997 la 10,5 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1999 pentru ca în anul 2000 valoarea fluxului mediu al sulfului să crească din nou la 12,8 kg.ha⁻¹an⁻¹, comparabilă cu cea din 1998. Valorile medii obținute pentru depunerile de sulf în țara noastră situează nordul țării în domeniul comparabil cu regiunea vest/Atlantică a Europei cu valori medii de circa 7,2 kgS/ha/an iar sudul țării este comparabil cu regiunea Central-Est europeană (10,8 kgS/ha/an) depășind cu circa 20 % această valoare medie.

În PN Bucegi, fluxul de sulf are valori foarte reduse (2,4 ka/ha/an la Podu cu Flori) și reduse (6,5-7,9 kg.ha⁻¹an⁻¹ la Salvamont Bran și Poiana Stâniei). Se observă o diferențiere importantă a depunerilor de sulf, cu valori minime pe versantul sudic al Bucegilor (Podu cu Flori) și valori maxime pe versantul prahovean (Poiana Stâniei) și versantul vestic (Salvamont Bran).

Pentru aprecierea nivelului depunerilor de azot din ionul azotat (N-NO₃) și ionul amoniu N-NH₄ se folosește o scală similară sulfului, sub raportul cantității exprimate în kg.ha⁻¹an⁻¹ și moli/ha/an (tabelul 3.7.15).

Tabelul 3.7.15 Scala europeană pentru aprecierea intensității depunerilor de azot total (N-NO₃+N-NH₄) în teren liber (TL) (De Vries *et al.* 1998-2000; UN/ECE-CEC 1992-2010)

Intensitatea depunerii	kg ha ⁻¹ an ⁻¹	mol/ha/an
Depuneri foarte reduse	<3,5	<250
Depuneri reduse	3,5-7	250-500
Depuneri mijlocii	7-10,5	500-750
Depuneri mari	10,5-14	750-1000
Depuneri foarte mari	>14	>1000

În raport cu această scală, depunerile de azot total în țara noastră se situează în domeniul depunerilor mijlocii-mari în nordul țării, cu valori medii de 8,6 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1997, 13 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1998, 10 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1999 și 8,3 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 2000. Sudul țării primește cantități mult mai mari de azot (probabil din emisiile locale de la fabricile de produse chimice și din agricultură) încadrându-se în clasa de depuneri foarte mari cu valori medii de 13,8 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1997, 17,8 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1998, 15,2 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 1999 și 16,3 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 2000. În timp se constată o tendință de creștere în sudul țării și de stagnare cu oscilații ușoare în nordul României.

În PN Bucegi fluxul de azot total se încadrează în categoria depunerilor foarte reduse la Podu cu Flori (1,1 kg.ha⁻¹an⁻¹) și reduse (5,4-6,6 kg.ha⁻¹an⁻¹) la Poiana Stâniei și Salvamont Bran.

Putem aprecia deci că pădurile din Masivul Bucegi sunt expuse unei poluări foarte slabe și slabe, comparativ cu alte regiuni din țară și din Europa. Măsurătorile anterioare (Barbu, Iacoban 2008) au evidențiat și pentru Masivul Retezat un nivel de poluare redusă, ceea ce confirmă că zonele înalte din Carpați sunt mai puțin expuse poluării decât zonele piemontane și de câmpie, în care se produce descărcarea maselor de aer încărcate cu poluanți.

Sub raportul depunerilor de cationi bazici (Ca, Mg, K) pe baza datelor din tabelul 3.7.13 se poate aprecia că în PN Bucegi, aportul de ioni de calciu este foarte important, cu valori medii anuale de 16,6-19,9 kg.ha⁻¹an⁻¹, aportul de magneziu este redus (0,7-1,0 kg.ha⁻¹an⁻¹) iar aportul de potasiu are valori mijlocii de 2,9-3,9 kg.ha⁻¹an⁻¹. Acești ioni joacă un rol important în neutralizarea ploilor acide. Coroborând aceste date cu nivelul redus de poluare cu sulf și azot, evaluat prin măsurătorile din perioada 2006-2010, se poate aprecia că pădurile din PN Bucegi sunt foarte puțin expuse poluării atmosferice și au o capacitate ridicată de tamponare a ploilor acide.

Datele prezentate arată că fluxul de ioni bazici în nordul țării este comparabil cu cel din Europa vestică, fluxul mediu anual fiind de 9,2-11,5 kgCa.ha⁻¹an⁻¹; sudul țării în care se înregistrează valori medii anuale ale fluxului de 17,4-26,1 kgCa.ha⁻¹an⁻¹, are valori comparabile cu regiunea Central-est europeană, în care valorile medii stabilite la 240 stații de măsurare a fost de 27,4 kgCa.ha⁻¹an⁻¹.

Magneziul înregistrează valori comparabile cu regiunea central-europeană în sudul țării cu un flux anual de 2,4-5,6 kg.ha⁻¹an⁻¹ și valori mult mai reduse 0,6-1,3 kg.ha⁻¹an⁻¹ în nordul țării.

Potasiul, în teren liber, măsurat în suprafețele experimentale din țara noastră, prezintă valori foarte ridicate comparabile cu regiunea sud/mediteraneană a Europei. Astfel în nordul țării fluxul anual de potasiu a fost de 4,9-9,2 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar în sudul țării de 4,4-10,5 kg.ha⁻¹an⁻¹ cu tendință evidentă de creștere.

Tabelul 3.7.17 Scala europeană pentru aprecierea intensității depunerilor de S-SO₄ sub coronamentul pădurii (De Vries *et al.* 1998-2000; UN/ECE-CEC 1992-2010)

Intensitatea depunerii	kg ha ⁻¹ an ⁻¹	mol/ha/an
Depuneri foarte reduse	<4	<250
Depuneri reduse	4-8	250-500
Depuneri mijlocii	8-16	500-750
Depuneri mari	16-24	750-1500
Depuneri foarte mari	>24	>1500

Depunerile de sulf (S-SO₄) sub coronamentul pădurii în PN Bucegi se încadrează în categoria depunerilor reduse la Podul cu Flori (4,7 kg.ha⁻¹an⁻¹) și mijlocii la Poiana Stâniei și Salvamont Bran (10,1-11,2 kg.ha⁻¹an⁻¹). Comparativ, sub raportul depunerilor de sulf, valorile obținute din măsurători sub coronamentul, în patru ecosisteme din nordul țării și trei din sudul țării în perioada 1997-2000 se încadrează în categoria depunerilor mijlocii (8-13,5 kg.ha⁻¹an⁻¹). În nordul țării se constată, pentru perioada analizată, o tendință de reducere a fluxului de sulf de la 13,3 kg/ha/an în anul 1998 la 7,7 kg.ha⁻¹an⁻¹ în anul 2000. În sudul țării fluxul estimat al sulfului sub coronamentul pădurii este mai mare decât în nordul țării fără un trend evident. Valorile medii obținute se încadrează în categoria depunerilor mijlocii și sunt comparabile cu valorile medii înregistrate în zona vest Atlantică și central est-europeană.

Depunerile de azot total (N-NO₃ și N-NH₄) estimate pentru PN Bucegi arată valori medii anuale care se încadrează în categoria depunerilor reduse la Podul cu Flori (3,8 kg.ha⁻¹an⁻¹) și mijlocii la Poiana Stâniei și Salvamont Bran (8,3-9,5 kg.ha⁻¹an⁻¹).

Pentru comparație, fluxul de azot (N-NO₃) măsurat sub coronamentul arboretelor (tabelul 3.7.18) pune în evidență medii anuale în nordul României (1,8-4,7 kg.ha⁻¹an⁻¹) comparabile cu regiunile vestice și centrale ale Europei. Pentru nordul țării se constată o tendință evidentă de scădere a fluxului de azot nitric în perioada 1997-2000 de la 4,7 kg.ha⁻¹an⁻¹ la 1,8 kg.ha⁻¹an⁻¹. În sudul țării valorile medii anuale (2,23-6,13 kg.ha⁻¹an⁻¹) sunt mai fluctuante de la un an la altul și se apropie de valorile medii din regiunea sud-europeană.

Azotul amoniacal din ionul N-NH₄ înregistrează în România valori mai mari decât în toate regiunile Europei, mediile depășind ușor valorile din Europa Centrală și de Vest. Nu se semnalează diferențe sensibile între nordul și sudul țării.

Analizând comparativ fluxul total al azotului (din ioni azotați și amoniu) și utilizând scala europeană pentru evaluarea fluxului de azot (tabelul 3.7.18), putem aprecia că în nordul țării avem depuneri medii anuale de 8,1-16,2 kg.ha⁻¹

an^{-1} comparabil cu valorile medii din centrul și vestul Europei, iar în sud 9,5-17,2 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ valori comparabile cu regiunea central europeană. Nivelul depunerilor se încadrează în categoria depunerilor mari (14-21 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$). Dinamica valorilor medii estimate în România pune în evidență o ușoară tendință de reducere a fluxului de azot total în perioada 1997-2000 de la 16,3 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în 1997 la 9,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în 2000 în nordul țării și de la 13,47 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în 1997 la 11,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ în anul 2000 în sudul țării.

Tabelul 3.7.18 Scala europeană pentru aprecierea nivelului depunerilor medii anuale de azot sub coronamentul pădurii (De Vries *et al.* 1998-2000; UN/ECE-CEC 1992-2010)

Intensitatea depunerii	$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$	$\text{mol}/\text{ha}/\text{an}$
Depuneri foarte reduse	<3,5	<250
Depuneri reduse	3,5-7	250-500
Depuneri mijlocii	7-14	500-1000
Depuneri mari	14-21	1000-1500
Depuneri foarte mari	>21	>1500

Studiul comparativ al fluxului de ioni bazici înregistrat în diferite regiuni europene în anul 1997, în suprafețele experimentale din România în perioada 1997-2000 și în PN Bucegi în perioada 2006-2010, permite o apreciere a capacității de tamponare a ionilor acizi de către ionii bazici sub coronamentul pădurii.

Sub raportul fluxului ionilor de calciu (Ca) sub coronamentul pădurii, datele medii anuale din nordul țării indică un flux anual de 5,8-8,8 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$, ceva mai redus decât în regiunile nord/boreal temperată și de 2-3 ori mai mici decât în vestul Europei. În sudul României valorile fluxului mediu anual al Ca au oscilații între 13,1 și 24,9 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ și sunt comparabile cu valorile medii stabilite pentru anul 1997 în regiunea central-est europeană (22 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$).

Fluxul anual mediu de ioni de Ca înregistrat în PN Bucegi are valori maxime pe versantul estic (Poiana Stânii-18,4 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$) și vestic (Salvamont Brad – 18,8 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$) și minime pe versantul sudic al Bucegilor (Podu cu Flori-9,2 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$).

Fluxul magneziului (Mg) măsurat sub coronamentul arboretelor din România înregistrează valori mult mai mici în nordul țării decât în sud. Astfel, în nord înregistrăm 1,0-1,85 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ iar în sud 3,0-4,3 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ comparabil cu valorile medii pentru regiunile central și est europene.

În PN Bucegi, valorile medii ale fluxului de Mg sub coronamentul pădurii, sunt reduse (0,8 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ la Podu cu Flori și 2,1-1,8 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{an}^{-1}$ la Poiana Stânii și Salvamont Bran). Putem aprecia că fluxul de Mg în masivul Bucegi este comparabil cu valorile medii înregistrate în perioada 1997-2000 în nordul țării.

Fluxul potasiului (K) înregistrează la nivel european o variație clinală de la nord la sud având valori medii anuale de 7,5 kg.ha⁻¹an⁻¹ în regiunea nord/boreală și 18,3 kg.ha⁻¹an⁻¹ în regiunea central și sud europeană. Și în țara noastră se constată valori medii ale fluxului mediu anual de Mg mai scăzute în nord și mai ridicate în sud dare este greu să spunem dacă latitudinea sau tipul de vegetație influențează acest flux. În nordul țării, valorile oscilează între 16,3 și 27 kg.ha⁻¹an⁻¹ iar în sud între 28,6 și 38,1 kg.ha⁻¹an⁻¹. Valorile obținute în nordul României sunt cu 20-25 % mai mari decât în regiunea central europeană iar în sud cu 80-100 % mai mari decât în regiunea sud europeană.

În PN Bucegi, fluxul potasiului are valori de 18,1 kg.ha⁻¹an⁻¹ la Poiana Stâniei, 14,4 kg.ha⁻¹an⁻¹ la Salvamont Bran și doar 4,1 kg.ha⁻¹an⁻¹ la Podu cu Flori. Valorile de la Podu cu Flori (molidiș de limită) sunt comparabile cu cele înregistrate în regiunea nord/boreală a Europei, dominată de păduri de conifere.

Pe parcursul celor 5 ani de măsurători au fost analizate un număr de circa 150 de eşantioane de precipitații căzute în toate lunile anului din mase de aer cu origini diferite. Analiza distribuției eşantioanelor de precipitații în raport cu pH-ul măsurat în laborator, pentru cele trei suprafețe experimentale, a fost sintetizată în tabelul 3.7.19 și figurile 3.7.18 și 3.7.19. Se consideră că pH-ul apelor din precipitații este pH = 5,6 datorită echilibrului dintre pH-ul apei pure (7,0) și CO₂ din atmosferă.

Tabelul 3.7.19 Frecvența (%) în raport cu pH-ul a eşantioanelor de precipitații recoltate din cele trei suprafețe experimentale, în teren liber (TL) și sub coronamentul pădurii (SC), în perioada 2006-2010 (PN Bucegi)

pH	TL			SC		
	Poiana Stâniei	Podu cu Flori	Salvamont Bran	Poiana Stâniei	Podu cu Flori	Salvamont Bran
3.5-4			0			3
4-4.5	6	5	0	0	0	6
4.5-5	13	36	29	13	32	28
5-5.5	29	36	19	25	45	25
5.5-6	32	18	39	41	18	31
6-6.5	16	5	13	22	5	3
6.5-7	3		0	0		3

În teren liber frecvența precipitațiilor acide (pH<5,5) a reprezentat 48-49 % la Poiana Stâniei și Salvamont Bran și 77 % la Podu cu Flori.

Sub coronamentul pădurii de fag (Poiana Stâniei) frecvența precipitațiilor acide scade la 37 % (de la 49 % TL) iar la Salvamont Bran, sub arboretul artificial de molid, crește de la 49 % în TL la 63 % sub coronament. Sub arboretul de fag de la Podu cu Flori s-a înregistrat aceeași frecvență a precipitațiilor acide (77 %).

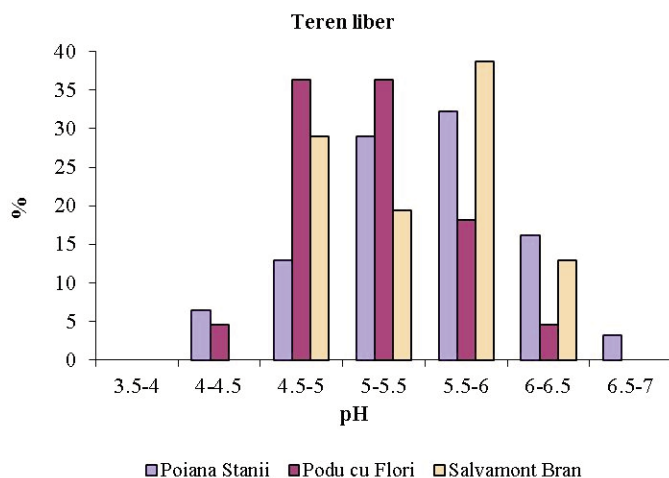


Fig. 3.7.18 Comparație între frecvențele, pe clase de pH, ale precipitațiilor căzute în teren liber în cele trei suprafețe de cercetare din PN Bucegi

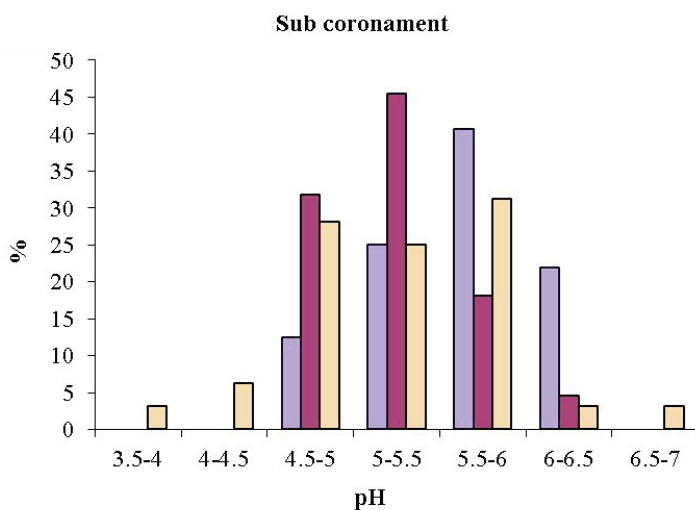


Fig. 3.7.19 Comparație între frecvențele, pe clase de pH, ale precipitațiilor căzute sub coronament în cele trei suprafețe de cercetare din PN Bucegi

Rezultă că, în pădurea de fag, ionii din depuneri oculte și cei excretați de frunzele arborilor au o capacitate mai ridicată de tamponare a acidității decât în pădurea de molid. Rezultatele obținute se încadrează în cele publicate anterior pentru România (Barbu, I. et al., 1997-2010) sau în diferite țări europene (Paoletti et al., 2010).

În figura 3.7.20 au fost reprezentate, pentru fiecare suprafață experimentală în parte, distribuția frecvențelor eșantioanelor de precipitații în raport cu clase de pH, comparativ în teren liber și sub coronament.

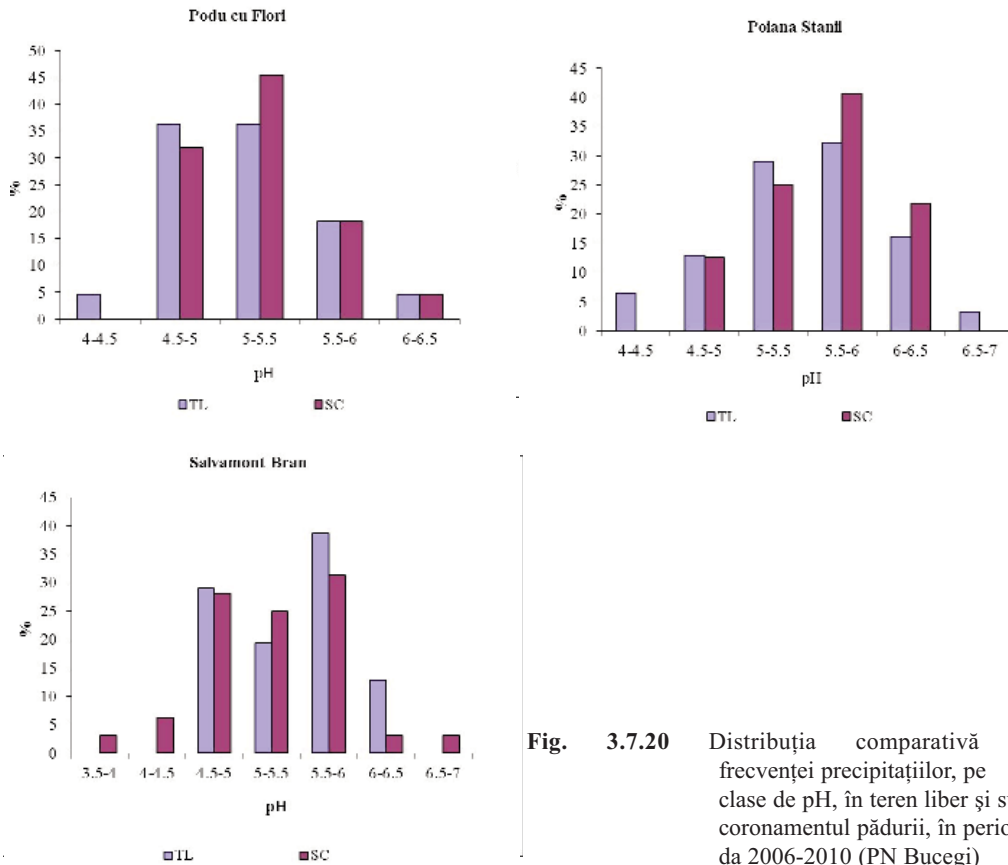


Fig. 3.7.20 Distribuția comparativă a frecvenței precipitațiilor, pe clase de pH, în teren liber și sub coronamentul pădurii, în perioada 2006-2010 (PN Bucegi)

În SCLD Podu cu Flori și Poiana Stâniei se constată că frecvența precipitațiilor foarte acide ($\text{pH} < 4,5$) este de 5-6 % în teren liber și sub coronamentul pădurii. Precipitațiile acide ($\text{pH} 4,5-5$) au o frecvență de 13-36 % în teren liber și 13-32 % sub coronament, iar precipitațiile slab acide ($\text{pH} 5-5,5$) au o frecvență de 29-36 % în teren liber și 25-45 % sub coronament. Diferența vine din frecvența precipitațiilor acide și foarte acide neutralizate de coronamentul pădurii.

Se poate afirma că pădurea determină, în general, o tamponare a precipitațiilor foarte acide și acide. Pe versantul vestic al Bucegilor, expus precipitațiilor din masele de aer vest-europene, capacitatea de tamponare a pădurii de molid este mai redusă, adesea depunerile oculte au aciditate mai mare, determinând ca

frecvența depunerilor foarte acide ($\text{pH} < 4,5$) sub coronament să fie de 9 %, comparativ cu valoarea 0 % stabilită pentru precipitațiile din teren liber. Cunoașterea diferențiată a modului în care pădurea modifică parametrii chimici ai precipitațiilor contribuie la o mai bună evaluare a rolului pădurii în ecosistem și în conservarea mediului.

3.8. Obținerea hărților tematiche în format GIS

În vederea integrării informațiilor, baza de date spațială s-a unit cu baza de date descriptivă rezultând astfel, o bază de date complexă, utilizată apoi la obținerea hărților tematiche. Pentru ca aceste baze de date să fie perfect compatibile, astfel încât realizarea legăturilor dintre ele să fie posibilă, au fost necesare câteva prelucrări prealabile. Baza de date descriptivă este structurată de regulă în format *.dbf*, iar formatele suportate de programul informatic Arc GIS 9.2 sunt: *.dbf*, *.xls*, *.txt*, *.csv* etc. Întrucât formatul *.dbf* este cel mai des utilizat de diferite programe, s-a folosit acest format pentru integrarea bazei de date descriptive (Fig. 3.8.1)

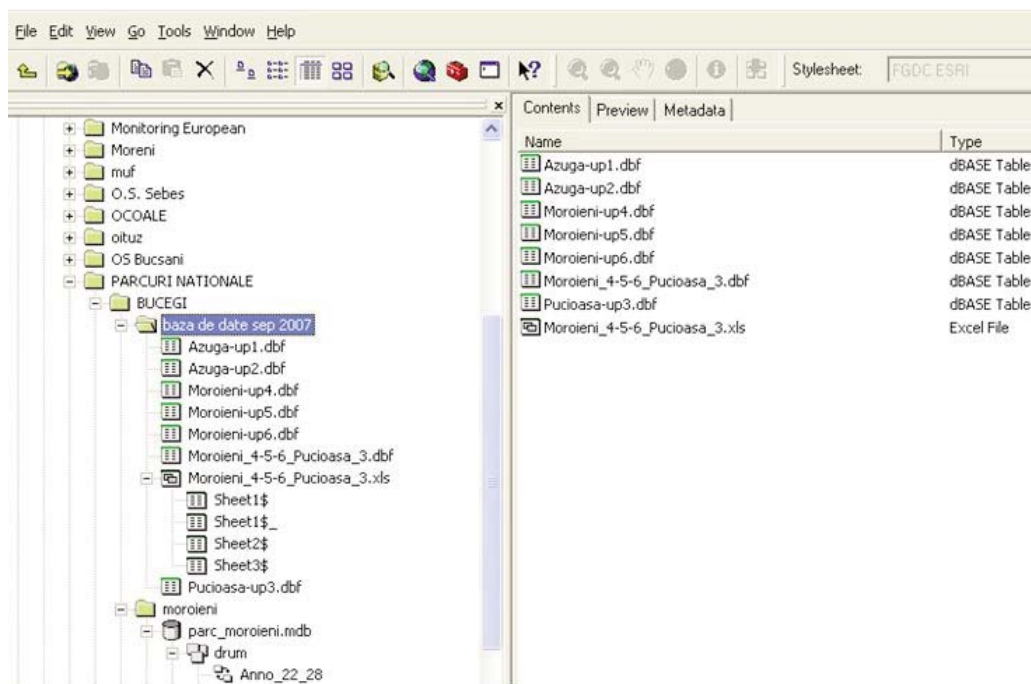


Fig. 3.8.1. Baza de date descriptivă preluată din aplicația informatică AS (Amenajament Silvic)

Deoarece Parcul Natural Bucegi include, din punct de vedere administrativ - teritorial, părți din mai multe Ocoale Silvice (OS Moroieni, OS Pucioasa, OS Sinaia, OS Azuga, OS Brașov, OS Zărnești), a fost necesară unirea mai multor baze de date aparținând acestora. Astfel, s-a folosit un câmp unic (cheie primară) pentru toate aceste tabele: Ocol Silvic (OS) + Unitate de Producție (UP) + Unitate Amenajistică (UA). În acest fel au fost eliminate suprapunerile ce se datorau repetării numerelor de UA sau de UP. Acest câmp unic se regăsește și în baza de date spațială, fiind astfel posibilă unirea celor două structuri de date (Fig. 3.8.2).

Baza de date descriptivă conține informațiile cele mai recente (de la ultima amenajare) despre tipul de arborete, categoria de folosință, lista lucrărilor de amenajare propuse, tipul de stațiune, tipul de sol etc.

Folosind programul Arc GIS 9.2 aceste informații au fost legate de cele spațiale pentru realizarea hărților digitale în format GIS. În acest scop, au fost încărcate straturile (temele) utilizate la realizarea acestor hărți, suprapunându-se în ordinea lor firească pe hartă, astfel încât stratul de limite să fie suprapus peste stratul de parcele, stratul de drumuri peste stratul de ape etc. În figura 3.8.3 este redată ordonarea câtorva straturi în vederea obținerii hărții solurilor. Se observă că stratul „Soluri” are conectată baza de date descriptivă, iar pe baza informațiilor regăsite în această tabelă rezultă în format digital harta solurilor.

Baza de date spațială sau geodatabase, fie că este structurată în format shape file, fie în format coverage, se unește cu baza de date descriptivă după câmpul **OS_UP_UA**. Comanda pentru integrarea datelor deschide în meniul aplicației fereastra de dialog „**Join Data**”. Acest dialog permite datelor dintr-un strat sau tabelă (join) să fie unite cu datele dintr-un alt strat sau tabelă (target) pe baza unui câmp. (Fig. 3.8.4).

Rezultatul obținut se prezintă în figura 3.8.5, după unirea celor 2 tabele, realizându-se astfel, o bază de date complexă.

După cum este cunoscut, în programul informatic Arc GIS se pot exploata atât tabele cât și elemente grafice. Acestea interacționează între ele după anumite reguli. Prin unirea a două elemente (tabela și elementul grafic) se produce de fapt o legătură dinamică între ele, în așa fel încât modificarea uneia are influență asupra celeilalte, permițând astfel, prin intermediul interogărilor vizuale sau după anumite criterii matematice, corectarea unor eventuale erori.

În formatul **geodatabase** există mai multe elemente și seturi de elemente, tabele sau imagini, toate fiind integrate într-o bază Access (*.mdb*), deci într-un singur fișier. Desigur, într-un proiect GIS se pot aduce informații din diverse surse (fișiere), dar creând un singur fișier cu toate datele necesare, este mult mai ușor de identificat și de organizat.

Attributes of Moroeni_4-5-6_Pucioasa_3

FIL	OS	UP	UA	Q\$1	ADM	DEC1	DEC2	DEC3	SUP	FF	SPR	FLS	GF	FCT1	FCT2	FCT3	RLF	CHF	EXP	INC	ALT1	ALT2	SOL
15	8	4	1A	MOROENI	1	0	0	0	M	102	4.3	21	1	2A	5B		31	F	E	38	800	860	1703
15	8	4	1B	MOROENI	1	0	0	0	M	102	1	21	1	2A	5B		32	F	E	38	840	890	1703
15	8	4	1C	MOROENI	1	0	0	0	A	102	0.9	11	1	5B	1C		32	O	E	28	880	940	1703
15	8	4	1D	MOROENI	1	0	0	0	A	102	1.7	11	1	5B	1C		33	O	E	30	920	1050	3104
15	8	4	1E	MOROENI	1	0	0	0	M	101	0.2	21	1	2A	5B		32	O	E	36	900	0	1703
15	8	4	1RH	MOROENI	1	0	0	0		408	0.7	40	0				0			0	850	0	0
15	8	4	1RR	MOROENI	1	0	0	0		408	0.4	40	0				0			0	850	0	0
15	8	4	2A	MOROENI	1	0	0	0	M	102	1.5	21	1	2A	5B		31	F	E	40	800	880	1703
15	8	4	2B	MOROENI	1	0	0	0	A	101	2.6	11	1	5B	1C		32	O	E	30	900	960	3104
15	8	4	2C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	8.4	11	1	5B	1C		33	O	E	32	940	1200	3104
15	8	4	2D	MOROENI	1	0	0	0	M	102	0.7	21	1	2A	5B		32	O	E	36	900	0	1703
15	8	4	2RR	MOROENI	1	0	0	0		408	0.5	40	0				0			0	900	0	0
15	8	4	3A	MOROENI	1	0	0	0	M	102	0.4	21	1	2A	5B		31	F	E	40	820	860	1703
15	8	4	3B	MOROENI	1	0	0	0	M	102	5.1	21	1	4F	5B		30	O	E	36	820	910	1703
15	8	4	3C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	16.3	11	1	5B	1C		30	O	NE	32	1000	1250	3104
15	8	4	3D	MOROENI	1	0	0	0	M	101	12.3	21	1	4F	5B		32	O	E	36	870	1000	1703
15	8	4	3E	MOROENI	1	0	0	0	A	101	3.7	11	1	5B	1C		32	O	E	25	980	1020	3104
15	8	4	3FF	MOROENI	1	0	0	0		801	0.1	51	0				0			0	870	0	0
15	8	4	3RR	MOROENI	1	0	0	0		408	0.2	40	0				0			0	900	0	0
15	8	4	4A	MOROENI	1	0	0	0	E	102	6.8	21	1	5C			31	F	NE	40	830	1000	1703
15	8	4	4B	MOROENI	1	0	0	0	E	101	2	21	1	5C			32	O	NE	25	1000	1000	3104
15	8	4	5A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	10.5	11	1	5B	1C		32	O	NE	32	1050	1350	3104
15	8	4	5B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	8.1	21	1	2C	5B		33	O	N	28	1350	1450	1703
15	8	4	5C	MOROENI	1	0	0	0	E	102	0.5	21	1	5C			31	F	N	40	1000	0	1703
15	8	4	5D	MOROENI	1	0	0	0	M	102	10.5	21	1	2A	5B		32	F	N	42	1250	1400	1703
15	8	4	5E	MOROENI	1	0	0	0	A	101	1.7	11	1	5B	1C		32	O	NE	28	1000	1100	3104
15	8	4	6A	MOROENI	1	0	0	0	E	102	2.2	21	1	5C			31	O	NE	38	910	1050	1703
15	8	4	6B	MOROENI	1	0	0	0	A	102	29.2	11	1	5B	1C		30	O	NE	30	1000	1450	3104
15	8	4	6C	MOROENI	1	0	0	0	M	102	0.4	21	1	2C	5B		33	O	N	28	1450	0	1703
15	8	4	7A	MOROENI	1	0	0	0	F	102	14.9	21	1	5C			31	O	N	38	880	1100	1703
15	8	4	7B	MOROENI	1	0	0	0	A	102	14.9	11	1	5B	1C		32	O	NE	25	1100	1250	3104
15	8	4	7C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	5.8	11	1	5B	1C		32	O	NE	25	1000	1150	3104
15	8	4	8A	MOROENI	1	0	0	0	E	102	1.2	21	1	5C			31	O	N	38	1050	1100	1703
15	8	4	8B	MOROENI	1	0	0	0	A	102	8.6	11	1	5B	1C		32	O	N	32	1100	1300	3104
15	8	4	8C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	0.9	11	1	5B	1C		32	O	N	30	1000	1050	3104
15	8	4	9A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	27.9	11	1	5B	1C		30	O	N	30	1150	1400	3104
15	8	4	9B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	8.3	21	1	2C	5B		33	O	N	30	1400	1500	1703
15	8	4	10A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	31	11	1	5B	1C		30	O	SE	30	1150	1400	3104
15	8	4	10B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	4	21	1	2C	5B		33	O	NE	30	1400	1450	1703
15	8	4	10C	MOROENI	1	0	0	0	E	102	2.3	21	1	5C			31	O	SE	40	1050	1150	1703
15	8	4	11A	MOROENI	1	0	0	0	E	102	2.2	21	1	5C			31	F	NE	40	1050	1150	1703
15	8	4	11B	MOROENI	1	0	0	0	F	102	30.8	21	1	5C			30	O	NE	30	1150	1400	3104
15	8	4	11N	MOROENI	1	0	0	0		601	1.9	45	0				0			0	1150	1250	0
15	8	4	12A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	40.8	11	1	5B	1C		30	O	NE	30	1200	1400	4101
15	8	4	12B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	3.4	21	1	2C	5B		33	O	N	26	1400	1450	1703
15	8	4	13	MOROENI	1	0	0	0	A	102	26.2	11	1	5B	1C		30	O	E	28	1200	1400	4101
15	8	4	14A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	34.2	11	1	5B	1C		30	O	SE	30	1150	1400	4101
15	8	4	14B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	3.3	21	1	2C	5B		33	O	E	28	1350	1450	4202
15	8	4	15A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	21.3	11	1	5B	1C		30	O	NE	28	1150	1400	4101
15	8	4	15B	MOROENI	1	0	0	0	A	101	2.6	11	1	5B	1C		31	O	E	15	1150	0	4101
15	8	4	15C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	4.6	11	1	5B	1C		31	O	NE	15	1200	1250	4101
15	8	4	16A	MOROENI	1	0	0	0	A	102	29.8	11	1	5B	1C		30	O	NE	30	1200	1500	4101
15	8	4	16B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	5.7	21	1	2C	5B		33	O	NE	28	1400	1550	4202
15	8	4	16C	MOROENI	1	8	8	0	A	101	2.9	13	1	5B	1C		31	O	NE	20	1200	1300	4101
15	8	4	16D	MOROENI	1	0	0	0	A	101	1	11	1	5B	1C		31	O	NE	15	1200	0	4101
15	8	4	17A	MOROENI	1	0	0	0	A	101	5.7	11	1	5B	1C		30	O	NE	32	1250	1500	4101
15	8	4	17B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	0.2	21	1	2C	5B		33	O	NE	30	1500	0	4202
15	8	4	18A	MOROENI	1	0	0	0	A	101	16.8	11	1	5B	1C		30	O	NE	30	1300	1600	4101
15	8	4	18B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	7.5	21	1	2C	5B		33	O	NE	28	1500	1600	4202
15	8	4	18C	MOROENI	1	0	0	0	A	101	4.2	11	1	5B	1C		32	O	NE	30	1500	1600	4101
15	8	4	19A	MOROENI	1	0	0	0	A	101	19.1	11	1	1C			31	O	NE	28	1300	1500	4101
15	8	4	19B	MOROENI	1	0	0	0	A	101	9.1	11	1	1C			32	O	NE	26	1450	1600	4101
15	8	4	19C	MOROENI	1	0	0	0	M	101	2.7	21	1	2C	1C		33	O	NE	26	1600	1650	4202
15	8	4	20A	MOROENI	1	0	0	0	A	101	8.4	11	1	1C			31	O	NE	30	1350	1500	4101
15	8	4	20B	MOROENI	1	0	0	0	A	101	8.5	11	1	1C			32	O	NE	28	1500	1600	4101
15	8	4	20C	MOROENI	1	0	0	0	M	101	1	21	1	2C	1C		33	O	NE	26	1600	1650	4202
15	8	4	21A	MOROENI	1	0	0	0	M	101	20.5	21	1	2C	1C		30	O	NE	37	1400	1600	4101
15	8	4	21B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	3.6	21	1	2C	1C		33	O	NE	30	1600	1650	4202
15	8	4	21C	MOROENI	1	0	0	0	M	101	1.8	21	1	2C	1C		33	O	NE	30	1500	1600	4202
15	8	4	22A	MOROENI	1	0	0	0	A	101	9.6	11	1	1C			30	O	NE	32	1400	1600	4101
15	8	4	22B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	7	21	1	2C	1C		33	O	NE	30	1600	1700	4202
15	8	4	23A	MOROENI	1	0	0	0	M	101	21.6	21	1	2C	1C		30	O	S	36	1400	1650	4101
15	8	4	23B	MOROENI	1	0	0	0	M	101	11	21	1	2C	1C		33	O	S				

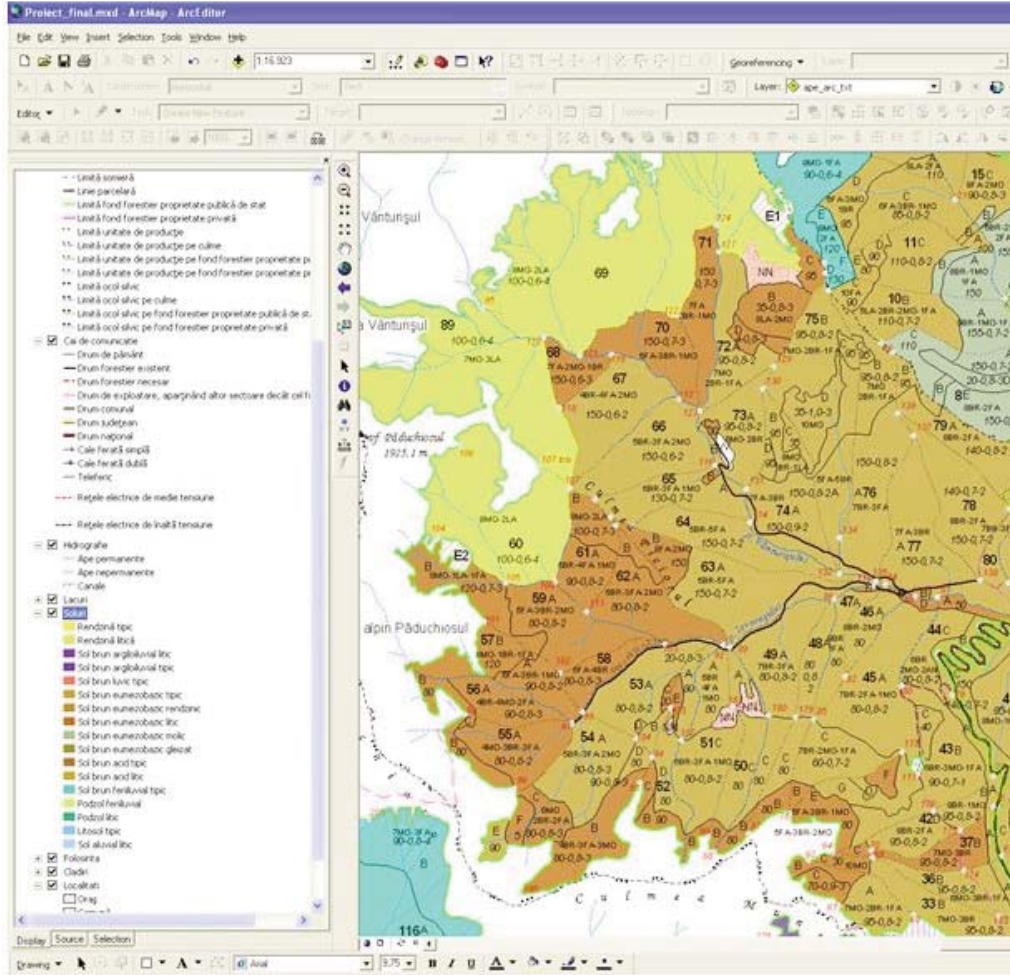


Fig. 3.8.3 Așezarea straturilor tematice într-un proiect GIS

După integrarea bazelor de date descriptive cu cele spațiale și obținerea bazei de date complexe, s-a procedat la realizarea hărților tematice în format digital, corespunzătoare ecosistemelor forestiere din cuprinsul Parcului Natural Bucegi. S-au obținut astfel, harta arboretelor, harta tipurilor de stațiuni, harta solurilor, harta lucrărilor propuse și harta generală cu modelul digital al terenului.

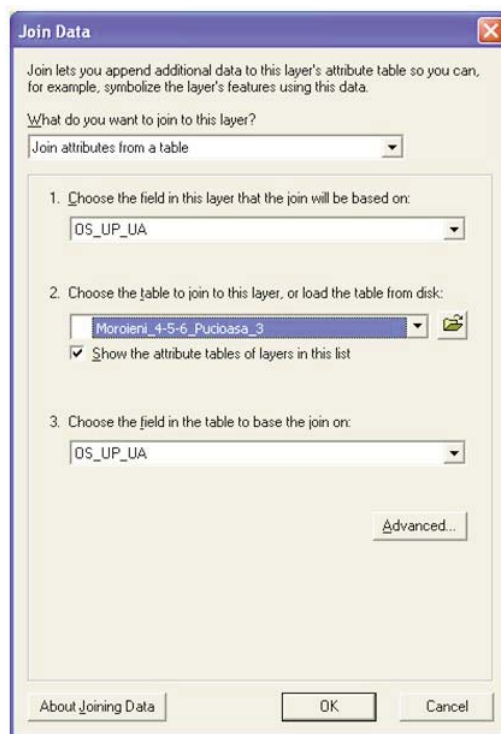


Fig. 3.8.4. Fereastra de dialog „Join Data” – integrarea datelor relaționale

Structura bazei de date GIS „**Parc_Bucegi**” (Fig. 3.8.6) este realizată din mai multe seturi de elemente (*feature dataset*), care la rândul lor conțin alte elemente (*feature*). Pe lângă seturile de elemente generale: ape (hidrografie), drum (căi de comunicație), loc (localități), curbe (curbe de nivel), cartograma, apar elemente amenajistice specifice - parcelar, precum și setul de elemente referitoare la Parcul Natural Bucegi - pnb. Elementele ce sunt necesare la tipărirea hărților au fost grupate în seturile grafica și cartuș. La realizarea proiectului au fost folosite și ortofotoplanuri unite într-un catalog de imagini, ortofoto. Fiecare set de date contribuie la realizarea hărților digitale. Setul de date parcelar este cel care conține informația amenajistică și din care rezultă hărțile tematice standard.

Pentru realizarea hărților, s-a folosit modulul Arc Editor, unde au fost încărcate straturile necesare. Anumite elemente, ape-Topology sau Parcelar-Topology au fost utilizate doar la corectarea erorilor apărute în procesul de vectorizare și nu apar pe hărțile digitale. De asemenea setul de elemente Cartus apare în proiect ca set de teme (*data frame*) separat, acesta neavând asociat un sistem de proiecție, fiind utilizat doar pentru tipărirea hărților (Fig. 3.8.7). Acest set tematic conține doar informații despre realizatorii proiectului.

Attributes of static only		P	PARCEL	SUBPARCEL	UA	UP	OS	OS	UP	UA	OS1	OS	UP	UA	1	ADM1	DEC1	DEC2	DEC3	SUP	EE	SPR	FLS	GE	FCT1	FCT2	FCT3	RLE	CNE	EXP	INC	AI											
67	PP	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	38	15	8	6	67PP	MORDIEN	MORDIEN	6700	38	15	0	0	0	0	0	201	0,3	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
67	CC2	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	38	15	8	6	67CC2	MORDIEN	MORDIEN	6700	38	15	0	0	0	0	0	401	0,1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
67	FCT1	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	388	15	8	6	67FCT1	MORDIEN	MORDIEN	6700	388	15	0	0	0	0	0	401	0,1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
67	B	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	387	15	8	6	67B	MORDIEN	MORDIEN	6700	387	15	0	0	0	0	0	408	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
67	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	387	15	8	6	67RR	MORDIEN	MORDIEN	6700	387	15	0	0	0	0	0	408	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
67	CC3	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	375	15	8	6	67CC3	MORDIEN	MORDIEN	6700	375	15	0	0	0	0	0	401	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
67	CC4	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	375	15	8	6	67CC4	MORDIEN	MORDIEN	6700	375	15	0	0	0	0	0	401	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
68	NN	6	MORDIEN	MORDIEN	6800	383	15	8	6	68NN	MORDIEN	MORDIEN	6800	383	15	0	0	0	0	0	502	1,3	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
68	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	6800	383	15	8	6	68RR	MORDIEN	MORDIEN	6800	383	15	0	0	0	0	0	408	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
68	NN	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	382	15	8	6	67NN	MORDIEN	MORDIEN	6700	382	15	0	0	0	0	0	602	1,6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
67	CC4	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	381	15	8	6	67CC4	MORDIEN	MORDIEN	6700	381	15	0	0	0	0	0	405	1,5	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
70	B	6	MORDIEN	MORDIEN	7000	381	15	8	6	70B	MORDIEN	MORDIEN	7000	381	15	0	0	0	0	0	408	0,6	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
70	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	7000	383	15	8	6	70RR	MORDIEN	MORDIEN	7000	383	15	0	0	0	0	0	408	0,6	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
69	D	6	MORDIEN	MORDIEN	6900	381	15	8	6	69D	MORDIEN	MORDIEN	6900	381	15	0	0	0	0	0	502	1,3	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
69	NN	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	381	15	8	6	67NN	MORDIEN	MORDIEN	6700	381	15	0	0	0	0	0	401	0,1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
69	CC3	6	MORDIEN	MORDIEN	6900	387	15	8	6	69CC3	MORDIEN	MORDIEN	6900	387	15	0	0	0	0	0	502	1,3	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
69	CC4	6	MORDIEN	MORDIEN	6900	387	15	8	6	69CC4	MORDIEN	MORDIEN	6900	387	15	0	0	0	0	0	502	1,3	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
67	A	6	MORDIEN	MORDIEN	6700	365	15	8	6	67A	MORDIEN	MORDIEN	6700	365	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
66	B	6	MORDIEN	MORDIEN	6600	365	15	8	6	66B	MORDIEN	MORDIEN	6600	365	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
65	B	6	MORDIEN	MORDIEN	6500	364	15	8	6	65B	MORDIEN	MORDIEN	6500	364	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
71	B	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	364	15	8	6	71B	MORDIEN	MORDIEN	7100	364	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
64	B	6	MORDIEN	MORDIEN	6400	361	15	8	6	64B	MORDIEN	MORDIEN	6400	361	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
64	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	6400	361	15	8	6	64RR	MORDIEN	MORDIEN	6400	361	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
71	B	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	361	15	8	6	71B	MORDIEN	MORDIEN	7100	361	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
71	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	361	15	8	6	71RR	MORDIEN	MORDIEN	7100	361	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
72	C	6	MORDIEN	MORDIEN	7200	364	15	8	6	72C	MORDIEN	MORDIEN	7200	364	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
72	D	6	MORDIEN	MORDIEN	7200	364	15	8	6	72D	MORDIEN	MORDIEN	7200	364	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73	C	6	MORDIEN	MORDIEN	7300	367	15	8	6	73C	MORDIEN	MORDIEN	7300	367	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	C	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	367	15	8	6	71C	MORDIEN	MORDIEN	7100	367	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
72	RR	6	MORDIEN	MORDIEN	7200	368	15	8	6	72RR	MORDIEN	MORDIEN	7200	368	15	0	0	0	0	0	102	10,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
65	A	6	MORDIEN	MORDIEN	6500	363	15	8	6	65A	MORDIEN	MORDIEN	6500	363	15	0	0	0	0	0	408	0,1	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	A	6	MORDIEN	MORDIEN	6400	363	15	8	6	64A	MORDIEN	MORDIEN	6400	363	15	0	0	0	0	0	102	24,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	G	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	363	15	8	6	71G	MORDIEN	MORDIEN	7100	363	15	0	0	0	0	0	102	24,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	G	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	362	15	8	6	71G	MORDIEN	MORDIEN	7100	362	15	0	0	0	0	0	102	24,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64	C	6	MORDIEN	MORDIEN	6400	362	15	8	6	64C	MORDIEN	MORDIEN	6400	362	15	0	0	0	0	0	102	24,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
64	C	6	MORDIEN	MORDIEN	6400	362	15	8	6	64C	MORDIEN	MORDIEN	6400	362	15	0	0	0	0	0	102	24,4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
71	A	6	MORDIEN	MORDIEN	7100	363	15	8	6	71A	MORDIEN	MORDIEN	7100	363	15	0	0	0	0	0	102	10,3	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73	E	6	MORDIEN	MORDIEN	7300	363	15	8	6	73E	MORDIEN	MORDIEN	7300	363	15	0	0	0	0	0	102	10,3	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
70	A	6	MORDIEN	MORDIEN	7000	360	15	8	6	70A	MORDIEN	MORDIEN	7000	360	15	0	0	0	0	0	102	10,3	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	C	6	MORDIEN	MORDIEN	5300	363	15	8	6	53C	MORDIEN	MORDIEN	5300	363	15	0	0	0	0	0	102	38	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
73	A	6	MORDIEN	MORDIEN	7300	363	15	8	6	73A	MORDIEN	MORDIEN	7300	363	15	0	0	0	0	0	102	38	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73	A	6	MORDIEN	MORDIEN	7300	362	15	8	6	73A	MORDIEN	MORDIEN	7300	362	15	0	0	0	0	0	102	38	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
73	B	6	MORDIEN	MORDIEN	7300	342	15	8	6	73B	MORDIEN	MORDIEN	7300	342	15	0	0	0	0	0	102	1,4	21</																				

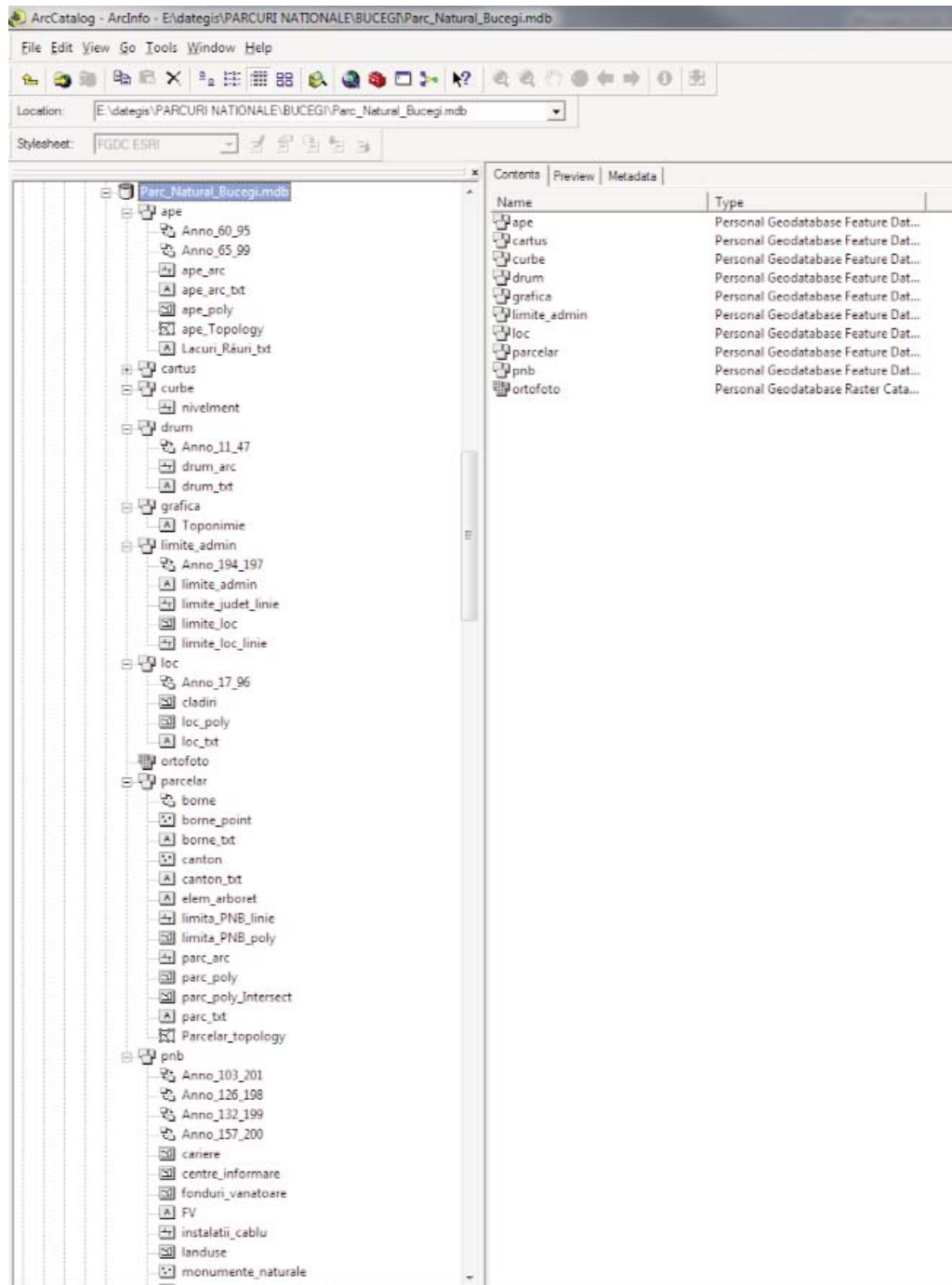


Fig. 3.8.6. Structura bazei de date GIS

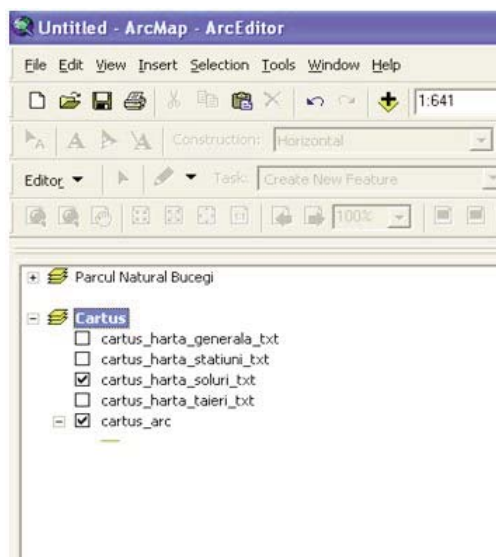


Fig. 3.8.7 Încărcarea setului tematic „Cartus”

Seturile tematice se activează pe rând, neputând fi afișate simultan pe ecran, în modul „View” (modul de lucru), ci doar în modul „Layout” (modul tipărire). Setul tematic Parcul Natural Bucegi conține informații spațiale și pe acest set de date se bazează afișarea, interogarea și tipărirea hărților tematice.

Temele (straturile) au fost încărcate pe rând, astfel încât prin suprapunerea lor să nu fie acoperite elemente care trebuie să fie vizibile. Straturile ce conțin grafică au fost aranjate astfel încât ele să fie întotdeauna deasupra celorlalte elemente vectoriale; straturile de tip punct sau linie deasupra straturilor de tip poligon etc. (Fig. 3.8.8).

Straturile de tip poligon au fost ordonate respectându-se principiul enunțat anterior, pentru un anumit tip de hartă. Dacă acest lucru nu a fost posibil, straturile superioare au fost simbolizate prin hașuri transparente. Pentru o mai bună vizibilitate straturile au fost simbolizate în conformitate cu standardele actuale, referitoare la hărți. Un exemplu de hartă ce are simboluri implicite, se prezintă în figura 3.8.9. Așa cum se poate observa, această hartă este dificil de interpretat, elementele grafice se disting greu, iar elementele vectoriale se pot confunda cu ușurință. Pentru a evita acest lucru, au fost create legende specifice standardelor, pentru toate elementele vectoriale, atât cele generale, cât și cele vectorial-amenajistice.

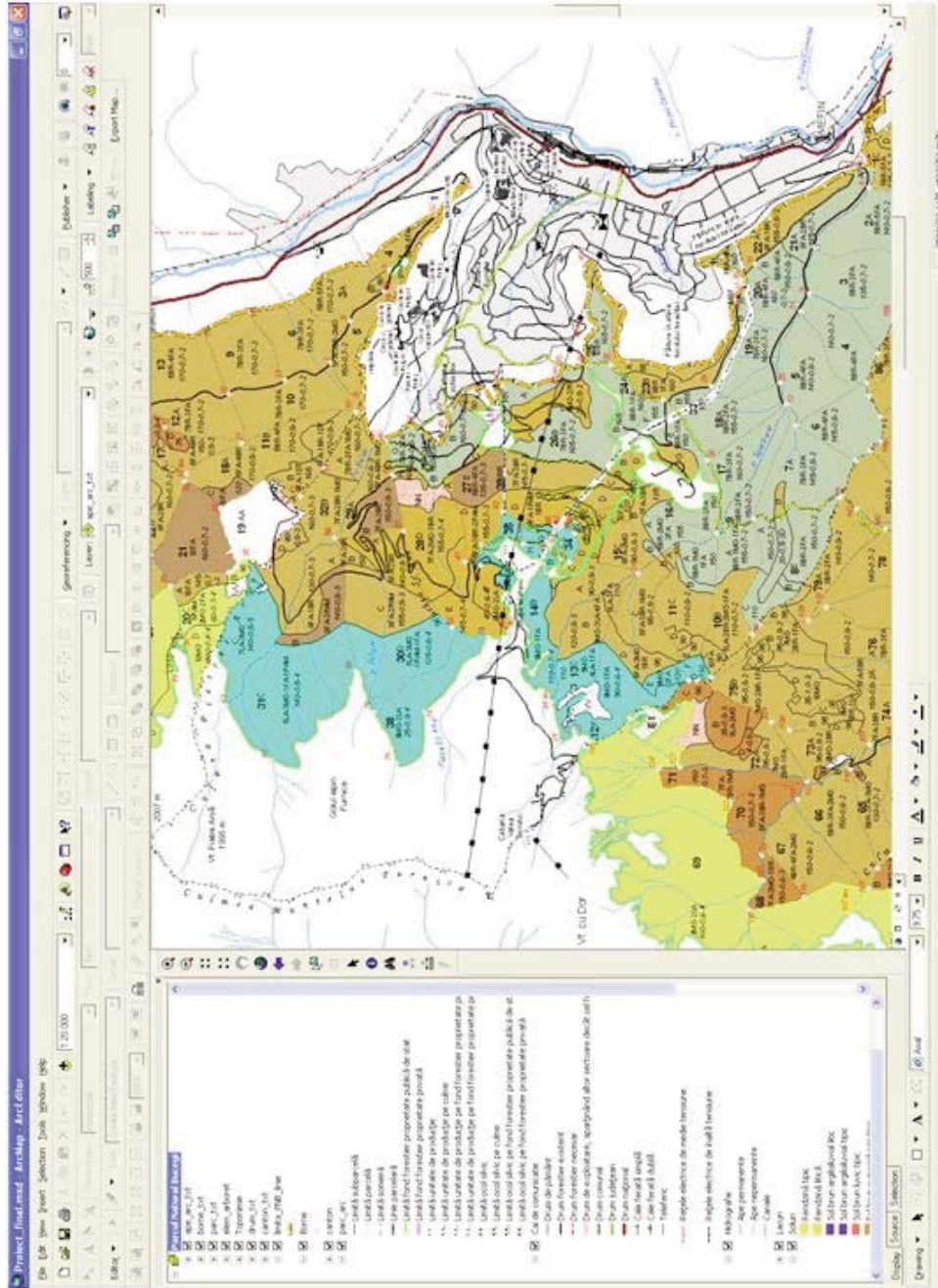


Fig. 3.8.8. Ordonarea straturilor în cadrul proiectului GIS

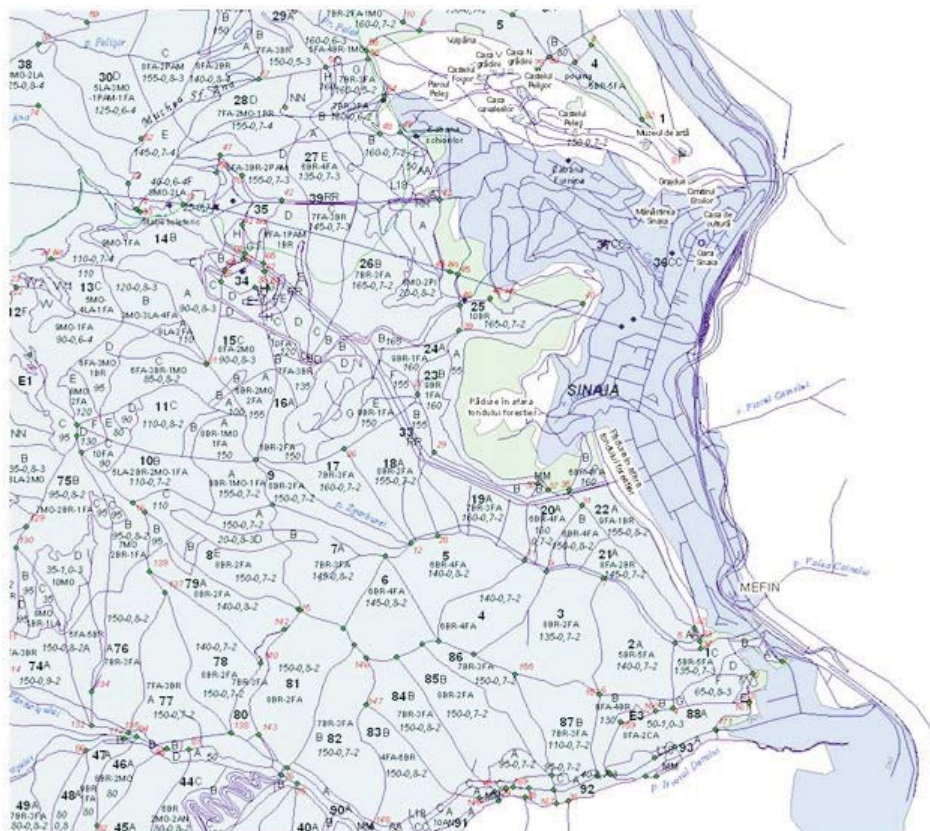


Fig. 3.8.9 Hartă digitală cu simboluri implicite, pentru elementele grafice

În proiect există și teme care se repetă, astfel elementul de tip poligon, *parc_poly*, fiind folosit atât la realizarea temei **Soluri** cât și la realizarea temei **Folosinte**; având aceeași bază de date, ele apar pe hartă simultan, deosebirea fiind făcută prin simboluri. În acest scop au fost create simboluri în funcție de valoarea unui câmp existent în baza de date complexă. Pentru harta tipurilor de sol s-au folosit valorile din câmpul „SOL”, iar culorile sunt cele utilizate în mod curent la hărțile amenajistice (Fig. 3.8.10). Pentru celelalte hărți au fost folosite culori și simboluri standardizate.

În modul „Layout”, hărțile apar așa cum sunt tipărite. Aici sunt încărcate seturile tematice, legenda și elementele grafice (chenar) (Fig. 3.8.11). Legenda este în strânsă legătură cu elementele vectoriale, astfel încât modificarea simbolizării elementelor vectoriale are efect direct asupra legendei.

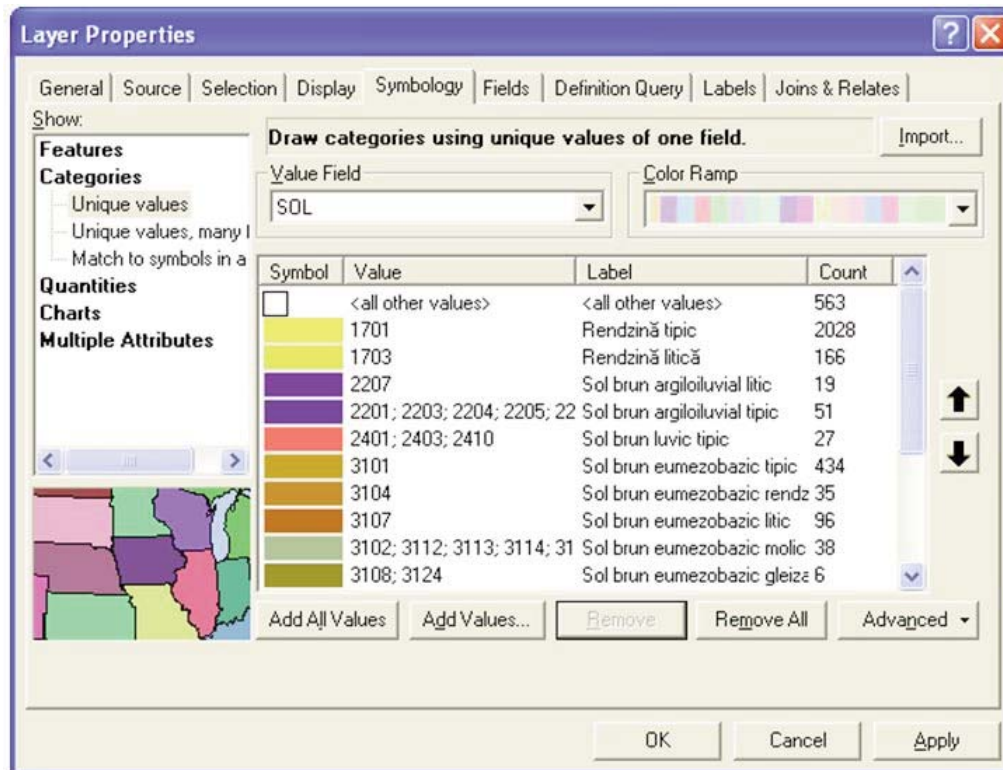


Fig. 3.8.10 Simbolizarea hărților folosind valorile câmpurilor din baza de date.

Aceste hărți pot fi exploatate pe durata amenajamentelor silvice (10 ani) cu ajutorul unor programe informatice specializate, urmărindu-se astfel distribuția spațială a informațiilor tematice la care se referă, permițând organizarea lucrărilor ce urmează să fie executate conform planului de management al parcului și obținerea de informații tematice spațiale referitoare la pădurile din cuprinsul zonei de cercetare (Parcul Natural Bucegi).

4. CONCLUZII

Ovidiu Badea, Ștefan Neagu

Pe baza rezultatelor cercetărilor desfășurate în perioada anilor 2006-2010 privind efectele poluării atmosferice și a schimbărilor climatice asupra ecosistemelor forestiere din Parcul Natural Bucegi se pot desprinde următoarele concluzii:

- Rețeaua de cercetare de lungă durată, proiectată și amplasată în cuprinsul Parcului Natural Bucegi, destinată cercetărilor ecologice inter- și transdisciplinare pe termen lung, s-a dovedit a fi reprezentativă din punct de vedere al scopului și obiectivelor urmărite, acest sit de cercetare răspunzând exigențelor specifice problematicilor abordate în cadrul Rețelei Internaționale și Europene de Cercetare Ecologică pe Termen Lung (ILTER și LTER-Europe). În general, cercetările integrate inter- și multi-disciplinare în perioada 2006-2010 dovedesc, din punct de vedere al aspectelor cercetate, o experiență științifică reușită și pe deplin comparabilă atât pe plan național cât și la nivel european și internațional.

- Starea de sănătate a arboretelor din Parcul Natural Bucegi este mult influențată de poluarea atmosferică și de activitățile umane desfășurate în trecutul apropiat. Deteriorarea acesteia la mijlocul perioadei de studiu (în anii 2007 și 2008) a fost cauzată, în principal, de seceta excesivă și de temperaturile extreme, înregistrate în timpul sezonului de vegetație, cumulate cu efectul caracterului acid al depunerilor atmosferice dar și cu condițiile de limită în care vegetează unele specii cum ar fi bradul și fagul (la limita altitudinală). În raport cu altitudinea, pentru întreaga perioadă analizată (2006-2010), proporția arborilor vătămați a înregistrat valori apropiate, ceea ce conduce la ipoteza potrivit căreia, din punct de vedere al condițiilor climatice, în special al regimului termic și a cantității de precipitații, în contextul schimbărilor climatice, și implicit a măririi sezonului de vegetație, nu sunt diferențe notabil semnificative. Dinamica anuală a proporției arborilor vătămați în funcție de altitudine nu exprimă o legătură bine definită, ea fiind influențată de particularitățile climatice ale anilor respectivi. Astfel, în decursul perioadei de studiu, la altitudini cuprinse între 1000 și 1500 m s-a observat totuși, o tendință de creștere a proporției arborilor vătămați până în anul 2008 și respectiv, o reducere a acesteia în anii 2009 și 2010, fapt explicabil prin ameliorarea condițiilor de temperatură și regimului precipitațiilor la nivelul Parcului Natural Bucegi

Pierderile de creștere înregistrate din cauza procesului de vătămare a arborilor din cuprinsul ecosistemelor forestiere cercetate și stabilite în raport cu starea de sănătate a acestora sunt considerabile (25 %), fiind cauzate în mare parte de acțiunea negativă exercitată de o multitudine de factori perturbatori, cu preponderență modificările climatice, poluarea atmosferică și alți factori de stres biotici, abiotici, antropici etc. Aceste pierderi de creștere în volum înregistrate de speciile individuale luate separat și de toate speciile pentru întreaga structură compozițională, la nivel de arboret și per ansamblu întregii rețele reflectă acțiunea acestor factori asupra ecosistemelor forestiere, unde în mod normal, toți arborii ar trebui să fie practic sănătoși (clasele de defoliere 0-1), creșterile înregistrate în mod real, fiind astfel diminuate. Variația creșterii radiale medii anuale pe grupe de clase de defoliere (0-1 și 2-4) oferă informații asupra evenimentelor negative majore produse în trecut, cum ar fi seceta, poluarea atmosferică, doborâturile produse de vânt, activitățile umane și managementul forestier neadecvat.

- Componentele biodiversității vegetației din ecosistemele forestiere sunt specifice pentru tipul arboretelor, condițiile climatice și concentrațiile agenților poluanți pentru întreaga zonă studiată. Arboretele de fag și cele de amestec sunt mai variate atât în ceea ce privește numărul, cât și valoarea speciilor. Suprafețele de cercetare studiate prezintă, din punct de vedere floristic, o bogăție importantă de specii și o distribuție a straturilor de vegetație, în concordanță cu caracteristicile lor geomorfologice și ecologice. De asemenea, nu au fost observate dovezi ale unor modificări mai mult sau mai puțin accelerate ale habitatelor sau reduceri semnificative ale biodiversității. Pe ansamblu, cercetarea parametrilor comunităților de plante reprezintă un indicator obiectiv al condițiilor locale de vegetație și mediu (microclimat, aciditatea solului, disponibilitatea substanțelor minerale etc.) și permit identificarea și delimitarea fără echivoc a tipurilor de pădure și de stațiune

- Starea de nutriție a arborilor evaluați, caracterizată prin conținutul de nutrienți pentru macroelemente (azot, fosfor, potasiu, magneziu, calciu și natriu) a fost dezechilibrată înregistrând concentrații de P și Ca mai mari decât cele normale și de K, Mg, și Mn, mai mici decât concentrațiile tipice, pentru toate speciile, fără influențe semnificative asupra proceselor de metabolism. Corelația directă, relativ puternică și semnificativă stabilită între altitudine și concentrația de P pentru molid precum și corelația inversă (negativă) între altitudine și raportul ionic N/P explică diminuarea stării de sănătate și a creșterii arborilor în raport cu altitudinea, proces mai accentuat la altitudini mai mari decât limita superioară a vegetației, datorită diminuării cantității de N disponibile pentru asimilația

plantelor, deși concentrația de P este mai mare decât la altitudini inferioare.

-Valorile concentrațiilor de ozon sunt strâns corelate cu temperaturile ridicate înregistrate în perioada analizată (mai ales în anii 2007 și 2008) evidențiindu-se astfel, efectul cumulat al modificărilor climatice cu poluarea atmosferică, fiecare dintre acestea jucând un rol predispozant și determinant. Distribuția concentrațiilor de ozon a arătat o corelație semnificativă cu altitudinea, de creștere a acestora până la altitudini mari (1750m) și de reducere, peste aceste praguri. Influența perioadei de expunere din timpul sezonului de vegetație asupra concentrațiilor de ozon este semnificativă la nivelul întregii perioade analizate (2006-2010), ozonul fiind un poluant fotochimic secundar a cărui producere este condiționată de temperaturile ridicate și de prezența radiației solare, manifestate mai intens în prima jumătate a sezonului estival. Coeficienții de variație ai concentrațiilor de ozon au valori cuprinse între 17.4 % și 23.2 %, fapt ce arată o relativă stabilitate a concentrațiilor de ozon în suprafețele de studiu, evidențiind o distribuție spațială uniformă la nivelul întregului Parc Natural Bucegi (coeficientul de variație mediu fiind de aproximativ 20 %). Concentrațiile de ozon sunt situate sub valorile critice privind efectul fitotoxic asupra vegetației și sănătății vieții oamenilor. Acestea pot avea deasemenea, acțiuni directe asupra creșterii arborilor și asupra absorbției de CO_2 de către aceștia, cu efecte asupra proceselor fiziologice, în special asupra fotosintezei. Și în cazul oxizilor de azot (NO_x) și amoniacului (NH_3) valorile înregistrate sunt situate sub limitele toxice, iar apariția unor concentrații relativ mai ridicate ale acestora, poate produce posibila creștere a depunerilor de azot (N) în ecosistemele forestiere cercetate, iar frecvența ridicată a ploilor acide (peste 50 %), poate contribui pe termen lung, la intensificarea procesului de acidificare a solului.

- Depunerile atmosferice și soluția solului au înregistrat o aciditate ridicată în majoritatea locațiilor, în special în sezonul rece. Concentrațiile de ioni acizi (NO^- , SO_4^{2-} , NH_4) au fost sub limitele lor critice dar, pe termen mediu și lung, pot avea efecte cumulative semnificative asupra vegetației forestiere, în special în contextul actual al schimbărilor climatice. Depunerile estimate în soluția solului (colectate cu ajutorul plăcilor lisimetrice) au fost în general mai mari în teren descoperit din cauza acumulărilor de ioni în straturile de sol. De-a lungul profilului fluxurile principalilor ioni poluanți au scăzut, în timp ce alții (Ca^{+2}) au fost puternic influențați de substratul și tipul de sol, estimându-se rolul pădurii în metabolizarea și modularea fluxului de ioni poluanți și în reducerea riscului de poluare a apelor freatice din zonă. Pe baza nivelului redus al poluării cu sulf și azot în PN Bucegi, comparabil cu cel deter-

minat anterior pentru PN Retezat, se apreciază că impactul poluării asupra pădurii și solului este redus datorită capacității ridicate de tamponare a ionilor acizi din precipitații de către ionii bazici din sol.

- Procedurile de cartografie digitală utilizate au permis obținerea unor planuri topografice actualizate în condiții de precizie acceptate de standardele în vigoare. Forma digitală a acestor planuri a reprezentat fundamentul informațional al bazei de date spațiale a sistemului informatic geografic al Parcului Natural Bucegi. Realizarea hărților tematice în format digital, cu ajutorul tehnicilor moderne oferite de Sistemele de Informații Geografice (GIS), a constituit o premieră pentru parcurile naturale și naționale din țara noastră, utilizând-se o bază spațială de date geografice, creată pe planuri topografice de bază, ceea ce a permis prezentarea în GIS a informațiilor amenajistice și de management a Parcului Natural Bucegi. Aceste hărți, utilizate pe durata amenajamentelor silvice (10 ani) cu ajutorul unor programe informatice specializate permit pe de o parte obținerea de informații complexe de caracterizare a pădurilor din cuprinsul Parcului Natural Bucegi și urmărirea distribuției spațiale a tematicii informațiilor acestora, iar pe de altă parte, organizarea lucrărilor ce urmează să fie executate conform planului de management al parcului.

Rezultate obținute prin cercetările efectuate în Parcul Natural Bucegi sunt corelate și contribuie alături de alte cercetări anterioare și prezente desfășurate pe termen mediu și lung în situri și rețele similare, la baza fundamentării științifice a procesului decizional în ceea ce privește elaborarea politicilor și strategiilor de atenuare a impactului schimbărilor climatice, ca efect al acțiunii negative și cumulate a poluării atmosferice și a altor factori de stres biotici și abiotici, inclusiv antropici, asupra stării ecosistemelor forestiere la nivel regional, național, european și global. Totodată, preocupările științifice în cadrul unor astfel de cercetări, referitoare la fundamentarea și elaborarea metodologiilor de supraveghere continuă, pe termen lung, a acțiunii diferiților factori de stres, în principal, modificările climatice și poluarea atmosferică, precum și cele referitoare la formarea și experimentarea potențialului științific uman implicat în realizarea unor astfel de cercetări integrate, inter- și multidisciplinare, creează premisele continuării și dezvoltării cunoașterii științifice specifice armonizării bunurilor și serviciilor ecosistemice cu potențialul Capitalului Natural al complexelor de ecosisteme.

CONCLUSIONS

Ovidiu Badea, Ștefan Neagu

Based on the results of research carried out in 2006-2010 on the effects of air pollution and climate change on forest ecosystems from Bucegi Natural Park one can draw the following conclusions:

- The long-term research network designed and laid out in the Bucegi Natural Park, for inter-and transdisciplinary environmental long-term research, proved to be representative in terms of the main goal and objectives, this research site specific requirements addressing issues referred by the European and International Long Term Ecological Research Network (LTER-Europe and ILTER). In general, in terms of the researched aspects, the integrated research conducted in 2006-2010 proved to be a successfully scientific experience, entirely compatible at national, European and international level.

- Forest health in the Bucegi Natural Park is significantly influenced by pollution and human activities undertaken in the last decades. The declining process registered during the 2007-2008 period was caused mainly by excessive drought and extreme temperatures recorded during the growing season, combined with the effect of acidic atmospheric deposition and with the upper limit vegetation conditions where some of the species subsist, e.g. fir and beech (altitudinal upper limit). In relation to the altitude, for the entire analyzed period (2006-2010), the proportion of damaged trees showed similar values, leading to the hypothesis that, in terms of climatic conditions, particularly temperatures and rainfall conditions in the context of climate changes, and hence increase the growing season there are not significant differences. Dynamics of damaged trees with altitude does not express a definite trend, being influenced by climate peculiarities of those years. As a result, during the study period, at altitudes between 1000 and 1500m was observed, however, an increasing trend in the proportion of damaged trees by the year 2008 and its decline in 2009 and 2010, which is explained by the improvement of the temperatures and rainfall regime in the Bucegi Natural Park.

- Recorded growth losses due to the damage process of trees in the studied forest ecosystems are determined in relation to forest health and they are significant (25 %), mostly caused by the negative action of many disturbing factors, predominantly the climate change, the air pollution and other biotic, abiotic and anthropogenic stress factors etc. These recorded volume growth losses of individual species and for all species for the entire compositional structure at the

stand level and overall network reflects the global effect of these factors on forest ecosystems, where normally all trees should be practically healthy (defoliation classes 0-1), the real growth being diminished. Changes in average annual radial growth on defoliation group classes (0-1 and 2-4) provide information on major adverse events in the past, such as drought, air pollution, windfall, human activities and inadequate forest management.

- **Vegetation diversity** components in forest ecosystems are specific to the corresponding forest types, the climatic conditions and the concentrations of pollutants for the entire studied area. The beech and mixed stands are very rich, both in number and value of the species. The researched ecosystems have a significant species richness and distribution of vegetation layers, according to their geomorphological and ecological features. Furthermore, there are no evidences of fast and significant habitat changes or significant reductions of biodiversity. Overall, the research parameters of plant communities are an objective indicator of the local vegetation and environmental conditions (microclimate, soil acidity, mineral availability etc.) and allow unambiguous identification and delineation of forest types and sites.

- **Nutritional status** of the trees was imbalanced in terms of macronutrients content (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium and sodium), recording higher than normal P and Ca concentration, but for K, Mg, and Mn lower than typical concentrations for all species, but with no significant influences affecting the metabolism processes. The direct correlation, determines as relatively strong and statistically significant between elevation and P concentration for spruce, and the inverse correlation (negative) between altitude and ionic ratio N/P explains the decline of forest health and growth of trees in relation to altitude, which is more evident at altitudes higher than the upper limit of the vegetation, because decreasing the amount of N available for assimilation of plant, even though the concentration of P is greater compared to a lower altitude.

- **Ozone concentrations** are strongly correlated with high temperatures recorded in the research period (especially in 2007 and 2008) emphasizing thus the cumulative effect of climate change and pollution, each playing a predisposing and decisive role. Distribution of ozone concentrations showed a significant correlation with altitude up to 1750 m, but above this threshold the correlation was negative. Influence of exposure during growing season on ozone concentrations is significant throughout the analyzed period (2006-2010), photochemical ozone is a secondary pollutant whose production is subject to high temperatures and the presence of solar radiation in the first half of the summer season. Coefficients of variation of ozone concentrations ranged between

17.4 % and 23.2 %, which indicates a relative stability of ozone concentrations in the study areas, showing a uniform spatial distribution on the Bucegi Natural Park (average variation coefficient being 20 %). Ozone concentrations fall below critical phytotoxic effect upon vegetation and human health. They could also have direct actions on the growth of trees and on the absorption of CO₂, affecting physiological processes, especially photosynthesis. And in the case of nitrogen oxides (NO_x) and ammonia (NH₃) the recorded values are below toxic limits but their relatively higher concentrations may cause possible increased deposition of nitrogen (N) in the studied area, and frequent high acid rain (50 %), which on long term, may contribute to increased soil acidification process.

- Atmospheric deposition and soil solution registered high acidity in most plots, especially in winter. Acidic ion concentrations (NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺) were below their critical limits, but on medium and long term, they might have significant cumulative effects on forest vegetation, especially along with the climate changes trend. Expected deposits in the soil solution (collected by lysimeter plates) were generally higher in open field due to the accumulation of ions in soil layers. Along the soil profile the main flux of ion pollutants dropped, while certain chemicals (e.g. Ca⁺²) were strongly influenced by the substrate and the soil type, estimating the forest role in metabolism and modulation of pollutants ion fluxes and in reducing the risk of groundwater pollution in the area. Based on the low level of sulfur and nitrogen pollution in Bucegi NP, comparable to that previously determined for Retezat NP, it is estimated that the impact of pollution on forest and soil is reduced due to high buffering capacity of the base ions in the soil.

- Digital mapping procedures allowed obtaining updated and accurate topographic plans within the accepted tolerance of the existing standards. The digital form of these plans represented the informational foundation of the spatial database of the geographic information system (GIS) of the Bucegi Natural Park. The digital thematic maps of the management plans, using modern techniques offered by means of GIS, was a premiere in the case of protected areas in our country, using the spatial geographical databases, created on updated topographical plans, which allowed GIS presentation of the Bucegi Natural Park management information. These maps, exploited during forest management period (10 years) using specialized computer programs, allow both obtaining complex information regarding the forests of the Bucegi Natural Park and tracking spatial distribution of their related thematic information and organization of work to be executed according to the management plans of the park.

- The research results obtained in the Bucegi Natural Park are interrelated and along with previous and current researches, carried out on medium and long term in similar network sites, contribute to the scientific substantiation of the decision making process, regarding the development of policies and strategies for mitigation of climate change, as result of negative and cumulative action of air pollution and other biotic, abiotic and anthropogenic stress factors, on the state of forest ecosystems at regional, national, European and global levels. Nevertheless, scientific concerns in such research area, on the foundation and development of methodologies for continuous monitoring of long-term effects of various stressors, mainly climate change and air pollution, as well as on the training and practice of scientific human resources which are involved in carrying out integrated, inter- and multidisciplinary research, are the main pillars for continuation and development of scientific knowledge specialized on the harmonization of ecosystem services in relation to the Natural Capital potential of the ecosystems complexes.

Bibliografie

- Anonymous, 1995, NILU 1995 – EMEP manual for sampling and chemical analysis, Norwegian Institute for Air Research, Kjeller, Norway.
- Badea, O., Tănase, M., 2004. Studiul creșterii arborilor și arboretelor în sistemul de supraveghere intensivă a ecosistemelor forestiere (Monitoring forestier nivel II), Anale ICAS, Seria I, Editura Tehnică Silvică, pp. 179-204.
- Badea, O., Neagu, S., Dumitru, M., Nitu, D., Iacob, C., Iuncu, H., 2008a. Proiectarea și amplasarea în teren a rețelei de cercetare de lungă durată (RCLD), Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 13-21.
- Badea, O., Neagu, S., Leahu, I., Iacob, C., 2008b. Inventarierea arborilor și determinarea creșterii acestora în cadrul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD), Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 21-35.
- Badea, O., Vădineanu, A., Andrei, M., 2008. Evaluarea biodiversității vegetației ecosistemelor forestiere din cuprinsul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD), Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 67-74.
- Badea, O., Neagu, S., 2010. Volume growth losses for trees and forest stands in the Romanian intensive monitoring system, Proceedings of the Romanian Academy. Series B: Chemistry, Life Sciences and Geosciences, 12, pp. 259-266.
- Badea, O., 2011. Dezvoltarea și implementarea unui sistem de monitoring forestier la nivelul Uniunii Europene, Rev. Păd. nr.3, pp. 1-15.
- Badea, O., Neagu, S., Bytnerowicz, A., Silaghi, D., Barbu, I., Iacoban, C., Popescu, F., Andrei, M., Preda, E., Iacob, C., Dumitru, I., Iuncu, H., Vezeanu, C., Huber, V., 2011. Long-term monitoring of air pollution effects on selected forest ecosystems in the Bucegi-Piatra Craiului and Retezat Mountains, southern Carpathians (Romania), iForest - Biogeosciences and Forestry, 4, pp. 49-60.
- Badea, O., Bytnerowicz, A., Silaghi, D., Neagu, S., Barbu, I., Iacoban, C., Iacob, C., Guiman, G., Preda, E., Seceleanu, I., Oneață, M., Dumitru, I., Huber, V., Iuncu, H., Dincă, L., Leca, S., Tăut, I., 2012. Status of the Southern Carpathian forests in the long-term ecological research network, Environmental Monitoring and Assessment, 184, pp. 7491-7515.
- Balmford, A., Green, R.E., Jenkins, M., 2003. Measuring the changing state of nature, Trends Ecol Evol, 18, pp. 326-330.
- Balmford, A., Bennun, L., Ten Brink, B., Cooper D'Cote, I.M., Crane, P., 2005. The Convention on Biological Diversity's 2010 target, Science, 307, pp. 212-213.
- Balmford, A., Crane, P., Dobson, A., Green, R.E., Mace, G., 2005. The 2010 challenge: Data availability, information needs and extraterrestrial insights, Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci, pp. 221-228.
- Barbu, I., Iacoban, C., 2008. Determinarea cantitativă și calitativă a fluxurilor de ioni poluanți (depuneri atmosferice) în ecosistemele forestiere, Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 55-62.

Bauer, G., Schulze, E.-D., Mund, M., 199., Nutrient contents and concentrations in relation to growth of *Picea abies* and *Fagus sylvatica* along a European transect, *Tree Physiology*, 17, pp. 777-786.

Blujdea, V., Ionescu, M., Surdu, A., 2001. Seasonal variation of macroelements in leaf and sprouts of *Quercus cerris* L. and *Quercus frainetto* Ten (in Romanian), *Revista Padurilor* nr. 1, pp. 15-22.

Blujdea, V., Ionescu, M., 2008. Analiza stării de nutriție a arborilor la nivelul aparatului foliar. Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 49-54.

Boldor, O., Trifu, M., Raianu, O., 1981. Fiziologia plantelor, Editura Didactica și Pedagogica, Bucharest.

Bytnerowicz, A., Dueck, T., Godzik, S., 1998. Nitric oxide, nitrogen dioxide, nitric acid vapor and ammonia. In *Recognition of Air Pollution Injury to Vegetation: A Pictorial Atlas*, Air & Waste Management Association, Pittsburgh, PA, pp. 5-1 to 5-17.

Bytnerowicz, A., Badea, O., Popescu, F., Musselman, R., Tanase, M., Barbu, I., Fraczek, W., Geambasu, N., Surdu, A., Danescu, F., Postelnicu, D., Cenusu, R., Vasile, C., 2005. Air pollution, precipitation chemistry and forest health in the Retezat Mountains, Southern Carpathians, Romania, *Environmental Pollution*, Elsevier, 137, pp. 546-567.

Bytnerowicz, A., Badea, O., Musselman, R., Neagu, S., 2008. Evaluarea concentrațiilor de ozon (O₃) și a altor agenți fitotoxici (NH₃, NO₂ și SO₂), Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 75-82.

Chiriță, C.D., 1974. *Ecopedologia*, Editura Ceres, București.

Cottenica, A., Verlov, M., 1984. Analytical diagnosis of soil pollution with heavy metals, *Anal. Chem*, 317, pp. 389-393.

Doniță, N., Popescu, A., Paucă-Comănescu, M., Mihăilescu, S., Biriș, I.A., 2005. *Habitatele din România*, Editura Tehnică Silvică, București, 496 p.

Dueñas, C., Fernandez, M.C., Cañete, S., Carretero, J., Liger, E., 2002. Assessment of ozone variations and meteorological effects in an urban area in the Mediterranean coast, *Science of the Total Environment*, 299, pp. 97-113.

Dumitru, M., Manea, A., Ciobanu, C., Vranceanu, N.O., Calciu, I.C., Tanase, V., Preda, M., Dumitru, S.I., Eftene, M.L., Mocanu, V., Risnoveanu, I., 2011. *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, Ed. Sitech, Craiova, 82 p.

EEA, 2007. Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe, Office for Official Publications of the European Communities.

EEA, 2013. Air pollution by ozone across Europe during summer 2012, Technical report 3/2013, European Environment Agency.

EnvEurope, 2010. Environmental quality and pressures assessment across Europe: the LTER network as an integrated and shared system for ecosystem monitoring, <http://www.enveurope.eu/>, Accesat în 2013.

Fenn, M.E., Poth, M.A., Aber, J.D., Baron, J.S., Bormann, B.T., Johnson, D.W., Lemly, A.D., McNulty, S.G., Ryan, D.F., Stottlemyer, R., 1998. Nitrogen excess in North American ecosystems: Predisposing factors, ecosystem responses, and management strategies, *Ecological Applications*, 8, pp. 706-733.

Field, A., 2005. *Discovering statistics using SPSS*, Sage Publications, Londra, 856 p.

Finlayson-Pitts, B.J., Pitts Jr., J.N., 2000. Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere, Academic Press, San Diego, 969 p.

Fürst, A., 2006. 8th Needle/Leaf Interlaboratory Comparison test 2005/2006, Convention on long – range transboundary air pollution international co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests and European union scheme on the protection of forests against atmospheric pollution.

Geambașu, N., Dănescu, F., 2008. Analiza și supravegherea calității solurilor forestiere în cadrul suprafețelor de cercetare de lungă durată, Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 41-49.

Giurgiu, V., 1972, Metode ale statisticii matematice aplicate în silvicultură, Ed. Ceres, București, 565 p.

Giurgiu, V., Decei, I., Armășescu, S., 1972. Biometria arborilor și arboretelor din România, Editura Ceres, București, 1155 p.

Giurgiu, V., 1979. Dendrometrie și auxologie forestieră, Editura Ceres, București, 290 p.

Giurgiu, V., Decei, I., Drăghiciu, D., 2004. Metode și tabele dendrometrice, Editura Ceres, București, 575 p.

Green, R.E., Cornel, S.J., Scharlemann, J.P.W., Balmford, A., 2005. Farming and the fate of wild nature, *Science*, 307, pp. 550-555.

Henry, P.Y., Lengyel, S., Nowicki, P., Julliard, R., Clobert, J., Belik, T., Gruber, B., Schmeller, D.S., Babij, V., Henle, K., 2008. Integrating ongoing biodiversity monitoring, 150 p.

ICP-Forests, 2006. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, PCC ICP-Forests, Hamburg.

Karnosky, D.F., Zak, D., Pregnitzer, K., Awmack, C., Bockheim, J., Dickson, R., Hendrey, G., Host, G., King, J., Kopper, B., Kruger, E., Kubiske, M., Lindroth, R., Mattson, W., McDonald, E., Noormets, A., Oksanen, E., Parsons, W., Percy, K., Podila, G., Riemenschneider, D., Sharma, P., Thakur, R., Sober, A., Sober, J., Jones, W., Anttonen, S., Vapaavuori, E., Mankovska, B., Heilman, W., Isebrands, J., 2003. Tropospheric O₃ moderates responses of temperate hardwood forests to elevated CO₂: a synthesis of molecular to ecosystem results from the Aspen FACE project, *Functional Ecology*, 17, pp. 289-304.

Khoder, M.I., 2009. Diurnal, seasonal and weekdays-weekends variations of ground level ozone concentrations in an urban area in greater Cairo, *Environmental Monitoring and Assessment*, 149, pp. 349-362.

Mankovska, B., Godzic, B., Badea, O., Shparyk, Y., Moravcik, P., 2004. Chemical and morphological characteristics of key tree species of the Carpathians Mountains, *Environmental Pollution*, Elsevier, 130, pp. 41-55.

Matyssek, R., Innes, J.L., 1999. Ozone-a risk factor for trees and forests in Europe? *Water, Air and Soil Pollution*. 105, 116, pp. 199-226.

MCPFE, 2011. FOREST EUROPE Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Conference Proceedings, Oslo, 14-16 June 2011.

Milică, C.I., Dorobanțu, N., Nedelcu, P., Baia, V., Suci, T., Popescu, F., Teșu, V., Miolea, I., 1982. Fiziologia vegetală, Editura didactică și pedagogică, București.

Neagu, S., Badea, O., 2008. Evaluarea și supravegherea stării de sănătate a arborilor în cadrul suprafețelor de cercetare de lungă durată (SCLD), Manual privind metodologia de supraveghere pe termen lung a stării ecosistemelor forestiere aflate sub acțiunea poluării atmosferice și modificărilor climatice (ed. Badea, O.), București, pp. 35-41.

Paoletti, E., Schaub, M., Matyssek, R., Wieser, G., Augustaitis, A., Bastrup-Birk, A.M., Bytnerowicz, A., Gunthardt-Goerg, M.S., Muller-Starck, G., Serengil, Y., 2010. Advances of air pollution science: From forest decline to multiple-stress effects on forest ecosystem services, *Environmental Pollution*, Elsevier, 158, pp. 1986-1989.

Parascan, D., 1967. *Fiziologia plantelor*, Ed. Didactica și Pedagogica, București.

Percy, K.E., Ferretti, M., 2004. Air pollution and forest health: toward new monitoring concepts, *Environmental Pollution*, Elsevier, 130, pp. 113-126.

Silaghi, D., Badea, O., Iacoban, C., Neagu, S., Leca, S., 2011. Concentrațiile agenților poluanți (O_3 , NO_2 și NH_3) înregistrate în ecosistemele forestiere selectate (core plots) din rețeaua de monitoring intensiv (Nivel II), *Revista pădurilor*, 3-4, pp. 85-92.

Stefan, K., Fürst, A., Hacker, R., Bartels, V., 1997. Forest foliar condition in Europe, Results of large scale foliar chemistry (survey 1995 and data from previous years), Prepared by Forest Foliar Coordinating Centre, European Commission, UN Commission for Europe, 207 p.

Tong, N.Y.O., Leung, D.Y.C., Liu, C.H., 2011. A review on ozone evolution and its relationship with boundary layer characteristics in urban environments. *Water Air and Soil Pollution*, 214, pp. 13-36.

UN-ECE, 2004. Chapter 3, mapping critical levels for vegetation. Mapping manual 2004, Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends, ICP-Modelling and Mapping, UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, p. III.1eIII.52.

Vadineanu, A., Manoleli, D., 1993. Diferențierea ecoregiunilor de pe teritoriul României în vederea evaluării stării acestora. Raport final, Universitatea din București, p. 110.

Vadineanu, A., 2001. *Sustainable Development: Theory and Practice Regarding the Transition of Socio-Economic Systems towards Sustainability*, CARFAX Publishing, Taylorand Francis Ltd.

Vadineanu, A., Badea, O., Gheorghe, I.F., Neagu, S., Postelnicu, D., 2008. New insights on the dynamics of the forest vegetation from the Romanian Carpathian Mountains, *Ekologia*, Bratislava, 27, pp. 269-287.

Vădineanu, A., Datcu, S., Adamescu, M., Cazacu, C., 2005. The state of the art for LTER activities in Europe, ALTER-Net I3 Report, FP 6, GOCE-CT-2003-505298.

Vădineanu, R., Vădineanu, A., Negrei, C., 2004. Analiza economică a capitalului natural, in *Managementul Dezvoltării: O abordare ecosistemică* (ed. Vadineanu, A.), Ed. Ars Docendi, pp. 133-159.

Vanmechelen, L., Groenemans, R., Van Ranst, E., 1997. *Forest Soil Condition in Europe. Results of the Large-Scale Soil Survey*, Brussels, Geneva.

ANEXA 1

**SINTEZA INFORMAȚIILOR PRIVIND NATURA
ACTUALIZĂRII PLANURILOR CARTOGRAFICE**

Nr. Fișă.	Plan bază vechi					CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚIILOR DE...				
	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Proiecție	Plan de referință	Parcelar	Nivelment	PLANIMETRIE	HIDROGRAFIE	NIVELMENT
1	L-35-87-B-d-3-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Lucrat plan-modif. Doar parcelar	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
2	L-35-87-B-d-4-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii mult modificată	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
3	L-35-87-B-d-4-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii mult modificată	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
4	L-35-87-D-a-2-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica			Limita pădurii mult modificată, elemente noi (case, limite proprietate, drumuri), usoara deplasare la cele existente	Lucrat de pe plan, suprapunere buna (80%)	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
5	L-35-87-D-a-2-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii puțin modificată, elemente noi (case, drumuri puțin modificate)	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
6	L-35-87-D-a-4-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii puțin modificată, elemente noi (case) și sunt ușor deplasate	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
7	L-35-87-D-a-4-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii puțin modificată	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
8	L-35-87-D-b-1-I	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată (pâlcuri de pădure în plus), elemente noi (case) și ușoară deplasare a planimetriei	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
9	L-35-87-D-b-1-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată, drumuri deplasate	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
10	L-35-87-D-b-1-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată, drumuri noi apărute	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
11	L-35-87-D-b-1-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	Lucrat de pe plan, în unele locuri deplasate	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
12	L-35-87-D-b-2-I	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată în colțul de SV	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
13	L-35-87-D-b-2-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată, au apărut drumuri noi	Lucrat de pe plan, suprapunere buna	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
14	L-35-87-D-b-2-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	Lucrat de pe plan, în zonele cu stâncărie sunt deplasate	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
15	L-35-87-D-b-2-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată puțin	Lucrat de pe plan corespund 85%	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
16	L-35-87-D-b-3-I	1973	5000	ST 70	M. Baltica		NU	-	Lucrat de pe plan corespund 30%	25000 – interpolat la 5 m

Nr. Fișă.	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Plan bază vechi			Parcelar	Nivelment	CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚIILOR DE...		
				Proiecție	Plan de referință	PLANIMETRIE			HIDROGRAFIE	NIVELMENT	
17	L-35-87-D-b-3-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica		NU	Limita pădurii trasat după ortofotoplan - este mult modificată față de parcelele existente	Lucrat de pe ortofotoplan, cele vechi nu corespund	25000 – interpolat la 5 m	
18	L-35-87-D-b-3-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată, drumuri executate după ortofotoplan	Deplasate față de ortofotoplan	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
19	L-35-87-D-b-3-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	Deplasate față de ortofotoplan	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
20	L-35-87-D-b-4-I	1973	5000	ST 70	M. Baltica		NU	-	Lucrat de pe plan corespund 50%	25000 – interpolat la 5 m<; planul la 10.000 f. vechi nu corespunde	
21	L-35-87-D-b-4-II	1973	5000	ST 70	M. Baltica		NU	Limita pădurii trasată după ortofoto puțin modificată	Lucrat de pe plan - sunt deplasate	25000 – interpolat la 5 m	
22	L-35-87-D-b-4-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsa	NU	Trasat de pe ortofotoplan	Lucrat de pe plan, puțin deplasate	25000 – interpolat la 5 m	
23	L-35-87-D-b-4-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsa	NU	Trasat de pe ortofotoplan	Lucrat de pe plan - sunt deplasate	25000 – interpolat la 5 m	
24	L-35-87-D-c-2-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	Lucrat de pe plan - sunt deplasate	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
25	L-35-87-D-c-2-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
26	L-35-87-D-c-2-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa	da	Limita pădurii modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
27	L-35-87-D-c-4-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa	da	-	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
28	L-35-87-D-c-4-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	-	Putin modif. Albia văii Brăteului	25000 - interpolat la 5 m	
29	L-35-87-D-d-1-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
30	L-35-87-D-d-1-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
31	L-35-87-D-d-1-III	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa	da	Limita pădurii modificată, drumuri executate după ortofotoplan	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
32	L-35-87-D-d-1-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		da	Limita pădurii modificată, drumuri executate după ortofotoplan	Albia Ialomiței modificată	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m	
33	L-35-87-D-d-2-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată	Ape trasate de pe 1:5000 au fost completate de pe 1:25000	25000 – interpolat la 5 m	

Nr. Fișă.	Plan bază vechi							CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚILOR DE...		
	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Proiecție	Plan de referință	Parcelar	Nivelment	PLANIMETRIE	HIDROGRAFIE	NIVELMENT
34	L-35-87-D-d-2-II	1956	10000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa	NU	Trasat de pe ortofotoplan	Dupa plan 1:10000	25000 – interpolat la 5 m
35	L-35-87-D-d-2-III						NU	Limita pădurii modificată	dupa 1:25000	25000 – interpolat la 5 m
36	L-35-87-D-d-2-IV	1956	10000	ST 1942	M. Baltica		NU	Trasat de pe ortofotoplan	Dupa plan 1:10000	25000 – interpolat la 5 m
37	L-35-87-D-d-3-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată, drumuri executate dupa ortofotoplan	-	25000 – interpolat la 5 m
38	L-35-87-D-d-3-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată, drumuri executate dupa ortofotoplan	Lucrat de pe plan - mici neconcordanțe cu ortofoto	25000 – interpolat la 5 m
39	L-35-87-D-d-3-III	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată, drumuri executate dupa ortofotoplan	-	25000 – interpolat la 5 m
40	L-35-87-D-d-3-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată, drumuri executate dupa ortofotoplan	BARAJUL facut dupa planul de bază este usor modificat, apele nu corespund în zona barajului	25000 – interpolat la 5 m
41	L-35-87-D-d-4-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată, drumuri executate dupa ortofotoplan (50%)	-	25000 – interpolat la 5 m
42	L-35-87-D-d-4-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	-	Trasat 25000-usor deplasate fata de ortofotoplan	25000 – interpolat la 5 m
43	L-35-87-D-d-4-III	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată	Apele de pe 1:5000 corespund 90% cu ortofotoplan	25000 – interpolat la 5 m
44	L-35-87-D-d-4-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată	Apele dupa plan de bază ușor deplasate, iar cele de pe 1:25000 corespund	25000 – interpolat la 5 m
45	L-35-88-C-a-1-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica		Da	Limita pădurii modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanța 5 m
46	L-35-88-C-a-3-I	1973	5000	ST 70	M. Baltica		NU	Limita pădurii modificată (40%)	După 25000 si corespund (40%)	25000 – interpolat la 5 m; planul 1:10.000 din 1956 nu se racorda

Nr. Fișă.	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Plan bază vechi			Parcelar	Nivelment	CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚIILOR DE...		
				Proiecție	Plan de referință				PLANIMETRIE	HIDROGRAFIE	NIVELMENT
47	L-35-88-C-a-3-III	1973	5000	ST 70	M. Baltica			NU	Limita pădurii trasată după ortofoto, drumuri trasate pe plan corespund 90%; elemente noi -construcții	Apele corespund, excepție albie PRAHOVA	15000 – interpolat la 5 m; planul 1:10.000 din 1956 nu se racorda
48	L-35-88-C-a-3-IV	1973	5000	ST 70	M. Baltica			NU	Limita pădurii trasată după ortofoto; elemente noi - construcții	Apele corespund, excepție albie PRAHOVA	25000 – interpolat la 5 m; planul 1:10.000 din 1956 nu se racorda
49	L-35-88-C-c-1-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa		DA	Trasat după ortofotoplan	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
50	L-35-88-C-c-1-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa		DA	Trasat după ortofotoplan	Raul PRAHOVA trasat ortofotoplan	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
51	L-35-88-C-c-1-III	1968	5000	ST 1942	M. Baltica			DA	Limita pădurii modificată pe 5% din plan	Apele corespund 95%	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
52	L-35-88-C-c-1-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica			DA	Limita pădurii modificată pe 60% din plan, planimetria s- a trasat de pe ortofoto- modificari f. multe	Raul PRAHOVA trasat ortofotoplan, rest ape puțin deplasat	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
53	L-35-88-C-c-3-I	1968	5000	ST 1942	M. Baltica			NU	Limita pădurii modificată f. puțin, drumuri modificate- tras ortofoto	Au o mica deplasare	25000 – interpolat la 5 m
54	L-35-88-C-c-3-II	1968	5000	ST 1942	M. Baltica			DA	Limita pădurii de pe ortofoto, la fel si restul planimetriei	Raul PRAHOVA trasat ortofotoplan	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
55	L-35-88-C-c-3-III	1968	5000	ST 1942	M. Baltica			DA	Drumuri deplasate	Au o mica deplasare	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
56	L-35-88-C-c-3-IV	1968	5000	ST 1942	M. Baltica	Lipsa 75%		DA	Limita pădurii de pe ortofoto, la fel si restul planimetriei	Rauri corespund decat in mica parte cu ortofoto	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
57	L-35-99-B-a-2-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica			DA	Drumuri de pe ortofoto	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
58	L-35-99-B-a-2-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica			DA	Limita pădurii f. puțin modif	V. Rateiului mici modificari	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
59	L-35-99-B-a-4-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsa 30%		DA	Limita pădurii f. puțin modif, drumuri de pe ortofoto	V. Raciului mici modificari	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
60	L-35-99-B-a-4-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsa 50%		DA	Drumuri puțin deplasate	V. Raciului mici modificari	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
61	L-35-99-B-b-1-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica			DA	Drumuri puțin deplasate	V. Brateiului o modif.	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m

Nr. Fișă.	Plan bază vechi						CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚIILOR DE...			
	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Proiecție	Plan de referință	Parcelar	Nivelment	PLANIMETRIE	HIDROGRAFIE	NIVELMENT
62	L-35-99-B-b-1-II	1979	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modif, drumuri de pe ortofoto	Putine modificari	25000 – interpolat la 5 m
63	L-35-99-B-b-1-III	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii puțin modif, drumuri de pe ortofoto	Putine modificări	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
64	L-35-99-B-b-1-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii modificată, o parte din drumurile puse pe plan nu există în zona carierei	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
65	L-35-99-B-b-2-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii modificată, drumuri de pe ortofoto	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
66	L-35-99-B-b-2-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsă 60%	DA	Limita pădurii trasată după ortofoto pe colțul din stânga jos unde lipsește parcelarul iar în partea cu parcelarul este modificată	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
67	L-35-99-B-b-2-III	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii modificată, drumuri de pe ortofoto	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
68	L-35-99-B-b-2-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modif, drumuri de pe ortofoto nu corespund cu planul	Apele în dreptul carierei de piatră si- au schimbat albia	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
69	L-35-99-B-b-3-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Drumuri de pe ortofoto, modificate pe alocuri față de plan	Au două mici deplasări	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
70	L-35-99-B-b-3-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii puțin modif, drumuri de pe ortofoto dar apare și un drum nou	Au două mici deplasări	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
71	L-35-99-B-b-3-III	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modificată, drumuri de pe ortofoto, apare și un drum nou	-	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
72	L-35-99-B-b-3-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii puțin modif, drumuri de pe ortofoto puțin modificate față de plan, construcții de pe ortofoto puțin deplasate	V. Ialomița mici modif.	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
73	L-35-99-B-b-4-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	-	O apă puțin deplasată	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m

Nr. Fișă.	Plan bază vechi						CERINȚE DE ACTUALIZARE A INFORMAȚIILOR DE...			
	Cod Trapez	An zbor	Scara (1 :)	Proiecție	Plan de referință	Parcelar	Nivelment	PLANIMETRIE	HIDROGRAFIE	NIVELMENT
74	L-35-99-B-b-4-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Drumuri de pe ortofoto, mici modificări	P.lalomicioara trasat de pe ortofoto	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
75	L-35-99-B-b-4-III	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modificată, drumuri trasate de pe ortofoto	V. Glodului și V. Blidăriei puțin modif. V. Ialomicioara trasată de pe ortofoto.	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
76	L-35-99-B-b-4-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modif. de-a lungul albiei Ialomicioara, drumuri de pe ortofoto, puțin deplasate	P. Ialomicioara și V. Stânișoarei trasate de pe ortofoto, datorită modificării albiilor	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
77	L-35-100-A-a-1-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modif. în colțul din stânga jos	Apele nu corespund cu ortofoto, în proporție de 10%	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
78	L-35-100-A-a-1-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii f. puțin modif. apar multe construcții noi modif. față de plan la fel ca și drumurile	P. Izvoru trasat de pe ortofoto la intrarea în Sinaia datorită modif. Albiei	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
79	L-35-100-A-a-1-III	1980	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsă 85%	DA	Limita pădurii trasată de pe ortofoto, drumuri trasate de pe ortofoto, puțin modif.	Apele corespund cu ortofoto, în proporție de 80%	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
80	L-35-100-A-a-1-IV	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii trasată de pe ortofoto, numai pe unde trece rețeaua electrică dintre localități, drumuri de pe ortofoto.	2 Văi puțin deplasate	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
81	L-35-100-A-a-3-I	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	Limita pădurii puțin modif, drumuri de pe ortofoto, puțin deplasate, apar drumuri noi sau modif. la cele vechi	Văile din SE planului modif. și trsate de păe ortofoto.	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
82	L-35-100-A-a-3-II	1980	5000	ST 70	M. Baltica		DA	-	Au mică deplasare	Lucrat de pe plan, echidistanta 5 m
83	L-35-99-B-d-2-I	1979	5000	ST 70	M. Baltica	Lipsă	DA	Trasat de pe ortofotoplan	Trasat de pe ortofotoplan	25000-interpolat la 5 m