

Irina Gabriela Goia

Ioana Violeta Ardelean

Ghid de monitorizare ecologică a pădurilor

*Mușchii și lichenii ca bioindicatori
ai stării de conservare a pădurilor*



Presă Universitară Clujeană

Irina Gabriela Goia & Ioana Violeta Ardelean

Ghid de monitorizare ecologică a pădurilor

Mușchii și lichenii ca bioindicatori ai stării de conservare a pădurilor

Proiect: „Implementarea experimentală a monitorizării participative a calității și biodiversității forestiere, pe baza componentei criptogamice (mușchi și licheni)”

Finanțator:

Fundația Pădurea de Mâine



pădurea de mâine

<https://padureademaine.ro/>

Implementare:

UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY

TRADITIO ET EXCELLENTIA

Colaboratori:

PARCUL NATURAL APUSENI/RNP



PARCUL NATURAL APUSENI
Un parc pentru natură și oameni



Contează pentru viitor!

PRIMĂRIA MUNICIPIULUI CLUJ-NAPOCA



PRIMĂRIA ȘI CONSILIUL LOCAL
CLUJ-NAPOCA

Irina Gabriela Goia & Ioana Violeta Ardelean

GHID DE MONITORIZARE ECOLOGICĂ A PĂDURILOR

*Mușchii și lichenii ca bioindicatori
ai stării de conservare a pădurilor*

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2026

Referenți științifici:

CS I dr. Adrian Oprea

Conf. dr. Alexandru Crișan

Fotografii: coperta I: Ioana Violeta Ardelean

coperta IV: Irina Gabriela Goia

Contribuții autori:

Irina Gabriela Goia:

capitolele 1.1, 1.2.1, 1.2.2, 2, 3, 4.1, 4.2, 5

Ioana Violeta Ardelean:

capitolele 1.2.3, 2, 3, 4.1., 4.3, Anexa 4

ISBN 978-606-37-3121-1

© 2026 Autoarele volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice mijloace,
fără acordul autoarelor, este interzisă și se pedepsește conform legii.

Universitatea Babeș-Bolyai

Presa Universitară Clujeană

Director: Codruța Săcelean

Str. B.P. Hasdeu nr. 51

400371 Cluj-Napoca, România

Tel.: (+40) 744 687 884

E-mail: editura@ubbcluj.ro

editura.ubbcluj.ro | libraria.ubbcluj.ro

Cuprins

Introducere	9
1. Considerații teoretice privind monitorizarea și bioindicatorii.....	11
1.1. Aspecte generale privind monitorizarea.....	11
1.1.1. Caracteristicile monitorizării.....	13
1.1.2. Tipuri de monitorizare.....	14
1.1.3. Importanța monitorizării ecologice.....	18
1.1.4. Cercetări ecologice pe termen lung și monitorizarea ecologică.....	19
1.2. Bioindicatorii.....	21
1.2.1. Plantele ca bioindicatori.....	23
1.2.2. Mușchii ca bioindicatori	28
1.2.3. Lichenii ca bioindicatori.....	33
2. Scopul și obiectivele studiului.....	43
3. Metodologia de lucru	45
4. Rezultate	49
4.1. Diversitatea speciilor de mușchi și licheni corticoli și saprolignicoli în pădurile investigate	49
4.2. Prezentarea speciilor indicatoare de mușchi	52
4.3. Prezentarea speciilor indicatoare de licheni.....	64
5. Monitorizarea pădurilor.....	73

Bibliografie	79
Anexe	86
Anexa 1. Protocol de monitorizare: Păduri dacice de fag (Symphyto-Fagion) - 91V0.....	86
Anexa 2. Protocol de monitorizare: Păduri acidofile de molid (<i>Picea</i>) din etajul montan până în cel alpin (Vaccinio-Piceetea) - 9410.....	100
Anexa 3. Plan-cadru de monitorizare: Păduri aluviale de <i>Alnus glutinosa</i> și <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion</i> <i>incanae</i> , <i>Salicion albae</i>) - 91E0*	114
Anexa 4. Glosar de teren	128

Introducere

Uneori, trec neobservate unele viețuitoare mai mici, fără să ne întrebăm cât de diverse sunt sau la ce folosesc. În zilele noastre studiile sunt tot mai aprofundate și asupra lor, mai ales din punct de vedere medical. Dar multe dintre aceste organisme, absorbind apa pe toată suprafața corpului, manifestă specificitate pentru unul sau mai mulți parametri de mediu, oferind informații esențiale și sigure, ele locuind în acel mediu. Acestea sunt dintre primele viețuitoare care reacționează la cele mai fine modificări ale habitatului, un semnal de alarmă care ne atenționează că aceste schimbări pot conduce la „suferința” altor specii, la o degradare a fitomediului particular fiecărei păduri, esențial pentru multe specii de plante și animale dependente de acesta.

În acest proiect ne-am propus ca pe baza unui studiu în patru tipuri de păduri: de fag, amestec, molid și arin alb, în fiecare caz investigând o pădure seculară, o pădure rărită și o pădure care a fost tăiată ras (fără a fi rărită), să identificăm aspecte legate de diversitatea mușchilor și lichenilor, raportate la istoricul intervențiilor silvice, dar mai ales să identificăm anumite specii de criptogame care indică o stare bună de conservare a pădurii, selectând acele specii ce pot fi recunoscute cu o pregătire minimală, de către cei ce se ocupă de managementul forestier sau al ariilor protejate montane.

Sperăm, cu această ocazie, să atragem atenția și chiar mai mult, să invităm pe toți cei implicați în managementul forestier, să ia în considerare și acești indicatori fideli ai stării de bine ai pădurii, înainte de a lua decizii radicale, adesea iremediabile.

Proiectul *„IMPLEMENTAREA EXPERIMENTALĂ A MONITORIZĂRII PARTICIPATIVE A CALITĂȚII ȘI BIODIVERSITĂȚII FORESTIERE, PE BAZA COMPONENTEI CRIPTOGAMICE (MUȘCHI, LICHENI) ÎN*

PĂDURILE MONTANE DIN MUNȚII APUSENI (MUNTELE MARE & MUNȚII BIHOR)”, finanțat de Fundația Pădurea de Mâine și coordonat de echipa Universității Babeș-Bolyai în colaborare cu Parcul Natural Apuseni și Primăria municipiului Cluj-Napoca, aduce un plus de cunoaștere, dar mai ales o metodologie îmbunătățită. Nu ne-am propus schimbări radicale în monitoringul habitatelor, ci doar adăugarea unor specii cu valoare bioindicatoare, care ne pot asigura că intervențiile, adesea justificate, nu afectează pregnant habitatele și viețuitoarele lor.

Nu în ultimul rând, dorim să atragem colaboratori în această direcție, într-un context social care nu încurajează prea mult cercetarea ecologică, adesea în favoarea celei de laborator. În astfel de situații, cel mai important laborator, NATURA, are de suferit.

Mulțumim Fundației Pădurea de Mâine pentru suportul susținut pentru cercetarea unuia dintre cele mai impunătoare ecosisteme – PĂDURILE.

1.

Considerații teoretice privind monitorizarea și bioindicatorii

1.1. Aspecte generale privind monitorizarea

Monitorizarea ecologică este o direcție relativ nouă, chiar dacă în anumite domenii se practică de sute de ani.

Termenul de monitorizare a fost introdus la conferința de la Stockholm, 1972, când s-a propus și organizarea monitorizării ecologice, după această conferință elaborându-se sistemul integrat de înregistrări metodice, prin care observațiile sistematice din diverse domenii (climatic, agricol, forestier, hidrologic) s-au corelat între ele și cu datele socio-economice (BOTNARIUC, 1987).

HOLDGATE, 1982 (în SPELLERBERG, 2005), apreciază că monitorizarea este la fel de necesară ca urmărirea la bordul mașinii a temperaturii apei din radiator, a rezervei de benzină, a vitezei, dar mai ales a luminilor de avertizare a depășirii unor limite. Ecosistemelor puternic perturbate li s-au aplicat adesea un management, care nefiind însoțit de o monitorizare care să avertizeze din timp răspunsul sistemului la managementul aplicat, a condus la o degradare mai puternică a sistemului.

Un puternic imbold l-a constituit Conferința Națiunilor Unite (de Mediu și Dezvoltare, „Earth Summit”) de la Rio de Janeiro, 1992, unde a fost adoptat planul de acțiune pentru dezvoltare sustenabilă globală, cunoscut sub numele de Agenda 21. La aceeași conferință s-au semnat două convenții – asupra schimbărilor climatice globale și asupra biodiversității. La Rio s-au tras câteva semnale de alarmă, de exemplu, în Hawaii s-a constatat creșterea

constantă a concentrației de dioxid de carbon din atmosferă sau problema reducerii suprafeței pădurilor tropicale umede, aspecte care au stimulat negocierile în ceea ce privește Convenția asupra Diversității Biologice. După Conferința de la Rio, multe țări au elaborat planuri de acțiune în ceea ce privește biodiversitatea, s-au făcut pași importanți pentru evaluarea modificărilor climatice, a efectului lor asupra mediului, agriculturii, pădurilor, speciilor, dar și asupra stilului de viață al oamenilor.

Organizații internaționale au elaborat rapoarte asupra mediului care sunt publicate sau postate pe internet și numeroase guverne au elaborat programe naționale de monitoring și au impus unele măsuri de management (HOLDGATE, 1982, în SPELLERBERG, 2005).

Aspectele fizice și chimice ale monitorizării sunt relativ ușor de abordat, dar implicațiile lor biologice sunt complexe și adesea necesită cercetări focalizate pentru a înțelege funcționarea ecosistemelor. Biomonitorizarea reprezintă o latură a monitorizării ecologice, apărută ca o consecință a faptului că organismele răspund la un complex de factori fizici, chimici sau biotici, reprezentând un răspuns integrativ asupra tuturor modificărilor din mediu. Acesta este motivul pentru care modificările înregistrate la nivelul sistemelor vii sunt uneori greu de explicat cauzal, presupun observații de durată și existența unor baze mari de date științifice.

Importanța acestui domeniu derivă din faptul că monitorizarea ecologică constituie sursa unor decizii importante ce vizează viitorul umanității. HOLDGATE, 1982 (în SPELLERBERG, 2005), specifică faptul că supraviețuirea omenirii este dependentă de productivitatea biologică și așa cum de multe ori s-a specificat „economia mondială este în totalitate dependentă de ecologia globală”.

Sunt trei etape fundamentale ce au implicații în monitorizarea ecologică: în primul rând rapoartele de mediu, apoi monitorizarea bazată pe studiul comunităților și monitorizarea ecologică, iar cel mai integrativ este monitorizarea mediului (extindere a monitorizării ecologice care integrează și rapoartele de mediu).

Ultimele două decenii au adus un progres însemnat în domeniul monitorizării. S-au stabilit puncte de lucru pe termen lung, ceea ce a

contribuit și la dezvoltarea metodologiei și la standardizarea monitorizării. Este evident că este o perioadă cu modificări de mediu pregnante. Aceste modificări presupun atât evenimente naturale, cât și intervenția umană. Prin urmare, monitorizarea ecologică îndeplinește un rol tot mai important, din moment ce ne dorim să exploatăm mediul într-o manieră durabilă și echitabilă.

Monitorizarea este **definită** ca procesul de măsurare periodică a variabilelor și proceselor, conform unei metodologii standardizate având întotdeauna un obiectiv.

În raportul SCEP (Studiul Problemelor Critice de Mediu), 1970, intitulat *Impactul uman asupra mediului global*, monitorizarea are o definiție similară „observații sistematice ale parametrilor în relație cu o problemă specifică, menite să asigure informații privind caracteristicile problemei și variația lor în timp”.

ROVINSKIJ & BUIANOVA, 1982, consideră monitorizarea ca fiind „un sistem informațional, menit să evidențieze efectele antropogene în mediul ambiant și, ca atare, este o componentă esențială a sistemului de control” (după BOTNARIUC, 1987).

1.1.1. Caracteristicile monitorizării

Pentru a înțelege corect ce înseamnă monitorizarea și a utiliza corect acest concept, trebuie avute în vedere următoarele caracteristici:

- orice acțiune de monitorizare se desfășoară conform unui obiectiv, care, în cazul ariilor protejate, este integrat în planul de management;
- periodicitatea, în conformitate cu scopul urmărit. Câteva exemple privind frecvența monitorizării:
 - pentru atmosferă (praf, poluanți, etc) - zilnic, dar ar fi indicat la cel puțin 2 ore;
 - pentru stratul de zăpadă - o dată pe an, pe toată adâncimea ei, înainte de topire;
 - pentru calitatea apelor superficiale și freatice - de 6 ori pe an, în perioade hidrologice caracteristice;

- pentru sedimente – o dată pe an;
- pentru sol – 1-2 ori pe an;
- pentru populațiile unor specii, periodicitatea depinde de biologia speciei studiate;
- în cazul comunităților, periodicitatea depinde de natura lor (pădurile o dată la 5 ani, pajiștile - anual, comunitățile de macrofite submerse - lunar).
- monitorizarea respectă anumite metode standardizate, în conformitate cu scopul urmărit, metode ce permit comparații cu alte observații similare;
- sub aspect metodologic, se poate urmări o componentă a ecosistemului, în mod ideal în corelație cu celelalte componente, sau doar o specie. Ulterior, cercetările au evoluat prin încercarea de cuantificare a cantității de material și energie ale componentelor, precum și rata schimbului dintre acestea, realizându-se *modelul conceptual de bilanț*, care reflectă modelul acumulării și distribuției materiei și energiei între componentele ecosistemului;
- caracter pluridisciplinar;
- implică cheltuieli ridicate;
- relevanța monitorizării se reflectă în funcție de scara timpului, spațiului sau a sistemelor biologice la care analizăm aceste aspecte. De exemplu, în zonele arctice, o specie înflorește și formează semințe la cca 3 ani, astfel încât este greu de observat efectul, de exemplu, al poluării radioactive, în condițiile unor procese atât de lente, fără a se apela la o cercetare pe termen lung.

1.1.2. Tipuri de monitorizare

Diverse surse prezintă categorii diferite de monitorizare în funcție de direcția sau complexitatea abordării.

I. **În funcție de nivelul sistemic abordat** se poate vorbi despre:

- *monitorizarea mediului* – cea mai veche formă de monitorizare, ca urmare a necesității înregistrării, urmăririi și elaborării prognozelor

meteo sau a celor hidrologice, a calității apelor, solului, a suprafețelor împădurite, a stării de sănătate a pădurilor (atacuri de dăunători sau de paraziți) sau a efectivelor vânatului

- *monitorizarea ecologică* - spre exemplu inventarierea periodică sau recensământul populațiilor unor specii de păsări, pot constitui un exemplu de monitorizare ecologică. Controlul (supravegherea) sistemelor biologice este un alt tip de monitorizare ecologică. Studiile fenologice au, de asemenea, relevanță în monitorizarea ecologică.

De exemplu, monitorizarea de-a lungul anilor a momentului diseminării unor specii de plante periclitare, permite elaborarea unor metode care să vizeze managementul acelor specii. Mai exact, pentru pajiști, după ce are loc diseminarea majorității speciilor poate fi indicată cosirea, ceea ce va favoriza specia periclitată, prin evitarea acumulării de-a lungul anilor a resturilor vegetale, ca urmare a unor procese de descompunere mai lente. Dacă nu s-ar cosi, acumularea de biomasă ar conduce la modificarea treptată a structurii solului, care ar deveni impropriu dezvoltării speciei periclitare. Este cazul mai ales al unor specii aflate la limită de areal sau extrazonal, care nu ar face față capacității competitive a gramineelor, care, datorită extinderii tufei prin înfrățire, le-ar sufoca.

Cele mai vechi observații fenologice (se referă la stadiile din viața unei specii) sunt cunoscute din Marea Britanie, din 1875, când Societatea Meteorologică Regală a inițiat o rețea națională. În 1990, a fost inițiată o schemă pilot națională de înregistrări fenologice, de către Centrul de Ecologie și Hidrologie din Cambridge. În 2000, Regia Pădurilor, împreună cu Centrul de Ecologie și Hidrologie din Cambridge au pus la punct o rețea de comunicare a datelor fenologice pe internet (SPELLERBERG, 2005).

- *biomonitorizarea* - se bazează preponderent pe utilizarea bioindicatorilor. Într-o primă etapă sunt abordate toate componentele biologice ale ecosistemului, după care sunt selectate doar acele componente relevante, care vor fi supuse monitorizării. Se poate realiza la nivelul întregii comunități, care va avea o valoare

bioindicatoare mai ridicată, sau la nivelul unor specii atent selectate, prin populațiile lor, care pot avea valoare bioindicatoare privind factorii climatici sau edafici (umiditate, temperatură, reacția chimică a substratului, conținutul de azot sau pot indica prezența unor metale grele sau toleranța la stres). În prezent, sunt frecvente situațiile în care sunt monitorizate populațiile unor specii periclitare sau alohtone (străine). Cele mai vechi date sunt cele care vizează paraziții sau dăunătorii, care produc pagube însemnate asupra pădurilor, sau în agricultură.

II. După amploarea monitorizării, spațială și temporală, sunt identificate trei tipuri: global, regional și local (BOTNARIUC, 1987):

- *monitorizarea globală* – se bazează mai ales pe informații la nivel global, de exemplu, aerofotogramele (care se pot realiza din elicopter sau din avion), imagini satelitare (care, pe baza softurilor de specialitate, pot fi prelucrate în scopul evaluării albedoului sau reflectivității, ceea ce ar contribui la evaluarea impactului) sau monitorizarea compoziției atmosferei). Imaginile satelitare repetate pot servi pentru evaluarea suprafețelor împădurite, a suprafețelor acoperite de deșeuri, a extinderii suprafețelor erodate sau a deșerturilor ș.a.
- *monitorizarea regională* – se referă la înregistrări periodice ale variabilelor abiotice și biotice ale ecosistemelor dintr-o anumită regiune. De obicei, sunt urmărite trei componente: monitorizarea geofizică (a parametrilor meteorologici sau hidrologici), geochimică (abordată, mai ales prin prisma componentelor chimice ale aerului, apei, solului, dar un interes deosebit îl reprezintă și cele acumulate în organismele vii, mai ales în cazul evaluării circuitului și efectului unor noxe din sistemele vii) și monitorizarea biologică;
- *monitorizarea locală* (în mod concret este recomandată monitorizarea ariilor protejate, care datorită caracterului natural și al influenței antropice reduse, constituie un suport de referință pentru evaluarea impactului sau întocmirea prognozelor).

Această abordare a prins contur mai ales ca urmare faptului că s-a creat sistemul global de monitorizare cu centrul la Nairobi (Kenya), care centralizează datele de la peste 7000 de stații de monitorizare, ca urmare a Programului Națiunilor Unite pentru Mediul Înconjurător (UNEP), în 1975.

III. În Noua Zeelandă, pentru monitorizarea habitatelor terestre, departamentul de conservare dirijează trei tipuri de monitorizare (URLICH & BRADY, 2003) după obiectivul monitorizat. Toate aceste tipuri de monitorizare permit cea mai bună interpretare din punct de vedere ecologic a rezultatelor, în condițiile unor forme diferite de management și în lipsa managementului.

- *monitorizarea indirectă* (result monitoring) - constă în măsurarea modificării presiunii sau perturbărilor care afectează obiectivele conservate, ca un produs al managementului. De exemplu, monitorizarea efectivelor oposumului (*Trichosurus vulpecula* - specie introdusă din Australia), care are un impact puternic asupra speciilor de plante periclitare și în mod constant și asupra faunei indigene;
- *monitorizarea directă* (outcome monitoring) - constă în măsurarea modificărilor care au loc la nivelul valorilor conservative; este practic o măsurare repetată a gradului de „sănătate”, a productivității sau a regenerării. De exemplu, s-au urmărit distrugerile provocate de oposum, prin studiul suprafeței foliare sau studii fenologice la unele specii de plante indigene;
- *monitorizarea de control* (surveillance monitoring) - se realizează în condițiile lipsei unor activități specifice de management. De exemplu, studiul dinamicii comunităților de plante pe anumite suprafețe de probă permanente, timp de un an, în condițiile în care suprafețele respective au fost pășunate de specii de animale alohtone.

IV. VAUGHAN *et. al.* (2001) au prezentat patru categorii de monitorizare:

- *monitorizarea simplă* - constă în înregistrarea valorilor pentru o singură variabilă, de-a lungul timpului, de exemplu, temperatura, în diverse locații;

- *monitorizarea indirectă* - constă în lipsa unor înregistrări a unor variabile de mediu, care pot fi suplinite printr-o cercetare a variabilelor din prezent atât pe o suprafață deteriorată, cât și pe o suprafață aflată într-o stare bună de conservare;
- *monitorizarea surogat* (înlocuitor, compensator) - compensarea lipsei unor date anterioare de monitoring se realizează folosind informații înlocuitoare, din care se deduc modificările; de exemplu, deducerea modificărilor compoziției în specii ale unei păduri, prin compararea unor suprafețe ale aceluiași tip de pădure, diferite ca vârstă, dar asemănătoare din punct de vedere geomorfologic și microclimatic;
- *monitorizarea integrată* - utilizarea unor seturi de informații ecologice. În acest sens, colectarea, înregistrarea, cartarea, investigarea, inventarierea și toate cercetările cu caracter ecologic contribuie la o monitorizare integrată.

1.1.3. Importanța monitorizării ecologice

Chiar dacă se poate da un răspuns simplu, de exemplu, monitorizarea este importantă pentru conservarea naturii, acest răspuns ar fi prea general și superficial, pentru că trebuie înțeles ce anume se conservă, prin ce metode, cum și de ce se prioritizează obiectivele conservate, cel mai adesea pentru a face față cheltuielilor, timpului sau personalului limitat, ce măsuri sunt cele mai potrivite și de ce. Monitoringul răspunde multor aspecte:

- oferă informații pentru o mai bună cunoaștere a proceselor ecologice, mai ales în cazul ecosistemelor mai puțin studiate, adesea fiind un punct de plecare în cercetare;
- permite evaluarea degradării antropo-zoogene a ecosistemelor, uneori de durată, cu efecte sinergice sau cumulative, reconstrucția ecologică a acestora necesitând studii de durată;
- monitoringul poate constitui baza pentru identificarea tardivă a efectului distructiv asupra unor componente ale ecosistemului;
- elaborarea, cu ajutorul modelării, a unor prognoze, simularea unor strategii menite să asigure o conservare mai bună, apoi alegerea celei

mai indicate strategii – domeniu relativ nou care poartă numele de *conservare planificată*. Succesul acestei direcții de cercetare depinde, în mod evident, de bogăția informației rezultate din monitoring, dar și de perfecționarea programelor de modelare a populațiilor sau a comunităților biologice.

Pierderea continuă de specii, pierderea de habitate, deteriorarea comunităților biologice necesită un monitoring ecologic, dar și cercetări suplimentare pentru a identifica cauzele acestor pierderi sau distrugerii. Managementul ecosistemelor nu poate fi eficient fără o bază, ce poate fi asigurată doar din datele provenite din monitoringul ecologic.

Semnarea în 1992 a Convenției privind Diversitatea Biologică implică și realizarea unui monitoring la care să se poată raporta și celelalte țări (anexa specifică necesitatea identificării și monitorizării speciilor, habitatelor, comunităților, ecosistemelor, genelor și genomului). Programul pentru Mediu al Națiunilor Unite a stabilit și niște criterii de prioritizare, în condițiile în care nu pot fi monitorizate nici măcar toate speciile.

În Europa, Directiva Consiliului pentru protecția habitatelor naturale, seminaturale, a florei și faunei (European Commission, 1992), prevede la articolul 11 (iar raportarea în art. 17) monitorizarea acestora. Acest articol obligă statele membre ale Uniunii Europene să realizeze monitorizarea speciilor și habitatelor de interes pentru Natura 2000, să întocmească rapoarte care vor fi analizate la nivelul Comisiei Europene, pentru a se asigura coordonarea necesară pentru împlinirea obiectivelor acestei Directive. De asemenea, se specifică și cooperarea între statele membre pentru asigurarea consistenței monitoringului și a metodelor utilizate.

1.1.4. Cercetări ecologice pe termen lung și monitorizarea ecologică

Cele două modalități de investigare nu sunt sinonime, dar unele dintre cercetările ecologice pe termen îndelungat pot fi utilizate pentru elaborarea protocolului de monitorizare, dar și monitorizarea poate necesita cercetări detaliate atunci când acestea lipsesc.

De obicei, când este vorba de cercetări pe termen lung, se ridică problema - cât timp? Durata cercetărilor pe termen lung depinde mai ales de ciclul vital al speciei studiate.

Problematica acestui subiect derivă mai ales din aspectele financiare pe care le implică. Orice activitate de cercetare se realizează în urma unor proiecte care trebuie bine argumentate și evaluate. Durata cercetărilor este unul dintre aspectele fundamentale pentru înțelegerea proceselor, pentru că monitoringul nu oferă astfel de informații. O durată scurtă (raportată la istoria vieții și la ciclul de viață al speciei studiate) poate conduce doar la o monitorizare compilată. O durată medie poate conduce la testarea ipotezelor. Cercetările de lungă durată, însă, sunt cele care pun în evidență tendințele speciei sau ale ecosistemului monitorizat, în acest caz asigurându-se o monitorizare direcționată. Modificările care au loc, mai ales cele autogene (determinate de cauze interne), sunt imposibil de identificat fără o cercetare pe termen lung.

Rezultatele unei cercetări pe termen lung asigură baza de pornire pentru monitorizare, aceasta fiind axată doar pe anumite variabile sau procese relevante, având în vedere necesarul de personal, echipamente și financiar.

Așadar, monitoringul asigură baza de date ce permite identificarea modificărilor induse de om sau a celor naturale. Pe baza lor se pot dezvolta modele ale proceselor din mediu, care vor facilita previziuni asupra impactului sau a modificărilor ce au loc în mediu.

Poluarea, reducerea sau chiar pierderea unor habitate, modul de utilizare a terenurilor sunt cauze presupuse, pot fi demonstrate doar pe baza unui monitoring și a cercetărilor sistematice. Fără cercetări pe termen lung, sunt greu de delimitat modificările naturale de cele cauzate direct sau indirect de poluare sau alți factori. Aceasta, pentru că se știe destul de puțin despre modificările care survin în mod natural în populațiile de plante sau animale. Cu atât mai puțin se cunosc procesele ce au loc lent, mai ales în ecosisteme ce nu au fost perturbate. Practic, asemenea ecosisteme nu există pe glob, dar s-au stabilit anumite puncte de cercetare pe termen lung în ecosisteme puțin perturbate, care devin din ce în ce mai importante pentru

înțelegerea proceselor naturale sau ca martor, în condițiile în care apar perturbări sau sunt deteriorate.

STRAYER *et al.*, 1986, au stabilit patru clase de fenomene ecologice care necesită studii pe termen lung care ilustrează relevanța monitoringului:

- procese lente, cum ar fi succesiunea comunităților forestiere, ciclul de viață a unor nevertebrate care sunt de durată mai mare decât trei ani (cât se finanțează majoritatea proiectelor) sau chiar mai mare decât durata medie de viață a oamenilor;
- evenimente rare, cum ar fi excesul de pesticide, incendii, boli;
- procese subtile, în cazul cărora fluctuațiile de la an la an sunt mai lente decât direcția generală urmărită pe termen lung;
- fenomene complexe (relații ecologice combinate din comunitățile vii).

Relevanța monitoringului se reflectă în funcție de scara timpului, spațiului sau a sistemelor biologice la care analizăm aceste aspecte. Este greu de observat efectul poluării radioactive, de exemplu, asupra unei specii ce are un ciclu de viață de trei ani, în condițiile unor procese atât de lente, fără a se apela la o cercetare pe termen lung. Mult timp au fost finanțate programe de monitorizare a insecticidelor, dar mai recent au scăzut fondurile în acest sens și s-au concentrat asupra monitorizării poluării. În acest sens, s-au dezvoltat puternic metodologia și suportul tehnic, fiind tot mai automatizate. Avem de-a face cu o monitorizare chimică, care ne spune nivelul poluării la un moment dat, dar nu reflectă efectele acestui nivel. În acest sens, biomonitoringul îndeplinește un rol esențial, ajungându-se la dezvoltarea unor metodologii standardizate care vizează calitatea apei, aerului sau solului.

1.2. Bioindicatorii

Bioindicația poate fi considerată un răspuns biomolecular și biochimic, cauzat de modificări ale factorilor ambientali biotici sau abiotici, observat la unul sau mai multe niveluri de organizare a lumii vii (molecular, celular, tisular, individual, populațional, comunități, ecosisteme) (MCCARTY & MUNKITTRICK, 1996).

Bioindicatori sunt considerați organisme sau populațiile de organisme care reacționează la acțiunea factorilor antropozoogeni prin schimbări ale funcțiilor vitale, indicând anumite modificări (concentrația noxelor, modificări de umiditate, pH, etc.).

Utilizarea bioindicatorilor în programele de biomonitoring a implicat unele organizații internaționale, care nu numai că au inițiat programe de biomonitoring, dar au insistat asupra unor aspecte care vizează succesul în astfel de programe, cum ar fi:

- dezvoltarea metodologiei pentru monitorizarea mediului;
- standardizarea unor metode ca rezultat al multor cercetări pluridisciplinare, cu cooperare internațională;
- încurajarea schimbului de experiență între echipe de cercetare din diverse laboratoare (încurajarea colaborării în detrimentul competiției);
- încurajarea desfășurării unor conferințe pe teme de bioindicatori la nivel celular, individual, populațional sau al ecosistemelor.

Chiar dacă inițial s-a avut în vedere doar valoarea bioindicatoare a speciilor pentru diferitele noxe, fiecare specie poate oferi mult mai multe informații. De exemplu, unele specii indică pe lângă un anumit impact, și valoarea unuia sau a mai multor parametri de mediu sau prezența unor specii tipice unei comunități vegetale (implicit unui habitat), practic indicând o stare de funcționare a acestuia (bună, foarte bună, satisfăcătoare, etc., în funcție de abundența, vigoarea ... fiecărei specii prezente într-un habitat). Combinația aceasta, de specii caracteristice habitatului și specii indicatoare ale unui mediu abiotic caracteristic unui habitat, este ideală în evaluarea stării de conservare a habitatelor.

Din multitudinea de specii, se pot utiliza ca bioindicatori doar acele specii care manifestă relevanță (sunt în relație cauzală cu semnificația ecologică a răspunsului), sensibilitate (oferind posibilitatea dozării răspunsului la stresori specifici), specificitate față de un anumit stresor, largă aplicabilitate în timp și spațiu și asigură un cost scăzut al identificării (PEARSON, 1994; McGEACH, 1998; GOODSELL *et al.*, 2009).

Relevanța răspunsului ecologic al bioindicatorilor este direct proporțională cu nivelul la care acționează poluantul (subcelular/celular, țesut/organ, organism, populație, comunitate) sau stresorul.

Bioindicatorii constituie instrumente facile pentru efectuarea biomonitoringului.

1.2.1. Plantele ca bioindicatori

Plantele și alte organisme vegetale sunt adesea utilizate ca bioindicatori, atât în ceea ce privește principalii factori ai mediului (temperatură, umiditate, reacția chimică a substratului, conținutul de azot), cât și pentru recunoașterea prezenței și naturii poluanților. În cazul utilizării acestora pentru dozarea poluanților, le vom numi biomonitori.

Valoarea bioindicatoare a cormofitelor, mușchilor și lichenilor a fost abordată în primul rând prin prisma principalilor factori ecologici. Orice organism viu prezintă o creștere și dezvoltare optime atunci când valorile parametrilor biotici sau abiotici sunt optime. Aceste condiții optime se vor reflecta ulterior la nivelul tuturor parametrilor individuali sau populaționali.

Unele specii prezintă o mare toleranță față de unul sau mai mulți factori ai mediului, acestea numindu-se amfitolerante, euritope, euriece sau euribionte. Dacă toleranța lor se manifestă față de umiditate, se vor numi eurihidre; dacă se manifestă față de temperatură, se vor numi euriterme; dacă se manifestă față de reacția chimică a substratului, ele se vor numi euriionice, iar față de lumină se vor numi eurifote. Alte specii prezintă cerințe mai mult sau mai puțin stricte față de anumiți factori ai mediului, ele numindu-se stenotope, stenoce sau stenobionte. În funcție de factorul ecologic față de care manifestă specificitate, ele se vor numi stenohidre, stenoterme, stenoionice sau stenofote. Una și aceeași specie poate avea preferințe stricte pentru unul sau mai mulți factori ecologici, în timp ce pentru alți factori ecologici să se comporte ca specie amfitolerantă.

Pe baza preferințelor ecologice ale speciilor vegetale, domeniu dezvoltat mai ales de școala ecologică central-europeană, a fost elaborată teoria speciilor indicatoare, de către ELLENBERG (1952, 1979). Astfel, pentru

fiecare specie s-au stabilit preferințele ecologice, acestea codificându-se prin cifre, corespunzătoare unor scări ecologice. Codificarea prin indici a preferințelor ecologice ale unei specii, este rezultatul unui bogat material de teren, prelucrat statistic (DIEKMANN, 2003, HILL *et al.*, 1999). În acest sens, dintre cele mai uzuale scări ecologice, amintim scara lui Ellenberg, cu 10 trepte (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – stenotop; x – euritop), elaborată pentru lumină (L), umiditate (U – singura cu scară de 12 trepte), temperatură (T), reacția chimică a substratului (R), conținutul substratului în azot (N) și gradul de continentalitate (K). Inițial, această scară a fost concepută pentru cormofite, în scopul analizei din punct de vedere ecologic a comunităților de vegetație din Europa Centrală, fiind completată și pentru mușchi și licheni (DÜLL, 1992, respectiv WIRTH, 1992). Tot pentru mușchi, cu o abordare care cuprinde și toleranța la impactul antropic, la poluare sau la anumite strategii de viață menționăm lucrarea lui DIERSEN, 2001, iar pentru licheni o lucrare de referință este a lui WIRTH, 2010.

Raportat la UMIDITATE scara de indici pornește de la specii care se dezvoltă în medii secetoase, până la specii acvatice (POP, 1977), în linii mari speciile încadrându-se în următoarele categorii de bază:

- xerofite - cresc în medii cu umiditate scăzută;
- mezofite - cresc în medii cu umiditate moderată;
- higrofit - cresc în medii cu umiditate excesivă (mlăștini);
- hidrofit - trăiesc în ape.

În mod evident, pentru monitorizare se vor alege specii **poichilohidrice** (a căror hidratare depinde de umiditatea atmosferică, iar din această categorie fac parte mușchii și lichenii), în detrimentul celor **homoiohidre** (care își pot menține protoplasma la un grad ridicat de hidratare – în această categorie încadrându-se plantele vasculare terestre).

Față de TEMPERATURĂ, DE CANDOLLE (1855) clasifică plantele în patru categorii:

- megaterme – tipice zonelor tropicale, temperatura medie anuală fiind mai mare de 20 °C (arborașul de cafea);

- mezoterme – tipice zonelor subtropicale cu temperaturi medii anuale cuprinse între 15-20°C;
 - microterme – tipice climatului temperat și rece (molid, fag, carpen, gorun) cu temperaturi medii cuprinse între 0-15°C – categoria dominantă în flora României;
 - hechistoterme – tipice regiunilor arctice și etajului subalpin (hreanul arctic – *Cochlearia arctica*, garofița alpină – *Dianthus gelidus*)
- Ultimele două categorii sunt frecvente în țara noastră.

Față de LUMINĂ (POP, 1977, LARCHER, 2003) speciile sunt:

- heliofile (helios gr. = soare, phyléo = iubitor), - cresc în locuri însorite, cum sunt colilia, păiușul;
- sciofile (schiafile, fotofobe, umbrofile), - cresc în locuri umbrite, cum sunt fagul, carpenul, bradul, măcrișul iepurelui, lăcrămioarele;
- heliosciafitele (helioschiofilele) – sunt plante de semiumbră (de exemplu, plantele lemnoase, cu frunze dispus în mozaic, cum sunt la arțari, tei).

Față de NATURA SUBSTRATULUI speciile pot fi: tericole (care cresc pe sol), saxicole (care cresc pe roci), turficole (care cresc pe turbă), humicole (în funcție de calitatea humusului sunt specii indicatoare a unui humus de tip mull, moder, mor), epifitice (la mușchi și epifile- specii ce se dezvoltă pe frunze), epixilice (corticole - pe ritidomul arborilor, saprolignicole - pe lemn putred).

Raportat la TEXTURA SUBSTRATULUI se disting următoarele categorii de plante indicatoare:

- psamofile (arenicole) - cresc pe nisip (nu reține apa, este mobil, are textură fină); aceste specii rezistă pe acest tip de substrat prin adaptări la uscăciune, cum sunt: xeromorfismul frunzelor, care limitează transpirația, prezența mugurilor regenerativi pe tulpină, capabili de regenerarea plantei atunci când este acoperită de nisip, rădăcini crescute în toate direcțiile; de exemplu, vitrigonul (*Eryngium maritimum*).
- casmofile (chasma gr. = crăpătură) – sunt specii ce se dezvoltă în fisurile stâncilor, pe grohotișuri; rădăcinile sunt bine dezvoltate,

pătrund adânc în crăpături; de exemplu, ochii șoricelului (*Saxifraga paniculata*).

- litofile (lithos gr.=piatră), sunt specii ce cresc pe suprafața stâncilor, din această categorie făcând parte mușchii și lichenii saxicoli.

Unele specii indică prezența în substrat a unor SĂRURI sau unor METALE:

- nitrofile – cresc pe soluri bogate în azotați, cum sunt urzica (*Urtica dioica*), bozul (*Sambucus ebulus*);
- calcifile (calcofile) –specii iubitoare de carbonați, de exemplu, coada iepurașului (*Sesleria rigida*);
- calcifuge –specii ce cresc pe substraturi silicioase, de exemplu, *Asplenium septentrionale*;
- zincofile – indică prezența zincului, de exemplu, *Thlaspi calaminare*, *Viola calaminaria*;
- de serpentine - indică prezența magneziului, cresc fie pe șisturi serpentinice (roci care conțin carbonat de calciu și carbonat de magneziu), de exemplu, *Asplenium adulterinum*;
- cuprofile – sunt specii care indică prezența sărurilor de cupru din sol; de exemplu, în Zimbabwe – *Ocimum homblei*, în Republica Democrată Congo (Zair) – *Haumaniastrum robertii* (floare de cupru);
- selenofile – indică prezența în sol a seleniului de exemplu, în SUA, *Astragalus pectinatus*;
- halofile – sunt plante ce cresc pe soluri de tipul solonceacurilor și a soloneșturilor, indicând o concentrație ridicată a sărurilor din sol (cloruri, sulfați, carbonați de sodiu, mai ales), cum este sărățica (*Salicornia europaea*).

CONȚINUTUL DE BAZE din sol este responsabil de troficitatea solului, speciile fiind din acest punct de vedere:

- extrem oligotrofe – cresc pe soluri cu troficitate foarte scăzută ex. afinul (*Vaccinium myrtillus*); aici pot fi încadrate și speciile de tinoave: bumbăcărița (*Eriophorum vaginatum*), roua cerului (*Drosera rotundifolia*);

- oligotrofe – trăiesc pe un substrat sărac în substanțe nutritive, de exemplu, degetărelul (*Soldanella montana*);
- oligo-mezotrofe - sunt specii ce cresc pe soluri cu o troficitate redusă până la medie, de exemplu, clopoțelul (*Campanula abietina*);
- mezotrofe - cresc pe soluri cu o troficitate medie, de exemplu, vinarița (*Galium odoratum*), golomățul (*Dactylis glomerata*);
- eutrofe – specii care indică soluri bogate în substanțe nutritive, cum este pochivnicul (*Asarum europaeum*);
- megatrofe – sunt specii care indică un conținut foarte mare de substanțe nutritive, de exemplu, rodul pământului (*Arum maculatum*);
- euritrofe – specii indiferente la conținutul de substanțe nutritive din sol, cum sunt gorunul (*Quercus petraea*), fagul (*Fagus sylvatica*).

Față de REACȚIA CHIMICĂ a substratului speciile pot fi:

- puternic acidofile (pH =3,5-5) de exemplu, afinul (*Vaccinium myrtillus*);
- acidofile (pH =5-6) de exemplu, târsa (*Deschampsia flexuosa*);
- acid-neutrofile (pH =6-7) – cele mai multe specii;
- neutrofile (pH =7-7,5) de exemplu, sălățița (*Ranunculus ficaria*);
- neutro-bazofile (pH =7,5-8,5) de exemplu, coada iepurașului (*Sesleria rigida*).

Unele plante indică VECHIMEA PĂDURII sau a gardurilor vii, așa cum s-a pus în evidență în Anglia (BUNCE, 1982). Cele mai multe ferigi au capacitatea de a popula repede pădurile, dar o serie de specii de angiosperme indică vechimea pădurii și cu cât sunt semnalate mai multe, cu atât pădurea are o vechime mai mare. Dintre speciile identificate de autor (BUNCE, 1982) amintim: *Adoxa moschatellina*, *Allium ursinum*, *Anemone nemorosa*, *Blechnum spicant*, *Convallaria majalis*, *Dryopteris carthusiana*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium odoratum*, *Hordelymus europaeus*, *Lathraea squamaria*, *Luzula forsteri*, *Luzula sylvatica*, *Melampyrum pratense*, *Milium efusum*, *Oxalis acetosella*, *Paris quadrifolia*, *Platanthera chlorantha*, *Polygonatum multiflorum*, *Polystichum setiferum*, *Ranunculus auricomus*, *Sanicula europaea*, *Sorbus torminalis*, *Ulmus glabra*, *Vaccinium myrtillus*, *Veronica montana*, *Viola reichenbachiana* etc.

1.2.2. Mușchii ca bioindicatori

Caractere generale ale mușchilor

Sub aspect morfologic, mușchii sunt reprezentați de un corp vegetativ (Fig. 1) care are:

- fie aspectul unui tal (taloidic, asemănător unei benzi lățite) - este cazul mușchilor hepatici taloidici- încrengătura Marchantiophyta;
- fie este diferențiat în rizoizi, tulpiniță și frunzulițe (cormoidic); este cazul mușchilor hepatici cu 2 sau 3 șiruri de frunzulițe, cum sunt unii mușchi din încrengătura Marchantiophyta și muscii – încrengătura Bryophyta.

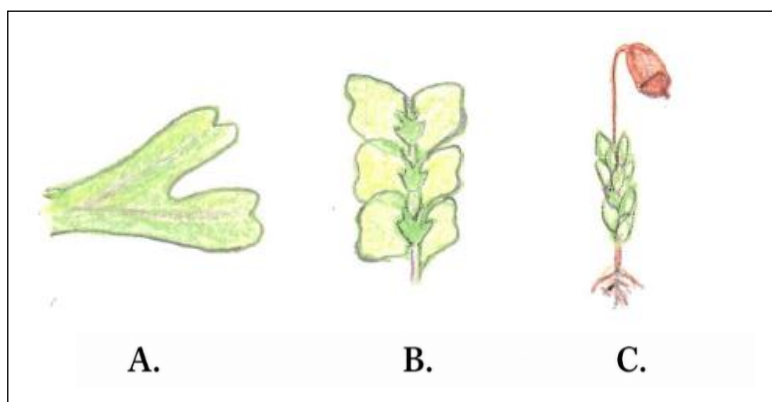


Fig. 1. Tipuri de tal la mușchi: A. taloidic (hepatic); B. cormoidic cu frunzulițe pe 3 șiruri (hepatic); C. cormoidic (musci) (original)

Pe corpul vegetativ se formează organele sexuale (Fig. 2): anteridiile (organele sexuale bărbătești) și arhegoanele (organele sexuale femeiești). În anteridii se formează anterozoizii biflagelați, iar în arhegon oosfera. După fecundare se formează zigotul, din care rezultă sporogonul, dispus pe corpul vegetativ de unde își ia hrana.

După poziția acestuia, mușchii hepatici pot fi acrogini (akros gr. = vârf) sau anacrogini (cu capsula formată lateral), iar cei din încrengătura Bryophyta (muscii): acrocarpi (de obicei erecți și foarte rar ramificați) sau

pleurocarpi (de obicei aderenți la substrat și ramificați). Sporogonul (sporofitul) începe să se formeze în interiorul arhegonului pe care-l rupe, din peretele arhegonului rămânând la bază vaginula, iar la vârf scufia (caliptra). Acesta este format din: picior, setă și capsulă. Capsula este formată din apofiză, urnă - care este prevăzută la deschidere cu peristom (format din dinți), opercul, iar în interior arhesporul, care prin meioză dă naștere la numeroși briospori. Briosporii haploizi generează protonema filamentosă, pe care se formează mugurași, fiecare muguraș generând un nou corp vegetativ.

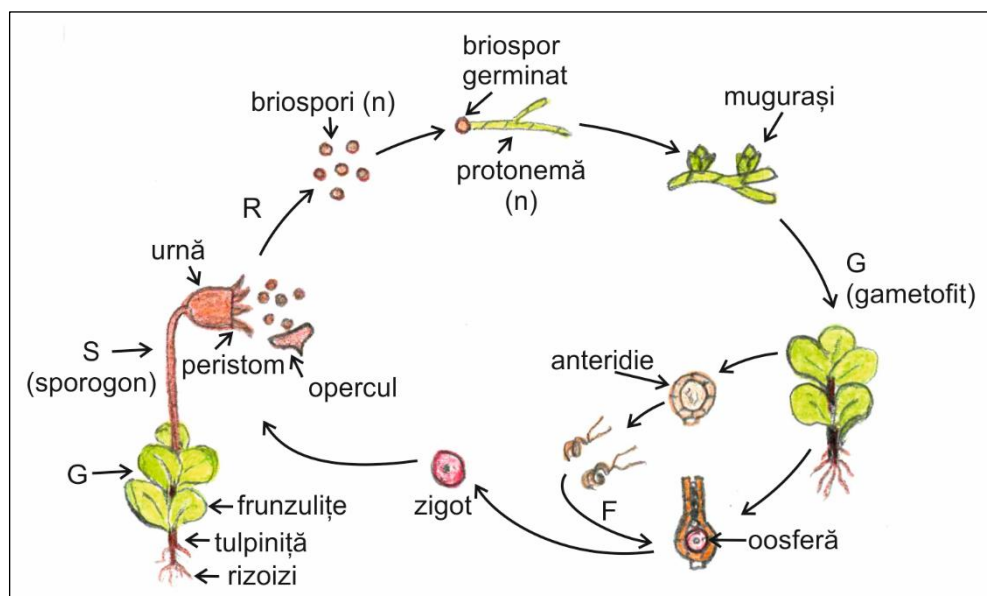


Fig. 2. Ciclul de dezvoltare la mușchi (desen original)

Înmulțirea la mușchi se realizează: sexuat (rezultând sporogonul), asexuat prin briospori (meiospori) și vegetativ (prin propagule, gemule bulbili, fragmente de protonemă, de corp vegetativ).

Briofitele se înmulțesc pe cale vegetativă cu mare ușurință; orice celulă vie fiind totipotentă din punct de vedere regenerativ (capabilă de a da naștere la o nouă plantă). Deseori, la mușchi latența sau moartea pot stimula dezvoltarea mugurilor dorminzi.

Sensibilitatea briofitelor

Mușchii constituie un grup de organisme foarte des folosite drept bioindicatori. Reactivitatea lor ridicată la prezența noxelor este datorată faptului că nu prezintă un sistem vascular propriu-zis; majoritatea nu prezintă nici cuticulă, absorbind apa și nutrienții pe toată suprafața organismului lor. Anumite etape ale ciclului de dezvoltare a briofitelor (gameți, protonemă) sunt foarte sensibile la noxe sau alți factori ambientali. O consecință a acestei sensibilități este incapacitatea de a se înmulți sexual, în cazul poluării mediului, având ca alternativă înmulțirea vegetativă. În condiții de stres accentuat (uscăciune), speciile sensibile sunt prezente doar în stadiul vegetativ, cel mult cu formațiuni de înmulțire vegetativă. Potențialul reproductiv al unei specii este responsabil de succesul ei, într-un mediu poluat, implicit în condiții de stres, supraviețuind mai ales speciile capabile de înmulțire vegetativă, în detrimentul reproducerii sexuate, evitând în acest fel stadiul mai sensibil, protonematic (GILBERT, 1969).

La fel ca și în cazul plantelor vasculare, li s-au atribuit indici care reflectă toate aspectele prezentate anterior (raportarea față de umiditate, temperatură, reacția chimică a substratului, lumină, tipul de substrat, compoziția chimică a substratului, poluare organică sau troficitate), dar și gradul de hemerobie (răspuns la influența antropică), strategiile de viață (DIERSEN, 2001).

Structura comunităților se modifică și din punctul de vedere al strategiilor de viață, stresul fiind marcat de abundența speciilor fugitive și colonizatoare (ORBÁN, 1992). Briofitele care formează sporogone au o rată a multiplicării rapidă, reducând perioada de expunere a protonemei. DE SLOOVER & LE BLANC, 1970, au afirmat că fertilitatea este legată de vitalitate. Chiar și modul de organizare a corpului vegetativ, poate reflecta un grad mai mare sau mai mic de sensibilitate.

Briofitele care prezintă specificitate față de un anumit tip de substrat, par a fi mai sensibile la poluarea aerului, decât cele ce se întâlnesc pe mai multe tipuri de substrat. Speciile care se dezvoltă pe arbori (epifite) sunt în general mult mai sensibile decât cele care cresc pe alte tipuri de substrat (GILBERT, 1970), deoarece aportul de poluanți este mai mare, fiind suplimentat de apa ce spală atmosfera și coronamentul și apoi se prelinge pe

trunchi, fără ca substratul să intervină prea mult în reducerea agresivității poluanților. Dacă ne referim la medii cu o atmosferă curată, speciile vor fi puternic influențate de umiditatea atmosferică sau de pH-ul ritidomului.

În cazul epifitelor, speciile care cresc la baza trunchiului fac față mai bine stresului hidric decât cele din partea superioară a trunchiului, deoarece cu reducerea pantei substratului, apa se scurge mai lent.

Bogăția specifică a epifitelor este mai mare pe unele specii de arbori (de exemplu: arțarul, plopul, frasinul), iar pe ritidomul altor specii (stejarul și fagul) este mai mică sau chiar foarte mică pe specii ca arinul, molidul sau carpenul.

Deși în cadrul comunităților epifitice s-a constatat un anumit grad al specificității pentru gazdă, este evident că indivizii răspund mai ales naturii mediului decât “recunosc” o anumită specie gazdă (PALMER, 1986; SCHMITT & SLACK, 1990). Factorul cel mai important care determină compoziția comunităților de briofite este pH-ul scoarței, care variază de la neutru până la acid. (Tab. 1).

Un rol însemnat îl are rugozitatea ritidomului, care implică și o capacitate diferită de reținere a apei, cu atât mai mare cu cât este mai crăpat. Chiar și la speciile de arbori cu ritidom neted, acesta devine rugos cu trecerea anilor și tot mai accesibil fixării sporilor și reținerii apei. Chimismul ritidomului fiecărei specii diferă, aspect mai evident la conifere, la care rășinile sunt un factor limitativ pentru briofite.

Tab. 1. Clasificarea arborilor gazdă după pH-ul scoarței BARKMAN, 1958.

Arbori cu scoarță acidă	Arbori cu scoarță moderat acidă	Arbori cu scoarță aproape neutră
arin negru	tei	arțar
carpen	salcâm	frasin
cireș sălbatic		nuc
fag		măr
stejar		plop
		ulm

Preferința pentru anumiți arbori gazdă este valabilă numai pentru zonele cu precipitații cuprinse între 500-1000 mm/an. Cu cât umiditatea

atmosferică este mai mare, cu atât scade preferința față de substrat. S-a observat că în zonele muntoase umede, sunt populați de epifite chiar și pe arborii care de obicei sunt săraci în specii de mușchi. În apropierea cascadei, multe specii terestre sau saxicole trec pe ritidomul arborilor (FRAHM, 1998), îmbogățind structura comunităților epifitice.

Susceptibilitatea speciilor:

- speciile dioice (reprezentate prin indivizi bărbătești și indivizi femeiești) sunt mai sensibile decât cele monoice (cu indivizi ce poartă atât organe sexuale femeiești, cât și organe sexuale bărbătești) (RAO, 1982);
- speciile cu cuticulă mai dezvoltată suportă mai bine poluarea sau scăderea umidității;
- mușchii pleurocarpi și acrocarpi ramificați, absorb mai ușor noxele și umiditatea, decât cei acrocarpi neramificați, erecti;
- mușchii hepatici sunt mai sensibili decât muscii;
- speciile ce prezintă multipotențialitate și rată rapidă a multiplicărilor manifestă o rezistență sporită (GILBERT, 1970).

Pornind de la aceste considerente, dar mai ales pe baza unor investigații pe termen lung, s-au alcătuit scări briologice de apreciere a gradului de poluare (GILBERT, 1970; SERGIO & BENTO-PEREIRA, 1981).

Principalele metode de studiu folosind briofitele ca bioindicatori

Briofitele pot servi ca bioindicatori fie printr-o abordare la nivelul unei **specii** (urmărindu-se strategiile de reproducere sau dozarea diverselor noxe acumulate), fie prin studiul **comunităților** pe care acestea le formează (urmărindu-se numărul de specii, gradul de reprezentare a diferitelor categorii morfologice, reprezentarea față de principalii factori abiotici pe baza scării lui Ellenberg, strategiile reproductive ale speciilor, strategiile de viață sau toleranța la impactul antropic).

Degradarea accentuată a habitatelor naturale se reflectă la nivelul comunităților de briofite prin scăderea *numărului de specii* în apropierea surselor de poluare (RAO & LE BLANC, 1967; GILBERT, 1968). Multe dintre specii au dispărut în mediul urban industrial ca urmare a sensibilității lor la aerul, solul sau apele poluate (LE BLANC & RAO, 1973). Același răspuns

este constatat și în condiții de stres, adesea datorat impactului antropic în habitatele forestiere (FRIEDEL *et al.*, 2006). Pornind de la inventarele de specii, se poate analiza compoziția în categorii ecologice pe baza indicilor ecologici conform scării lui Ellenberg (GOIA & KISS, 2006).

1.2.3. Lichenii ca bioindicatori

Ce sunt lichenii?

Spre deosebire de mușchi, lichenii nu sunt organisme individuale, ci asociații simbiotice, în principal între o ciupercă (micobiontul) și unul sau mai mulți fotobionți (alge verzi și/sau cianobacterii).

Deși modelul clasic al simbiozei presupunea prezența unui singur partener fungic, această perspectivă s-a extins în ultimii ani. SPRIBILLE *et al.* (2016) au găsit drojdii bazidiomicete constant prezente în cortexul multor macrolicheni, iar la lichenii-lup (genul *Letharia*) a fost identificată o a doua bazidiomicetă, neînrudită (TUOVINEN *et al.*, 2019). Totuși, deoarece prezența și specificitatea acestor drojdii nu sunt universale (MARK *et al.*, 2020), nu se poate vorbi despre o formulă fixă a partenerilor. Lichenul este astfel populat de un număr nedeterminat de microorganisme, alături de ciupercă și de partenerii fotosintetizanți, motiv pentru care HAWKSWORTH & GRUBE (2020) propun să fie înțeles ca un ecosistem auto-susținut.

Pentru monitorizare, această redefinire conceptuală nu schimbă practica: unitatea de studiu și de conservare rămâne fenotipul simbiotic, care poartă numele micobiontului (SCHEIDEGGER & GOWARD, 2002). De aceea, unele specii se consemnează pe teren la nivel de grup (de exemplu „grupul *Ramalina farinacea*”): variația observabilă cu lupa nu are întotdeauna corespondent în taxonomia micobiontului.

Relația dintre partenerii simbiotici este, în linii mari, mutualistă: fotobiontul produce hrana prin fotosinteză, iar micobiontul asigură protecția algei și oferă structura lichenului. Corpul lichenului se numește **tal** și nu prezintă rădăcini, tulpini sau frunze adevărate. Talul multor specii este capabil să supraviețuiască în locuri unde puține alte organisme rezistă, colonizând cele

mai variate substraturi: scoarța arborilor, lemnul mort, stâncile, solul, covorul de mușchi, chiar și gardurile și acoperișurile. Altele au însă cerințe foarte specifice și tocmai acestea sunt speciile cu valoare indicatoare.

Lichenii nu sunt paraziți, ei folosesc scoarța arborilor doar ca suport de fixare și nu afectează arborele-gazdă. Structurile cu care se prind: rizinele, punctul de fixare sau simple hife fungice nu sunt rădăcini și nu extrag nimic din arbore. Apa este absorbită, ca și la mușchi, pe toată suprafața talului.

Sub aspect morfologic, talul lichenilor poate fi:

- **crustos** - formează o crustă strâns lipită de substrat, cu aspect esențial bidimensional, fără o față inferioară distinctă; nu poate fi desprins fără a se rupe;
- **foliaceu** - are aspectul unor frunzulițe sau al unei rozete. Este alcătuit din lobi turtiți și are două fețe clar diferite: una superioară și una inferioară. Fixarea pe substrat se face prin rizine fără a fi strâns lipit, sau printr-un singur punct central. Printre speciile reprezentative se numără cele din genurile: *Hypogymnia*, *Flavoparmelia*, *Lobaria*, *Cetrelia*, *Parmelia*.
- **fruticulos (tufos)** - dezvoltat tridimensional, în formă de tufă sau de „barbă”, cu ramuri rotunde ori turtite, prins de obicei într-un singur punct, stând ridicat sau atârând (exemple: *Usnea*, *Bryoria*, *Ramalina*, *Evernia*).

Un caz aparte îl reprezintă genul *Cladonia*, cu **tal dimorf**: un tal primar format din solzișori (scuamule) lipiți de substrat, din care se ridică structuri verticale goale pe dinăuntru, numite **podeții**, în formă de **cupe** (pâlnii, de unde denumirea populară de „lichen-cupă”) sau de **cornuri** ascuțite, simple ori ramificate. Prin scuamule seamănă cu talul foliaceu, iar prin podeții cu cel fruticulos; în protocoalele de monitorizare a macrolichenilor, speciile de *Cladonia* se consemnează doar atunci când prezintă podeții sau corpuri de fructificație, scuamulele sterile fiind excluse (WOODWARD *et al.*, 2009).

Speciile foliacee și fruticuloase sunt grupate sub denumirea comună de **macrolicheni**, prin opoziție cu speciile crustoase (microlicheni). Această distincție are, așa cum vom vedea, consecințe directe asupra metodei de monitorizare.

Înmulțirea. Ca și la mușchi, lichenii se înmulțesc pe două căi principale, cu semnificație ecologică și dinamică populațională diferită:

- **Calea sexuată - recombinație genetică și transmitere pe orizontală.** La acest proces participă exclusiv micobiontul, care formează corpuri de fructificație în care, prin meioză, se produc ascospori. Deoarece sporiile conțin doar componenta fungică, hifele formate după germinare trebuie să reîntâlnească alga potrivită în mediu pentru a reconstrui simbioza. Acest proces se numește **relichenizare**. Dacă întâlnirea nu are loc, ciuperca moare. Este calea riscantă și costisitoare fiziologic, dar singura care generează variație genetică (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009).
- **Calea vegetativă - clonare și transmitere pe verticală (co-propagare).** Se realizează prin propagule ce conțin ambii parteneri simbiotici simultan: **soredii** (pachete microscopice de algă învelite în hife) și **izidii** (mici excrescențe acoperite de cortex, fragile), la care se adaugă fragmentarea mecanică a talului. Propagula poate forma direct un nou individ (o clonă a lichenului-mamă), cu un genotip deja adaptat la condițiile locale, ceea ce face această cale mult mai eficientă la nivel local (DAL GRANDE *et al.*, 2012).

Cele două căi diferă și prin distanța de dispersie, care este invers proporțională cu mărimea propagulei. Ascosporiile microscopice ajung mult mai departe decât orice propagulă vegetativă, în timp ce sorediile se dispersează mai departe decât izidiile sau fragmentele de tal. În mod particular, fragmentele speciilor tericole sunt purtate de vânt la mai puțin de un metru. La specia model *Lobaria pulmonaria*, majoritatea propagulelor ajung la 40–50 m de talul-sursă, doar o fracțiune depășind 200 m (WERTH *et al.*, 2006). Dispersia nu garantează însă colonizarea. Urmează **instalarea**: aderarea propagulei la substrat, fixarea activă prin hife (care poate dura câteva luni), găsirea unui microhabitat favorabil și evitarea competitorilor și a consumului de către nevertebrate. Aceasta este o etapă la fel de decisivă și adesea, adevăratul factor care limitează răspândirea unei specii (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009).

Pentru monitorizare, cele două căi se interpretează împreună la scări de timp diferite. Pe termen scurt, terenul este „câștigat” de calea vegetativă: colonizare locală rapidă, fără riscul relichenizării (abundența sorediilor și izidiilor arată că populația locală se poate autoîntreține). Pe termen lung

Însă, persistența într-un peisaj dinamic depinde de componenta sexuată, care asigură variația genetică și recolonizarea la distanță după perturbări majore. De aici, două reguli de interpretare: la fel ca la mușchi (cap. 1.2.2), în condiții de stres sau de perturbare recentă predomină speciile și talurile cu înmulțire exclusiv vegetativă, în timp ce talurile bogat fructificate semnalează, de regulă, condiții favorabile pentru specie. Din acest motiv, populațiile izolate care se reproduc și sexuat, au o prioritate de conservare mai mare decât cele strict asexuate (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009).

De ce sunt lichenii bioindicatori

Motivele sunt, în mare parte, aceleași ca la mușchi, la care se adaugă câteva particularități:

- **nu au sistem vascular și nici cuticulă protectoare**, astfel încât absorb apa, nutrienții și poluanții pe întreaga suprafață a talului, direct din aer (NIMIS & PURVIS, 2002). De aceea, lichenii sunt indicatori excelenți ai calității aerului, în special ai compușilor de azot și ai concentrațiilor medii multianuale de dioxid de sulf (WOODWARD *et al.*, 2009).
- sunt organisme **poichilohidrice**: nu își pot regla activ conținutul de apă, rămânând inactive metabolic o mare parte din an și reactivându-se doar când substratul și aerul sunt suficient de umede (SCHEIDEGGER & GOWARD, 2002). Din această cauză, unele specii sunt extrem de sensibile la variațiile fine de lumină, umiditate și temperatură. Deoarece sunt active doar atunci când sunt hidratate, ele pierd carbon dacă umezirea coincide cu temperaturi ridicate, astfel încât activarea devine ea însăși un factor de stres (LARCHER, 2003). Exigențele aceleiași specii se schimbă de-a lungul gradientelor climatici: specii care în climate umede sunt generaliste (colonizează mai multe tipuri de substrat) devin specialiste extreme de habitat (colonizează un singur tip de substrat, cu cerințe foarte stricte) în regiunile mai continentale (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009). Compoziția comunităților urmărește dinamica climei suficient de strâns pentru a putea fi modelată. Astfel, într-un model realizat la nivel regional, temperaturile proiectate pentru anul 2040 indicau dispariția anumitor specii de licheni (GEISER & NEITLICH, 2007).

- **natura simbiotică este ea însăși un factor de sensibilitate:** afectarea oricăruia dintre cei doi parteneri duce la ruperea simbiozei și, în final, la moartea lichenului (NIMIS & PURVIS, 2002);
- sunt **pereni și disponibili pentru observație tot timpul anului**, indiferent de sezon (NIMIS & PURVIS, 2002), spre deosebire de plantele vasculare, aceștia nu necesită o perioadă optimă de inventariere;
- **cresc foarte lent și trăiesc mult.** La unele specii epifite, talul poate depăși o sută de ani, interval comparabil cu durata de viață a ramurilor și trunchiurilor pe care cresc (SCHEIDEGGER & GOWARD, 2002). Prin urmare, comunitatea de licheni de pe un arbore nu reflectă doar condițiile actuale, ci și **istoricul habitatului:** compoziția lichenilor de pe un trunchi „povestește” condițiile de lumină, umiditate și calitatea aerului din acel punct al pădurii, de-a lungul deceniilor.

Ca și în cazul plantelor vasculare și al mușchilor, lichenilor li s-au atribuit **valori indicatoare ecologice** care exprimă raportarea fiecărei specii față de principalii factori de mediu: umiditate, temperatură, lumină, reacția și chimismul substratului, precum și toleranța la eutrofizare și la impactul antropic (WIRTH, 2010). Aceste valori permit ca, pornind de la o simplă listă de specii, să se caracterizeze indirect condițiile din stațiune.

Un instrument suplimentar, specific lichenilor, îl reprezintă **gruparea în tipuri funcționale**. De exemplu, specialiști de substrat (legați de un singur tip de substrat) versus generaliști (prezenți pe trei sau mai multe tipuri). Raportul dintre grupurile funcționale legate de substrat se modifică previzibil odată cu intensificarea impactului uman: numărul lichenilor specialiști scade, iar ponderea generaliștilor crește odată cu gradul de antropizare (STOFER *et al.*, 2006).

Factorii care controlează distribuția lichenilor

Substratul și specificitatea față de acesta. Principalele tipuri de substrat colonizate sunt scoarța arborilor vii, lemnul mort, solul și roca, fiecare găzduind comunități distincte de licheni. Ca și la mușchi, speciile specializate pe un singur substrat sunt mai sensibile la perturbare decât cele generaliste, iar numărul lor scade semnificativ în pădurile exploatate (ARDELEAN *et al.*, 2015).

pH-ul și proprietățile scoarței. Factorul cel mai important care determină compoziția comunităților epifite (la licheni ca și la mușchi) este pH-ul scoarței, motiv pentru care clasificarea arborilor-gazdă prezentată la mușchi (Tab. 1, după BARKMAN, 1958) este valabilă și aici. Alături de pH acționează textura și rugozitatea, capacitatea de reținere a apei și conținutul în compuși fenolici, care funcționează împreună ca filtre ecologice, controlând succesul colonizării, vitalitatea talului și persistența pe termen lung a epifitelor (MÖLLER *et al.*, 2026): o scoarță groasă și crăpată reține mai bine apa, oferă adăpost și o ancorare mai sigură decât una netedă. Toate aceste proprietăți se schimbă în favoarea epifitelor pe măsură ce arborele îmbătrânește. Legătura dintre lichenii rari și arborii bătrâni depinde în mod critic de caracteristicile scoarței acestora.

Vârsta arborilor și continuitatea pădurii. Arborii bătrâni cumulează astfel însușiri pe care arborii tineri nu le pot oferi, la care se adaugă un microclimat stabil și o suprafață mare de colonizat. Cât de mult contează aceste structuri-cheie s-a văzut în Parcul Național Munții Rodnei, unde au fost comparate păduri conservate cu păduri gestionate: în cele conservate, unde arborii bătrâni au rămas în picioare, structurile-cheie au susținut până la 70% dintre speciile de licheni rari și amenințați (ARDELEAN *et al.*, 2015). Un exemplu extrem îl oferă lichenii calicioizi: mulți dintre acești specialiști cresc exclusiv în crăpăturile adânci de scoarță pe care doar arborii-veterani le pot oferi (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009). În molidișurile carpatice, vârsta arborelui s-a dovedit cel mai puternic predictor al diversității lichenilor: arborii de peste 200 de ani funcționează ca microrefugii pentru speciile specialiste, cu dispersie limitată (ZEMANOVÁ *et al.*, 2017).

Dependența de arborele-gazdă se vede și la nivel demografic. De exemplu, populațiile de *Lobaria pulmonaria* prezente pe un singur arbore au, în modelări, o probabilitate de supraviețuire de numai 47% după 100 de ani, în timp ce populațiile care colonizează cel puțin 10 arbori pot fi considerate robuste. Atunci când *L. pulmonaria* colonizează un singur arbore, chiar niveluri de recoltare considerate „durabile” din perspectivă silvică duc, în simulări, la dispariția locală a speciei (SCHEIDEGGER *et al.*, 1998, 2000, în SCHEIDEGGER & WERTH, 2009).

Continuitatea pădurii privită prin prisma conviețuirii generațiilor de arbori: arbori bătrâni și arbori tineri prezenți simultan în arboret, astfel încât epifitele pot trece treptat de pe o generație pe următoarea, reprezintă un element esențial pentru populațiile speciilor dependente de arborii bătrâni, cum este *L. pulmonaria*. Evenimentele care întrerup această conviețuire: tăierile rase, perturbările care înlocuiesc întregul arboret, produc extincții locale, după care recolonizarea pornește de la doar unul sau câteva genotipuri. Aceste modificări în structura pădurii au efecte negative de lungă durată asupra diversității genetice a populațiilor refăcute (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009). Speciile de pădure bătrână (*Lobaria*, *Cetrelia*, lichenii calicioizi) nu pot fi „recreate” rapid: prezența lor semnalează continuitatea istorică a habitatului.

Microclimatul și structura arboretului. Deschiderea coronamentului după tăieri crește radiația solară, ridică temperatura, mărește expunerea la vânt și frecvența perioadelor de uscare, defavorizând speciile de umbră și pe cele dependente de un microclimat constant umed. Ca și la mușchi, speciile caracteristice pădurilor naturale necesită un regim relativ constant, cu umiditate atmosferică ridicată și oscilații termice reduse; liziera diferă de interiorul pădurii atât prin lumină, cât și prin vânt (WILL-WOLF *et al.*, 2002a).

Lemnul mort. Trunchiurile căzute, cioatele și arborii uscați oferă habitate diferențiate după gradul de descompunere, umiditate, expunere și esență. Prezența pe lemn mort a unor **specialiști epifiți**, deci a unor specii care în mod normal cresc pe scoarță vie, semnalează continuitatea între substratul viu și cel mort și un spectru complet de stadii de descompunere, tipic pădurilor neperturbate (ARDELEAN *et al.*, 2015).

Susceptibilitatea speciilor

Prin analogie cu criteriile stabilite la mușchi, sensibilitatea lichenilor variază previzibil în funcție de câteva trăsături:

- **fotobiontul:** cianolichenii (cu cianobacterii ca fotobiont principal) sunt în general mai sensibili decât lichenii cu alge verzi, fiind dependenți de apa lichidă pentru activarea fotosintezei;

- **forma de creștere:** speciile fruticuloase sunt cele mai expuse (suprafață mare, contact maxim cu aerul), urmate de cele foliacee, în timp ce speciile crustoase, protejate de contactul strâns cu substratul, sunt cele mai rezistente;
- **specializarea de substrat:** speciile legate de un singur substrat sunt mai vulnerabile decât cele generaliste (STOFER *et al.*, 2006);
- **poziția pe trunchi:** ca și la briofite, speciile de la baza trunchiului suportă mai bine stresul hidric decât cele din partea superioară;
- **dependența de structuri-cheie:** speciile care necesită scoarță bătrână, crăpată sau moale dispar odată cu extragerea arborilor maturi;
- **capacitatea de dispersie și instalare:** speciile cu propagule mari și grele, cu răspândire lentă, nu recolonizează habitatele restaurate decât după perioade foarte lungi. Limitarea poate acționa în oricare dintre cele două etape - dispersie sau instalare: la specia *Lobaria pulmonaria*, propagulele ajung și în arborete și zone deschise unde acest lichen lipsește, colonizarea habitatelor fiind limitată de condițiile ecologice locale, nu de dispersie (WERTH *et al.*, 2006). Absența unei specii bioindicatoare dintr-un habitat aparent favorabil poate reflecta, așadar, atât izolarea față de sursele de propagule, cât și calitatea insuficientă a microhabitatelor.

Scări și sisteme de apreciere

Ca și în cazul briofitelor, investigațiile pe termen lung au permis elaborarea unor scări de bioindicație cu licheni. Cele mai cunoscute sunt scările calibrate de apreciere a calității aerului, dezvoltate începând cu anii 1970 și cele pentru evaluarea pădurilor. Indicii de continuitate ecologică bazați pe liste de specii-indicator sunt folosiți pentru a acorda un scor de valoare conservativă unui arboret (COPPINS & COPPINS, 2002). Principiul comun al acestor indici este că speciile critice, cu valoare de conservare, sunt colonizatoare slabe și necesită disponibilitatea neîntreruptă a microhabitatelor potrivite.

Metode de studiu

Lichenii pot servi ca bioindicatori prin două abordări:

- **la nivel de specie** - urmărind prezența/absența unor specii-indicator, vitalitatea talurilor, modul de reproducere (fertil vs. exclusiv vegetativ);
- **la nivel de comunitate** - analizând numărul total de specii, proporția categoriilor morfologice (fruticuloase/foliacee/crustoase), raportul specialiste - generaliste, proporția speciilor de pe lista roșie și distribuția pe substraturi și categorii de arbori.

De ce alegem macrolichenii?

Restrângerea la macrolicheni nu este o simplificare arbitrară, ci o opțiune metodologică validată (BERGAMINI *et al.*, 2005). În multe regiuni nu există suficienți lichenologi și nici resursele necesare pentru ca aceștia să efectueze singuri toată munca de monitorizare (WILL-WOLF *et al.*, 2002b). Testele comparative arată că pentru macrolicheni evaluați într-un interval limitat de timp (2 ore pentru 0,4 ha), personal neexperimentat, dar instruit, a identificat între 65% și 90% dintre speciile găsite de un specialist. Când protocolul a inclus și speciile crustoase, personalul neexperimentat a înregistrat sub o treime din numărul de specii identificate de specialist (WILL-WOLF *et al.*, 2002b).

Răspunsul comunităților la degradarea habitatului

Pierderea și degradarea habitatului reprezintă cea mai răspândită amenințare pentru licheni, tăierile rase din pădurile bătrâne sau naturale provocând pierderea habitatului populațiilor de licheni în 63% dintre cazuri (WOLSELEY, 1995, în SCHEIDEGGER & WERTH, 2009). Pădurile bătrâne adăpostesc o floră lichenică caracteristică, ce nu se regăsește în pădurile secundare sau în peisajele forestiere fragmentate, iar înlocuirea pădurilor naturale cu plantații are efecte drastice asupra bogăției de specii și compoziției comunităților (SCHEIDEGGER & WERTH, 2009).

Ca și la briofite, degradarea se reflectă întâi în scăderea numărului de specii și în modificarea compoziției comunităților. Această modificare nu e

o înlocuire propriu-zisă, ci dispar speciile sensibile, iar comunitatea rămâne dominată de speciile comune, larg răspândite (microlicheni crustoși pionieri), dar și macrolicheni toleranți precum *Hypogymnia physodes* sau *Pseudevernia furfuracea*, prezente oricum și în pădurile intacte. Niciuna dintre acestea nu semnalează, prin simpla ei prezență, degradarea. O pădure exploatată poate fi, așadar, plină de licheni; degradarea se citește prin absența speciilor cu amplitudine ecologică restrânsă, motiv pentru care monitorizarea urmărește prezența speciilor-indicator. În pădurile carpatice, efectul a fost cuantificat în Parcul Național Munții Rodnei: suprafețele gestionate au adăpostit doar jumătate din bogăția de specii a celor conservate, iar pierderea a lovit cel mai puternic tocmai speciile valoroase: siturile conservate aveau de peste cinci ori mai multe specii epifite de pe listele roșii (ARDELEAN *et al.*, 2015).

2.

Scopul și obiectivele studiului

Toate studiile privind valoarea bioindicatoare a mușchilor și lichenilor dovedesc un potențial puțin explorat, pentru a pune în evidență impactul antropic asupra habitatelor naturale. Chiar dacă sunt studii în această direcție, ele sunt disperate, puține având o finalitate aplicativă.

Proiectul de față are ca principal scop elaborarea și implementarea unui protocol de monitoring suplimentar celui forestier, bazat pe utilizarea mușchilor și lichenilor în calitate de bioindicatori fideli ai calității și biodiversității pădurilor montane. Proiectul s-a desfășurat în păduri din patrimoniul Primăriei Cluj-Napoca și din Parcul Natural Munții Apuseni.

La realizarea acestui proiect ne-am propus implicarea comunităților locale și a voluntarilor, inițierea unor specialiști în domeniul criptogamelor, cu formarea unei echipe mixte (specialiști pe taxonomie, vegetație, ingineri silvici, administratori de fond forestier, organizații de mediu, liberi profesioniști) capabilă să acceseze noi granturi în scopul explorării florei criptogamice, pentru a cunoaște biodiversitatea acestora și modul în care este influențată de schimbările climatice și/sau antropice.

Obiectivele proiectului vizează atât etapa de cercetare, cât și cea de diseminare:

1. stabilirea a 12 parcele de 1 ha de monitorizare din etajul montan al județului Cluj și Bihor, incluzând păduri martor dintr-o arie strict protejată din Parcul Natural Munții Apuseni, în funcție de tipul de vegetație: fag, amestec, conifere și arinișuri. Pentru fiecare tip de pădure s-au selectat trei tipuri din punct de vedere al istoricului gestionării: seculară, rarită și cu tăiere rasă acum 50-100 de ani;

2. identificarea speciilor de criptogame (mușchi și macrolicheni corticoli și saprolignicoli) din ploturile selectate: delimitând patru fâșii de 15x150 cm, pe cele patru puncte cardinale, la 10 arbori vii și 10 trunchiuri căzute (în cazul în care nu erau suficiente am investigat cioate, în număr dublu), pentru a acoperi majoritatea speciilor prezente;
3. crearea unei baze de date cu rezultatele obținute și analiza statistică a acestora, din punct de vedere al diversității și relației cu parametrii ambientali investigați;
4. selecția speciilor cu valoare bioindicatoare pentru un grad ridicat de naturalețe a pădurilor (specii strict legate de mediul forestier, specii periclitare, specii umbrelă) și prioritizarea celor ce pot fi utilizate cu succes de factorii responsabili și voluntari (ONG-uri, studenți), pentru monitorizarea calității pădurilor;
5. elaborarea unui protocol de monitoring suplimentar celui forestier, bazat pe utilizarea speciilor selectate ca bioindicatori, în faze succesive, având în vedere pași standardizați în procesul de monitoring și transferul expertizei factorilor interesați;
6. diseminarea rezultatelor proiectului, atât destinate publicului larg, pentru încurajarea utilizării acestui sistem de monitorizare în protejarea pădurilor din etajul montan al Carpaților (ghidul de față, pliante, trasee tematice, evenimente publice diseminate pe diverse canale de mediatizare), cât și destinate mediului academic, prin publicații științifice.

Dacă obiectivele 2 și 3 sunt destinate strict cercetării, obiectivele 4 și 5 se regăsesc în ghidul de față.

3.

Metodologia de lucru

Pentru identificarea speciilor cu valoare bioindicatoare și a răspunsurilor legate de diversitatea speciilor de criptogame (mușchi și licheni), s-au stabilit 12 parcele de monitorizare permanentă, de 1 ha, în etajul montan al județului Cluj și Bihor, care includ păduri de fag, amestec, conifere și de luncă. Pentru fiecare tip de pădure s-au selectat trei tipuri de gestionare a pădurii: seculară, rărită și cu tăiere rasă acum 50-100 de ani.

Din fiecare parcelă s-au investigat 10 trunchiuri de arbori cu diametrul mai mare de 30 cm (colectarea s-a efectuat pe fâșii de 15 cm de la baza copacului până la 150 cm înălțime, pe direcția celor 4 puncte cardinale) și 10 trunchiuri căzute, aflate în diferite stadii de descompunere. Frecvent, în pădurile ce nu sunt integrate într-o arie protejată sunt dificil de găsit trunchiuri căzute. În astfel de situații s-a acceptat investigarea a câte doi butuci în locul unui trunchi. S-au notat toate speciile de mușchi și macrolicheni (aceștia fiind mai ușor de recunoscut și de către responsabilii cu conservarea sau administrarea fondului forestier, precum și de către voluntari sau studenți). S-au apreciat volumul de lemn mort pe o scară de la 1 la 5, stadiul de descompunere, înălțimea și diametrul arborilor investigați.

Lemnele putrede au fost alese aleatoriu, dar, în funcție de volumul de lemn mort, a fost luată în considerare colectarea echilibrată în funcție gradul de descompunere (GREGORY *et al.*, 1995, HARMON *et al.*, 2011):

Clasa 1 (Lemn intact)

- lipsesc semnele vizibile de descompunere, structura este integră, solidă;
- este prezentă scoarța nedeteriorată.

Clasa 2 (Descompunere ușoară)

- se observă primele semne ale descompunerii, cum ar fi leziuni minore și deteriorarea scoarței;
- lemnul, deși încă solid, începe să devină ușor mai fragil.

Clasa 3 (Descompunere moderată)

- scoarța este parțial sau complet absentă;
- țesutul lignicol este alterat semnificativ, lemnul prezintă semne de descompunere internă;
- structura devine fragilă, însă își mai poate susține propria greutate.

Clasa 4 (Descompunere avansată)

- lemnul este extrem de descompus, fragmente se pot desprinde cu ușurință;
- structura internă este aproape complet distrusă, țesutul devine spongios.

Clasa 5 (Descompunere completă)

- masa lemnului devine amorfă, cu o textură similară cu pământul;
- structura inițială este pierdută complet, lemnul este integrat în sol.

S-au efectuat 12 relevee fitosociologice (un releveu/suprafață de monitorizare), pentru caracterizarea vegetației parcelor analizate, conform metodei Braun-Blanquet. Releveul fitosociologic este o metodă prin care este studiată, atât cantitativ, cât și calitativ, vegetația printr-o succesiune de observații și determinări. Observațiile vizează parametrii abiotici, caracteristicile biotice generale și speciile autotrofe, fiecareia atribuindu-i-se un indice de abundență-dominanță. Releveele s-au efectuat pe suprafețe de probă de dimensiuni prestabilite (400 m²). De obicei, forma suprafeței de probă este un pătrat. Arinișurile, ca urmare a impactului antropic puternic, apar ca fâșii înguste de-a lungul râurilor; prin urmare, suprafețele de probă pot fi dreptunghiulare, cu latura mai mare paralelă cu cursul de apă. La începutul fiecărui releveu s-au notat coordonatele în centrul suprafeței, localitatea, altitudinea, panta, expoziția, înălțimea și diametrul arborilor, închegarea coronamentului, proporția speciilor de arbuști, subarbuști, acoperirea stratului regenerativ, proporția stratului ierbos, muscinal, a speciilor de licheni și mușchi de pe sol, mărimea suprafeței de probă, toate

acestea adăugându-se în capul de tabel, la fiecare relevu. Indicii cantitativi de abundență-dominanță folosiți pentru evaluarea cantitativă a speciilor sunt cei din scara Braun-Blanquet (CRISTEA *et al.*, 2004).

Într-o arie protejată, unde tocmai speciile rare și vulnerabile sunt ținta monitorizării, colectarea ridică probleme evidente: riscul de a preleva dintr-o specie protejată și dilema, mereu discutabilă, cât se poate lua fără a afecta talul. În cazul mușchilor se poate colecta un fragment mic din periniță, doar dacă există incertitudinea identificării speciei pe teren. În acest ghid, pentru licheni, dovada standard este fotografia, nu proba colectată. Pentru fiecare specie presupusă se realizează o serie de fotografii macro care să surprindă caracterele din fișele de specii: talul întreg cu un reper de mărime (riglă sau monedă), detalii ale structurilor de înmulțire (soredii, izidii, apotecii), fața inferioară (acolo unde poate fi ridicat ușor un lob, fără desprinderea talului) și, dacă e posibil, același tal în stare uscată și umedă, deoarece culoarea se schimbă. Fiecare serie de fotografii primește un număr de „voucher foto” și datele de substrat, exact ca o probă clasică.

Acolo unde speciile înrudite nu se pot separa fără analize chimice sau microscopie, se notează „grupul” speciei (de exemplu, „grupul *Ramalina farinacea*”) la un nivel de detaliu suficient pentru monitorizare și perfect compatibil cu voucherul fotografic. Doar în cazuri excepționale, când specialistul solicită explicit material, se poate colecta o probă mică, exclusiv de pe ramuri recent căzute, niciodată din specii rare sau protejate și niciodată dintr-un tal unic.

Macrolichenii oferă astfel echilibrul optim între relevanța ecologică (fiind grupul cel mai frecvent validat ca indicator al managementului forestier) și fezabilitatea practică a colectării datelor de către administratori, rangeri sau voluntari, fără niciun impact asupra populațiilor de licheni.

4.

Rezultate

4.1. Diversitatea speciilor de mușchi și licheni corticoli și saprolignicoli în pădurile investigate

Diversitatea mușchilor și a lichenilor este un indicator implicit al complexității și stabilității rețelelor trofice. Aceasta scade atunci când pădurea este perturbată de exploatare sau de alte activități antropice, iar modificările ei constituie un semnal timpuriu al pierderii naturaleții și al degradării structurale a arboretelor (LESICA *et al.*, 1991; MEŽAKA *et al.*, 2012; ARDELEAN *et al.*, 2015; MÜLLER *et al.*, 2015; CZEREPKO *et al.*, 2021).

Așa cum era de așteptat, diversitatea speciilor de mușchi și licheni este mai mare în pădurile seculare, mai ales cele de amestec (Fig. 3), cu excepția arinișurilor, unde pădurea rărită are cea mai mare diversitate, fiind situată într-o vale cu versanți apropiați, unde umiditatea atmosferică persistă mai mult. Lemnul mort deține un rol însemnat în diversitatea pădurilor investigate. Tăierile rase au afectat cel mai evident făgetele, în celelalte tipuri de păduri valorile diversității fiind mai mari decât în pădurile rărite. Trebuie avut în vedere că vârsta acestor păduri este apropiată, iar rădirea a determinat o modificare a microclimatului din pădure, printr-o insolație mai accentuată, implicit o scădere a umidității atmosferice.

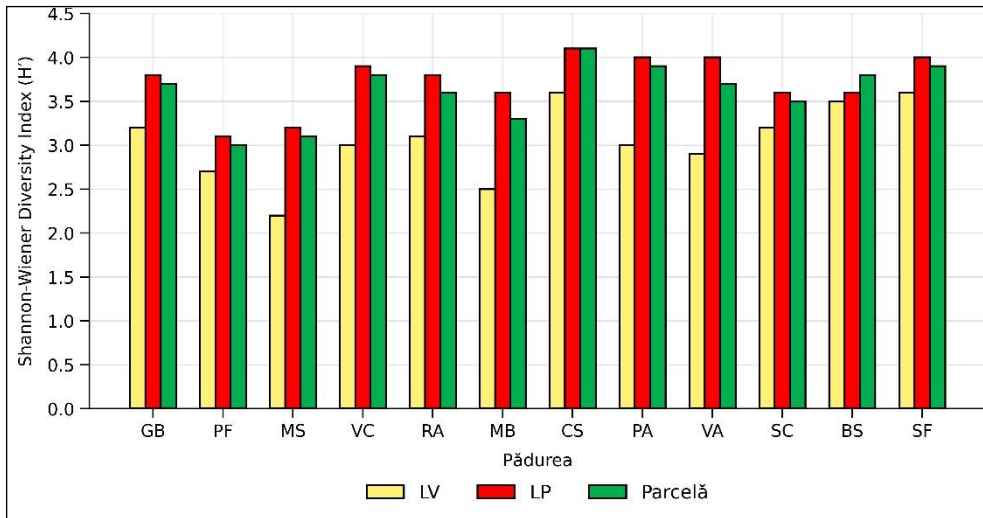


Fig. 3. Diversitatea speciilor de mușchi și licheni corticoli (LV) și saprolignicoli (LP), și totalul pentru pădurile (parcelele) investigate

A. Făgete: GB - Gardu Boghii (pd. seculară), PF - Prislop (pd. tăiată ras), MS - Muntele Săcel (pd. rărită); B. Molidișuri: VC - Vârful Cuciulat (pd. seculară), RA - Runcu Ars (pd. tăiată ras), MB - Muntele Bocului (pd. rărită); C. Păduri de amestec: CS - Cheile Someșului Cald (pd. seculară), PA - Prislop (pd. tăiată ras), VA - Valea Arsă (pd. rărită); D. Arinișuri: SC - Săcuieu (pd. seculară), BS - Barajul Săcuieu (pd. tânără echienă), SF - Scind Frăsinet (pd. rărită).

Selectarea speciilor indicatoare a urmat mai mulți pași, de la o selecție pe baza ordonărilor, o selecție pe baza analizei de tip *Indicator Species Analysis*, la selecția bazată pe experiența specialiștilor. În primele două situații, un răspuns neașteptat, dar firesc, a constat în selecția unor specii comune, dar tipice habitatelor investigate, ceea ce este logic, întrucât speciile cu dezvoltare optimă sunt cele ce reflectă cel mai bine particularitățile mediului abiotic, așa-numitele specialiste. Speciile periclitare, fiind mai rare, nu au prea mari șanse să fie selectate prin prelucrări statistice, poate într-un studiu la altă scară, cu mult mai multe păduri, studiu ce ar necesita și o echipă mai mare de specialiști pe aceste grupe taxonomice. Cu toate acestea, *Lophozia ascendens*, este singura specie selectată prin toate investigațiile. De altfel, acestei specii i s-a atribuit statutul de specie umbrelă, conform unor studii anterioare (GOIA & GAFTA, 2019).

De ce sunt mușchii și lichenii indicatori ai bunăstării pădurii? Multe dintre aceste specii cresc doar pe lemn mort în descompunere (substrat efemer,

a cărui abundență și stadiu de descompunere sunt esențiale pentru existența multor specii - în studiul de față aproape 2/3 din totalul speciilor de mușchi au fost identificate pe lemn mort), pe scoarța copacilor bătrâni sau în păduri cu o umiditate atmosferică ridicată și constantă, vechi și neperturbate. Prezența lor semnalează naturalitatea și continuitatea pădurii, calitatea aerului și abundența lemnului mort - exact ce urmărim într-un management forestier orientat spre conservare. Unele (de pildă *Buxbaumia viridis*, *Dicranum viride*) sunt specii care se regăsesc pe Directiva Habitate (European Commission, 1992).

Întrucât monitorizarea pădurilor în ariile protejate se realizează la nivel de habitat, speciile selectate au fost grupate pe habitatele identificate (Fig. 4).

91V0	9410	91E0*
saprolignicole	saprolignicole	saprolignicole
<i>Lophozia ascendens</i>	<i>Buxbaumia viridis</i>	<i>Platygyrium repens</i>
<i>Dicranum viride</i>	<i>Dicranum viride</i>	<i>Anomodon attenuatus</i>
<i>Buxbaumia viridis</i>	<i>Lophozia ascendens</i>	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>		
	corticole	corticole
corticole	<i>Bryoria bicolor</i>	<i>Antitrichia curtipendula</i>
<i>Anomodon attenuatus</i>	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	<i>Anomodon attenuatus</i>
<i>Anomodon viticulosus</i>	<i>Dicranum viride</i>	<i>Platygyrium repens</i>
<i>Leucodon sciurioides</i>		<i>Ramalina farinacea</i>
<i>Antitrichia curtipendula</i>		<i>Phaeophyscia endophaenicea</i>
<i>Neckera pennata</i>		
<i>Neckera pumila</i>		
<i>Porella platyphylla</i>		
<i>Lobaria pulmonaria</i>		
<i>Cetrelia olivetorum</i>		

Fig. 4. Speciile cu valoare bioindicatoare

pentru starea bună de conservare a unor habitate montane:

91V0 – Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*); 9410 – Păduri acidofile de molid (*Picea*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*); 91E0* – Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

4.2. Prezentarea speciilor indicatoare de mușchi

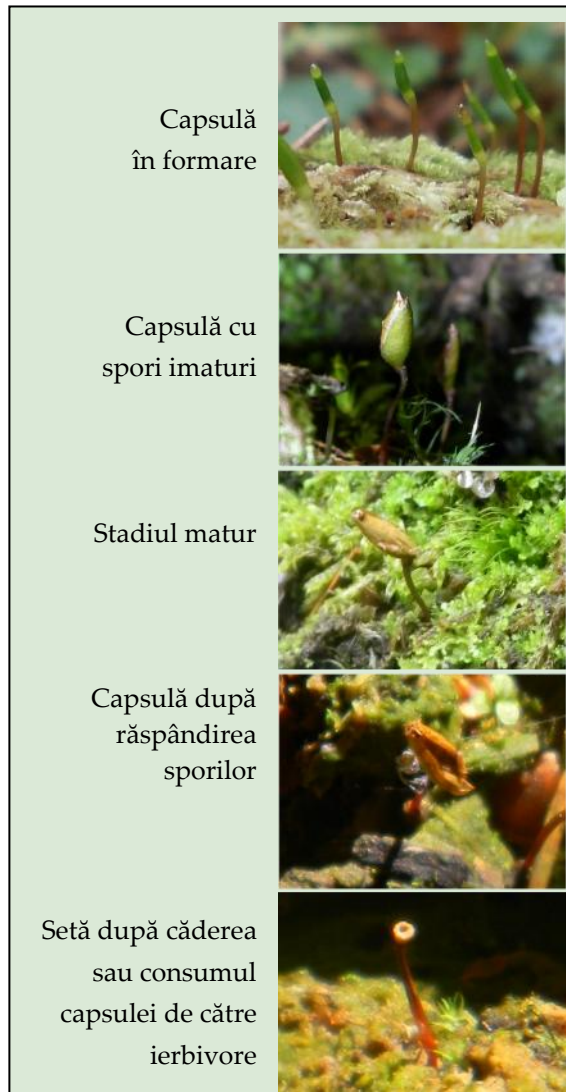
Prezentarea speciilor selectate s-a efectuat conform surselor bibliografice (ARNELL, 1956, FRAHM, 1998, FREY *et al.*, 1995, SCHUMACKER & VÁŇA, 2000, SCHUSTER, 1984, <https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/>) și a experienței personale.

4.2.1. Specii saprolignicole (de lemn putred)

Buxbaumia viridis

Caractere de recunoaștere. Este un mușchi acrocarp, la care frunzele sunt uscate, de forma unor firișoare, când se formează capsula mare, verde, pe o setă robustă. Capsulele, lungi de 5–8 mm, apar toamna și rămân aproape neschimbate până în aprilie, apoi se brunifică repede și se înclină față de setă. Când sunt mature, cuticula de pe fața superioară a capsulei se exfoliază (Fig. 5). Capsulele verzi sunt adesea consumate (de melci, păsări), adesea se găsesc multe sete fără capsulă.

Fig. 5. Stadiile de dezvoltare a speciei *Buxbaumia viridis* (Foto orig.).



Ecologie. saprolignicolă, mai ales în stadiile III sau IV de descompunere, în locuri cu umiditate atmosferică ridicată, adesea aproape de pâraie sau râuri. Pe bușteni de molid, dar și pe alte esențe lemnoase: pin, arin, fag, mesteacăn, mai rar cireș sălbatic, scoruș, salcie; uneori pe humus sau pe mușuroaie de furnici.

Valoare bioindicatoare. Indicator de lemn mort și de păduri naturale, cu o umiditate atmosferică crescută.

Management: păstrarea lemnului mort gros în diferite stadii de descompunere și a microclimatului umed; evitarea curățării „igienice” a pădurii.

Statut de conservare. Specie periclitată în România (EN A3c; C1), specie cuprinsă în Anexa 2 a Directivei Habitare și Convenția de la Berna (Appendix I) (ȘTEFĂNUȚ & GOIA, 2012).

Lophozia ascendens

Caractere de recunoaștere. Mușchi hepatic foliaceu mic (sub 1 mm lățime), verde-pal până la verde-gălbui, cu tulpinițe ascendente, ce formează pâlcuri mici, adesea amestecate printre alte briofite pe lemn putred. Frunzulițele sunt dispuse pe două șiruri, sunt bilobate (despicate în doi lobi erecți, asemenea unor coarne). În vârful lobilor, produce mase sferice abundente de gemule (bicelulare, colțuroase) de un verde-gălbui (Fig. 6.).

Cu ce se poate confunda? *Lophozia longidens* (și alte hepatice bilobate mărunte). *L. longidens* are gemule brun-roșcate și crește mai mult pe scoarță, pe când *L. ascendens* are gemule verzi-gălbui-pal și e legată de lemnul mort. Separarea sigură cere lupă bună sau microscop - pe teren ajută culoarea gemelor și substratul. *L. silvicola* are gemule verzi-gălbui, dar tulpinițele sunt târâtoare.

Ecologie. Pe lemn mort în descompunere (bușteni și cioate decorticate, umede) în păduri de conifere și de amestec montane, umede, umbrite și neperturbate; adesea pe lemnul moale, spongios.

Valoare bioindicatoare. Indicator de lemn mort și de naturalețe/continuitate a pădurii montane; specie ce figurează pe lista roșie în multe țări europene, inclusiv în România, folosită ca indicator al pădurilor bătrâne, bogate în lemn mort. Este considerată specie umbrelă.

Management: păstrarea buștenilor groși în descompunere și a microclimatului umed, umbrît; evitarea extragerii lemnului mort.

Statut de conservare. Specie periclitată în România (EN A3c; C1) (ȘTEFĂNUȚ & GOIA, 2012).

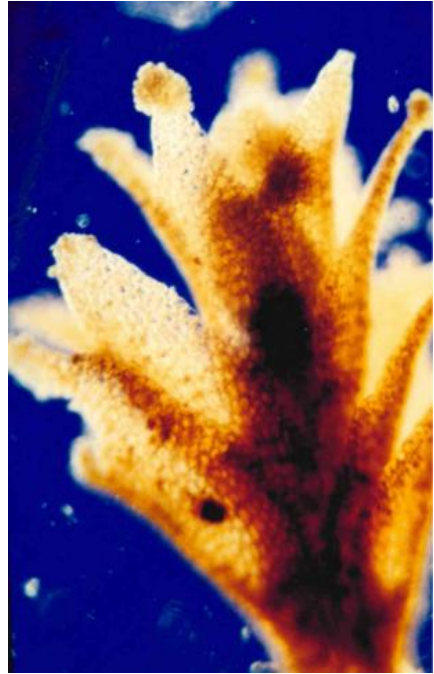


Fig. 6. *Lophozia ascendens* - aspect microscopic (Foto orig.).

4.2.2. Specii de pe ritidomul arborilor și lemn putred

Ptilidium pulcherrimum

Caractere de recunoaștere. Singura hepatică ce crește de obicei pe ritidomul molizilor și are marginile frunzulițelor lobate, cu lobi triunghiulari prevăzuți cu numeroși dinți lungi și subțiri (ca niște cili), mai lungi decât grosimea lobului frunzuliței (Fig. 7). Compactă, culcată, strâns lipită de scoarță, roșiatică până la galben-verzui, ramificată penat, cu ramuri scurte și rotunjite, dens acoperite de frunzulițe suprapuse. Lăstari până la 2 mm lățime.

Cu ce se poate confunda? Formele mici de *Ptilidium ciliare* seamănă cu *P. pulcherrimum*, dar acea specie crește rar pe lemn, e mai robustă și formează perinițe mai înalte și mai laxe, nelipite de substrat; frunzulițele lui *P. pulcherrimum* sunt mai adânc despicate.

Ecologie. Aproape întotdeauna crește pe trunchiuri și ramuri de molizi, dar adesea crește pe lemn putred.



Fig. 7. *Ptilidium pulcherrimum*:
 a. aspect macroscopic (5x);
 b. frunzuliță (40x) (Foto orig.).

Valoare bioindicatoare. Indicator de păduri răcoroase, cu umiditatea atmosferică constantă.

Management: păstrarea arborilor bătrâni și a lemnului mort în păduri montane, neperturbate.

Platygyrium repens

Caractere de recunoaștere. Mușchi pleurocarp, ramificat penat, repent, de obicei verde-închis (uneori auriu), lucios (Fig. 8). Lăstarii ajung la cca. 1 cm. Plantele tinere formează perinițe regulate, lipite strâns de scoarță; cu vârsta, ramurile se curbeză la uscăciune. Frunzulițele (1–1,5 mm) tind să se orienteze ușor într-o singură direcție. Caracterul distinctiv: la vârful ramurilor, din axila frunzulițelor se formează numeroși mugurași caduci (care se desprind), cu ajutorul cărora se înmulțesc vegetativ. Capsulele sunt rare.

Cu ce se poate confunda? Ușor de confundat cu specii de *Hypnum* (mai ales *H. resupinatum*); *Platygyrium* e mai întunecat, lucios, mai zvelt și are aproape mereu mugurași caduci. Plantele foarte tinere, fără mugurași, trebuie verificate la microscop (celulele auriculare - din colțurile bazale ale frunzei sunt înșiruite și se continuă în sus, pe marginea frunzei).

Ecologie. Pe ritidom, mai ales în păduri cu umiditate atmosferică constantă. Colonizează rapid copacii prin mugurașii caduci; cel mai des pe salcie și arin, dar poate fi întâlnit pe ritidomul mai multor specii. Crește rar pe lemn mort.

Valoare bioindicatoare. Indică umiditate atmosferică constantă, nu neapărat pădure bătrână.

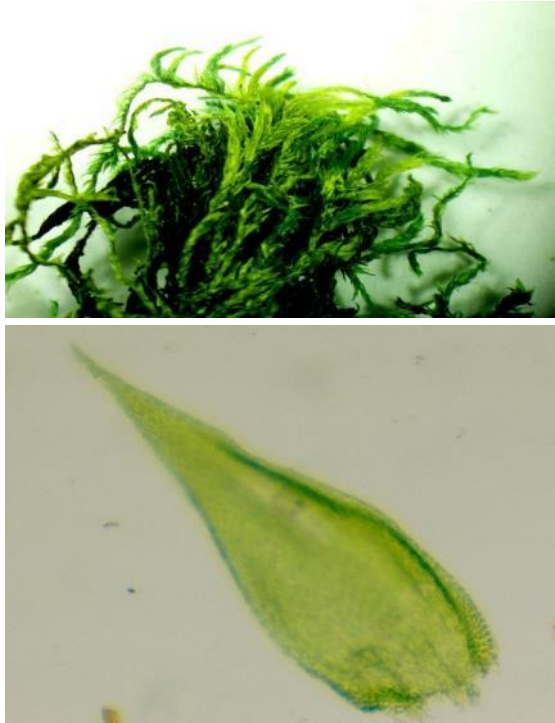


Fig. 8. *Platygyrium repens*: aspect macroscopic (sus)(15x); frunzuliță (jos) (60x) (Foto orig.).

Management: menținerea arborilor maturi (salcie, arin) și a umidității atmosferice din pădure prin evitarea rării.

4.2.3. Epifite ale arborilor bătrâni cu ritidom bazic

Neckera pennata

Caractere de recunoaștere. Mușchi pleurocarp epifit, verde-pal până la verde-gălbui, ramificați penat și aplatizați (complanati), dispuși ca niște evantaie (Fig. 9). Frunzulițele sunt ondulate transversal, 2,5 mm, se îngustează treptat de la bază spre un vârf scurt. Prezintă capsule abundente pe o setă foarte scurtă, astfel încât stau pe jumătate ascunse printre frunzulițele de la baza lăstarilor - caracter distinctiv față de speciile cu care se poate confunda (Fig. 9).

Cu ce se poate confunda? *Neckera pumila* - dar aceasta are frunzulițe acute – de 1,5 mm – la *N. pennata* frunzulițele se îngustează treptat



începând de la bază. *Neckera crispa* are frunzulițe - de 3-5 mm - *N. pennata* e mai mică. *Homalia trichomanoides* - are frunzulițe netede, neondulate, cu nervură.

Fig. 9. *Neckera pennata*

(Foto: Hermann Schachner, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neckera_pennata_%28c,_144615-474707%29_2633.JPG, accessed 08/17/2026).

Ecologie. Pe ritidomul arborilor foioși bătrâni (fag, paltin, frasin, ulm) în păduri seculare, cu umiditate atmosferică și microclimat constant. Cere continuitate forestieră îndelungată; a dispărut din regiuni întregi din cauza exploatării.

Valoare bioindicatoare. Indicator al pădurilor virgine/seculare - indică structură naturală și continuitate forestieră. Foarte sensibilă la exploatare, fragmentare și scăderea umidității atmosferice;

Management: protejarea strictă a pădurilor cu arbori bătrâni, menținerea coronamentului închis, interzicerea tăierilor în staționarele cunoscute.

Statut de conservare. Specie periclitată în România (VU B2ab(ii,iii,iv)) (ȘTEFĂNUȚ & GOIA, 2012).

Neckera pumila

Caractere de recunoaștere. Ramurile sunt uneori lipite de scoarță, dar de regulă ies în afară, „în evantai”, ca la toate speciile de *Neckera*. Este cea mai mică specie de *Neckera* (tulpini sub 4 cm, frunzulițe sub 2 mm); frunzulițele sunt ondulate (cu cute transversale) ca la *N. crispa*, dar se îngustează mai brusc spre vârf. Produce uneori ramuri subțiri, flageliforme, cu frunzulițe minuscule; formează capsule ocazional (Fig. 10). Prezența acestora este un criteriu sigur de recunoaștere a speciei.

Cu ce se poate confunda?

N. crispa e mult mai mare (frunzulițe – de 3-5 mm), iar *N. pennata* seamănă cu *N. pumila*, dar are frunzulițe mai mari, ce se îngustează treptat de la bază și capsule abundente, ascunse, având seta foarte scurtă.



Fig. 10. *Neckera pumila*

(Foto: Hermann Schachner,

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Neckera_pumila_%28e,_144738-474749%29_9652.JPG, accessed 08/17/2026).

Ecologie. Pe arbori și arbuști, în păduri și tufărișuri adăpostite; mai ales pe frasin, alun, paltin și salcie, dar și pe multe alte specii.

Valoare bioindicatoare. Indicator de păduri cu umiditate atmosferică constantă, adesea seculare, cu aer curat.

Management: menținerea arborilor bătrâni și a umidității.

Anomodon viticulosus

Caractere de recunoaștere. Tufe mari, laxe, verde-gălbui pal (Fig. 11).

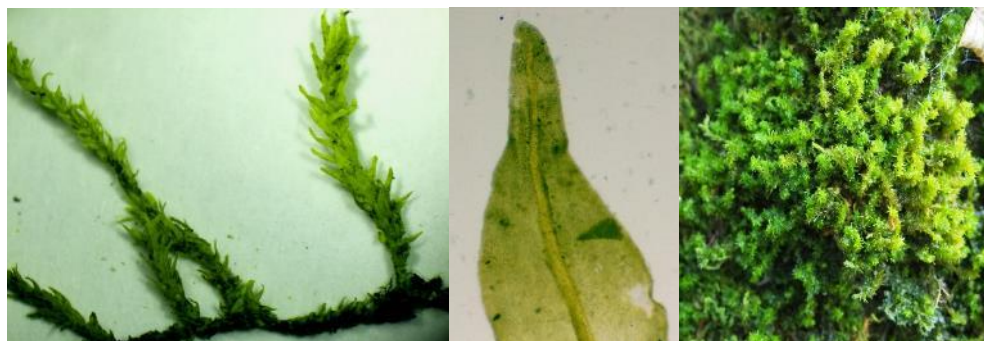


Fig. 11. *Anomodon viticulosus*: aspect la lupă (stânga), aspect la microscop (centru) și aspect macroscopic (dreapta). (Foto orig.)

De pe tulpini orizontale pornesc ramuri rare (2–8 cm), ± erecte sau pendente, neramificate sau foarte puțin ramificate. Frunzulițele (2–3

mm) sunt late la bază, se îngustează brusc spre un vârf lung și rotunjit; nervura se oprește sub vârf (Fig. 11). Au aspect opac datorită celulelor mamiloase.

Cu ce se poate confunda? *Anomodon attenuatus* e mai mic (lăstari ≤ 5 cm, frunze 1–2 mm); *A. longifolius* e și mai mic, cu vârfuri ale frunzulițelor mai ascuțite. Ramurile lungi seamănă cu un mușchi acrocarp, dar sunt unite prin tulpini târâtoare - un mușchi acrocarp nu are aceste tulpini de legătură.

Ecologie. Cel mai des crește pe roci și ziduri de piatră bogate în baze sau calcaroase, bine drenate și ușor umbrite, în zone joase (de pildă, covoare întinse pe stâncile calcaroase din văi împădurite); la baza arborilor bătrâni, pe rădăcini acoperite de sol.

Valoare bioindicatoare. Indicator de substraturi bogate în baze/calcaroase și de arbori bătrâni/păduri de lungă durată.

Management: păstrarea arborilor bătrâni cu scoarță bazică (frasin, ulm) și a stâncăriilor calcaroase umbrite, neperturbate.

Anomodon attenuatus

Caractere de recunoaștere. Mușchi mai mic decât *A. viticulosus*: tulpini secundare ascendente, până la 5 cm, cu ramuri curbate la uscăciune, cu frunzulițe de 1–2 mm cu vârf acut, denticulat (Fig. 12). Formează covorașe de culoare verde închis, mate, puternic ramificate. Trăsătura cea mai caracteristică: prezintă ramuri flageliforme, acoperite doar cu frunzulițe minuscule.

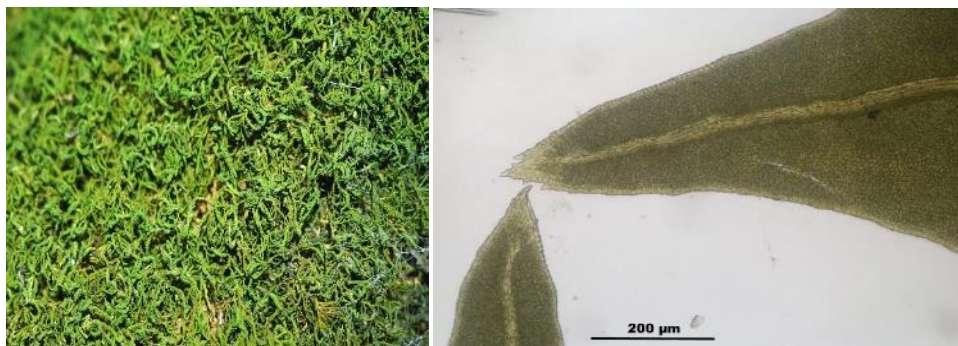


Fig. 12. *Anomodon attenuatus*: aspect macroscopic (Foto orig.) și aspect microscopic (Foto: Herman Schachner, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anomodon_attenuatus_%28d,_144803-474748%29_3720.JPG, accessed 08/17/2026)

Cu ce se poate confunda? Se deosebește de *A. viticulosus* — prin dimensiunile mai mici și mai ales prin ramurile flageliforme, cu frunze reduse (*A. viticulosus* nu are aceste ramuri, iar frunzele lui se îngustează brusc spre un vârf lung și rotunjit).

Ecologie. Crește pe trunchiul arborilor foioși bătrâni, cu scoarță bogată în baze (frasin, ulm, paltin) și pe roci/blocuri umbrite, calcaroase, în păduri cu umiditate atmosferică constantă.

Valoare bioindicatoare. Indicator de substraturi bogate în baze și de păduri bătrâne, umede, cu continuitate.

Management: păstrarea arborilor bătrâni cu scoarță bazică și a microhabitatelor stâncoase umbrite, neperturbate.

Leucodon sciuroides

Caractere de recunoaștere. Mușchi epifit, verde-închis până la verde-gălbui, devenind brun-verzui când este uscat. Tulpinile sunt târâtoare și puternic ramificate, iar ramurile sunt curbate în sus. Frunzele sunt ovat-lanceolate, strâns lipite de tulpiniță în stare uscată și mai răsfirate, când sunt umede, cu celule ovalare și fără nervură, ușor cutate (Fig. 13).

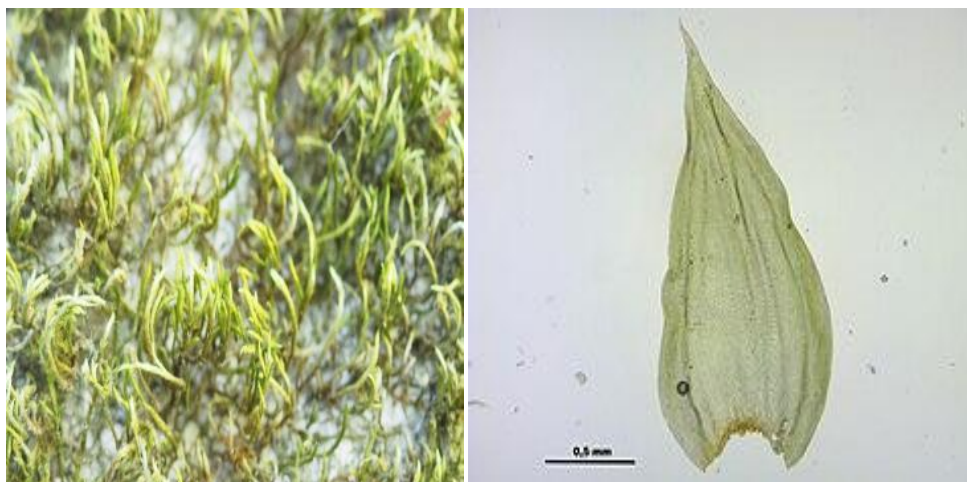


Fig. 13. *Leucodon sciuroides* aspect macroscopic (Foto orig.) și aspect microscopic (Foto: Herman Schachner, [https://eu.wikipedia.org/wiki/Leucodon_sciuroides#/media/Fitxategi:Leucodon_sciuroides_\(i_144601-474838\)_7471.JPG](https://eu.wikipedia.org/wiki/Leucodon_sciuroides#/media/Fitxategi:Leucodon_sciuroides_(i_144601-474838)_7471.JPG), accessed 08/17/2026).

Cu ce se poate confunda? *Homalothecium sericeum* – formează și el covorașe pe ritidomul arborilor, are ramuri curbate, dar are aspect mai

mătășos și ramuri mai puțin compacte. *Antitrichia curtipendula* are nervură și vârful frunzei are dinți perpendiculari pe ax.

Ecologie. Predominant pe scoarța arborilor foioși maturi (fag, stejar, frasin, tei, ulm, arțar), mai rar pe conifere sau pe stânci calcaroase. Preferă păduri bătrâne, cu umiditate atmosferică relativ constantă și microclimat stabil. Tolerază perioade de uscăciune, dar evită zonele foarte poluate și pădurile intens exploatate.

Valoare bioindicatoare. *Leucodon sciuroides* este un indicator al continuității habitatului forestier, fiind asociat cu arbori maturi și păduri cu perturbări reduse. Sugerează existența unui microclimat stabil și a unei umidități atmosferice favorabile.

Management. Menținerea arborilor vârstnici. Poate dispărea după tăieri intensive, rărituri puternice sau reducerea conectivității pădurii.

Antitrichia curtipendula

Caractere de recunoaștere. Mușchi epifit de talie mare, foarte caracteristic, cu ramuri lungi, dese și adesea pendente. Culoarea variază de la verde-închis la verde-gălbui, devenind brună în perioadele uscate. Tulpinile sunt lungi și bogat penat ramificate, brun roșietice.

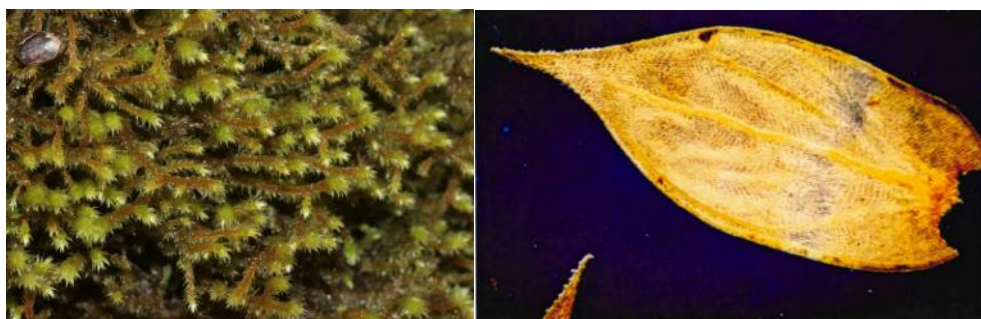


Fig. 14. *Antitrichia curtipendula* aspect macroscopic (Foto: Herman Schachner, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antitrichia_curtipendula_%28a%2C_143506-474108%29_8908.JPG, accessed 08/17/2026), aspect microscopic (Foto orig.).

Frunzele sunt curbate într-o singură direcție, conferind ramurilor un aspect ușor pieptănat. Este una dintre cele mai ușor de recunoscut specii epifite datorită dimensiunilor și portului pendul (Fig. 14).

Cu ce se poate confunda? *Leucodon sciuroides* - este mult mai compact și nu formează smocuri lungi pendente. *Neckera complanata* - are lăstari puternic aplatizați, cu aspect de panglică. *Isothecium alopecuroides* - poate avea ramuri lungi, dar este mai fin și mai puțin robust. *Homalothecium sericeum* – are un aspect mătăsos și ramuri mai scurte.

Ecologie. Crește în principal pe ritidomul arborilor maturi (fag, stejar, frasin, arțar), dar și pe stânci umbrite. Preferă păduri cu umiditate atmosferică constantă, ridicată și circulație redusă a aerului. Evită habitatele puternic fragmentate și zonele cu poluare atmosferică ridicată.

Valoare bioindicatoare. Este considerată un indicator valoros al pădurilor mature, cu microclimat forestier stabil și continuitate ecologică. Prezența sa depinde de existența arborilor bătrâni și a unei umidități atmosferice ridicate pe termen lung. Este sensibilă la deschiderea excesivă a coronamentului și la modificările bruște ale microclimatului.

Management. Conservarea sa este favorizată de evitarea exploatărilor forestiere intensive.

Porella platyphylla

Caractere de recunoaștere. Este un mușchi hepatic frunzos, penat ramificat, cu ramuri de 1,5–4 mm lățime și câțiva cm lungime, mai mari decât majoritatea hepaticelor. Formează covorașe laxe de lăstari penați, verde-închis, mat, adesea cu marginile frunzulițelor răsucite în sus. La baza fiecărei frunzulițe există un lob bont cu margini răsucite în sus, plus un rând de frunzulițe ventrale late (amfigastre), tot cu margini răsucite; lobul are $\approx 1/3$ – $1/4$ din dimensiunea frunzuliței.

Cu ce se poate confunda? *Porella arboris-vitae* - are gust picant și margini dințate.

Ecologie. Abundentă pe stânci și bolovani calcaroși (adesea împreună cu *Anomodon viticulosus*); și pe ziduri vechi, chiar în orașe. Pe arbori este prezent cel mai des la baza frasinilor sau fagilor, în păduri bătrâne.



Fig. 15. *Porella platyphylla*: aspect macroscopic, aspect microscopic. (Foto orig.)

Valoare bioindicatoare. Indicator de substraturi bogate în baze/calcaroase și, în pădure, asociat cu arbori bătrâni (frasin, fag) din păduri vechi.

Management: păstrarea arborilor bătrâni cu scoarță bazică și a habitatelor calcaroase.

Dicranum viride

Caractere de recunoaștere. Mușchi acrocarp de dimensiuni medii ce formează perinițe de culoare verde închis. Indivizii ating 2-4 cm, tulpinița este acoperită la bază de o pâslă rizoidală cu care se prinde de substrat.

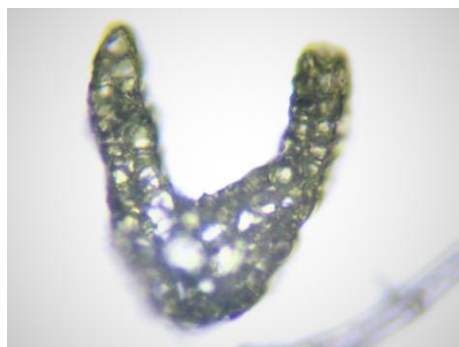


Fig. 16. *Dicranum viride* - aspect macroscopic și secțiune prin frunzuliță. (Foto orig.)

Frunzulițele sunt ușor răsucite la uscăciune (Fig. 16), erecte la umiditate, vârfurile rupându-se cu ușurință, caracter după care se poate recunoaște specia pe teren. *Dicranum viride* este o specie perenă care se înmulțește predominant vegetativ, fragmentele de frunze rupte fiind ușor dispersate de vânt. Fiind o specie dioică, este rar întâlnită cu capsule, acestea maturându-se în perioada iulie-august.

Cu ce se poate confunda? Pe teren se poate confunda cu *D. tauricum*, de care diferă prin prezența stereidelor deasupra și sub nervură, și celulele bazale mai scurte, 20-35(-45) μm față de *D. tauricum* care are celulele bazale de 40-80(-120) μm . De asemenea, *D. viride* are lamina frunzuliței bistratificată (se verifică prin secțiune transversală).

Ecologie. Este o specie prezentă în păduri de foioase sau amestec, corticolă, la baza trunchiului arborilor, preferând specii cu ritidom bogat în substanțe nutritive, mai ales fagul, dar poate fi prezentă și pe tei, stejar, mesteacăn, carpen, arin, paltin, sălcii, conifere, în păduri de foioase sau amestec, rar poate fi întâlnită pe roci silicioase, în toate cazurile necesitând umiditate atmosferică ridicată și climat răcoros.

Valoare bioindicatoare. Față de principalii factori de mediu, are un caracter moderat acidofil, moderat (aero-)higrofil, sciofil până la moderat fotofil, mezoterm. Este sensibilă la defrișări, poluare atmosferică, mai ales la ploile acide, concurența cu specii puternice, poliedafice (ex. *Hypnum cupressiforme*).

Management: păstrarea arborilor bătrâni și evitarea tăierilor de orice fel în jurul zonei cu specia.

4.3. Prezentarea speciilor indicatoare de licheni

Caracterizarea speciilor selectate s-a efectuat conform surselor bibliografice (CANNON *et al.*, 2021, 2022, 2023a, 2023b), adaptată pentru identificarea rapidă pe teren.

Specii bioindicatoare pentru arinișuri

Ramalina farinacea



Caractere de recunoaștere. Lichen fruticulos (tufos), de 3–6 (până la 10) cm, prins de scoarță într-un singur punct de fixare, de unde pornesc numeroase ramuri turtite, ca niște panglici sau curele (până la 3 mm lățime), galben-verzui până la cenușiu-verzui închis. Suprafața este mată, netedă; tufa este fermă și tare la atingere (subcortex cartilaginos). Caracterul-cheie, vizibil cu ochiul liber sau la lupă: pe marginile panglicilor apar numeroase „farfurioare”/ „nasturi” (soralii), pline cu o pudră fină galben-verzuie (soredii). Important: lichenul este verzui pe ambele fețe (nu are o față albă) (Fig. 17).

Fig. 17. *Ramalina farinacea*. (Foto: A. Moro, <https://italic.units.it/flora/images/species/images/TSB004513.jpg>, accessed 17.08.2026)

Cu ce se poate confunda? Cel mai ușor se confundă cu *Evernia prunastri*. Se deosebesc verificând ambele fețe ale panglicilor: *Evernia* este moale și albă pe dos; *Ramalina* este tare, cartilaginoasă și verzuie pe ambele fețe. Se aseamănă mult cu alte specii de *Ramalina* și se separă sigur doar prin chimie/microscopie - pe teren, pentru morfologia descrisă mai sus este suficient să se noteze „grupul *Ramalina farinacea*”.

Ecologie. Foarte adaptabilă: pe trunchiuri și crengi în păduri de foioase umbroase, dar și pe arbori izolați însoriți și bătuți de vânt, garduri vii, tufărișuri și stâlpi de lemn; foarte rar pe roci. Comună.

Valoare bioindicatoare. *Ramalina farinacea* este o specie epifită corticolă cu valoare bioindicatoare în special pentru caracterizarea calității aerului și a depunerilor atmosferice, inclusiv a acumulării de elemente potențial toxice. Prezența sa pe arbori bătrâni de *Alnus* indică

existența unui substrat epifitic favorabil, dar specia are amplitudine ecologică largă și nu constituie, în sine, un indicator diagnostic al pădurilor bătrâne sau al continuității forestiere.

Management - menținerea arborilor maturi și senescenti, a microclimatului umed, a structurii etajate și a continuității substratului, precum și evitarea tăierilor rase și a perturbărilor care afectează lichenoflora epifită.

Phaeophyscia endophoenicea

Caractere de recunoaștere. Lichen foliaceu mic, cu lobi înguști (0,6–1,5 mm lățime), strâns alipiți de scoarță, de culoare gri-pal sau gri-verzui până la brun închis (devine verde-închis când este umed), cu suprafața mată. Fața inferioară este de obicei neagră, cu rizine negre. Caracterul-cheie: sorale predominant marginale, în formă de „buză” (rar și câteva pe suprafață). În secțiune se vede un pigment portocaliu-roșcat limitat la partea inferioară a medulei (Fig. 18).

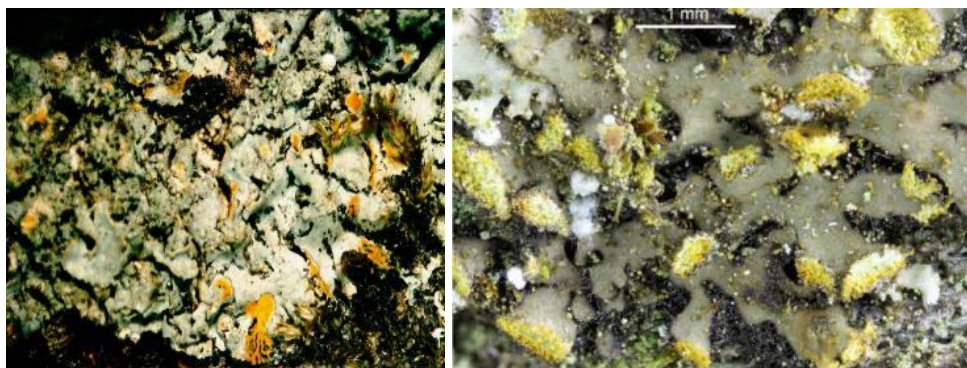


Fig. 18. *Phaeophyscia endophoenicea*.

(Foto: Felix Schumm, <https://italic.units.it/index.php?procedure=images2&taxon=2800>, accessed 17.08.2026)

Cu ce se poate confunda? Foarte apropiată de *Phaeophyscia orbicularis*; se separă prin soralele marginale (nu centrale) și prin pigmentul portocaliu-roșu din medulă.

Ecologie. Pe scoarță, la baza trunchiurilor bătrâne și pe ramuri groase.

Valoare bioindicatoare. Indicator al scoarței bătrâne de la baza arborilor maturi și al lizierelor forestiere.

Management. Păstrarea arborilor bătrâni și evitarea tăierilor de orice fel în jurul zonei cu specia.

Specii bioindicatoare pentru fâgete

Lobaria pulmonaria

Caractere de recunoaștere. Lichen foliaceu foarte mare, care formează adesea taluri late de peste 30 cm, prins lejer la un capăt, uneori atârând în fâșii. Lobii sunt lați (1–3 cm), alungiți, cu vârfuri retezate și margini ondulat-crestate. Caracterul-cheie, inconfundabil: suprafața superioară are o rețea pronunțată de creste și adâncituri, ca o „plasă” sau ca suprafața unui plămân - de aici și numele. Culoarea se schimbă la umezeală: verde-brun pal când e uscat, verde viu când este ud. Pe creste apar adesea soredii grosiere și/sau izidii. Întoarsă, fața dorsală este tomentoasă (lânoasă), alb-brună, cu pete mai deschise, golașe, în dreptul adânciturilor. Apoteciile, când există, sunt mici, brun-roșcate, pe creste sau spre margine.



Fig. 19. *Lobaria pulmonaria* (Foto: orig).

Cu ce se poate confunda? Practic inconfundabilă datorită mărimii și rețelei de creste ce delimitează adâncituri asemănătoare alveolelor

pulmonare. Nicio altă specie foliacee mare nu are combinația: tal mare verde (la umezeală) + rețea de creste și adâncituri + suprafața inferioară tomentoasă - brună cu pete deschise.

Ecologie. Pe foioase bătrâne (fag, arțar, stejar, frasin, ulm). Cere umiditate ridicată și constantă.

Valoare bioindicatoare. Indicator de prim rang al pădurilor bătrâne, cu continuitate ecologică, umede și adăpostite, cu aer curat; genul *Lobaria* este caracteristic pădurilor și parcurilor seculare. Este considerată o specie umbrelă, a cărei protecție conservă un întreg cortegiu de specii.

Management. Prezența unor taluri mari, sănătoase, marchează o pădure de valoare excepțională, iar astfel de arborete merită protecție strictă: păstrarea arborilor bătrâni (mai ales foioase cu scoarță subacidă) și a microclimatului umed prin evitarea tăierilor rase și a deschiderii coronamentului. Dispariția ei semnalează pierderea continuității forestiere, uscarea habitatului sau poluarea aerului.

Cetrelia olivetorum

Caractere de recunoaștere. Lichen foliaceu mare și lat (până la 10 cm), cu lobi lați (0,5–2 cm), rotunjiți, cu marginile ridicate și ondulate. Suprafața este cenușiu-albăstruie, cu puncte albe minuscule (pseudocifele) vizibile la lupă. Pe marginile lobilor bătrâni apar sorale albicioase în formă de semilună. Suprafața inferioară este neagră cu rizine, adesea având o la margini o nuanță mai deschisă, fără rizine (Fig. 20).



Fig. 20. *Cetrelia olivetorum* (Foto: orig)

Cu ce se poate confunda? Genul *Punctelia* (care este mai mică, sub 6 cm, cu pseudocifele mai mari) și *Platismatia glauca* (fără puncte albe, mai zbârcită). Cele patru specii surori de *Cetrelia* nu se pot separa cu

ochiul liber; pe teren e suficient să se noteze „grupul *Cetrelia olivetorum*”.

Ecologie. Printre mușchi, pe trunchiuri de foioase (mai rar pe stânci), în păduri umede, adăpostite, bine luminate, dar nu uscate, cu continuitate ecologică. Iubește umiditatea mare și un mediu stabil, neperturbat.

Valoare bioindicatoare. Indicator-cheie al pădurilor bătrâne, cu umiditate atmosferică ridicată, cu continuitate ecologică.

Management: aceste păduri ar trebui menținute cu structură naturală, microclimat umed și fără fragmentare; tăierile și deschiderea coronamentului o pot elimina pe termen lung.

Specii bioindicatoare pentru molidișuri

Bryoria bicolor

Caractere de recunoaștere. O tufă-„barbă” întunecată: pernițe dese, brun-negricioase la bază și cenușiu-măslinii spre vârf, lungi de 4–10 cm, foarte ramificate, cu fire subțiri (sub 1 mm). Semn distinctiv la lupă: numeroși spini laterali scurți (1,5–5 mm), îngustați la bază, ieșind în unghi drept și adesea arcuiți. Lucioasă (Fig. 21).



Fig. 21. *Bryoria bicolor* (Foto: Curtis Randall Björk, https://italic.units.it/flora/images/species/images/Bryoriabicolor_EhrhBrodoDHawksw1542457543.jpg, accessed 17.08.2026)

Cu ce se poate confunda? Alte specii de *Bryoria* (mai ales *B. smithii*, care are sorale prăfoase grupate; la *B. bicolor* acestea lipsesc). De genul *Usnea* se deosebește ușor: *Bryoria* e brună/întunecată și nu are cordon central elastic.

Ecologie. Specie epifită pe arbori cu scoarță acidă, dar și printre mușchi, pe sol sau pe stânci, în zone deluroase și montane răcoroase și umede.

Valoare bioindicatoare. Indicator al habitatelor montane și colinare curate și umede. Declinul ei într-o zonă este un semnal de avertizare (poluare, uscare, pierderea habitatului).

Management: păstrarea umidității și a microclimatului (coronament, covorul de mușchi, evitarea fragmentării) și reducerea surselor de azot.

Usnea filipendula

Caractere de recunoaștere. O „barbă” verde-cenușie care atârână din ramuri, lungă până la 20–30 cm, formată din câteva fire principale din care ies perpendicular o mulțime de firișoare scurte (până la 1 cm), așezate „ca oasele de pește”. Test sigur, valabil pentru toate speciile de *Usnea*: dacă se trage ușor de un fir, în mijloc apare un cordon central elastic, alb. Firele principale sunt acoperite de negi mărunți (Fig. 22).

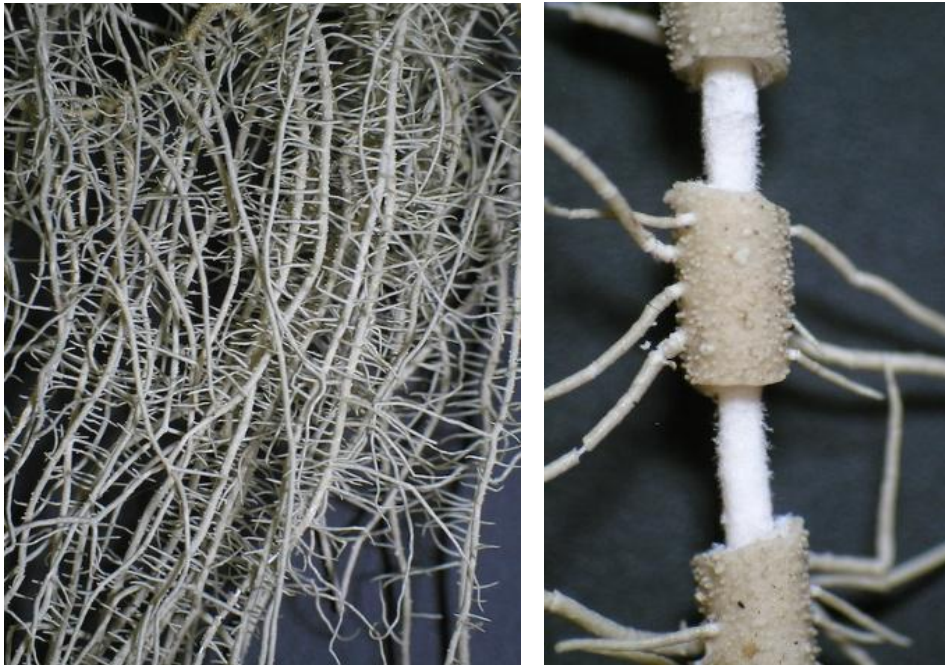


Fig. 22. *Usnea filipendula*

(Foto: Tiiu Tõrra, <https://italic.units.it/flora/images/species/images/TSB005298.jpg> & <https://italic.units.it/flora/images/species/images/TSB005299.jpg>, accessed 17.08.2026).

Cu ce se poate confunda? Alți licheni din genul *Usnea* arată similar (toți au cordonul central elastic). *Bryoria* și *Alectoria* seamănă ca formă, dar sunt brun-negricioase, nu verzui și nu au cordonul central elastic.

Ecologie. Pe scoarța de conifere, mesteacăn și rar salcie, mai ales în păduri montane deschise, bine aerisite și umede. Iubește lumina, aerul circulat și umiditatea ridicată; este foarte sensibilă la aerul poluat.

Valoare bioindicatoare. Indicator al pădurilor montane cu aer foarte curat. Prezența unor exemplare lungi și sănătoase semnalează o pădure de mare valoare ecologică.

Management: aceste arborete merită protejate, evitându-se tăierile rase, defrișările care deschid prea mult coronamentul și sursele de poluare sau de azot din apropiere.

5.

Monitorizarea pădurilor

Pădurile sunt monitorizate prin trei acțiuni:

1. Cea mai veche formă de monitorizare a pădurii, a fost inițiată ca o necesitate economică de cunoaștere, evaluare și gestionare durabilă a fondului forestier și se realizează prin sistemul de amenajamente forestiere care se actualizează la un interval de 10 ani și cuprind obligatoriu toate caracteristicile fizico-geografice ale stațiunii, compoziția în specii lemnoase pe parcele și subparcele, speciile ierboase indicatoare pentru fiecare subparcelă și toate lucrările ce se intenționează a se efectua în perimetrul fiecărui ocol. Aceste amenajamente sunt aprobate de minister și orice modificare adusă, cel mai adesea datorată unor intemperii, trece printr-un proces complex de avizare, ultima etapă fiind avizul ministerului.
2. Monitorizarea pădurilor în conformitate cu *Programul European de Monitorizare Forestieră*, în ceea ce privește starea de sănătate a pădurilor și inventarul fondului forestier. Cea de-a doua acțiune a fost inițiată ca o consecință a accentuării poluării atmosferice, în baza Convenției privind Poluarea Atmosferică Transfrontieră la Mare Distanță. Programul de Cooperare Internațională privind Evaluarea și Supravegherea Efectelor Poluării Aerului asupra Pădurilor a fost inițiat în 1985, iar din 1987 se fac evaluări anuale în rețeaua sistematică transnațională cu o densitate de sondaj la 16 x 16 km (25600 ha) la nivelul cărora se face evaluarea stării de sănătate a pădurilor și cu o intensitate redusă se efectuează o monitorizare la nivelul unor suprafețe de probă naționale permanente (SPP), pe două niveluri:

- nivelul 1 – prin care se urmărește dinamica și distribuția spațială a pădurilor vătămate din 35 de state europene, starea coronamentului și a solurilor. În prezent această rețea de supraveghere cuprinde 5000 SPP, din care sunt evaluați peste 100000 arbori, pe o suprafață cumulată de cca 200 milioane ha.
- nivelul 2 – este constituit din rețeaua de supraveghere intensivă. Metodologia de monitorizare sol-vegetație forestieră a fost aprobată prin Ordinul Ministrului 244/2002.

Rețeaua națională de sondaje permanente are o densitate de 4×4 km (un sondaj la 1600 ha). Un sondaj are două SPP (suprafețe de probă permanente) de formă circulară (Fig. 23), amplasate la o distanță de 30 m de centrul acestuia pe direcția E-V în cazul suprafețelor plane sau pe curba de nivel, pentru suprafețele înclinate. Fiecare SPP cuprinde două cercuri concentrice (de 7,98 – 12,62 m). Centrul sondajului și centrul SPP sunt marcate cu borne. Pentru a se regăsi ușor, se înscriu la baza celui mai apropiat arbore indicativele Mi (i = reprezintă numărul sondajului) pentru centrul sondajului și C1, respectiv C2 pentru centrul cercurilor fiecărui SPP și distanța până la borne. De asemenea, este marcat pe arbori și traseul de la cea mai apropiată bornă amenajistică până la centrul sondajului. Aceste suprafețe sunt marcate și în hărțile amenajistice ale unităților de producție (UP) și se stabilesc și unghiurile față de bornele amenajistice.

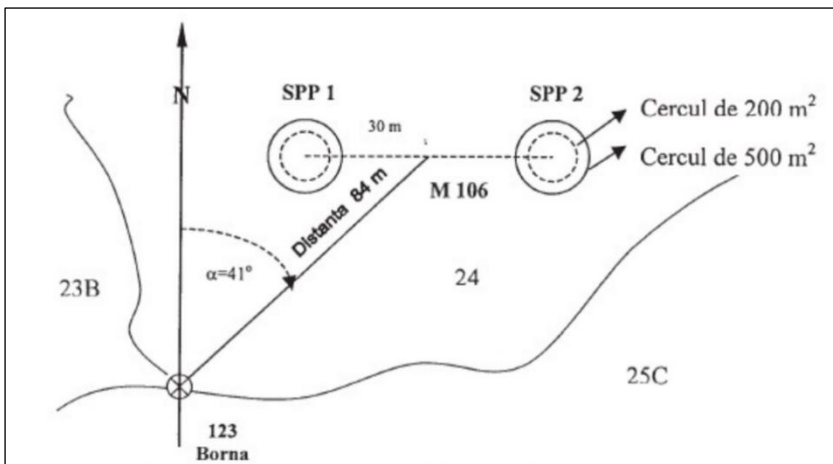


Fig. 23. Schema organizării sondajului de monitorizare a stării de sănătate a pădurii în rețeaua națională (4x4 km) (O.M. 244/19.11.2002)

Pentru înregistrarea datelor au fost concepute două tipuri de formulare: Formularul 1 cuprinde starea de sănătate și o inventariere a arborilor de pe suprafețele de probă permanente (SPP); Formularul 2 se referă la starea de sănătate a arborilor de pe suprafețele selectate în 1990.

Acestea cuprind informații ce caracterizează fiecare sondaj (Direcția silvică, Ocolul silvic, Administratorul, Up-ul, Ua - unitatea administrativă, nr. sondajului, latitudinea și longitudinea, altitudinea, numărul bornei, azimutul, distanța, panta, expoziția, grupa și categoria funcțională, tipul de stațiune, tipul de humus, tipul de pădure, caracterul actual al tipului de pădure, regimul, structura arboretului, consistența, vârsta, clasa de producție medie, luna și anul inventarierii). Aceste informații se notează doar la început și doar dacă se modifică se specifică în formularul 2, în tabelul de pe verso. Multe dintre informații sunt codificate (speciile de arbori, județele etc.). Pentru cercuri se specifică specia de arbore, clasa de calitate, diametrul, înălțimea, defolierea, decolorarea, vătămări fizice, vânatul, insecte, ciuperci, factori antropici. Arborii se numerotează. Dintre parametrii cei mai importanți care urmăresc starea de sănătate a pădurilor sunt defolierea și decolorarea.

Perioada de investigare este cea de maximă înfrunzire (iulie – august). Aprecierea se face de la o distanță egală cu înălțimea arborelui. În cazul suprafețelor inclinate, observația se face dintr-un punct de pe curba de nivel. Pentru evitarea erorilor, se vor face aprecierile de către doi observatori, care își vor schimba pozițiile între ei, până diferențele de apreciere vor fi mai mici de 5%.

Vătămările de natură mecanică sunt menționate cu precizarea cauzei și a intensității (vânat, zăpadă, geruri, grindină, ciuperci, insecte, vătămări antropice: ciopliri, decojiri, defolieri intenționate sau datorate exploatărilor, incendii, poluare). Se specifică clasele de intensitate a vătămării, iar criteriile de stabilire ale clasei sunt specificate în anexele metodologiei de monitorizare.

3. Monitorizarea habitatelor forestiere conform **Inventarului Forestier Național (IFN)**, agreată și pentru monitorizarea habitatelor de interes comunitar de către administratorii ariilor protejate (O.M. nr. 3.352/2023).

Această rețea acoperă toată vegetația forestieră a României, pe cvadrate de 4x4 km cu orientarea spre N. Aceste cvadrate au fost împărțite în alte 16, cu latura de 1 km, iar în colțul sud-vestic s-au stabilit 4 suprafețe circulare de probă (SPP 1-4), încadrate în colțurile unui pătrat cu latura de 250 m. Acestea constituie un sondaj. Următorul sondaj de pe aceeași coloană e defazat cu 2 km (Fig. 24).

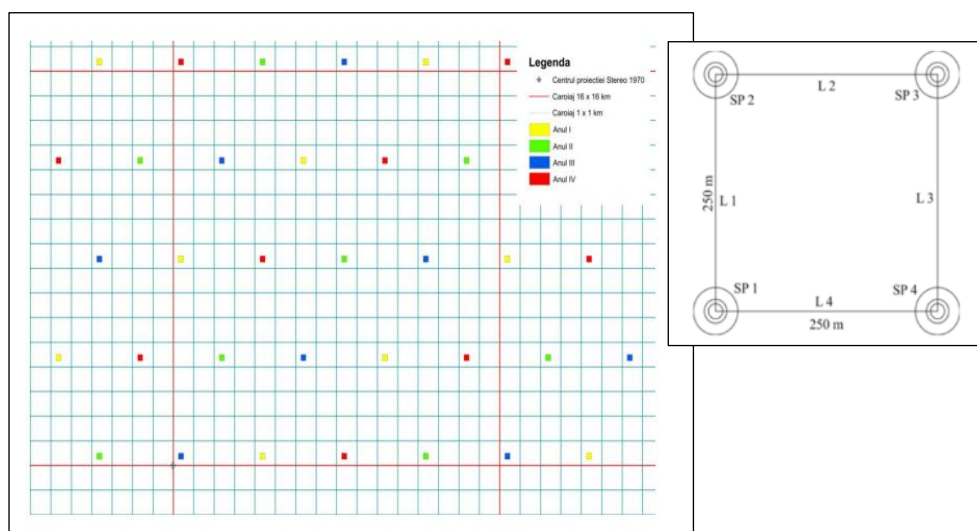


Fig. 24. Repartiția sondajelor în cvadratele de 4x4 km (stânga) și suprafețele de probă ale unui sondaj (dreapta) (O.M. nr. 3.352/2023)

La nivelul României sunt 14915 sondaje, dintre care 6756 au cel puțin o suprafață de probă cu vegetație forestieră, ceea ce a condus la investigarea a 22122 suprafețe de probă.

Rețeaua INSPIRE este de 10x10 km și pe acest format se raportează distribuția habitatelor de interes comunitar (Fig. 25)

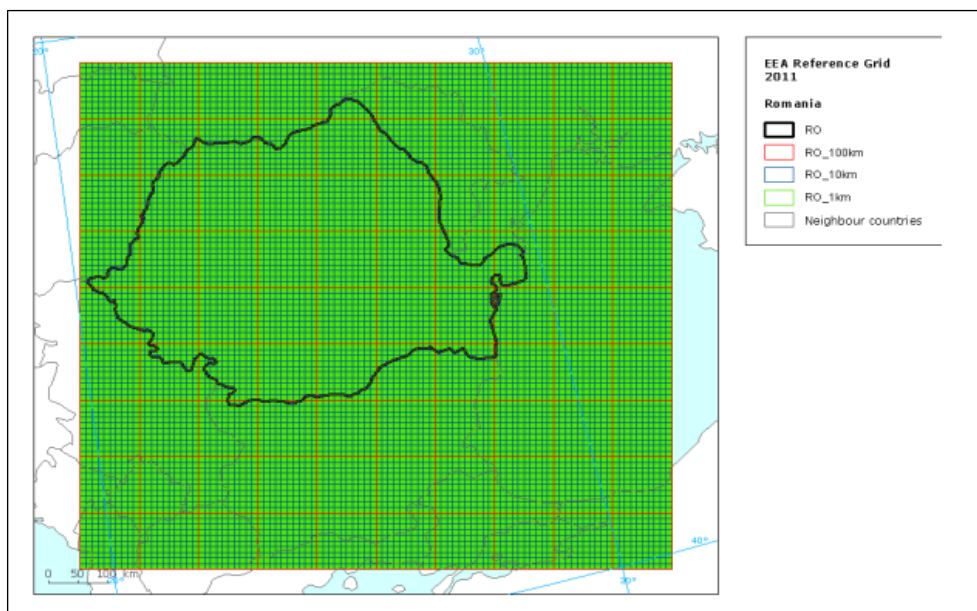


Fig. 25. Rețeaua INSPIRE 10x10 km (O.M. nr. 3.352/2023)

Prin suprapunerea celor două rețele, un cvadrat de 10x10 km cuprinde între 5-7 sondaje IFN.

Metodologia de lucru este pe larg descrisă în O.M. nr. 3.352/2023, fiind axată pe numărători și măsurători la nivelul arboretului. Interesant este că la punctul IV. "*Date vegetație*", este o rubrică unde trebuie completată asociația vegetală, ceea ce presupune o investigare fitosociologică suprapusă suprafeței de probă permanente. În acest sens, periodic (minim la 10 ani, de preferat la 5 ani), propunem o investigare a tuturor speciilor de pe un cvadrat suprapus SPP-ului, în care să se noteze toate speciile ierboase și lemnoase, cu notele de abundență-dominanță conform scării Braun-Blanquet (CRISTEA *et al.*, 2004), dar și prezența/absența speciilor de criptogame selectate în acest ghid. În acest sens, în fișa de teren (Anexele 1, 2 și 3), sunt adăugate speciile de mușchi și licheni care trebuie urmărite, dar și speciile de plante vasculare care caracterizează habitatul. Odată completate aceste fișe de un specialist, ele pot fi verificate la următoarea monitorizare de către personalul silvic sau al administrațiilor ariilor protejate, cu consultarea specialiștilor doar pentru incertitudini.

Așa cum s-a mai precizat, s-au ales specii de mușchi și licheni ce pot fi recunoscute pe teren, conform caracterelor deja prezentate. Eventualele incertitudini pot fi soluționate prin consultarea unui specialist. Chiar dacă la început pare dificil, cu puțin exercițiu se câștigă experiența necesară. Cu cât se identifică mai multe specii de mușchi și licheni, dintre cele selectate, dar mai ales dintre cele cu valoare conservativă, cu atât starea de conservare a pădurii este mai bună, o dovadă credibilă a stării favorabile de conservare.

Analizele ecologice care se pot face pe baza speciilor investigate periodic, pot evidenția eventualele schimbări și pot conduce la elaborarea unor măsuri de management, înainte ca habitatul să fie prea degradat.

Bibliografie

- Ardelean, I.V., Keller, C., Scheidegger, C. (2015). Effects of Management on Lichen Species Richness, Ecological Traits and Community Structure in the Rodnei Mountains National Park (Romania). *PLOS ONE*, 10(12), e0145808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145808>
- Arnell, S. (1956). *Illustrated Moss Flora of Fennoscandia. I. Hepaticae*, CWK Gleerup, Lund.
- Barkman J. J. 1958. *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*, Van Gorcum, Assen.
- Bergamini, A., Scheidegger, C., Stofer, S., Carvalho, P., Davey, S., Dietrich, M., Dubs, F., Farkas, E., Groner, U., Kärkkäinen, K., Keller, C., Lőkös, L., Lommi, S., Máguas, C., Mitchell, R., Pinho, P., Rico, V.J., Aragón, G., Truscott, A.-M., Wolseley, P., Watt, A. (2005). Performance of macrolichens and lichen genera as indicators of lichen species richness and composition. *Conservation Biology*, 19(4): 1051–1062.
- Biriş, I.A., Teodor, C., Cupşa, D. (2014). *Ghidul sintetic de monitorizare pentru habitatele de interes comunitar (tufărişuri, turbării şi mlaştini, stâncării, păduri) din România*. Petroşani: Universitas.
- Botnariuc, N. (1987). Monitoringul ecologic, *Ocrot. Nat. Med. Înconj.*, 31 (2): 109-115.
- Bunce, R.G.H. (1982). *A field key for classifying British woodland vegetation*. Part 1, Institute of Terrestrial Ecology, Cambridge.
- Candolle, A. de (1855). *Géographie botanique raisonnée*. Paris: Masson.
- Cannon, P., Magain, N., Sérusiaux, E., Yahr, R., Coppins, B., Sanderson, N., Simkin, J. (2021). Peltigerales: Peltigeraceae, including the genera Crocodia, Lobaria, Lobarina, Nephroma, Peltigera, Pseudocyphellaria, Ricasolia, Solorina and Sticta. *Revisions of British and Irish Lichens*, 20: 1–34.
- Cannon, P., Thüs, H., Aptroot, A., Coppins, B., Orange, A., Sanderson, N., Simkin, J. (2022). Caliciales: Physciaceae, including the genera Anaptychia, Heterodermia, Hyperphyscia, Mischoblastia, Phaeophyscia, Physcia,

- Physciella, Physconia, Rinodina and Tornabea. *Revisions of British and Irish Lichens*, 24: 1–37.
- Cannon, P., Ekman, S., Kistenich, S., LaGreca, S., Printzen, C., Timdal, E., Aptroot, A., Coppins, B., Fletcher, A., Sanderson, N., Simkin, J. (2023a). Lecanorales: Ramalinaceae [revision 1], including the genera Bacidia, Bacidina, Bellicidia, Biatora, Bibbya, Bilimbia, Cliostomum, Kiliasia, Lecania, Megalaria, Mycobilimbia, Phyllopsora, Ramalina, Scutula, Thalloidima, Toninia, Toniniopsis and Tylothallia. *Revisions of British and Irish Lichens*, 35: 1–83.
- Cannon, P., Divakar, P., Yahr, R., Aptroot, A., Clerc, P., Coppins, B., Fryday, A., Sanderson, N., Simkin, J. (2023b). Lecanorales: Parmeliaceae, including the genera Alectoria, Allantoparmelia, Arctoparmelia, Brodoa, Bryoria, Cetraria, Cetrariella, Cetrelia, Cornicularia, Evernia, Flavocetraria, Flavoparmelia, Hypogymnia, Hypotrachyna, Imshaugia, Melanelia, Melanelixia, Melanohalea, Menegazzia, Montanelia, Nesolechia, Parmelia, Parmelina, Parmeliopsis, Parmotrema, Platismatia, Pleurosticta, Protoparmelia, Pseudephebe, Pseudevernia, Punctelia, Raesaenenia, Tuckermannopsis, Usnea, Vulpicida and Xanthoparmelia. *Revisions of British and Irish Lichens*, 33: 1–98.
- Coldea, G., Indreica, A., Oprea, A. (2015). *Les associations vegetales de Roumanie. Tome 3. Les associations forestieres et arbustives*. Presses Universitaires de Cluj.
- Coppins, A.M., Coppins, B.J. (2002). *Indices of Ecological Continuity for Woodland Epiphytic Lichen Habitats in the British Isles*. British Lichen Society, Londra.
- Cristea, V., Gafta, D., Pedrotti, F. (2004). *Fitosociologie*. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Czerepko, J., Gawryś, R., Szymczyk, R., Pisarek, W., Janek, M., Haidt, A., Kowalewska, A., Piegdorń, A., Stebel, A., Kukwa, M., Cacciatori, C. (2021). How sensitive are epiphytic and epixylic cryptogams as indicators of forest naturalness? Testing bryophyte and lichen predictive power in stands under different management regimes in the Białowieża forest. *Ecological indicators*, 125, 107532.
- Dal Grande, F., Widmer, I., Wagner, H.H., Scheidegger, C. (2012). Vertical and horizontal photobiont transmission within populations of a lichen symbiosis. *Molecular Ecology*, 21(13): 3159–3172.
- Diekmann, M. (2003). Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and Applied Ecology*, 4: 493–506.
- Dierssen, K. (2001). Distribution, ecological amplitude and phytosociological characterisation of European bryophytes, *Bryophytorum Bibliotheca*, Stuttgart, 56: 1-289.

- Doniță, N., Popescu, A., Păucă-Comănescu, M., Mihăilescu, S., Biriș, I.A. (2005). *Habitatele din România*. București: Editura Tehnică Silvică.
- Düll, R. (1992). Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen, *Scripta Geobotanica*, 18: 175-214.
- Ellenberg, H. (1952). *Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie II*. Stuttgart: Ulmer.
- Ellenberg, H. (1979). Bioindicator values of the vascular plants of Central Europe. (Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas). *Scripta Geobotanica*, 9: 1-122.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1992). *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa* (2nd ed.). *Scripta Geobotanica*, 18: 1-258.
- European Commission. (2013). *Interpretation manual of European Union habitats – EUR28*. Brussels: European Commission.
- European Council. (1992). Council Directive 92/43/CCE. *Official Journal of the European Communities*, OJ L 206, 22.07.1992: 7-50.
- Frahm, J. P. (1998). *Moose als Bioindikatoren*. Quelle & Meyer.
- Frey, W., Frahm, J. P., Fischer, E., Lobin, W. (1995). *Die Moos- und Farnpflanzen Europas*, Stuttgart.
- Friedel, A., v. Oheimb, G., Dengler, J., Härdtle, W. (2006). Species diversity and species composition of epiphytic bryophytes and lichens—a comparison of managed and unmanaged beech forests in NE Germany. *Feddes Repertorium: Zeitschrift für Botanische Taxonomie und Geobotanik*, 117(1-2): 172-185.
- Gafta, D., Mountford, O. (2008). *Manual de interpretare a habitatelor Natura 2000 din România*. Cluj-Napoca: Risoprint.
- Geiser, L.H., Neitlich, P.N. (2007). Air pollution and climate gradients in western Oregon and Washington indicated by epiphytic macrolichens. *Environmental Pollution*, 145(1): 203-218.
- Gilbert, O.L. (1968). Bryophytes as indicators of air pollution in the Tyne Valley. *New phytologist*, 67(1): 15-30.
- Gilbert, O.L. (1969). The effect of SO₂ on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. *Proceedings 1st European Congress Influence. Air Pollution Plants and Animals, Wageningen*: 223-235.
- Gilbert, O.L. (1970). Further studies on the effect of sulphur dioxide on lichens and bryophytes. *New phytologist*, 69(2): 605-627.

- Goia, I., Kiss, R. (2006). Study on the diversity of epiphytic bryoflora of Creanga Mică Valley (Praid, Harghita county). *Environment & Progress*, 6: 210-216.
- Goia, I., Gafta, D. (2019). Beech versus spruce deadwood as forest microhabitat: does it make any difference to bryophytes?. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 153(2): 187-194.
- Goodsell, P.J., Underwood, A.J., Chapman, M.G. (2009). Evidence necessary for taxa to be reliable indicators of environmental conditions or impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 58(3): 323–331. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.10.011>
- Gregory, R.D., Baillie, R.P., Buckland, S.T. (1995). Dead Wood: Dynamics, Identification and Monitoring. *Journal of Applied Ecology*, 32(1), 136–146.
- Harmon, M. E., Woodall, C. W., Fasth, B., Sexton, J., Yatkov, M.. (2011). Differences between standing and downed dead tree wood density reduction factors: A comparison across decay classes and tree species (Nr. NRS-RP-15; p. NRS-RP-15). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. <https://doi.org/10.2737/NRS-RP-15>
- Hawksworth, D.L., Grube, M. (2020). Lichens redefined as complex ecosystems. *New Phytologist*, 227(5): 1281–1283. <https://doi.org/10.1111/nph.16630>
- Hill, M.O., Mountford, J.O., Roy, D.B., Bunce, R.G.H. (1999). *Ellenberg's indicator values for British plants*. ECOFACT Volume 2 Technical Annex. Institute of Terrestrial Ecology.
- Larcher, W. (2003). *Physiological Plant Ecology* (4th ed.). Springer.
- LeBlanc, F., Rao, D.N. (1973). Evaluation of the pollution and drought hypotheses in relation to lichens and bryophytes in urban environments. *Bryologist*, 76: 1-19.
- Lesica, P., McCune, B., Cooper, S.V., Hong, W.S. (1991). Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second-growth forests in the Swan Valley, Montana. *Canadian Journal of Botany*, 69(8): 1745-1755.
- Mark, K., Laanisto, L., Bueno, C.G., Niinemets, Ü., Keller, C., Scheidegger, C. (2020). Contrasting co-occurrence patterns of photobiont and cystobasidiomycete yeast associated with common epiphytic lichen species. *New Phytologist*, 227(5): 1362–1375. <https://doi.org/10.1111/nph.16475>
- McCarty, L.S., Munkittrick, K.R. (1996). Environmental biomarkers in aquatic toxicology: Fiction, fantasy, or functional? *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 2(2): 268–274. <https://doi.org/10.1080/10807039609383607>

- McGeoch, M.A. (1998). The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*, 73(2): 181–201. <https://doi.org/10.1017/S000632319700515X>
- Mežaka, A., Brūmelis, G., Piterāns, A. (2012). Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity and Conservation*, 21(12): 3221–3241.
- Möller, T., Kaufmann, S., Hauck, M. (2026). Functional Traits Mediate Physico-Chemical Niche Differentiation of Epiphytic Lichens and Bryophytes in Temperate Forests. *Journal of Vegetation Science*. 37, no. 2: e70127. <https://doi.org/10.1111/jvs.70127>.
- Müller, J., Boch, S., Blaser, S., Fischer, M., Prati, D. (2015). Effects of forest management on bryophyte communities on deadwood. *Nova Hedwigia*, 100(3–4): 423–438.
- Nimis, P.L., Purvis, O.W. (2002). Monitoring Lichens as Indicators of Pollution: An Introduction. În: Nimis, Scheidegger și Wolseley (eds.), *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, NATO Science Series IV, Vol. 7, Kluwer, Dordrecht.
- Orbán, S. (1992). Life strategies in endangered bryophytes in Hungary. *Biological Conservation*. 59: 109–111.
- Ordinul Ministrului nr. 244 2002 privind aprobarea Metodologiei de monitorizare sol-vegetație forestieră pentru silvicultură, M. Of. nr. 831 din 19 noiembrie 2002.
- Ordinul Ministrului nr. 3.352/2023 pentru aprobarea Ghidului privind protocoalele de monitorizare și metodologiile unitare de monitorizare a stării de conservare a habitatelor de interes comunitar din România. publ. în M. Of. nr. 32 din 15 ianuarie 2024.
- Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice, publicată în M. Of., Partea I, nr. 442 din 29 iunie 2007.
- Palmer, M.W. (1986). Pattern in corticolous bryophyte communities of the North Carolina Piedmont: do mosses see the forest or the trees?. *Bryologist* 89(1): 59–65.
- Pearson, D.L. (1994). Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 345(1311), 75–79.
- Pop, I. (1977). *Biogeografie ecologică*. Vol. I, Ed. Dacia.

- Rao, D.N., LeBlanc, F. (1967). Influence of an iron-sintering plant on corticolous epiphytes in Wawa, Ontario. *Bryologist*, 70: 141-157.
- Rao, D.N. (1982). Responses of bryophytes to air pollution. În *Bryophyte ecology*: 445-471. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Scheidegger, C., Goward, T. (2002). *Monitoring Lichens for Conservation: Red Lists and Conservation Action Plans*. În *Monitoring with lichens—monitoring lichens*: 163-181. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Scheidegger, C., Werth, S. (2009). Conservation strategies for lichens: insights from population biology. *Fungal Biology Reviews*, 23(3): 55–66.
- Schmitt, C.K., Slack, N.G. (1990). Host specificity of epiphytic lichens and bryophytes: a comparison of the Adirondack Mountains (New York) and the Southern Blue Ridge Mountains (North Carolina). *Bryologist*: 257-274.
- Schumacker, R., Váňa, J. (2000). Identification keys to the liverworts and hornworts of Europe and Macaronesia, *Documents de la Station scientifique des Hautes-Fagnes*. 31: 1-160.
- Schuster, R.M. (1984). *New Manual of Bryology*, Hattori Bot. Lab., Tokio.
- Sérgio, C., Bento-Pereira, F. (1981). Lichens and bryophytes as bioindicators of atmospheric pollution. I. *Bol. Soc. Brot. Sér. 2*: 313-331.
- Sloover, J. de, LeBlanc, F. (1970). Pollutions atmospheriques et fertilité chez les mousses et chez les lichens epiphytiques. *Bull. Acad. Soc. Lorraines d. Sci.* 9: 82-90.
- Spellerberg, I.F., 2005, *Monitoring Ecological Changes*, Cambridge University Press.
- Spribile, T., Tuovinen, V., Resl, P., Vanderpool, D., Wolinski, H., Aime, M.C., Schneider, K., Stabentheiner, E., Toome-Heller, M., Thor, G., Mayrhofer, H., Johannesson, H., McCutcheon, J.P. (2016). Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science*, 353(6298): 488–492. <https://doi.org/10.1126/science.aaf8287>
- Stofer, S., Bergamini, A., Aragón, G., Carvalho, P., Coppins, B.J., Davey, S., Dietrich, M., Scheidegger, C. (2006). Species richness of lichen functional groups in relation to land use intensity. *The Lichenologist*, 38(4): 331-353.
- Strayer, D., Glitzenstein, J.S., Jones, C.G., Kolasa, J., Likens, G.E., McDonnell, M.J., Parker, G.G, Pickett, S.T.A. (1986). Long-term ecological studies: an illustrated account of their design, operation, and importance to ecology. *Occasional publication of the Institute of Ecosystem Studies*, 2(9), Millbrook, New York.
- Ștefănuț, S., Goia, I. (2012). Checklist and Red List of bryophytes of Romania. *Nova Hedwigia*, 95(1-2): 59-104.

- Tuovinen, V., Ekman, S., Thor, G., Vanderpool, D., Spribille, T., Johannesson, H. (2019). Two basidiomycete fungi in the cortex of wolf lichens. *Current Biology*, 29(3): 476–483.
- Tuovinen, V., Ekman, S., Thor, G., Vanderpool, D., Spribille, T., Johannesson, H. (2019). Two basidiomycete fungi in the cortex of wolf lichens. *Current Biology*, 29(3): 476–483. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.12.022>
- Ulrich, S.C., Brady, P. (2003). *Monitoring Terrestrial Habitats in Wellington Conservancy: A Strategy for 2003-2012*. Department of Conservation.
- Vaughan, H., Brydges, T., Fenech, A., Lumb, A. (2001). Monitoring long-term ecological changes through the ecological monitoring and assessment network: science-based and policy relevant. *Environmental Monitoring and Assessment*, 67(1): 3-28.
- Werth, S., Wagner, H.H., Gugerli, F., Holderegger, R., Csencsics, D., Kalwij, J.M., Scheidegger, C. (2006). Quantifying dispersal and establishment limitation in a population of an epiphytic lichen. *Ecology*, 87(8): 2037-2046.
- Will-Wolf, S., Esseen, P.A., Neitlich, P. (2002a). Monitoring biodiversity and ecosystem function: forests. In *Monitoring with lichens—Monitoring lichens*: 203-222. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Will-Wolf, S., Scheidegger, C., & McCune, B. (2002b). Methods for monitoring biodiversity and ecosystem function: Monitoring scenarios, sampling strategies and data quality. In *Monitoring with lichens—Monitoring lichens*: 147-162. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Wirth, V. (1992). Zeigerwerte von Flechten, *Scripta Geobotanica* 18, ed. 2: 215–237.
- Wirth, V. (2010). Ökologische Zeigerwerte von Flechten – Erweiterte und aktualisierte Fassung. *Herzogia*, 23: 229–248.
- Woodward, A., Hutten, K.M., Boetsch, J.R., Acker, S.A., Rochefort, R.M., Bivin, M.M., Kurth, L.L. (2009). *Forest vegetation monitoring protocol for national parks in the North Coast and Cascades Network*. U.S. Geological Survey, Techniques and Methods 2-A8.
- Zemanová, L., Trotsiuk, V., Morrissey, R.C., Bače, R., Mikoláš, M., Svoboda, M. (2017). Old trees as a key source of epiphytic lichen persistence and spatial distribution in mountain Norway spruce forests. *Biodiversity and Conservation*, 26(8): 1943–1958.

Siteografia:

<https://www.britishbryologicalsociety.org.uk/resources/bryophyte-identification/>

Anexe

Anexa 1.

Protocol de monitorizare: Păduri dacice de fag (Symphyto-Fagion) - 91V0

1. Scopul și obiectivele

Scopul - conservarea habitatului 91V0 pe baza principalilor parametri (structură, funcții, tendințe și presiuni), pe suprafețe de probă permanente, prin utilizarea adițională a criptogamelor selecționate în vederea identificării timpurii a modificărilor și a fundamentării măsurilor de management și conservare, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (92/43/CEE) Art. 11 și 17.

Obiective

1. **Evaluarea suprafeței habitatului 91V0 în zona de aplicare a monitoringului**, prin utilizarea instrumentelor imaginilor satelitare sau/și aeriene (ortofotoplanuri)
2. **Evaluarea compoziției floristice a habitatului 91V0**, prin identificarea speciilor definitorii ale acestuia (caracteristice, indicatoare, protejate, alohtone). După posibilități, se va evalua întreaga compoziție specifică, cu precădere a plantelor vasculare.
3. **Evaluarea structurii arboretului**, prin analiza structurii spațiale cu stabilirea structurii pe vârste pe baza diametrelor.
4. **Evaluarea funcțiilor ecologice ale habitatului**, prin monitorizarea indicatorilor-cheie precum regenerarea naturală, prezența lemnului mort și continuitatea structurală.
5. **Evaluarea tendințelor** habitatului pornind de la datele din monitorizările precedente și având în vedere amenințările.

6. **Identificarea și evaluarea presiunilor și amenințărilor** potențiale asupra habitatului 91V0, precum exploatarea forestieră, fragmentarea habitatului sau alte perturbări antropice.

2. Statutul Habitatului 91V0.

Habitatul 91V0 – Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*) este un habitat natural de interes comunitar, fiind inclus în Anexa I a Directivei Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică.

Articolul 11 al Directivei Habitate prevede că statele membre trebuie să asigure monitorizarea stării de conservare a habitatelor naturale și a speciilor de interes comunitar. Rezultatele acestei monitorizări stau la baza raportării periodice prevăzute de Articolul 17, realizată la intervale de șase ani către Consiliul European, la nivel național și pe regiuni biogeografice.

În România, prevederile Directivei Habitate sunt transpuse în legislația națională prin Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007, privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice. Prin aceasta este asigurat cadrul legal pentru monitorizarea siturilor Natura 2000, precum și pentru implementarea măsurilor de management necesare asigurării stării favorabile a habitatelor de interes comunitar, inclusiv a habitatului 91V0.

În consecință, planul de monitorizare propus se încadrează în cadrul legislativ european și național privind conservarea biodiversității și este conform cerințelor de monitorizare ale habitatelor de interes comunitar. Aplicarea sa contribuie la îmbunătățirea cunoașterii stării de conservare a habitatului 91V0 și la elaborarea măsurilor de management necesare asigurării unei stări favorabile de conservare.

Acest obiectiv este realizat atunci când arealul/suprafața ocupată sunt stabile sau în creștere, structura și funcțiile sale specifice sunt optime, iar tendințele de evoluție pe termen lung sunt favorabile. În acest context, protocolul propus pentru habitatul 91V0 reprezintă un instrument esențial pentru evaluarea stării de conservare, dar și pentru identificarea din timp a eventualelor modificări nefavorabile.

3. Descrierea Habitatului 91V0.

Habitatul 91V0 – Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*) reprezintă un tip de habitat forestier montan caracteristic Carpaților românești, ucraineni și din estul Serbiei, dar și din dealurile subcarpatice. Cuprinde asociații din alianța *Symphyto*

cordati-Fagion, cu specii tipice de Fagetalia, dezvoltate pe substrat neutru, bazice și uneori acide, unde fagul (*Fagus sylvatica*) constituie specia edificatoare dominantă. (GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

Correspondența cu clasificarea națională: R4101, R4103, R4104, R4108, R4109, R4116.

3.1. Structura spațială și compoziția specifică pe straturi a habitatului 91V0

Din punct de vedere structural, habitatul 91V0 – Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*), prezintă o organizare verticală bine diferențiată. **Stratul arborilor** este dominat de *Fagus sylvatica*, specie edificatoare care determină fizionomia habitatului și creează un microclimat specific. În funcție de condițiile locale, fagul poate forma arborete aproape pure sau amestecuri cu brad (*Abies alba*), molid (*Picea abies*) și alte specii de foioase, precum paltinul de munte (*Acer pseudoplatanus*), arțarul (*Acer platanoides*), jugastrul (*Acer campestre*) sau carpenul (*Carpinus betulus*) (DONIȚĂ et al., 2005). Alte specii lemnoase frecvente în acest habitat sunt: gorunul (*Quercus petraea*), cireșul (*Cerasus avium*), sorbul de câmp (*Sorbus torminalis*), ulmul (*Ulmus glabra*, *U. minor*), frasinul (*Fraxinus excelsior*), teiul pucios (*Tilia cordata*).

Stratul arbustiv este, în general, slab dezvoltat, ca urmare a umbririi accentuate produse de coronamentul fagului, având ca specii: *Ribes uva-crispa*, *Spiraea chamaedryfolia*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Daphne mezereum*, *Rubus hirtus*, *Rosa pendulina*, *Euonymus europaeus*, *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Lonicera xylosteum* în timp ce **stratul ierbos** este bine reprezentat și caracterizat prin specii nemorale adaptate condițiilor de umbră și soluri bogate în humus. Specii precum *Symphytum cordatum*, *Cardamine glanduligera* (syn. *Dentaria glandulosa*), *Hepatica transsilvanica*, *Pulmonaria rubra*, *Leucanthemum waldsteinii*, *Silene heuffelii*, *Ranunculus carpaticus*, *Euphorbia carniolica*, *Galium odoratum*, *Aconitum moldavicum*, *Saxifraga rotundifolia* subsp. *heuffelii*, *Primula elatior* subsp. *leucophylla*, *Hieracium rotundatum*, *Galium kitaibelianum*, *Moehringia pendula*, *Festuca drymeja*, iar în cazul făgetelor de pe văi, *Phyllitis scolopendrium* și *Lunaria rediviva* sunt considerate indicatori importanți ai stării de conservare a habitatului (GAFTA & MOUNTFORD., 2008), structura fiind mult mai bogată în specii ierboase. Mușchii formează un strat slab dezvoltat - *Dicranum scoparium*, *Atrichum undulatum* fiind mai frecvenți.

Din punct de vedere fitosociologic, habitatul 91V0 este încadrat în alianța *Symphyto-Fagion*, fiind reprezentat de mai multe asociații vegetale care reflectă variabilitatea ecologică a făgetelor carpatice. Dintre acestea, cele mai reprezentative

sunt: *Symphyto cordati-Fagetum* Vida 1959, *Pulmonario rubrae-Fagetum* (Soó 1964) Täuber 1987; *Leucanthemo waldsteinii-Fagetum* (Soó 1964) Täuber 1987 și *Phylitidi - Fagetum* Vida (1959) 1963 (GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

Aceste comunități sunt dominate de fag, uneori în amestec cu molidul sau/și bradul, dar mai ales se caracterizează prin prezența constantă a speciilor nemorale carpatice în stratul ierbos, specii cheie ale pădurilor dacice de fag (DONIȚĂ *et al.*, 2005; GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

3.2. Ecologia habitatului 91V0

Habitatul 91V0 se dezvoltă în condițiile unui climat temperat-montan (altitudini: 700-1450 m, temperaturi medii multianuale de 4-8 °C, precipitații de 800–1200 mm). Substratul petrografic este divers: fliș, conglomerate, gresii calcaroase, roci eruptive. Solurile sunt, de regulă, brune acide sau slab acide, rendzine, eutricambosoluri, districambosoluri, litosoluri, gleisoluri, stagnosoluri, cu un conținut ridicat de materie organică, cu humus de tip mull asigurând o bună disponibilitate a apei, superficiale până la profunde, eubazice, eutrofe.

Un element definitoriu al ecologiei habitatului 91V0 este microclimatul creat de coronamentul dens al fagului, care reduce variațiile termice și menține o umiditate relativ constantă la nivelul solului. Acest microclimat favorizează dezvoltarea unui strat ierbos nemoral caracteristic și susține procese ecologice precum producția primară, acumularea și descompunerea materiei organice și ciclurile nutrienților. Lemnul mort joacă un rol esențial în menținerea biodiversității și în funcționarea proceselor de descompunere (BIRIȘ *et al.*, 2014).

4. Dinamica habitatului 91V0

Dinamica naturală a habitatului este guvernată de procese precum căderile izolate de arbori, formarea de mici goluri în coronament și regenerarea naturală continuă a fagului și celorlalte esențe lemnoase, păstrându-se un echilibru în pădurile de amestec între fag, brad și molid. Aceste procese susțin diversitatea structurală și funcțională a habitatului, fiind esențiale pentru menținerea sa pe termen lung. Intervențiile antropice intensive pot conduce la simplificarea structurii și la perturbarea acestor mecanisme naturale (BIRIȘ *et al.*, 2014)

Fagus sylvatica este specia edificatoare a habitatului, având un rol determinant în structura, funcționarea ecologică și dinamica acestui tip de habitat. Specia este longevivă, atingând frecvent vârste de peste 200–300 de ani, și formează arborete stabile, cu structură heterogenă.

Regenerarea naturală se realizează predominant din semințe și este favorizată de un microclimat forestier stabil. În stadiile juvenile, fagul prezintă o toleranță ridicată la umbră, permițând menținerea puieților sub coronament până la apariția unor deschideri naturale. O capacitate ridicată de regenerare naturală este un indicator important al stării de conservare a habitatului (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

5. Factori limitativi, presiuni și amenințări asupra habitatului 91V0

Starea de conservare a habitatului 91V0 – **Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*)** este influențată de factori limitativi naturali, precum și de presiuni și amenințări de origine antropică. Conform cadrului de evaluare Natura 2000, presiunile reprezintă factori care acționează în prezent asupra habitatului, în timp ce amenințările vizează factori potențiali, cu impact negativ în viitor sau presiuni actuale a căror intensitate se presupune că va crește în viitor (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Dintre factorii limitativi naturali, condițiile climatice și edafice joacă un rol esențial. Deși *Fagus sylvatica* are o toleranță ecologică relativ largă, **secetele prelungite, temperaturile extreme sau evenimentele meteorologice severe** pot afecta vitalitatea arborilor și capacitatea de regenerare a habitatului. De asemenea, **solurile superficiale sau compacte** pot limita stabilitatea arboretelor (DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Principalele presiuni antropice actuale sunt reprezentate de **exploatările forestiere intensive**, care pot conduce la simplificarea structurii arboretului, reducerea volumului lemnului mort și afectarea funcțiilor ecologice.

Fragmentarea habitatului și presiunea exercitată de pășunat sau de fauna erbivoră pot reduce regenerarea naturală a fagului, afectând continuitatea habitatului (BIRIȘ *et al.*, 2014). În zonele perturbate, pot apărea și **specii alohtone** sau invazive, cu efecte negative asupra speciilor caracteristice habitatului (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

6. Răspândirea habitatului 91V0

Habitatul 91V0 – **Păduri dacice de fag (*Symphyto-Fagion*)** are o distribuție regională restrânsă, fiind caracteristic lanțului carpatic și zonelor adiacente și estului Serbiei (GAFTA & MOUNTFORD, 2008). România deține cea mai mare pondere a habitatului 91V0 la nivel european, acesta fiind răspândit în Carpații Orientali, Meridionali și Occidentali, în zone montane și submontane. Habitatul este prezent în numeroase situri Natura 2000, unde contribuie substanțial la valoarea

conservativă a acestora, distribuția sa fiind adesea fragmentată în funcție de relief, condiții locale și istoricul managementului (GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

7. Metodologia de monitorizare a habitatului 91V0.

Metodologia de monitorizare a habitatului 91V0 este concepută ca un cadru standardizat, replicabil și adaptabil condițiilor locale, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (Art. 11 și 17) și cu ghidurile naționale de monitorizare a habitatelor forestiere (BIRIȘ *et al.*, 2014). Monitorizarea urmărește evaluarea stării de conservare prin analiza integrată a: structurii și funcțiilor habitatului, a tendințelor și presiunilor/amenințărilor, pe baza colectării sistematice a datelor din teren și a comparării acestora în timp. În procesul de monitorizare deja aprobat la nivel național, proiectul de față aduce la speciile tipice câteva specii de mușchi și licheni care au valoare bioindicatoare pentru pădurile seculare, mai exact pentru condițiile microclimatice ale acestui habitat natural sau ale unui cortegiu de specii caracteristice acestor păduri.

Designul de eșantionare asigură reprezentativitatea datelor și comparabilitatea în timp, fiind adaptat caracterului forestier și dinamicii lente a habitatului 91V0 (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Delimitarea habitatului se realizează prin utilizarea planurilor de management Natura 2000, hărților forestiere, datelor GIS și verificărilor în teren. Limitele sunt validate prin recunoașterea speciilor edificatoare/caracteristice, a structurii arboretului și a condițiilor ecologice specifice (GAFTA & MOUNTFORD, 2008; DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Monitorizarea se bazează pe **suprafețe de eșantionare permanente**, pentru detectarea tendințelor și furnizarea de date relevante pentru raportare. Acestea pot fi circulare (conform metodologiei IFN - BIRIȘ *et al.*, 2014) sau pătrate (20 × 20 m). Parcelele sunt marcate și georeferențiate (GPS) pentru repetabilitate; dacă o parcelă devine inaccesibilă, poate fi înlocuită cu una ecologic similară, cu documentare completă. Varianta pătratelor pe care o propunem este destinată mai ales structurii vegetației, continuării monitorizării în ploturile pilot, dar se poate suprapune peste varianta IFN cercul de 12,62 m, doar în condițiile în care se lucrează în același timp cu responsabilii de monitorizare IFN. Avantajele derivă dintr-o compoziție în specii mai corectă pentru a identifica și asociația vegetală, dar și speciile indicatoare.

Indicatorii monitorizați

Indicatorii sunt selectați conform recomandărilor de monitorizare și criteriilor de evaluare folosite în raportările Art. 17 (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE) și sunt grupați în patru categorii:

- **Indicatori de structură:** compoziția arboretului (dominanța fagului), distribuția pe clase de diametre (DBH), prezența arborilor maturi/senescenti, stratificarea verticală.
- **Indicatori ai funcțiilor ecologice:** regenerarea naturală, cantitatea și tipul de lemn mort (în picioare/la sol), prezența golurilor naturale de regenerare (BIRIȘ *et al.*, 2014).
- **Indicatori floristici (specii tipice):** prezența și frecvența speciilor caracteristice de cormofite (*Symphytum cordatum*, *Cardamine glanduligera* (syn. *Dentaria glandulosa*), *Hepatica transsilvanica*, *Pulmonaria rubra*, *Leucanthemum waldsteinii*, *Silene heuffelii*, *Ranunculus carpaticus*, *Euphorbia carniolica*, *Aconitum moldavicum*, *Saxifraga rotundifolia* subsp. *heuffelii*, *Primula elatior* subsp. *leucophylla*, *Hieracium rotundatum*, *Galium kitaibelianum*, *Moehringia pendula*, *Festuca drymeja*, prezența speciilor de mușchi și licheni (pe ritidom: *Anomodon attenuatus*, *A. viticulosus*, *Neckera pennata*, *N. pumila*, *Leucodon sciuroides*, *Antitrichia curtipendula*, *Porella platyphylla*, *Lobaria pulmonaria*, *Cetrelia olivetorum*, iar pe lemn mort *Lophozia ascendens*, *Dicranum viride*, *Buxbaumia viridis*, *Ptilidium pulcherrimum*), compoziția stratului ierbos și apariția speciilor indicatoare de perturbare (specii nitrofile, specii alohtone).
- **Indicatori de presiune/impact:** exploatări forestiere, fragmentare (drumuri/infrastructură), pășunat/presiune faunistică asupra regenerării, prezența speciilor indicatoare de perturbare – specii nitrofile, specii alohtone/invazive (evaluare calitativă/semi-cantitativă).

Indicatorii sunt interpretați integrat pentru încadrarea stării de conservare (favorabilă/nefavorabil-inadecvată/nefavorabil-proastă), în acord cu cadrul Directivei Habitare (DIRECTIVA 92/43/CEE; BIRIȘ *et al.*, 2014).

Colectarea datelor pe teren

Colectarea se face în parcele permanente, prin metode non-distructive, aplicate consecvent pentru comparabilitate (BIRIȘ *et al.*, 2014). Se includ: măsurători dendrometrice (specie, diametru, stare viu/uscat, microhabitate), evaluarea regenerării în subparcele (densitate/stare/urme de afectare), evaluarea lemnului mort (prezență și stadiu de descompunere), liste floristice și estimarea acoperirii (ex. Braun–Blanquet sau procente), precum și identificarea presiunilor (tip, intensitate, suprafață afectată). Limitările (variabilitate sezonieră, acces, erori de determinare) sunt reduse prin protocoale standardizate și instruirea echipei (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Frecvența monitorizării

Frecvența este corelată cu dinamica lentă a pădurilor de fag și cu ciclul de raportare prevăzut în Art. 17 (6 ani) (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE). Se recomandă: o **monitorizare inițială** (stare de referință), apoi la **5–6 ani** pentru indicatori structurali (structura arboretului, lemn mort, compoziție în specii). Monitorizările se realizează în sezonul de vegetație. După perturbări majore, pot fi făcute evaluări suplimentare.

Prelucrarea și interpretarea datelor

Datele se introduc într-o bază de date unitară pe parcele și ani (localizare + indicatori de structură, funcții, floristică, presiuni). Analiza urmărește compararea în timp a indicatorilor (distribuții DBH, regenerare, lemn mort, compoziție floristică) și corelarea modificărilor cu presiunile observate (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE).

8. Echipamente.

Echipamentele utilizate pot fi grupate în **echipamente de teren** și **echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor**.

Echipamente utilizate în activitatea de teren

Pentru realizarea activităților de monitorizare în teren sunt necesare următoarele echipamente:

- **GPS** – pentru înregistrarea coordonatelor parcelor permanente și a punctelor de observație;
- **Busolă și clinometru** – pentru determinarea expoziției și a pantei terenului;
- **Bandă dendrometrică** – utilizată pentru măsurarea diametrului arborilor la 1,3 m (DBH);
- **Ruletă metrică sau telemetru** – pentru delimitarea parcelor și a subparcelor de eșantionare;
- **Caiet de teren / fișe de teren tipizate** – pentru notarea datelor colectate;
- **Aparat foto digital** – pentru documentarea vizuală a habitatului, a structurii arboretului și a presiunilor identificate;
- **Hărți tipărite sau digitale** ale zonei monitorizate – pentru orientare și verificarea limitelor habitatului;

- **Echipament de protecție personală** (încălțăminte adecvată, îmbrăcăminte de teren, spray contra urșilor).

Echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor

După finalizarea activităților de teren, datele colectate sunt prelucrate și analizate utilizând următoarele echipamente și resurse:

- **Calculator / laptop** – pentru introducerea, stocarea și analiza datelor;
- **Software de calcul tabelar** (ex. Microsoft Excel) – pentru organizarea bazelor de date și realizarea analizelor descriptive;
- **Software GIS** (ex. QGIS) – pentru reprezentarea spațială a parcelor de monitorizare și a distribuției habitatului;
- **Software statistic** (opțional) – pentru analiza tendințelor și compararea rezultatelor între ani;
- **Sisteme de stocare a datelor** (hard disk extern, cloud) – pentru arhivarea și securizarea informațiilor. Utilizarea acestor echipamente asigură o gestionare eficientă a datelor și facilitează interpretarea rezultatelor monitorizării.

9. Resurse umane

Structura include 3–4 persoane: un coordonator (planificare, respectarea metodologiei, validarea datelor și raportare), un specialist în botanică/ecologie forestieră (încadrarea habitatului, specii tipice și strat ierbos), un specialist în măsurători forestiere (DBH, structura arboretului, lemn mort) și, opțional, un tehnician de teren (delimitarea parcelor, fișe, fotografii, logistică). În funcție de aria protejată, implementarea poate fi sprijinită prin colaborări cu administrații de arii protejate, ocoale silvice, universități/institute și autorități locale, pentru accesul și integrarea rezultatelor în management.

10. Fișa de teren (cf. Anexei la O.M. nr. 3.352/2023, modificat)

I. Date generale

Instituția	Operator	
	Nume	Prenume
Data (zz/ll/aa)		

II. Suprafața de probă

Cod Sondaj	Cod SP	Nr.sp .	Nr. SSP	Toponimie SP
Coordonate				
Altitudine (m s.m.)				
Tip de habitat	Cod	Denumire		
	9 1 V 0	Păduri dacice de fag (<i>Symphyto- Fagion</i>)		
Regiunea biogeografică	ALP	CON	PAN	STE
	x			

III. Date staționale

Informații descriptive	CARACTERISTICI
1. Geomorfologie	
1.1. Configurația terenului	
1.2. Expoziția	
...1.3. Înclinarea terenului (grade)	
2. Geologie	
2.1. Roca/ substrat (opțional)	
2.2. Roca la suprafață (%)	
3. Pedologie	
3.1. Tip sol (opțional)	
3.2. Tip humus (opțional)	
...3.3. Profil (cm) (opțional)	
3.4. Schelet (%) (opțional)	
3.5. Submersie (opțional)	
3.6. Drenaj extern (opțional)	
3.7. Drenaj intern (opțional)	

IV. Date vegetație (Vegetația SSP)

4.1. Tip de pădure	
4.2. Tip de floră indicatoare	endemică pentru Carpați
4.3. Subtip de floră indicatoare	flora de mull
4.4. Asociația vegetală	

V Indicatori ai structurii și funcționării habitatului (SSP)

5.1. Arboretul (stratul arborescent)	
5.1.1. Specia	AD ¹
<i>Fagus sylvatica</i>	
<i>Abies alba</i>	
<i>Picea abies</i>	
<i>Sorbus aucuparia</i>	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	
<i>Fraxinus excelsior</i>	
5.1.2. Compoziția arboretului	
5.1.3. Caracterul actual al arboretului	
5.1.4. Nativitatea arboretului	
5.1.5. Modul de regenerare al arboretului	
5.1.6. Gradul de naturalitate al arboretului	
5.1.7. Consistența	
5.1.8. Diametrul mediu (cm)	
5.2. Subarboretul (stratul arbustiv)	
5.2.1. Specia (i)	AD
<i>Fagus sylvatica</i>	
<i>Abies alba</i>	
<i>Picea abies</i>	
<i>Salix caprea</i>	
<i>Sambucus racemosa</i>	
<i>Lonicera xylosteum</i>	
<i>Rubus idaeus</i>	
<i>Rubus hirtus</i>	
5.2.2. Acoperirea cu arbuști	

¹ AD (Braun-Blanquet): r = 0,05% (<0,1%); + = 0,5% (0,1-1%); 1 = 5% (1-10%); 2 = 17,5% (10-25%); 3 = 37,5% (25-50%); 4 = 62,5% (50-75%); 5 = 87,5% (75-100%).

5.3 Regenerarea (stratul puieților)	
5.3.1. Număr specii de arbori în regenerare	
5.3.2. Distribuția regenerării	
5.3.3. Gradul de acoperire al regenerării(%)	
5.3.4. Factori negativi	
5.4. Pătura ierboasă	
5.4.1. Acoperirea cu vegetație ierboasă (%)	
Specii/AD	Specii/AD ²
<i>Symphytum cordatum</i>	
<i>Cardamine glanduligera</i>	
<i>Pulmonaria rubra</i>	
<i>Leucanthemum waldsteinii</i>	
<i>Silene heuffelii</i>	
<i>Euphorbia carniolica</i>	
<i>Aconitum moldavicum</i>	
<i>Hepatica transsilvanica</i>	
<i>Saxifraga rotundifolia</i> subsp. <i>heuffelii</i>	
<i>Primula elatior</i> subsp. <i>leucophylla</i>	
<i>Hieracium rotundatum</i>	
<i>Moehringia pendula</i>	
<i>Ranunculus carpaticus</i>	
<i>Galium kitaibelianum</i>	
<i>Festuca drymeja</i>	
5.4.2. Acoperire mușchi și licheni (%)	
<i>Atrichum undulatum</i>	

² AD (Braun-Blanquet): r = 0,05% (<0,1%); + = 0,5% (0,1-1%); 1 = 5% (1-10%); 2 = 17,5% (10-25%); 3 = 37,5% (25-50%); 4 = 62,5% (50-75%); 5 = 87,5% (75-100%).

<i>Dicranum scoparium</i>	
5.5. Lemnul mort/ritidom	
5.5.1. Prezența lemnului mort căzut la pământ (scară de la 1-5)	
5.5.2. Prezența lemnului mort pe picior	
5.5.3. Prezența cioatelor	
5.5.4. Prezența grămezilor de crengi	
5.5.5. Prezența speciilor indicatoare saprolignicole	Prezență/Absență
<i>Lophozia ascendens</i>	
<i>Dicranum viride</i>	
<i>Buxbaumia viridis</i>	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	
5.5.6. Prezența speciilor indicatoare corticole	
<i>Anomodon attenuatus</i>	
<i>Anomodon viticulosus</i>	
<i>Leucodon sciurioides</i>	
<i>Porella platyphylla</i>	
<i>Antitrichia curtipendula</i>	
<i>Neckera pennata</i>	
<i>Neckera pumila</i>	
<i>Lobaria pulmonaria</i>	
<i>Cetrelia olivetorum</i>	
5.6. Vătămări produse arborilor de factorii abiotici	
5.6.1. Tip vătămare	
5.6.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.6.3. Vechime vătămare	
5.7. Vătămări produse arborilor de factorii biotici	
5.7.1. Tip vătămare	
5.7.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.7.3. Vechime vătămare	
5.8. Vătămări produse regenerării (stratului puieților)	
5.8.1. Vătămări	
5.8.2. Procent puieți vătămăți	

5.8.3. Procent puieti cu stare sanitară precară	
5.9. Pășunatul	
5.9.1. Felul pășunatului	
5.9.2. Intensitatea pășunatului	

VI. Presiuni actuale sau pe perioada de raportare (maxim 20 de nivel 3)

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

VII. Amenințări viitoare

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				

VIII. Alte informații relevante:

.....

.....

Anexa 2.

Protocol de monitorizare:

Păduri acidofile de molid (*Picea*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*) - 9410

1. Scopul și Obiectivele

Scopul - conservarea habitatului 9410 pe baza principalilor parametri (structură, funcții, tendințe și presiuni), pe suprafețe de probă permanente, prin utilizarea adițională a criptogamelor selecționate în vederea identificării timpurii a modificărilor și a fundamentării măsurilor de management și conservare, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (92/43/CEE) Art. 11 și 17.

Obiective

1. **Evaluarea suprafeței habitatului 9410 în zona de aplicare a monitoringului**, prin utilizarea instrumentelor imaginilor satelitare sau/și aeriene (ortofotoplanuri)
2. **Evaluarea compoziției floristice a habitatului 9410**, prin identificarea speciilor definitorii ale acestuia (caracteristice, indicatoare, protejate, alohtone). După posibilități, se va evalua întreaga compoziție specifică, cu precădere a plantelor vasculare.
3. **Evaluarea structurii arboretului**, prin analiza structurii spațiale cu stabilirea structurii pe vârste pe baza diametrelor.
4. **Evaluarea funcțiilor ecologice ale habitatului**, prin monitorizarea indicatorilor-cheie precum regenerarea naturală, prezența lemnului mort și continuitatea structurală.
5. **Evaluarea tendințelor** habitatului pornind de la datele din monitorizările precedente și având în vedere amenințările.
6. **Identificarea și evaluarea presiunilor și amenințărilor** potențiale asupra habitatului 9410, precum exploatarea forestieră, fragmentarea habitatului sau alte perturbări antropice.

2. Statutul Habitatului 9410

Habitatul **9410** – Păduri acidofile de molid (*Picea*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*) este un habitat natural de interes comunitar, fiind inclus în Anexa I a Directivei Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică.

Articolul 11 al Directivei Habitate prevede că statele membre trebuie să asigure monitorizarea stării de conservare a habitatelor naturale și a speciilor de interes comunitar. Rezultatele acestei monitorizări stau la baza raportării periodice prevăzute de Articolul 17, realizată la intervale de șase ani către Consiliul European, la nivel național și pe regiuni biogeografice.

În România, prevederile Directivei Habitate sunt transpuse în legislația națională prin Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007, privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice. Prin aceasta este asigurat cadrul legal pentru monitorizarea siturilor Natura 2000, precum și pentru implementarea măsurilor de management necesare asigurării stării favorabile a habitatelor de interes comunitar, inclusiv a habitatului 9410.

În consecință, planul de monitorizare propus se încadrează în cadrul legislativ european și național privind conservarea biodiversității și este conform cerințelor de monitorizare ale habitatelor de interes comunitar. Aplicarea sa contribuie la îmbunătățirea cunoașterii stării de conservare a habitatului 9410 și la elaborarea măsurilor de management necesare asigurării unei stări favorabile de conservare.

Acest obiectiv este realizat atunci când arealul/suprafața ocupată sunt stabile sau în creștere, structura și funcțiile sale specifice sunt optime, iar tendințele de evoluție pe termen lung sunt favorabile. În acest context, protocolul propus pentru habitatul 9410 reprezintă un instrument esențial pentru evaluarea stării de conservare, dar și pentru identificarea din timp a eventualelor modificări nefavorabile.

3. Descrierea Habitatului 9410

Habitatul **9410** – Păduri acidofile de molid (*Picea*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*) reprezintă un tip de **habitat forestier dominant în etajul montan** al Alpilor externi, Carpaților, munților Dinarici, Jura, lanțului hercinic, în etajul subalpin al munților Jura, catenei vestice hercinice și al munților Dinarici pe versanți de la puternic la moderat înclinați, pe soluri prepodzolice, podzolice, criptopodzolice, andosoluri, acide, superficiale până la profunde, sărace în substanțe nutritive, unde molidul (*Picea abies*) constituie specia edificatoare dominantă, care

crează fitomediul particular pentru specii microterme, mezofile, oligotrofe. Pădurile de *Picea abies* din etajul subalpin inferior al Carpaților numite și molidișuri de altitudine sunt adesea o continuare a pădurilor montane de molid, cu exemplare pipernicite sau cu aspect columnar și un strat ierbos și-subarbustiv cu evidente intruziuni subalpine (GAFTA & MOUNTFORD, 2008). Prin urmare, acestea se întâlnesc de la 1000 la 1850 m.s.m.

Correspondențe cu clasificarea națională: R4203, R4205, R4206, R4207, R4208, R4209, R4212, R4214

3.1. Structura spațială și compoziția specifică pe straturi a habitatului 9410 – Păduri acidofile de molid (*Picea*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*)

Din punct de vedere structural, habitatul prezintă o organizare verticală bine diferențiată. **Stratul arborilor** este dominat de *Picea abies*, specie edificatoare care determină fizionomia habitatului și crează un microclimat specific. În funcție de condițiile locale, molidul poate forma arborete aproape pure sau cu intruziuni de brad (*Abies alba*), rar de fag (*Fagus sylvatica*), de paltin de munte (*Acer pseudoplatanus*), de ulm (*Ulmus glabra*) (DONIȚĂ *et al.*, 2005). Scorușul (*Sorbus aucuparia*) este o prezență frecventă, uneori numai în stratul arbustiv, iar mesteacănul (*Betula pendula*) apare în goluri create natural sau antropice.

Stratul arbustiv este, în general, slab dezvoltat, ca urmare a umbririi accentuate produse de coronamentul molidului, fiind reprezentat de caprifoi (*Lonicera nigra*), zmeur (*Rubus idaeus*), mur (*Rubus hirtus*), măceș (*Rosa pendulina*), soc de munte (*Sambucus racemosa*), tulichină (*Daphne mezereum*), floarea miresei (*Spiraea chamaedryfolia*), coacăz (*Ribes petraeum*), *Salix silesiaca*. Stratul subarbustiv este dominat de specii ale genului *Vaccinium*: *V. myrtillus*, *V. vitis-idaea*, dar și de *Bruckenthalia spiculifolia*, în timp ce **stratul ierbos** este bine reprezentat și caracterizat prin specii acidofile adaptate condițiilor de umbră și solurilor oligotrofe. Specii precum *Hieracium rotundatum* (syn. *H. transsylvanicum*), *Silene heuffelii*, *Soldanella hungarica* ssp. *major*, *Calamagrostis villosa*, *C. arundinacea*, *Deschampsia flexuosa*, *Oxalis acetosella*, *Lycopodium clavatum*, *L. selago*, *L. annotinum*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *L. luzuloides*, *Polygonatum verticillatum*, *Moneses uniflora*, *Senecio nemorensis*, *Campanula abietina*, *Dryopteris filix-mas*, *D. dilatata*, *Athyrium filix-femina*, *A. distentifolium*.

Stratul de mușchi este reprezentat de *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Ptilium crista-castrensis*, *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium undulatum*, *Bazzania trilobata* (syn. *Mastigobryum trilobatum*) (COLDEA, 2015).

Din punct de vedere fitosociologic, habitatul 9410 este reprezentat de mai multe asociații vegetale care se caracterizează prin dominanța molidului în stratul arborilor și prin prezența constantă a speciilor acidofile în stratul ierbos (DONIȚĂ *et al.*, 2005; GAFTA & MOUNTFORD, 2008). Dintre acestea, cele mai reprezentative sunt: *Soldanello majoris-Piceetum* Coldea *et Wagner* 1998; *Hieracio rotundati-Piceetum* Pawł. *et Br.-Bl.* 1939 (syn.: *Luzulo sylvaticae-Piceetum* Wraber 1953); *Hieracio rotundati-Abietetum* (Borhidi 1974) Coldea 1991; *Leucanthemo waldsteinii-Piceetum* Krajina 1933.

3.2. Ecologia habitatului 9410

Habitatul 9410 este asociat unui climat temperat-montan (temperatura medie multianuală de 1,5-5°C, precipitații relativ ridicate 900–1400 mm), cu altitudini de 1000-1850 m, condiții favorabile dezvoltării molidului. Solurile sunt, de regulă, prepodzoluri, criptopodzoluri, podzoluri, luvisoluri, andosoluri, districambisoluri, superficiale, puternic acide, scheletice, oligobazice, oligotrofe. Substratul petrografic este variat: flișuri, gnaisuri, granite, șisturi silicioase roci eruptive, gresii calcaroase, conglomerate, andezite.

Un element definitoriu al ecologiei habitatului 9410 este microclimatul creat de coronamentul dens al molidului, care reduce variațiile termice și menține umiditate ridicată; acesta favorizează un strat ierbos și subarbustiv acidofil (*Vaccinium*, *Calamagrostis*, *Homogyne*) și un strat muscinal continuu, bine dezvoltat, care este el însuși o trăsătură definitorie a habitatului. Lemnul mort joacă un rol esențial în menținerea biodiversității și în funcționarea proceselor de descompunere (BIRIȘ *et al.*, 2014).

4. Dinamica habitatului 9410

Dinamica naturală a habitatului este guvernată de procese precum căderile izolate de arbori, formarea de mici goluri în coronament și regenerarea naturală continuă a molidului și celorlalte esențe lemnoase. Aceste procese susțin diversitatea structurală și funcțională a habitatului, fiind esențiale pentru menținerea sa pe termen lung. Intervențiile antropice intensive pot conduce la simplificarea structurii și la perturbarea acestor mecanisme naturale (BIRIȘ *et al.*, 2014).

5. Factori limitativi, presiuni și amenințări asupra habitatului 9410

Starea de conservare a habitatului 9410 – Păduri acidofile de molid (*Picea abies*) din etajul montan până în cel alpin (*Vaccinio-Piceetea*) este influențată de factori limitativi naturali precum și de presiuni și amenințări de origine antropică. Conform

cadrelui de evaluare Natura 2000, presiunile reprezintă factori care acționează în prezent asupra habitatului, în timp ce amenințările vizează factori potențiali, cu impact negativ în viitor sau presiuni actuale a căror intensitate se presupune că va crește în viitor (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Dintre factorii limitativi naturali, condițiile climatice și edafice joacă un rol esențial. Secetele prelungite, temperaturile extreme sau evenimentele meteorologice severe pot afecta vitalitatea arborilor și capacitatea de regenerare a habitatului. De asemenea, solurile superficiale sau compacte pot limita stabilitatea arboretelor (DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Principalele presiuni antropice actuale sunt reprezentate de exploatările forestiere intensive, care pot conduce la simplificarea structurii arboretului, reducerea volumului lemnului mort și afectarea funcțiilor ecologice. Fragmentarea habitatului afectează structura floristică a habitatului. În zonele perturbate, pot apărea și specii alohtone sau invazive, cu efecte negative asupra speciilor caracteristice habitatului (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

6. Răspândirea habitatului 9410

Acest habitat are o răspandire largă, în etajul montan (*Vaccinio-Piceetea*), este răspândit în etajul montan al Alpilor externi, Carpaților, munților Dinarici, Jura, lanțului hercinic, în etajul subalpin al munților Jura, catenei vestice hercinice și al munților Dinarici

7. Metodologia de monitorizare a habitatului 9410.

Metodologia de monitorizare a habitatului 9410 este concepută ca un cadru standardizat, replicabil și adaptabil condițiilor locale, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (Art. 11 și 17) și cu ghidurile naționale de monitorizare a habitatelor forestiere (BIRIȘ *et al.*, 2014). Monitorizarea urmărește evaluarea stării de conservare prin analiza integrată a: structurii și funcțiilor habitatului, a tendințelor și presiunilor/amenințărilor, pe baza colectării sistematice a datelor din teren și a comparării acestora în timp. În procesul de monitorizare deja aprobat la nivel național, proiectul de față aduce la speciile tipice câteva specii de mușchi și licheni care au valoare bioindicatoare pentru pădurile seculare, mai exact pentru condițiile microclimatice ale acestui habitat natural sau ale unui cortegiu de specii caracteristice acestor păduri.

Designul de eșantionare asigură reprezentativitatea datelor și comparabilitatea în timp, fiind adaptat caracterului forestier și dinamicii lente a habitatului 9410 (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Delimitarea habitatului se realizează prin utilizarea planurilor de management Natura 2000, hărților forestiere, datelor GIS și verificărilor în teren. Limitele sunt validate prin recunoașterea speciilor edificatoare/caracteristice, a structurii arboretului și a condițiilor ecologice specifice (GAFTA & MOUNTFORD, 2008; DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Monitorizarea se bazează pe **suprafețe de eșantionare permanente**, pentru detectarea tendințelor și furnizarea de date relevante pentru raportare. Acestea pot fi circulare (conform metodologiei IFN - BIRIȘ *et al.*, 2014) sau pătrate (20×20 m). Parcelele sunt marcate și georeferențiate (GPS) pentru repetabilitate; dacă o parcelă devine inaccesibilă, poate fi înlocuită cu una ecologic similară, cu documentare completă. Varianta pătratelor pe care o propunem este destinată mai ales structurii vegetației, continuării monitorizării în ploturile pilot, dar se poate suprapune peste varianta IFN cercul de 12,62 m, doar în condițiile în care se lucrează în același timp cu responsabilii de monitorizare IFN. Avantajele derivă dintr-o compoziție în specii mai corectă pentru a identifica și asociația vegetală, dar și speciile indicatoare.

Indicatorii monitorizați

Indicatorii sunt selectați conform recomandărilor de monitorizare și criteriilor de evaluare folosite în raportările Art. 17 (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE) și sunt grupați în patru categorii:

- **Indicatori de structură:** compoziția arboretului (dominanța molidului), distribuția pe clase de diametre (DBH), prezența arborilor maturi/senescenti, stratificarea verticală.
- **Indicatori ai funcțiilor ecologice:** regenerarea naturală, cantitatea și tipul de lemn mort (în picioare/la sol), prezența golurilor naturale de regenerare (BIRIȘ *et al.*, 2014).
- **Indicatori floristici (specii tipice):** prezența și frecvența speciilor caracteristice de cormofite *Hieracium rotundatum* (syn. *H. transsylvanicum*), *Silene heuffelii*, *Soldanella hungarica* ssp. *major*, *Calamagrostis villosa*, *C. arundinacea*, *Deschampsia flexuosa*, *Oxalis acetosella*, *Lycopodium clavatum*, *L. selago*, *L. annotinum*, *Homogyne alpina*, *Luzula sylvatica*, *L. luzuloides*, *Polygonatum verticillatum*, *Moneses uniflora*, *Senecio nemorensis*, *Campanula abietina*, *Dryopteris filix-mas*, *D. dilatata*, *Athyrium filix-femina*, *A. distentifolium* (GAFTA & MOUNTFORD, 2008).
- **Stratul de mușchi** este reprezentat de *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Ptilium crista-castrensis*, *Polytrichum*

formosum, *Dicranum scoparium*, *Plagiothecium undulatum*, *Bazzania trilobata* (syn. *Mastigobryum trilobatum*) (COLDEA, 2015), specii de muschi (pe ritidom *Ptilidium pulcherrimum*, *Dicranum viride*, iar pe lemn mort *Lophozia ascendens*, *Dicranum viride*, *Buxbaumia viridis*), iar dintre lichenii cu valoare bioindicatoare - *Bryoria bicolor* și *Usnea filipendula*.

- **Indicatori de presiune/impact:** exploatare forestiere, fragmentare (drumuri/infrastructură), pășunat/presiune faunistică asupra regenerării, prezența speciilor indicatoare de perturbare - specii nitrofile, specii alohtone/invazive (evaluare calitativă/semi-cantitativă).

Indicatorii sunt interpretați integrat pentru încadrarea stării de conservare (favorabilă / nefavorabilă-inadecvată / nefavorabilă-proastă), în acord cu cadrul Directivei Habitare (DIRECTIVA 92/43/CEE; BIRIȘ *et al.*, 2014).

Colectarea datelor pe teren

Colectarea se face în parcele permanente, prin metode non-distructive, aplicate consecvent pentru comparabilitate (BIRIȘ *et al.*, 2014). Se includ: măsurători dendrometrice (specie, DBH, stare viu/uscat, microhabitate), evaluarea regenerării în subparcele (densitate/stare/urme de afectare), evaluarea lemnului mort (prezență și stadiu de descompunere), liste floristice și estimarea acoperirii (ex. Braun-Blanquet sau procente), precum și identificarea presiunilor (tip, intensitate, suprafață afectată). Limitările (variabilitate sezonieră, acces, erori de determinare) sunt reduse prin protocoale standardizate și instruirea echipei (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Frecvența monitorizării

Frecvența este corelată cu dinamica lentă a pădurilor de molid și cu ciclul de raportare Art. 17 (6 ani) (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE). Se recomandă: o monitorizare inițială (stare de referință), apoi la 5–6 ani pentru indicatori structurali (structura arboretului, lemn mort, compoziție în specii). Monitorizările se realizează în sezonul de vegetație. După perturbări majore pot fi făcute evaluări suplimentare.

Prelucrarea și interpretarea datelor

Datele se introduc într-o bază de date unitară pe parcele și ani (localizare, indicatori de structură, funcții, floristică, presiuni). Analiza urmărește compararea în timp a indicatorilor (distribuții DBH, regenerare, lemn mort, compoziție floristică)

și corelarea modificărilor cu presiunile observate (BIRIȘ ET AL., 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE).

8. Echipamente.

Echipamentele utilizate pot fi grupate în echipamente de teren și echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor.

Echipamente utilizate în activitatea de teren

Pentru realizarea activităților de monitorizare în teren sunt necesare următoarele echipamente:

- GPS – pentru înregistrarea coordonatelor parcelor permanente și a punctelor de observație;
- Busolă și clinometru – pentru determinarea expoziției și a pantei terenului;
- Bandă dendrometrică – utilizată pentru măsurarea diametrului arborilor la 1,3 m (DBH);
- Ruletă metrică sau telemetru – pentru delimitarea parcelor și a subparcelor de eșantionare;
- Caiet de teren / fișe de teren tipizate – pentru notarea datelor colectate;
- Aparat foto digital – pentru documentarea vizuală a habitatului, a structurii arboretului și a presiunilor identificate;
- Hărți tipărite sau digitale ale zonei monitorizate – pentru orientare și verificarea limitelor habitatului;
- Echipament de protecție personală (încălțăminte adecvată, îmbrăcăminte de teren, spray pentru urs).

Echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor

După finalizarea activităților de teren, datele colectate sunt prelucrate și analizate utilizând următoarele echipamente și resurse:

- Calculator / laptop – pentru introducerea, stocarea și analiza datelor;
- Software de calcul tabelar (ex. Microsoft Excel) – pentru organizarea bazelor de date și realizarea analizelor descriptive;
- Software GIS (ex. QGIS) – pentru reprezentarea spațială a parcelor de monitorizare și a distribuției habitatului;
- Software statistic (opțional) – pentru analiza tendințelor și compararea rezultatelor între ani;

- Sisteme de stocare a datelor (hard disk extern, cloud) – pentru arhivarea și securizarea informațiilor. Utilizarea acestor echipamente asigură o gestionare eficientă a datelor și facilitează interpretarea rezultatelor monitorizării.

9. Resurse umane

Structura include 3–4 persoane: un coordonator (planificare, respectarea metodologiei, validarea datelor și raportare), un specialist în botanică/ecologie forestieră (încadrarea habitatului, specii tipice și strat ierbos), un specialist în măsurători forestiere (DBH, structura arboretului, lemn mort) și, opțional, un tehnician de teren (delimitarea parcelor, fișe, fotografii, logistică).

În funcție de sit, implementarea poate fi sprijinită prin colaborări cu administrații de arii protejate, ocoale silvice, universități/institute și autorități locale, pentru acces și integrarea rezultatelor în management

10. Fișa de teren (cf. Anexei la O.M. nr. 3.352/2023, modificat)

I. Date generale

Instituția	Operator	
Operator	Nume	Prenume
Data (zz/ll/aa)		

II. Suprafața de probă

Cod Sondaj	Cod SP	Nr. sp.	Nr. SSP	Toponimie SP
Coordonate				
Altitudine (m s.m.)				
Tip de habitat	Cod	Denumire		
		9410 – Păduri acidofile de molid (<i>Picea</i>) din etajul montan până în cel alpin (Vaccinio-Piceetea)		
Regiunea biogeografică	ALP	CON	PAN	STE
				BLS

III. Date staționale

Informații descriptive	CARACTERISTICI
1. Geomorfologie	
1.1. Configurația terenului	
1.2. Expoziția	
...1.3. Înclinarea terenului (grade)	
2. Geologie	
2.1. Roca/ substrat (opțional)	
2.2. Roca la suprafață (%)	
3. Pedologie	
3.1. Tip sol (opțional)	
3.2. Tip humus (opțional)	
...3.3. Profil (cm) (opțional)	
3.4. Schelet (%) (opțional)	
3.5. Submersie (opțional)	
3.6. Drenaj extern	

Informații descriptive	CARACTERISTICI
3.7. Drenaj intern (opțional)	

IV. Date vegetație (Vegetația SSP)

4.1. Tip de pădure	
4.2. Tip de floră indicatoare	endemică pentru Carpați
4.3. Subtip de floră indicatoare	
4.4. Asociația vegetală	

V Indicatori ai structurii și funcționării habitatului (SSP)

5.1. Arboretul (stratul arborescent)	
5.1.1. Specia (i)	AD ³
<i>Picea abies</i>	
<i>Abies alba</i>	
<i>Sorbus aucuparia</i>	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	
<i>Fagus sylvatica</i>	
5.1.2. Compoziția arboretului	
5.1.3. Caracterul actual al arboretului	
5.1.4. Nativitatea arboretului	
5.1.5. Modul de regenerare al arboretului	
5.1.6. Gradul de naturalitate al arboretului	
5.1.7. Consistența	
5.2. Subarboretul (stratul arbustiv)	
5.2.1. Specia (i)	AD
<i>Salix silesiaca</i>	
<i>Sambucus racemosa</i>	
<i>Lonicera nigra</i>	
<i>Rubus idaeus</i>	
<i>Rubus hirtus</i>	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	
<i>V. vitis-idaea</i>	
<i>Bruckenthalia spiculifolia</i>	

³ AD (Braun-Blanquet): r = 0,05% (<0,1%); + = 0,5% (0,1-1%); 1 = 5% (1-10%); 2 = 17,5% (10-25%); 3 = 37,5% (25-50%); 4 = 62,5% (50-75%); 5 = 87,5% (75-100%).

[illegible]

5.4.2. Mușchii	
<i>Plagiothecium undulatum</i>	
<i>Dicranum scoparium</i>	
<i>Hylocomium splendens</i>	
<i>Bazzania trilobata</i>	
<i>Pleurozium schreberi</i>	
<i>Polytrichum formosum</i>	
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	
5.5. Lemnul mort/ritidom	
5.5.1. Prezența lemnului mort căzut la pământ	
5.5.2. Prezența cioatelor	
5.5.3. Prezența grămezilor de crengi	
5.5.4. Prezența speciilor indicatoare saprolignicole	Prezență/Absență
<i>Buxbaumia viridis</i>	
<i>Dicranum viride</i>	
<i>Lophozia ascendens</i>	
5.5.5. Prezența speciilor indicatoare corticole	
<i>Bryoria bicolor</i>	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	
<i>Dicranum viride</i>	
<i>Usnea filipendula</i>	
5.6. Vătămări produse arborilor de factorii abiotici	
5.6.1. Tip vătămare	
5.6.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.6.3. Vechime vătămare	
5.7. Vătămări produse arborilor de factorii biotici	
5.7.1. Tip vătămare	
5.7.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.7.3. Vechime vătămare	

5.8. Vătămări produse regenerării (stratului puieților)	
5.8.1. Vătămări	
5.8.2. Procent puieți vătămați	
5.8.3. Procent puieți cu stare sanitară precară	
5.9. Pășunatul (oricum este cuprins la presiuni)	
5.9.1. Felul pășunatului	
5.9.2. Intensitatea pășunatului	

VI. Presiuni actuale sau pe perioada de raportare (maxim 20 de nivel 3)

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

VII. Amenințări viitoare

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

VIII. Alte informații relevante:

.....

Anexa 3.

Plan-cadru de monitorizare:

Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) - 91E0*

1. Scopul și Obiectivele

Scopul - conservarea habitatului 91E0* pe baza principalilor parametri (structură, funcții, tendințe și presiuni), pe suprafețe de probă permanente, prin utilizarea adițională a criptogamelor selecționate în vederea identificării timpurii a modificărilor și a fundamentării măsurilor de management și conservare, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (92/43/CEE) Art. 11 și 17.

Obiective

1. **Evaluarea suprafeței habitatului 91E0* în zona de aplicare a monitoringului**, prin utilizarea instrumentelor imaginilor satelitare sau/și aeriene (ortofotoplanuri)
2. **Evaluarea compoziției floristice a habitatului 91E0***, prin identificarea speciilor definitorii ale acestuia (caracteristice, indicatoare, protejate, alohtone). După posibilități, se va evalua întreaga compoziție specifică, cu precădere a plantelor vasculare.
3. **Evaluarea structurii arboretului**, prin analiza structurii spațiale cu stabilirea structurii pe vârste pe baza diametrelor.
4. **Evaluarea funcțiilor ecologice ale habitatului**, prin monitorizarea indicatorilor-cheie precum regenerarea naturală, prezența lemnului mort și continuitatea structurală.
5. **Evaluarea tendințelor** habitatului pornind de la datele din monitorizările precedente și având în vedere amenințările.
6. **Identificarea și evaluarea presiunilor și amenințărilor** potențiale asupra habitatului 91E0*, precum exploatările forestiere, fragmentarea habitatului sau alte perturbări antropice.

2. Statutul Habitatului 91E0*

Habitatul 91E0* – Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) este un habitat natural prioritar de interes comunitar, fiind inclus în Anexa I a Directivei Consiliului 92/43/CEE privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică.

Articolul 11 al Directivei Habitate prevede că statele membre trebuie să asigure monitorizarea stării de conservare a habitatelor naturale și a speciilor de interes comunitar. Rezultatele acestei monitorizări stau la baza raportării periodice prevăzute de Articolul 17, realizată la intervale de șase ani către Consiliul European, la nivel național și pe regiuni biogeografice.

În România, prevederile Directivei Habitate sunt transpuse în legislația națională prin Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2007, privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei și faunei sălbatice. Prin aceasta este asigurat cadrul legal pentru monitorizarea siturilor Natura 2000, precum și pentru implementarea măsurilor de management necesare asigurării stării favorabile a habitatelor de interes comunitar, inclusiv a habitatului 91E0*.

În consecință, planul de monitorizare propus se încadrează în cadrul legislativ european și național privind conservarea biodiversității și este conform cerințelor de monitorizare ale habitatelor de interes comunitar. Aplicarea sa contribuie la îmbunătățirea cunoașterii stării de conservare a habitatului 91E0* și la elaborarea măsurilor de management necesare asigurării unei stări favorabile de conservare.

Acest obiectiv este realizat atunci când arealul/suprafața ocupată sunt stabile sau în creștere, structura și funcțiile sale specifice sunt optime, iar tendințele de evoluție pe termen lung sunt favorabile. În acest context, protocolul propus pentru habitatul 91E0* reprezintă un instrument esențial pentru evaluarea stării de conservare, dar și pentru identificarea din timp a eventualelor modificări nefavorabile.

3. Descrierea Habitatului 91E0*

Habitatul 91E0* – Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) reprezintă un tip de habitat forestier răspândit de-a lungul cursurilor de apă, de la câmpie până la munte, cu *Fraxinus excelsior* și *Alnus glutinosa* la câmpie până etajul colinar, cel mult până în etajul montan inferior; cu *Alnus incana* la munte; *Salix alba*, *S. fragilis* și *Populus nigra* de la câmpie până în etajul submontan, pe soluri aluvionare grele, inundate anual mai ales primăvara (GAFTA & MOUNTFORD, 2008). Ca urmare a distribuției largi pe

altitudine, aceste păduri au o floră variată, în general legată de umiditatea solului și bogăția în nutrienți. Fiind asociate cursurilor de apă, se dezvoltă sub formă de fâșii, mai largi sau înguste, după cum este dezvoltată lunca. Acesta este motivul pentru care este puternic influențat de speciile habitatelor naturale învecinate sau de buruienile autohtone sau alohtone din culturile adiacente. Amplasarea localităților de-a lungul văilor a dus la restrângerea suprafețelor acestui habitat, adesea rămânând doar un șir de arbori. Deține un rol însemnat pentru dezvoltarea pontei la pești, dar și pentru perpetuarea multor specii de amfibieni și reptile.

Correspondențe cu clasificarea națională: R4401, R4402, R4405, R4407, R4408.

3.1. Structura spațială și compoziția specifică pe straturi a habitatului 91E0* – Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)

Din punct de vedere structural, habitatul prezintă o organizare verticală bine diferențiată. **Stratul arborilor** este reprezentat de *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *Fraxinus excelsior*, *F. angustifolia*, *Populus nigra*, *Salix alba*, *S. fragilis*; *Betula pubescens*, *Ulmus glabra*, *U. laevis*, *Populus nigra*, *P. alba*, *Acer campestre*. În etajul montan pătrund molidul (*Picea abies*), bradul (*Abies alba*), fagul (*Fagus sylvatica*), stejarul (*Quercus robur*) (DONIȚĂ et al., 2005).

Stratul arbustiv este, în general, slab dezvoltat, sângeul (*Cornus sanguinea*), socul (*Sambucus nigra*), *Frangula alnus*, *Lonicera xylosteum*, alunul (*Corylus avellana*), mălinul (*Prunus padus*), călinul (*Viburnum opulus*), păducelul (*Crataegus monogyna*), *Salix triandra*, *Euonymus europaeus*, măceșul (*Rosa canina*), uneori cu liane din abundență - vița sălbatică (*Vitis sylvestris*), curpenul de pădure (*Clematis vitalba*), hameiul (*Humulus lupulus*). Stratul subarbustiv este reprezentat adesea de murul de miriște (*Rubus caesius*).

Stratul ierbos este bine dezvoltat (*Aegopodium podagraria*, *Agrostis stolonifera*, *Angelica sylvestris*, *Calystegia sepium*, *Cardamine amara*, *C. impatiens*, *C. pratensis*, *Carex acutiformis*, *C. pendula*, *C. remota*, *C. strigosa*, *C. sylvatica*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Circaea lutetiana*, *Cirsium oleraceum*, *Equisetum telmateia*, *Equisetum* spp., *Festuca gigantea*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium sylvaticum*, *G. phaeum*, *G. robertianum*, *Geum rivale*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens noli-tangere*, *Lamium galeobdolon*, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nummularia*, *L. vulgaris*, *Matteucia struthiopteris*, *Silene latifolia* ssp. *alba*, *Mentha longifolia*, *Myosotis palustris*, *Petasites hybridus*, *P. albus*, *P. kablikianus*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Rumex sanguineus*, *Rorippa sylvestris*, *Salvia glutinosa*, *Scutellaria galericulata*, *Sium latifolium*, *Solanum dulcamara*, *Stachys palustris*,

Stellaria nemorum, *Telekia speciosa*, *Urtica dioica*) și poate conține diverse geofite vernale, precum *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Corydalis solida* (DONIȚĂ *et al.*, 2005; GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

Din punct de vedere fitosociologic, habitatul 91E0* este reprezentat de mai multe asociații vegetale care reflectă variabilitatea ecologică a arinișurilor. În acest sens amintim: *Telekio speciosae-Alnetum incanae* Coldea (1986) 1991; *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* (Kästner 1938) Lohmeyer 1957; *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Horvat 1938 em. Oberd. 1953; *Carici remotae-Fraxinetum* Koch ex Faber 1936; *Pruno padi-Fraxinetum* Oberdorfer 1953; *Salicetum fragilis* Passarge 1957; *Salicetum albae* Issler 1924 (DONIȚĂ *et al.*, 2005; GAFTA & MOUNTFORD, 2008).

3.2. Ecologia habitatului 91E0*

Habitatul 91E0* este asociat unui climat temperat cu variații de la câmpie până la unul montan. Prin urmare, temperaturile medii variază între 2-12,5°C, precipitațiile de la 350–1200 mm, iar substratul petrografic este foarte divers. Solurile sunt, de regulă, litosoluri, gleiosoluri, aluviosoluri, mezobazice spre eubazice, mijlociu-profunde sau superficiale, scheletice, mezotroifice, umede.

Un element definitoriu al ecologiei habitatului 91E0* este microclimatul creat de vecinătatea cursului de apă, care reduce variațiile termice și menține o umiditate relativ constantă la nivelul solului. Acest microclimat favorizează dezvoltarea unui strat ierbos nemoral caracteristic și susține procese ecologice precum producția primară, acumularea și descompunerea materiei organice și ciclurile nutrienților. (BIRIȘ *et al.*, 2014).

4. Dinamica habitatului 91E0*

Dinamica naturală a habitatului este guvernată de procese precum inundațiile, care afectează mai ales stratul ierbos, dar aceste păduri au rolul de a reține aluviunile, cu consecințe favorabile în controlul viiturilor. Aceste procese susțin diversitatea structurală și funcțională a habitatului, fiind esențiale pentru formarea micilor bălți în care amfibienii, reptilele și peștii își depun ponta. Intervențiile antropice intensive pot conduce la simplificarea structurii și la perturbarea acestor mecanisme naturale (BIRIȘ *et al.*, 2014). De asemenea, după inundații, terenul nud este rapid colonizat de specii invazive, mai ales alohtone, ceea ce argumentează necesitatea monitorizării.

5. Factori limitativi, presiuni și amenințări asupra habitatului 91E0*

Starea de conservare a habitatului 91E0* este influențată de factori limitativi naturali precum și de presiuni și amenințări de origine antropică. Conform cadrului de evaluare Natura 2000, presiunile reprezintă factori care acționează în prezent asupra habitatului, în timp ce amenințările vizează factori potențiali, cu impact negativ în viitor sau presiuni actuale a căror intensitate se presupune că va crește în viitor (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE).

Dintre factorii limitativi naturali, condițiile climatice și edafice joacă un rol esențial. Secetele prelungite, urmate de fenomene extreme, pot afecta vitalitatea arborilor și capacitatea de regenerare a habitatului. De asemenea, solurile superficiale sau compacte pot limita stabilitatea arboretelor (DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Principalele presiuni antropice actuale sunt reprezentate de exploatările forestiere intensive, care pot conduce la simplificarea structurii arboretului, reducerea volumului lemnului mort și afectarea funcțiilor ecologice. Fragmentarea habitatului afectează structura floristică a habitatului. În zonele perturbate, pot apărea și specii alohtone sau invazive, cu efecte negative asupra speciilor caracteristice habitatului (DIRECTIVA 92/43/CEE).

6. Răspândirea habitatului 91E0* – Păduri aluviale de *Alnus glutinosa* și *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) este răspândit în Europa temperată și boreală; păduri de luncă de *Alnus incana* ale râurilor montane și submontane din Carpați, Alpi și Apeninii de nord.

7. Metodologia de monitorizare a habitatului 91E0*

Metodologia de monitorizare a habitatului 91E0* este concepută ca un cadru standardizat, replicabil și adaptabil condițiilor locale, în concordanță cu cerințele Directivei Habitate (Art. 11 și 17) și cu ghidurile naționale de monitorizare a habitatelor forestiere (BIRIȘ *et al.*, 2014). Monitorizarea urmărește evaluarea stării de conservare prin analiza integrată a: structurii și funcțiilor habitatului, a tendințelor și presiunilor/amenințărilor, pe baza colectării sistematice a datelor din teren și a comparării acestora în timp. În procesul de monitorizare deja aprobat la nivel național, proiectul de față aduce la speciile tipice câteva specii de mușchi și licheni care au valoare bioindicatoare pentru pădurile seculare, mai exact pentru condițiile microclimatice ale acestui habitat natural sau ale unui cortegiu de specii caracteristice acestor păduri.

Designul de eșantionare asigură reprezentativitatea datelor și comparabilitatea în timp, fiind adaptat caracterului forestier și dinamicii lente a habitatului 91E0* (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Delimitarea habitatului se realizează prin utilizarea planurilor de management Natura 2000, hărților forestiere, datelor GIS și verificărilor în teren. Limitele sunt validate prin recunoașterea speciilor edificatoare/caracteristice, a structurii arboretului și a condițiilor ecologice specifice (GAFTA & MOUNTFORD, 2008; DONIȚĂ *et al.*, 2005).

Monitorizarea se bazează pe **suprafețe de eșantionare permanente**, pentru detectarea tendințelor și furnizarea de date relevante pentru raportare. Acestea pot fi circulare (conform metodologiei IFN - BIRIȘ *et al.*, 2014) sau pătrate (20 × 20 m). Parcelele sunt marcate și georeferențiate (GPS) pentru repetabilitate; dacă o parcelă devine inaccesibilă, poate fi înlocuită cu una ecologic similară, cu documentare completă. Varianta pătratelor pe care o propunem este destinată mai ales structurii vegetației, continuării monitorizării în ploturile pilot, dar se poate suprapune peste varianta IFN cercul de 12,62 m, doar în condițiile în care se lucrează în același timp cu responsabilii de monitorizare IFN. Avantajele derivă dintr-o compoziție în specii mai corectă pentru a identifica și asociația vegetală, dar și speciile indicatoare.

Indicatorii monitorizați

Indicatorii sunt selectați conform recomandărilor de monitorizare și criteriilor de evaluare folosite în raportările Art. 17 (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE) și sunt grupați în patru categorii:

- **Indicatori de structură:** compoziția arboretului (dominanța arinului sau arin/frasin sau sălcete), distribuția pe clase de diametre (DBH), prezența arborilor maturi/senescenți, stratificarea verticală.
- **Indicatori ai funcțiilor ecologice:** regenerarea naturală, cantitatea și tipul de lemn mort (în picioare/la sol), prezența golurilor naturale de regenerare (BIRIȘ *et al.*, 2014).
- **Indicatori floristici** (specii tipice): prezența și frecvența speciilor caracteristice de cormofite pentru arinișurile cu *Alnus incana*: *Aegopodium podagraria*, *Angelica sylvestris*, *Calystegia sepium*, *Cardamine impatiens*, *Carex remota*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Circaea lutetiana*, *Cirsium oleraceum*, *Festuca gigantea*, *Geranium phaeum*, *Geum rivale*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens noli-tangere*, *Lycopus europaeus*, *Matteucia struthiopteris*, *Mentha longifolia*, *Petasites hybridus*,

P. albus, *P. kablikianus*, *Ranunculus*, *Salvia glutinosa*, *Stachys palustris*, *Stellaria nemorum*, *Telekia speciosa*, *Urtica dioica*.

- Stratul de mușchi este reprezentat de *Plagiomnium cuspidatum*, *P. rostratum*, *Plagiomnium undulatum* (COLDEA, 2015), iar dintre mușchi corticoli: *Platygyrium repens*, *Anomodon attenuatus*, *Antitrichia curtipendula*, iar dintre lichenii cu valoare bioindicatoare: *Ramalina farinacea*, *Phaeophyscia endophoenicea*. Pe lemn putred cu valoare indicatoare sunt *Platygyrium repens* și *Anomodon attenuatus*.
- **Indicatori de presiune/impact:** exploatarea forestieră, fragmentare (drumuri/infrastructură), pășunat/presiune faunistică asupra regenerării, apariția speciilor indicatoare de perturbare - specii nitrofile, specii alohtone/invazive (evaluare calitativă/semi-cantitativă).

Indicatorii sunt interpretați integrat pentru încadrarea stării de conservare (favorabilă / nefavorabilă-inadecvată / nefavorabilă-proastă), în acord cu cadrul Directivei Habitate (DIRECTIVA 92/43/CEE; BIRIȘ *et al.*, 2014).

Colectarea datelor

Colectarea se face în parcele permanente, prin metode non-distructive, aplicate consecvent pentru comparabilitate (BIRIȘ *et al.*, 2014). Se includ: măsurători dendrometrice (specie, DBH, stare viu/uscăt, microhabitate), evaluarea regenerării în subparcele (densitate/stare/urme de afectare), evaluarea lemnului mort (prezență și stadiu de descompunere), liste floristice și estimarea acoperirii (ex. Braun-Blanquet sau procente), precum și identificarea presiunilor (tip, intensitate, suprafață afectată). Limitările (variabilitate sezonieră, acces, erori de determinare) sunt reduse prin protocoale standardizate și instruirea echipei (BIRIȘ *et al.*, 2014).

Frecvența monitorizării

Frecvența este corelată cu dinamica lentă a pădurilor de arin și cu ciclul de raportare Art. 17 (6 ani) (BIRIȘ *et al.*, 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE). Se recomandă: o monitorizare inițială (stare de referință), apoi la 5–6 ani pentru indicatori structurali (structura arboretului, lemn mort, compoziție în specii). Monitorizările se realizează în sezonul de vegetație. După perturbări majore pot fi făcute evaluări suplimentare.

Prelucrarea și interpretarea datelor

Datele se introduc într-o bază de date unitară pe parcele și ani (localizare, indicatori de structură, funcții, floristică, presiuni). Analiza urmărește compararea în timp a indicatorilor (distribuții DBH, regenerare, lemn mort, compoziție floristică) și corelarea modificărilor cu presiunile observate (BIRIȘ ET AL., 2014; DIRECTIVA 92/43/CEE).

8. Echipamente

Echipamentele utilizate pot fi grupate în echipamente de teren și echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor.

Echipamente utilizate în activitatea de teren

Pentru realizarea activităților de monitorizare în teren sunt necesare următoarele echipamente:

- GPS – pentru înregistrarea coordonatelor parcelor permanente și a punctelor de observație;
- Busolă și clinometru – pentru determinarea expoziției și a pantei terenului;
- Bandă dendrometrică – utilizată pentru măsurarea diametrului arborilor la 1,3 m (DBH);
- Ruletă metrică sau telemetru – pentru delimitarea parcelor și a subparcelor de eșantionare;
- Caiet de teren / fișe de teren tipizate – pentru notarea datelor colectate;
- Aparat foto digital – pentru documentarea vizuală a habitatului, astructurii arboretului și a presiunilor identificate;
- Hărți tipărite sau digitale ale zonei monitorizate – pentru orientare și verificarea limitelor habitatului;
- Echipament de protecție personală (încălțăminte adecvată - cizme de cauciuc, îmbrăcăminte de teren, spray pentru urs).

Echipamente pentru prelucrarea și gestionarea datelor

După finalizarea activităților de teren, datele colectate sunt prelucrate și analizate utilizând următoarele echipamente și resurse:

- Calculator / laptop – pentru introducerea, stocarea și analiza datelor;
- Software de calcul tabelar (ex. Microsoft Excel) – pentru organizarea bazelor de date și realizarea analizelor descriptive;

- Software GIS (ex. QGIS) – pentru reprezentarea spațială a parcelor de monitorizare și a distribuției habitatului;
- Software statistic (opțional) – pentru analiza tendințelor și compararea rezultatelor între ani;
- Sisteme de stocare a datelor (hard disk extern, cloud) – pentru arhivarea și securizarea informațiilor. Utilizarea acestor echipamente asigură o gestionare eficientă a datelor și facilitează interpretarea rezultatelor monitorizării.

9. Resurse umane

Structura include 3–4 persoane: un coordonator (planificare, respectarea metodologiei, validarea datelor și raportare), un specialist în botanică/ecologie forestieră (încadrarea habitatului, specii tipice și strat ierbos), un specialist în măsurători forestiere (DBH, structură arboret, lemn mort) și, opțional, un tehnician de teren (delimitarea parcelor, fișe, fotografii, logistică).

În funcție de sit, implementarea poate fi sprijinită prin colaborări cu administrații de arii protejate, ocoale silvice, universități/institute și autorități locale, pentru acces și integrarea rezultatelor în management

10. Fișa de teren (cf. Anexei la O.M. nr. 3.352/2023, modificat)

I. Date generale

Instituția		
Operator	Nume	Prenume
Data (zz/ll/aa)		

II. Suprafața de probă

Cod Sondaj	Cod SP	Nr. sp.	Nr. SSP	Toponimie SP	
Coordonate					
Altitudine (m s.m.)					
Tip de habitat	Cod				Denumire
	9	1	E	0	
					Păduri aluviale de <i>Alnus glutinosa</i> și <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)
Regiunea biogeografică	ALP	CON	PAN	STE	BLS
	x				

III. Date staționale

Informații descriptive	CARACTERISTICI
1. Geomorfologie	
1.1. Configurația terenului	
1.2. Expoziția	
...1.3. Înclinarea terenului (grade)	
2. Geologie	
2.1. Roca/ substrat (opțional)	
2.2. Roca la suprafață (%)	
3. Pedologie	
3.1. Tip sol (opțional)	
3.2. Tip humus (opțional)	
...3.3. Profil (cm) (opțional)	
3.4. Schelet (%) (opțional)	
3.5. Submersie (opțional)	
3.6. Drenaj extern	
3.7. Drenaj intern (opțional)	

IV. Date vegetație (Vegetația SSP)

4.1. Tip de pădure	
4.2. Tip de floră indicatoare	
4.3. Subtip de floră indicatoare	
4.4. Asociația vegetală	

V Indicatori ai structurii și funcționării habitatului (SSP)

5.1. Arboretul (stratul arborescent)	
5.1.1. Specia (i)	AD ⁴
<i>Alnus incana</i>	
<i>Picea abies</i>	
<i>Abies alba</i>	
<i>Fagus sylvatica</i>	
<i>Salix alba</i>	
<i>S. fragilis</i>	
5.1.2. Compoziția arboretului	
5.1.3. Caracterul actual al arboretului	
5.1.4. Nativitatea arboretului	
5.1.5. Modul de regenerare al arboretului	
5.1.6. Gradul de naturalitate al arboretului	
5.1.7. Consistența	
5.1.8. Diametrul mediu al arborilor	
5.2. Subarboretul (stratul arbustiv)	
5.2.1. Specia (i)	AD
<i>Alnus incana</i>	
<i>Sambucus nigra</i>	
<i>Lonicera xylosteum</i>	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	
<i>Corylus avellana</i>	
<i>Fraxinus excelsior</i>	
<i>Ribes uva-crispa</i>	
<i>Rubus idaeus</i>	

⁴ AD (Braun-Blanquet): r = 0,05% (<0,1%); + = 0,5% (0,1-1%); 1 = 5% (1-10%); 2 = 17,5% (10-25%); 3 = 37,5% (25-50%); 4 = 62,5% (50-75%); 5 = 87,5% (75-100%).

5.2.2. Acoperirea cu arbuști (%)	
5.3 Regenerarea (stratul puieților)	
5.3.1. Număr specii de arbori în regenerare	
5.3.2. Distribuția regenerării	
5.3.3. Gradul de acoperire al regenerării (%)	
5.3.4. Factori negativi	
5.4. Pătura ierboasă	
5.4.1. Acoperirea cu vegetație ierboasă (%)	
Specii/AD	Specii/AD
<i>Aegopodium podagraria</i>	
<i>Angelica sylvestris</i>	
<i>Carex remota</i>	
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	
<i>Circaea lutetiana</i>	
<i>Geranium phaeum</i>	
<i>Glechoma hederacea</i>	
<i>Matteucia struthiopteris</i>	
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	
5.4.2. Acoperire mușchi și licheni (%)	
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	
<i>Plagiomnium rostratum</i>	
<i>Plagiomnium undulatum</i>	
5.5. Lemnul mort/ritidom	
5.5.1. Prezența lemnului mort căzut la pământ	
5.5.2. Prezența cioatelor	
5.5.3. Prezența grămezilor de crengi	

5.5.4. Prezența speciilor indicatoare saprolignicole	Prezență/Absență
<i>Platygyrium repens</i>	
<i>Anomodon attenuatus</i>	
5.5.5. Prezența speciilor indicatoare corticole	
<i>Antitrichia curtipendula</i>	
<i>Anomodon attenuatus</i>	
<i>Platygyrium repens</i>	
<i>Ramalina farinacea</i>	
<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>	
5.6. Vătămări produse arborilor de factorii abiotici	
5.6.1. Tip vătămare	
5.6.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.6.3. Vechime vătămare	
5.7. Vătămări produse arborilor de factorii biotici	
5.7.1. Tip vătămare	
5.7.2. Grad/Intensitate vătămare	
5.7.3. Vechime vătămare	
5.8. Vătămări produse regenerării (stratului puieților)	
5.8.1. Vătămări	
5.8.2. Procent puieți vătămăți	
5.8.3. Procent puieți cu stare sanitară precară	
5.9. Pășunatul (oricum este cuprins la presiuni)	
5.9.1. Felul pășunatului	
5.9.2. Intensitatea pășunatului	

VI. Presiuni actuale sau pe perioada de raportare (maxim 20 de nivel 3)

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

VII. Amenințări viitoare

Nr crt.	Presiunea		Intensitate	Observații
	Cod	Denumire		
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				

VIII. Alte informații relevante:

.....

.....

Anexa 4.

Glosar de teren

Termenii de mai jos sunt cei folosiți în fișele de specii. Cu acest vocabular minim și o lupă care mărește de minim 10x pentru licheni, 16x pentru mușchi, orice observator atent poate parcurge fișele.

Termeni ecologici generali

Corticol - specie ce se dezvoltă pe ritidomul arborilor.

Epifit - specie ce se dezvoltă pe alte specii de plante.

Ritidom - stratul de protecție de la suprafața trunchiului, ramurilor, rădăcinilor, cunoscut în limbaj popular ca scoarță.

Saprolognicol - specie ce se dezvoltă pe lemne putrede.

Specie umbrelă - specie a cărei protecție asigură conservarea unui cortegiu de specii.

Părțile lichenului

Tal - corpul lichenului.

Lob (lobi) - „degetele” sau fâșiile late, turtite, în care este împărțit talul lichenilor foliacei.

Cortex - stratul exterior, ca o piele protectoare a talului. **Subcortexul cartilagos** este un strat intern tare, care dă fermitate tufei (de pildă, la *Ramalina*).

Medulă - stratul interior, afânat, dintre fața de sus și cea de jos. Uneori e colorată - de exemplu, la *Vulpicida pinastri* este galbenă.

Rizine - firisoare scurte de pe fața inferioară, cu care lichenii foliacei se prind de suport - ca niște rădăcinuțe, dar fără rol de hrănire.

Podeții - structuri verticale, goale pe dinăuntru, ale genului *Cladonia*, în formă de cupe (pâlnii) sau de cornuri, ridicate din talul primar de squamule.

Pseudocifele - puncte sau liniuțe albe pe suprafața talului, ca niște pori mici; ajută la identificare (de exemplu, la *Cetrelia* și *Parmelia*).

Punct de fixare (holdfast) - locul unic prin care un lichen tufos se prinde de scoarță sau de rocă.

Scuamule - solzișori mici, rotunjiți sau lobați, lipiți de substrat; formează talul primar la *Cladonia*.

Structuri de înmulțire și de fructificare

Apotecii (corpuri de fructificație) - discurile sau „farfurioarele” pe care lichenul produce spori (înmulțire sexuată); pot fi maro, brun-roșcate sau, la unele specii, roșii.

Izidii - mici excrescențe (ca niște negi sau bețișoare) pe suprafața talului; se rup ușor și dau naștere unor licheni noi.

Farinos / granulos - descrie aspectul pudrei: fină ca făina (farinos) sau mai grunjoasă, ca niște grăunțe (granulos).

Pustule - umflături pe suprafața talului care se sparg (de exemplu, la *Flavoparmelia*), lăsând grămăjoare de pudră (soredii).

Soredii - grăuncioare microscopice de înmulțire — minuscule pachete de algă învelită în ciupercă - care arată ca o pudră fină. Vântul le împrăștie, iar din ele cresc licheni noi.

Soralii (sorale) - zonele unde se adună și se eliberează sorediile — pete prăfoase, „nasturi” rotunzi pe margini sau „buze” la vârful lobilor.

Termeni utilizați pentru mușchi

Acrocarp - mușchi la care sporogonul se dezvoltă la extremitatea tulpiniței.

Amfigastre - frunzulițe mai mici decât cele dispuse lateral situate ventral, prezente la mușchii hepatici.

Mamilos - prevăzut cu mici proeminențe asemănătoare unor mameloane.

Pleurocarp - mușchi la care sporogonul se dezvoltă lateral pe tulpiniță.

Rizoizi - formațiuni cu rol de fixare a mușchilor de substrat.

Seta - parte a sporogonului care înalță capsula, pentru ca spori să se răspândească cât mai departe.

Sporogon - rezultat al înmulțirii sexuate alcătuit de picior, setă și capsulă (aceasta fiind formată din urnă și opercul).

Stereide - celule cu pereți îngroșați.

Geme - formațiuni de înmulțire vegetativă formate din una sau mai multe celule; acestea au număr de celule și formă caracteristice fiecărei specii.

Caduc - care cade.



Ghid elaborat în cadrul proiectului: „Implementarea experimentală a monitorizării participative a calității și biodiversității forestiere, pe baza componentei criptogamice (mușchi și licheni)”



PARCUL NATURAL APUSENI
Un parc pentru natură și oameni



Contează pentru viitor!



UNIVERSITATEA BABES-BOLYAI
BABES-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM
BABES-BOLYAI UNIVERSITAT
BABES-BOLYAI UNIVERSITY
TRADITIO ET EXCELLENTIA



PRIMĂRIA ȘI CONSILIUL LOCAL
CLUJ-NAPOCA



ISBN 978-606-37-3121-1