

TEST DE LABORATOR PRIVIND DURABILITATEA LEMNULUI ÎN CONTACT CU SOLUL

LABORATORY TEST CONCERNING THE DURABILITY OF WOOD IN CONTACT WITH SOIL

Emanuela BELDEAN

Şef lucr. dr. ing. - Transilvania University of Braşov, Faculty of Wood Engineering
Adresa/Address: B-dul. Eroilor nr. 29, 500036 Braşov, Romania
Tel:0040 268 412921/int.192. Fax: 0040 268 415315
E-mail: ebeldean@unitbv.ro

Maria Cristina TIMAR

Prof dr. ch. - Transilvania University of Braşov, Faculty of Wood Engineering
E-mail: cristinatimar@unitbv.ro

Rezumat:

Lucrarea prezintă cercetări experimentale privind durabilitatea lemnului, prin teste de laborator în contact cu solul conform unei metode adaptate după SR EN 807:2003. Speciile testate au fost brad (*Abies alba* Mill.), molid (*Picea abies*), pin silvestru (*Pinus sylvestris* L.), larice (*Larix decidua* Mill.), stejar (*Quercus robur* L.), fag (*Fagus sylvatica* L.), salcâm (*Robinia Pseudacacia*) şi eucalipt (*Eucalyptus globulus* L.). În încercări au fost utilizate epruvete marte netratate şi tratate prin impregnare cu Romalit N. Sunt prezentate o serie de rezultate preliminare macroscopice şi microscopice. Rezultatele evidenţiază colonizarea biologică diferenţiată a probelor investigate, demonstrând diferenţele de durabilitate funcţie de specie şi tratament. Testul este în derulare urmând să se facă evaluarea finală în perioada următoare.

Cuvinte cheie: lemn, durabilitate, test de laborator, contact cu solul, microscopie.

INTRODUCERE

În practica actuală lemnul este un material de construcţie frecvent utilizat în diferite aplicaţii şi condiţii de mediu. Aceste condiţii, alături de durabilitatea lemnului, influenţează semnificativ durata de viaţă a produselor şi a structurilor din lemn. Alegerea corectă a speciei lemnoase recomandată pentru o anumită aplicaţie, sau stabilirea unui tratament adecvat de bioprotecţie se face în acord cu condiţiile în care este folosit lemnul, respectiv clasa de utilizare (risc).

Una dintre cele mai severe utilizări este aceea în contact direct cu solul, datorită expunerii permanente a lemnului la umiditate şi la agenţi biologici. Conform standardului SR EN 335 - Durabilitatea lemnului şi a materialelor derivate din lemn. *Definirea claselor de risc privind atacul biologic*, această situaţie este definită ca fiind clasa de risc (utilizare) 4, adică lemn utilizat în exterior, în contact cu solul sau apa dulce, situaţie în care umiditatea lemnului este în permanenţă peste 20%. Riscul atacului fungic este ridicat, microflora naturală a solului conţinând ciuperci de putregai moale (*Ascomycetes*), ciuperci de putregai brun şi alb (*Basidiomycetes*) şi bacterii.

Mecanismul de degradare biologică este unul complex care, printre altele presupune existenţa unor condiţii de mediu favorabile pentru dezvoltarea

Abstract:

The paper presents the experimental research concerning the durability of wood by laboratory tests in contact with soil according to a method adapted to standard SR EN 807:2003. The tested wood species were: fir (*Abies alba* Mill.), spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), larch (*Larix decidua* Mill.), oak (*Quercus robur* L.), beech (*Fagus sylvatica* L.), black locust (*Robinia Pseudacacia*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus* L.). For experiments untreated and treated samples by impregnation with Romalit N were used. A series of preliminary macroscopic and microscopic results are presented. The results highlight the different biological colonisation of investigated samples proving the durability differences according to wood species and treatment. The test is running, the final evaluation being done in the following period.

Key words: wood, durability, laboratory test, soil contact, microscopy.

INTRODUCTION

In actual practice wood is a construction material often used in different applications and environment conditions. These conditions alongside of wood durability significantly influence the service life of products and wood structures. The right choosing of wood species recommended for a certain application or establishment of adequate bio protection treatment is done in accordance with conditions where the wood is used, respectively the use (risk) class.

One of the most severe utilisation of wood is that of direct contact with soil, because of permanent exposure of wood to humidity and biological agents. According to standard SR EN 335 – Durability of wood and wood-based products. *Definitions of use classes*, this situation is defined as use class 4, namely wood for exterior uses, in contact with soil or fresh water, situation where the wood moisture is permanently above 20%. The risk of fungi attack is high, the natural micro flora of the soil containing soft rot fungi (*Ascomycetes*), brown rot and white rot fungi (*Basidiomycetes*) and bacteria.

The mechanism of biological deterioration is a complex one and requires among other things the existence of environment conditions favourable for micro-organisms growing: humidity, temperature etc.

microorganismelor: umiditate, temperatură etc.

Pentru promovarea unor specii lemnoase pentru utilizări practice este necesară cunoașterea durabilității naturale, ce se poate determina prin teste în teren sau în laborator. Datele din teren sunt prioritare datorită reproducerii unei situații reale de încercare a lemnului, dar implică o durată de testare foarte lungă (ani) și o variabilitate mare a datelor obținute funcție de condițiile de testare locale (virulența microflorei biologice, condițiile climatice, nivelul de precipitații, altele). Testele de laborator se efectuează în condiții standard controlabile și reproductibile, fiind în același timp teste mai rapide (accelerate). Atât testele în teren cât și cele de laborator, fiecare dintre ele cu avantaje și dezavantaje, oferă informații esențiale pentru tratarea și utilizarea lemnului în condiții de risc biologic, fiind aplicate pretutindeni în lume (Brischke 2002; Edlund 1998; Rapp 2002; Tren 2007).

Standardul SR ENV 807: 2003 – Produse de protecție a lemnului. *Determinarea eficacității față de microorganisme de putregai moale și de alte microorganisme ale solului* (Încercarea II) stabilește o metodă de laborator privind testarea eficacității unui produs de protecție față de microflora naturală a solului. În acest scop se utilizează concentrații diferite ale unui produs de protecție (în jurul pragului de eficacitate anterior estimat prin Încercarea I pe mediu steril inoculat controlat), se impregnează epruvetele, se condiționează și apoi se expun în sol pe o perioadă de până la 32 săptămâni. Conform acestei metode se face evaluarea cantitativă a pierderii de masă după diferite perioade de expunere (8, 16, 24, 32 săptămâni), folosind în acest scop serii diferite de epruvete (4 serii / specie / tratament). Rezultatele se exprimă sub formă de curbe care reprezintă pierderea de masă medie funcție de timp a epruvetelor pentru fiecare concentrație de produs și specie. Deși se menționează faptul că prezența alături de putregaiul moale a altor forme de degradare, cum ar fi putregaiul alb și brun, atacul de bacterii, poate fi utilă în interpretarea rezultatelor, nu se fac specificații privind evaluarea calitativă a formelor de atac biologic prezente. De asemenea nu se fac referiri la posibilitatea utilizării unui astfel de test pentru aprecierea durabilității naturale a lemnului în contact cu solul.

Metoda prin care se determină în mod uzual durabilitatea lemnului în contact cu solul și eficacitatea unui produs de protecție recomandat pentru această clasă este un test în teren, de lungă durată, conform SR EN 252-1995 – *Încercare în poligon pentru determinarea eficacității de protecție a unui produs de protecție a lemnului în contact cu solul*.

În acest sens s-a considerat util să se extindă domeniul de aplicabilitate al testului de laborator în contact cu solul și pentru aprecierea durabilității naturale a diferitelor specii lemnoase și înțelegerea mecanismului de degradare prin urmărirea apariției în timp a fenomenelor de degradare, a succesiunii și interdependenței dintre acestea. În înțelegerea fenomenelor de degradare este importantă și

To promote a wood species for practical utilisations the knowledge of natural durability is necessary, which can be determined by field or laboratory tests. The field test data are priorities because the practical testing situation of wood is reproduced, but it requires a very long testing period (years) and a high variability of data according to local testing conditions (virulence of biological micro flora, climatic conditions, rainfalls level, others). The laboratory tests perform in standard verifiable and reproducible conditions, being at the same time more rapid tests (accelerate). The field tests as well as laboratory tests, each of them with advantages and disadvantages, offer basic information for wood treating and use in conditions of biological risk, being applied all over the world (Brischke 2002; Edlund 1998; Rapp 2002; Tren 2007).

The standard SR ENV 807: 2003 – Wood preservatives. *Determination of the effectiveness against soft rotting micro-fungi and other soil inhabiting micro-organisms* (Test II) establishes a laboratory method concerning the testing of effectiveness of preservation product to natural micro flora of the soil. For this purpose a different concentrations of preservation product (nearby the efficacy limit previously estimated by Test 1 on sterile medium inoculated in a controlled way) is used, the samples are impregnated, conditioned and then are exposed in contact with soil for a period of 32 weeks. According to this method the quantitative evaluation of mass loss after different period of exposure (8, 16, 24, 32 weeks) is done using for this purpose different series of samples (4 series/specie/treatment). The results are expressed as curves that represent the medium weight loss according to time of samples for each concentration of product and species. Even the presence of other forms of degradation beside soft rot as: white and brown rot, bacteria attack is mentioned and is useful for results interpretation, there are no specifications concerning the qualitative evaluation of the actual biological attack forms. Also no references are done to possibly use of such test for natural durability assessment of wood in contact with soil.

A field, long time test, in accordance with SR EN 252-1995 – *Field test method for determining the relative protective effectiveness of wood preservative in ground contact*, is the usual method for determination of wood durability in contact with soil and efficiency of recommended preservation product for use class 4.

Therefore it was considered to be useful to extend the applicability field of laboratory test in contact with soil for assessment of natural durability of different wood species and understanding of degradation mechanism by monitoring of in time appearance of degradation phenomena, of their succession and interdependence. For understanding the degradation is important to view these phenomena in their evolution, which involves qualitative periodic evaluations. The methodology used for macroscopic evaluation could be completed and improved by microscopic evaluation, much more accurate.

vizualizarea acestora în evoluție, ceea ce impune evaluări calitative periodice. Metodologia uzuală de evaluare macroscopică poate fi completată și îmbunătățită cu cea microscopică, mult mai exactă.

Deoarece experiența în România privind utilizarea acestui standard (SR ENV 807) este limitată se poate dezvolta metodologia existentă și se poate crea o bază de date experimentale privind testarea lemnului în contact cu solul care să faciliteze aplicarea metodei în teste ulterioare.

Pornind de la aceste considerente obiectivele principale al acestui studiu au fost:

- Studiul comparativ privind rezistența la agenții de biodegradare a lemnului în contact cu solul, în vederea aprecierii durabilității naturale a unor specii lemnoase.
- Stabilirea influenței tratării prin impregnare cu Romalit N asupra durabilității lemnului de diverse specii.
- Studiul macroscopic și microscopic al evoluției fenomenului de biodegradare a lemnului în contact cu solul.

MATERIALE ȘI METODĂ

Specii și epruvete din lemn

Pentru test s-au folosit specii din lemn de rășinoase: brad (*Abies alba* Mill.), molid (*Picea abies*), pin silvestru (*Pinus sylvestris* L.), larice (*Larix decidua* Mill.) și foioase: stejar (*Quercus robur* L.), fag (*Fagus sylvatica* L.), salcâm (*Robinia Pseudacacia*) și eucalipt (*Eucalyptus globulus* L.). Speciile de referință utilizate au fost pentru rășinoase: alburn din lemn de pin silvestru, iar pentru foioase lemn de fag. Epruvetele au fost confecționate din lemn fără defecte având dimensiunile: (100x10x5)mm. Codificarea probelor s-a realizat în concordanță cu specia, tipul tratamentului și numărul epruvetei (ex: St6 este epruveta numărul 6 – stejar, St/U2 este epruveta stejar de control a umidității numărul 2).

Tratarea lemnului

Ca produs de tratare s-a folosit Romalit N, un produs autohton indicat pentru condiții de exterior, inclusiv în contact cu solul. Acesta este un produs fungicid, nelavabil, pe bază de sulfat de cupru, CuSO_4 , 55% și bicromat de potasiu, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 45%. Concentrația soluției apoase utilizate a fost de 5%.

Deoarece pentru utilizarea în clasa de risc 4 lemnul necesită o tratare în profunzime printr-un procedeu de impregnare, singurul procedeu posibil de realizat în condiții de laborator a fost acela al băilor duble calde-reci. Procedul constă în alternarea fazei calde cu faza rece de tratare. Parametrii regimului de tratare au fost: temperatura băii calde 80°C, temperatura băii reci 20°C, durata imersiei 1 oră din care: 30 min. imersie în baia caldă și 30 min. imersie în baia rece. În acest scop s-au tratat câte 7 epruvete din fiecare specie, determinându-se consumul de soluție absorbită, respectiv sare reținută în lemn în urma tratării. Valorile obținute sunt date în Tabelul 1.

Because in Romania the utilisation of standard SR ENV 807 is limited the actual methodology could be developed and an experimental data basis related to wood testing in contact with soil could be created to facilitate the method application in further tests.

Starting from these reasons the main objectives of this study were:

- The comparative study concerning the resistance to biodegradation agents of wood in contact with soil, to assess the natural durability of some wood species;
- To establish the influence of treatment by impregnation with Romalit N on durability of different wood species;
- Macroscopic and microscopic study of evolution of biodegradation phenomenon for wood in contact with soil.

MATERIALS AND METHOD

Wood Species and Samples

Resinous wood species of: fir (*Abies alba* Mill.), spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), larch (*Larix decidua* Mill.) and hardwoods of: oak (*Quercus robur* L.), beech (*Fagus sylvatica* L.), black locust (*Robinia Pseudacacia*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus* L.) were used for test. The reference species were: sapwood of Scots pine for resinous and beech for hardwoods. The stakes were sawn from wood without defects with dimensions: (100x10x5) mm. The codification of samples was in accordance with wood species, type of treatment and number of sample. (ex: St6 is sample number 6 – oak, St/U2 is oak sample for moisture control number 2).

Treating of Wood

A Romanian treating product of Romalit N, suitable for exterior conditions, including soil contact was used. It is a fungicide, non-leachable product, consisting in a mixture of copper sulfate, CuSO_4 , 55% and potassium dichromate, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 45%. Aqueous solution of 5% concentration was prepared.

For utilisation in use class 4 wood needs to be deeply treated by impregnation procedure. Therefore the single procedure possibly to be performed in laboratory conditions was double bath procedure. The procedure involves the successive treating of wood firstly in a hot-bath and then in a cold bath. The parameters of treating conditions were: the temperature of hot bath 80°C, temperature of cold bath 20°C, the immersion time 1 hour: 30 min. immersion in hot bath and 30 min. immersion in cold bath respectively. For this purpose 7 samples of each wood species were treated, the quantity of absorbed solution, and the retention of active preservative in wood being determined. The experimental values are given in Table 1.

Tabelul 1/Table 1

**Consumul de soluție absorbită (sare reținută) la tratarea prin băi duble/ Absorbition
(retention of active preservative) in double bath procedure**

Specia lemnoasă/ Wood species	Brad/ Fir	Molid/ Spruce	Pin silvestru/ Scots pine	Larice/ Larch	Fag/ Beech	Stejar/ Oak	Salcâm/ Black locust	Eucalipt/ Eucalypt
Consum specific / Specific consumption Csp, kg/m ³	104.1	140.5	193.2	419.3	431.2	209.2	120.6	143.8
Sare reținută în lemn/Retention of active preservative, kg/m ³	5.2	7	9.6	20.9	21.5	10.4	6	7.19

După tratare, probele au fost condiționate timp de minim o săptămână în laborator pentru fixarea soluției de tratare în lemn.

Pregătirea solului pentru testare

Solul folosit a fost unul natural, prelevat de la cel puțin 120mm de suprafață, de la rădăcina arborilor. Solul a fost curățat de pietre, rădăcini și alte impurități. S-a determinat capacitatea acestuia de reținere a apei prin amestecarea unei cantități de circa 200g de pământ cu apă, până când particulele de sol s-au lipit unele de altele formând un aglomerat. Amestecul a fost lăsat în repaus minim 1h, după care în fiecare cutie pregătită pentru test s-a adăugat pământ și cantitatea de apă necesară saturării acestuia. Proporția utilizată a fost de 1:3 (părți apă :părți sol). Adâncimea stratului de sol din recipiente a fost de minim 120mm.

Pregătirea microstandului și expunerea probelor

Pentru efectuarea testului s-au ales recipiente din plastic (Fig. 1a) prevăzute cu capac, suficient de adânci pentru a lăsa un spațiu de cel puțin 40mm sub epruvetele de încercare când acestea se introduc în sol și un spațiu liber deasupra capătului superior al acestora (Fig. 1b). S-au folosit în paralel, din fiecare specie, 2 seturi de câte 5 probe martor netratate, respectiv 7 probe tratate, provenite din același lot cu cele de control a umidității inițiale. Cele 5 probe martor netratate au fost considerate în același timp și probe de control a umidității lemnului pe durata încercării. S-au folosit cutii separate pentru speciile de rășinoase, pentru fag și stejar și pentru salcâm și eucalipt. Probele au fost îngropate în sol lăsând 20 mm din lungimea lor la suprafață și un minim de 20 mm spațiu între epruvete și în raport cu marginile recipientului. Locul exact al fiecărei epruvete a fost notat și fixat pentru a evita orice pierdere de identitate la manipulările ulterioare, în cazul în care codificarea ar fi ștearsă. Modul de distribuție în sol a fost astfel ales încât să fie distribuite pe toată suprafața recipientului atât probe martor cât și tratate, eliminând astfel eventualele influențe ale umidității solului în diverse puncte ale recipientului. După poziționarea probelor în recipiente acestea au fost acoperite cu capacul și depozitate la întuneric într-o încălțată cu parametrii aerului măsurați cu ajutorul unui higrometru electronic. Data începerii testului a fost 22.01.2010.

After treatment the samples were kept in laboratory conditions for a minimum one week to fix the treating solution into the wood.

Preparing of Soil for Test

A natural soil was used, extracted from trees roots at least of 120 mm from surface. The soil was cleaned from stones, roots and impurities. The capacity for water retention was determined by mixing of 200g of soil with water until the soil particles glued together to form agglomerate. The mixture was released for a minimum 1 hour, after that the experimental boxes were prepared for test by adding the soil and water enough to saturate it. The mixture ratio was 1:3 (water: soil). The deepness of soil layer from boxes was minimum 120 mm.

Preparing of Microstand and Samples Exposure

Plastic containers (Fig. 1a) with lids were employed, deep enough to let at least of 40mm under the samples when these are exposed in soil and a free space above of their top (Fig. 1b). Two parallel series of 5 untreated samples and 7 treated samples of each specie, proceeded from the same lot with those of initial moisture content control. Different boxes for resinous, beech and oak, black locust and eucalypt were used. The samples were buried into the soil keeping 20mm from their length at the surface and a minimum distance from 20mm between samples and given the box margins. The accurate place of each sample was noted and fixed to avoid any loose of identity at further manipulations, if the codification will be cleaned. The distribution of stakes into the soil was selected so as to distribute both untreated and treated samples all over the container surface, and to eliminate the possible influences of soil humidity in different points of the boxes. After stakes positioning the containers were covered by lids and stored in a dark place into a room with air parameters measured with an electronic hygrometer. The starting date for the test was 22 January 2010.



a.



b.

Fig. 1.

Pregătirea recipientului și expunerea probelor în sol/ The preparing of container and soil exposure of samples:

a-recipient / container; b-expunerea în sol a epruvetelor experimentale / soil exposure of experimental samples.

Verificări periodice și evaluarea probelor

Conform standardului SR ENV 807 condițiile optime pentru degradarea lemnului se obțin dacă umiditatea medie a probelor de control al umidității este cuprinsă între $(50 \pm 5)\%$ și $(80 \pm 5)\%$. Dacă umiditatea medie este mai mică de 45% se adaugă un volum de apă nu mai mare de 10% din cantitatea de apă inițial adăugată.

Pornind de la această cerință cele 5 probe de control al umidității au fost scoase din sol săptămânal, curățate de particulele de pământ și apoi cântărite pentru a determina umiditatea lemnului în momentul verificării și pentru a decide dacă solul trebuie umezit sau nu. De aceea a fost necesară determinarea în prealabil a umidității inițiale a lemnului, prin uscare în etuvă la $103 \pm 2^\circ\text{C}$ până la masă anhidră, folosind un număr de alte 5 epruvete martor de umiditate din fiecare specie, care nu au mai fost utilizate ulterior. Valorile obținute au fost cuprinse între 8,4% și 11,8%, în funcție de specie. Pe baza acestor valori s-a determinat apoi umiditatea lemnului în momentul scoaterii din sol, considerând că inițial toate probele din fiecare set au avut aceeași umiditate/specie. Valorile umidității au variat între 43% și 110%, în funcție de specie și momentul verificării. Pentru calcule s-au utilizat relațiile (1) și (2) (Cismaru 2003; Marinescu 1979).

$$U_i = \frac{m_i - m_0}{m_0} * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

unde: m_i este masa inițială a epruvetei, în g;
 m_0 - masa epruvetei absolut uscate, în g.

$$U = \frac{m}{m_i} (U_i + 100) - 100 \quad [\%] \quad (2)$$

unde: m este masa probei extrasă din sol pentru verificare la un moment dat, în g;

m_i - masa inițială a probei, în g;

U_i - umiditatea inițială medie/specie, în %.

Conform standardului se fac evaluări periodice după 8, 16, 24, 32 de săptămâni. Metoda de

Periodical Controls and Samples Evaluation

According to standard SR ENV 807 the optimum conditions for wood degradation are obtained if the medium moisture content determined on control samples corresponds to an interval of $(50 \pm 5)\%$ and $(80 \pm 5)\%$. If the medium moisture content is less than 45% a water volume is added, not bigger than 10% from the initial added quantity.

Starting from this requirement each week the 5 control samples were removed from the soil, cleaned from soil particles and then weighed to determine the moisture content and to decide if the soil must be moist or not. Therefore was necessarily to previously determine the initial moisture content of wood, by oven drying at $103 \pm 2^\circ\text{C}$ until the oven-dry weight, using another 5 samples for moisture control of each species, which was not subsequently used. The values between 8.4% and 11.8% were obtained, according to wood species. On the basis of these values the moisture of wood at the moment of removing from the soil was determined, considering that all the samples/specie had the same initial moisture content. The moisture values varied from 43% to 110%, according to species and moment of calculation. The following formulas were used for moisture calculation (Cismaru 2003; Marinescu 1979).

$$U_i = \frac{m_i - m_0}{m_0} * 100 \quad [\%] \quad (1)$$

where: m_i is initial mass of the sample, in g;
 m_0 - oven-dry mass of the sample, in g.

$$U = \frac{m}{m_i} (U_i + 100) - 100 \quad [\%] \quad (2)$$

where: m is the mass of sample at the moment of removing from the soil, in g;

m_i - initial mass of the sample, in g;

U_i - medium initial moisture content/specie, in %.

According to standard the periodical evaluation after 8, 16, 24, 32 weeks were performed. The

evaluare constă în scoaterea din sol și uscarea epruvetelor până la masă constantă determinându-se astfel pierderea de masă pentru fiecare probă. Testul fiind în desfășurare, iar numărul de probe fiind relativ mic acestea nu au fost uscate deoarece microorganismele de biodegradare ar fi fost distruse prin uscare. Metoda de evaluare din acest normativ nu face referiri și la momentul de apariție al fenomenelor de degradare sau la tipul de degradare existentă în momentul evaluării. De aceea s-a considerat util ca metoda să fie îmbunătățită prin evaluare microscopică, mult mai exactă.

Prima evaluare s-a făcut după 6 săptămâni de expunere. Epruvetele au fost scoase din sol, curățate de impurități și analizate macroscopic, observându-se că nu au apărut modificări vizibile.

După evaluare, epruvetele au fost reintroduse în sol, recipientele au fost acoperite și readuse în spațiul de depozitare.

La următoarele verificări umiditatea a rămas în intervalul cerut de standard, astfel că nu a fost necesar să se adauge apă.

Următoarea evaluare a fost după 14 săptămâni. Probele au fost extrase din sol, curățate de pământ, cântărite și examinate macroscopic și microscopic. Pentru analiza microscopică s-a utilizat un stereomicroscop Optika zoomstereo SZM-2 aflat în dotarea laboratorului de Protecția Lemnului. Acest stereomicroscop are 2 tipuri de capete de observare binoculare și trinoculare conectate la cameră pentru captura digitală a imaginii. Mărirea totală variază la 180x, în funcție de ocular și obiectivele utilizate. Măririle care s-au utilizat în capturarea imaginilor microscopice au fost de 40x și 80x.

Cea de-a treia evaluare s-a făcut după 22 săptămâni de expunere în sol. Din dorința de a face o evaluare cât mai completă și mai complexă au fost cumulate criteriile din SR EN 807 și SR EN 252, chiar dacă acesta din urmă este pentru probe expuse în poligon.

În mod obișnuit, ciupercile constituie principalele microorganisme distructive pentru lemnul în contact cu solul. Sistemul gradual prezentat în Tabelul 2 se folosește la evaluarea întinderii zonei de pe proba atacată de microorganisme. Zona cea mai afectată este cea de la contactul cu solul. S-a analizat, mai întâi această zonă și apoi zona neexpusă (aeriană), facându-se apoi o notare globală. Deoarece sistemul de evaluare nu ia în considerare și alte modificări de culoare sau aspect s-a considerat că este necesar să se facă și alte observații legate de aspectul probelor.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Dacă la prima evaluare nu s-au observat modificări vizibile pe suprafața probelor, nefiind necesară și o analiză microscopică, în urma evaluării după 14 săptămâni rezultatele au arătat colonizarea biologică diferențiată a probelor investigate, demonstrând diferențele de durabilitate funcție de specie. Ca degradări biologice apărute s-au evidențiat în special modificări de culoare datorate atacului biologic de tip albăstreală, mușgai, dar și atac incipient de ciuperci. Probele martor netratate

method consists in removing of stakes from the soil and drying until constant weight, the weight loss being determined for each sample. Because the test is running and the number of samples was relatively small, to not destroy the biodegradation microorganisms the stakes was not dried. The evaluation method from this norm do not refers to the appearance moment of the degradation phenomenon or the type of degradation. That is why it was considered as useful to improve the method by microscopic evaluation, much more accurate.

The first evaluation was performed after 6 weeks of exposure. The samples were removed from the soil, cleaned and macroscopically evaluated observing that no visible changes occurred.

After evaluation the stakes were reintroduced into the soil, the containers were covered and brought into the testing space.

In the next controls the moisture content remained between standardised limits, thus it was not necessarily to add water

The following evaluation was done after 14 weeks. The samples were removed from the soil, cleaned from soil, weighted and macroscopically and microscopically examined. A stereomicroscope type Optika zoom stereo SZM-2 from the endowing of Wood Preservation Laboratory was used. This microscope has 2 types of observing heads, binocular and trinocular, connected to a camera for digital capture of the image. The total magnification varies to 180x, according to ocular and object lens. The magnifications used for microscopic images capture were 40x and 80x.

The third evaluation was done after 22 weeks of exposure into the soil. To perform a complete and a complex evaluation the criteria from SR EN 807 and SR EN 252 were joined, even the last norm is recommended for field test.

Usually the fungi represent the main destructive micro organisms for the wood in contact with soil. The gradual system below (Table 2) uses the evaluation of expansion of the attacked area by micro organisms. The most affected area is that of contact with soil. First of all was evaluated this area and after that unexposed area (from the surface) and a global rating was done. Because the evaluation system does not consider any other colour modifications or aspect it was considered to be necessarily to do other observations about samples aspect.

RESULTS AND DISCUSSION

If after the first evaluation were not observed visible modifications on the samples surface, not being necessarily to microscopically evaluate the samples, after 14 weeks the results revealed a different biological colonisation of investigated samples, proving the differences of durability according to species. As biological degradations especially occurred the discolourations of blue stain type, mould but incipient fungi attack, too. The untreated samples were the most affected by these modifications. A few examples of biological attack on different wood species are given in microscopic

Sistem de evaluare conform SR EN 252:1995/Grading system according to SR EN 252:1995

Notă/ Grading	Clasificare/ Classification	Definire condiții/Conditions
0	Atac nul/ No attack	Nici o schimbare perceptibilă prin mijloace puse la dispoziția examinatorului, pe teren / No visible change by examination means used in field test.
1	Atac ușor/ Slow attack	Schimbări perceptibile, dar foarte limitate ca întindere, poziție sau răspândire: -schimbări care se relevă numai la exterior prin modificarea culorii sau printr-o degradare superficială, înmuierea lemnului fiind simptomul cel mai des întâlnit, la o adâncime de ordinul 1mm / Perceptible changes but very limited as extent, position or spreading: -changes revealed only outside by discolouration or surface degradation, softening of wood being the most relevant indication, at a deepness of 1 mm.
2	Atac moderat/ Medium attack	Schimbări vizibile de importanță medie după simptomele apărute: -schimbări care se manifestă prin înmuierea lemnului până la o adâncime de 2..3 mm pe toată suprafața epruvetei, de la nivelul solului în sus / Visible medium changes: - changes revealed by softening of wood until a deepness of 2...3 mm on the entire surface of the sample up to the soil level.
3	Atac sever/ Severe attack	Schimbări importante: -degradarea evidentă a lemnului la o profunzime de 3...50mm, pe suprafața mare (de exemplu: putregai moale sau alt tip de degradare pe toate suprafețele epruvetei, de la nivelul solului în sus) sau prin înmuierea lemnului în profunzime (10..15)mm pe o suprafață limitată cu putregai alb pe câțiva milimetri pătrați / Important changes: - evident degradation of wood until a deepness of 3...50 mm on big surface (eg. Soft rot or other type of degradation on surfaces up to the soil) or profound wood softening (10..15)mm on a limited surface with soft rot on few square mm.
4	Rupere/ Failure	Ruperea riglei în sol la șoc / Failure of stake into the soil.

au fost cele mai sensibile la astfel de modificări. Câteva exemple de atac biologic incipient pe diverse specii sunt prezentate în imaginile microscopice din Fig. 2.

La evaluarea după 22 săptămâni s-au întocmit suplimentar niște fișe de evaluare conform SR EN 252 completate și cu alte observații. După cum se observă din Tabelul 3, probele tratate nu au prezentat modificări evidente de culoare, aspect și rezistență. În tabelul de mai jos este dat un model de fișă de evaluare pentru fag. Celelalte specii au fost evaluate în mod identic.

În imaginile microscopice prezentate mai jos în Fig. 3 sunt evidențiate mai clar câteva din tipurile de degradări biologice apărute la speciile studiate. Se pot identifica diferite discolorări de tipul albăstreală sub formă de puncte negre, mușgai alb sau chiar miceliu de ciuperci. Este evidentă o evoluție a degradării față de evaluarea anterioară. După cum era de așteptat, cele mai degradate specii au fost speciile de referință: fag și alburn de pin silvestru, urmate de speciile de rășinoase: brad, molid, pin, larice apoi cele de foioase: eucalipt, salcâm și stejar. La fag se pot observa chiar hifele ciupercilor sub forma unor filamente subțiri.

De asemenea, probele care au fost tratate s-au comportat mai bine în testul de expunere în sol deoarece, la momentul ultimei evaluări nu s-au constatat modificări de aspect. Tratatamentul de protecție își dovedește în acest caz eficacitatea și

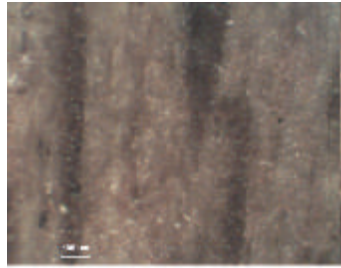
images from Fig. 2.

For evaluation after 22 weeks an experimental sheets were elaborated according to SR EN 252 and completed with observations. As can be seen in Table 3 the treated samples do not showed evident colour changes, aspect and strength. In table below is given an experimental evaluation sheet for beech wood. Other species were similarly evaluated.

In microscopic images presented below in Fig. 3 more obvious biological degradations occurred on studied species are highlighted. A different discolourations of blue stain type as black points, white mould or even fungi mycelium can be identified. The evolution of degradation is evident comparatively with previous evaluation. As expected the most deteriorated species are the reference ones: sapwood of Scots pine and beech, then resinous: fir, spruce, pine, larch and finally hardwoods: eucalypt, black locust, oak. On beech sample can be observed the fungi hyphae as thin filaments.

Also, the behaviour of treated samples in soil test was better than untreated samples because at the moment of the last evaluation no aspect modifications can be founded. The preservation treatment proves in this case the efficiency and emphasizes once again the necessity of wood preservation for applications in use class 4.

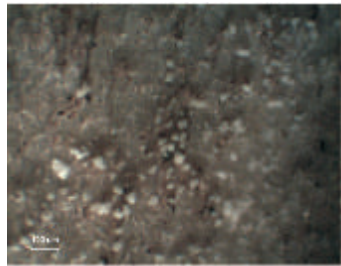
According to evaluation after 22 weeks of soil exposure it can be observed from graphs in Fig. 4a



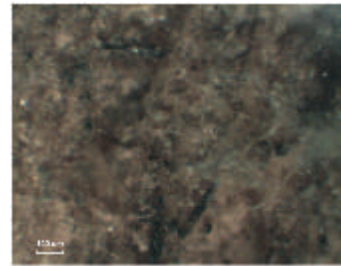
Fag netratat – pete negre de albastreală 80x / Untreated beech – black spots of blue stain 80x



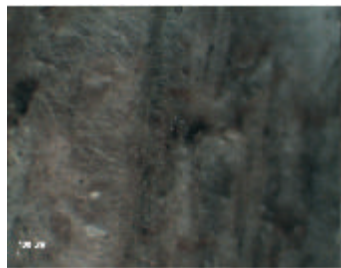
Fag netratat – mucegai alb 40x / Untreated beech - white mould 40x



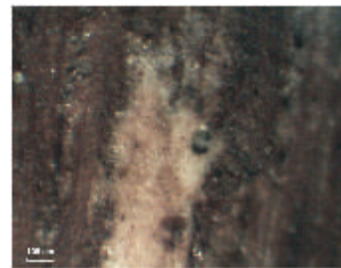
Brad netratat – diverse puncte negre și pete albe 40x / Untreated fir - some black points and white spots 40x



Stejar netratat – filamente albe de mucegai 80x / Untreated oak - white filaments of mould 80x



Eucalipt – filamente albe 80x / Untreated eucalypt - white filaments 80x



Salcâm netratat – miceliu alb și puncte negre 80x / Untreated black locust - white mycelium and black points 80x

Fig. 2.

Tipuri de degradări vizibile microscopic la câteva din speciile studiate după 14 săptămâni de expunere în sol / Types of degradation visible under the microscope at some of the studied species after 14 weeks of soil exposure.

vine să sublinieze încă o dată necesitatea protecției lemnului în aplicații practice pentru clasa de risc 4.

Conform evaluării efectuate după 22 săptămâni de expunere se poate observa din graficele din Fig. 4a că speciile de rășinoase studiate au primit note conform sistemului de evaluare apropiate ca valori respectiv 1.42 pentru specia de referință alburn de pin, 1 pentru speciile de brad, molid, pin și 0.87 pentru larice. Aceste valori s-au obținut doar la speciile netratate. Rezultatele obținute identice sau apropiate ca valori confirmă faptul că speciile de rășinoase folosite în test au în mod natural o durabilitate aproximativ identică față de fungii. Speciile de rășinoase tratate nu au prezentat modificări de aspect evidente fiind notate cu 0.

La lemnul de foioase (Fig. 4b) situația este diferită. Se știe, spre exemplu, că lemnul de fag are o durabilitate naturală scăzută, fapt confirmat și în urma testului. Astfel că nota acordată în urma evaluării pentru fag este 2 pe o scară de la 1 la 4, cea mai mică în comparație cu lemnul de eucalipt cu o valoare de 0.8, salcâmul cu valoarea de 0.5,

that resinous species have almost the same results after grading rate respectively 1.42 for reference sapwood of Scots pine, 1 for fir, spruce, pine and 0.87 for larch. These values were obtained only for untreated species. The identical results or close by confirm that resinous species used in this test have a natural durability approximately identical to fungi. The treated resinous species have not evident aspect changes being graded with 0.

The different situation is revealed in hardwoods (Fig. 4b). It is known that beech wood has a low natural durability, result confirmed after test. Thus the grading rate after evaluation for beech is 2 to a scale from 1 to 4, the worst comparatively with eucalypt with 0.8, black locust with 0.5 and oak with 0. Therefore for applications in contact with soil is not recommended to use untreated wood. The treated hardwood samples have not evident aspect changes being graded with 0.

Exemplu de fișă de evaluare/An example of evaluation sheet

Tip probă/ Sample type	Cod probă/ Code	Notă/ Grading	Medie/ Specie/ Average	Clasificare/ Classification	Descriere/ Description	Observații/ Observations
Mator netratate/ Untreated	F/U6 m	2	2	Atac moderat/ Medium attack	Înmuiere vizibilă a lemnului în zona superioară; puncte albe în capătul superior / Visible softening of wood in top area; white points on the top end	Nota 2 în zona aeriană, lemn mai moale decât în zona din sol; umiditate ridică / Grade 2 in superior area, softer wood than in soil, high moisture
	F/U7 m	2		Atac moderat/ Medium attack	Înmuiere vizibilă a lemnului în zona de trecere; puncte albe în capătul superior; pete negre la zona de trecere / Visible softening of wood in the passing area; white points on the top end, black spots in the passing area.	Umiditate ridicată/ High moisture
	F/U8 m	2		Atac moderat/ Medium attack	Înmuiere vizibilă a lemnului în zona de trecere; puncte albe la capătul superior; pete negre la zona de trecere și la capătul superior / Visible softening of wood in the passing area; white points on the top end, black spots in the passing area and the top end.	Umiditate ridicată/ High moisture
	F/U9 m	2		Atac moderat/ Medium attack	Înmuiere vizibilă a lemnului în zona de trecere; puncte albe la capătul superior; pete negre la zona de trecere și la capătul superior / Visible softening of wood in the passing area; white points on the top end, black spots in the passing area and the top end.	Umiditate ridicată/ High moisture
	F/U10 m	2		Atac moderat/ Medium attack	Înmuiere vizibilă a lemnului în zona de trecere; puncte albe și negre la capătul superior; pete negre la zona de trecere și la capătul superior / Visible softening of wood in the passing area; white and black points on the top end, black spots in the passing area and the top end.	Umiditate ridicată/ High moisture
Tratate/ Treated	F1..F7	0	0	Atac nul / No attack	Ușoară modificare de culoare / Slow colour modification	-

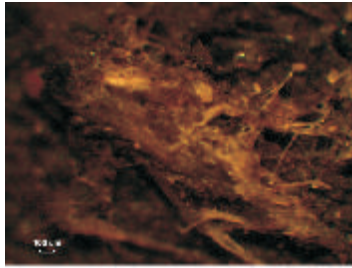
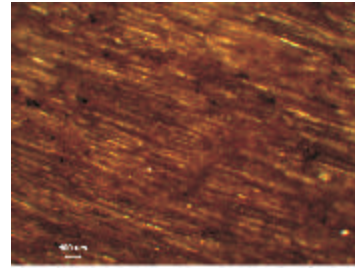
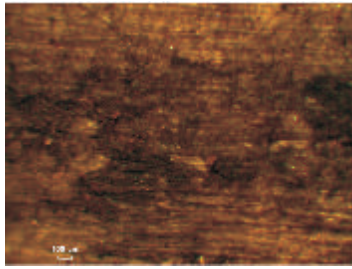


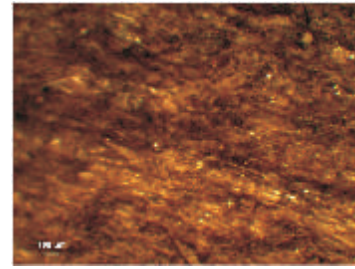
Fig. 3.
Fag netratat - hife de ciuperci în zona expusă în sol 40x / Untreated beech - fungi hyphae in soil exposed area 40x.



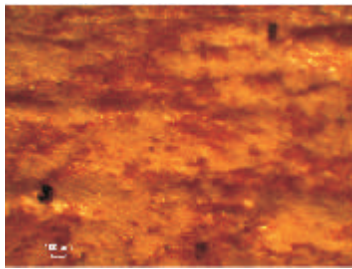
Alburn de pin – puncte negre de albăstreală 40x / Scots pine sapwood - black points of blue stain 40x.



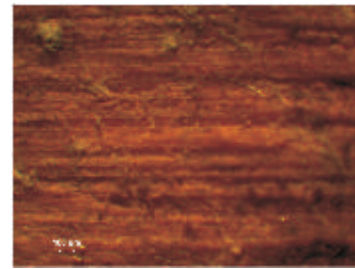
Brad netratat – albăstreală 40x / Untreated fir - blue stain 40x.



Molid tratat – modificare de culoare izolată 40x / Treated spruce - isolated discolouration 40x.



Eucalipt netratat – miceliu alb spre capătul superior 40x / Untreated eucalypt - white mycelium towards the top end 40x.



Salcâm netratat – zona de la contactul cu solul cu pete de mucegai gri 40x / Untreated black locust - area from the contact with soil with gray mould spots 40x.

Fig. 3.

Accentuarea degradării biologice a epruvetelor expuse în sol după 22 de săptămâni / Accentuation of biological degrade of the samples after 22 weeks of soil exposure.

respectiv 0 la stejar. De aceea, în aplicațiile care vin în contact cu solul nu este indicat să se folosească lemn netratat. Probele de foioase tratate nu au prezentat modificări de aspect fiind notate cu nota 0.

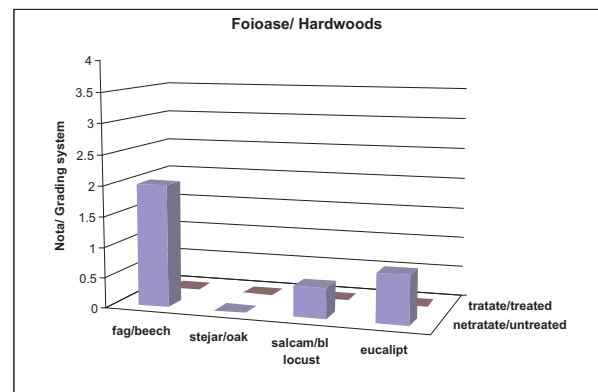
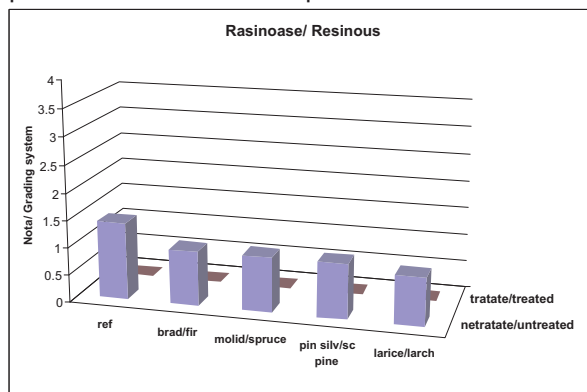


Fig. 4.

Evaluarea comparativă a probelor tratate și netratate după 22 de săptămâni expunere în sol/ Comparative evaluation of treated and untreated samples after 22 weeks of soil exposure.

CONCLUZII

- Testele sunt originale și sunt potrivite pentru condiții de laborator, fără să necesite spațiu mare.
- Acestea pot fi utilizate ca încercări preliminare pentru teste în teren; se poate verifica astfel dacă rezultatele sunt reproductibile.
- Metoda de combinare a celor 2 standarde SR ENV 807 și SR EN 252 a rezultat din necesitatea completării și îmbunătățirii sistemului actual de evaluare, fără a distruge probele, prin uscarea și determinarea pierderii de masă.
- La toate speciile cea mai afectată zonă este cea de la contactul cu solul.
- Probele tratate sunt mai puțin degradate sau chiar nemodificate comparativ cu cele netratate, ceea ce demonstrează necesitatea și importanța tratării lemnului pentru utilizări în contact cu solul.
- La fagul netratat s-au observat multe tipuri de degradare: pete negre de discolorare, mucegai, hife ale ciupercilor în faza incipientă, precum și o înmuiere a lemnului ce demonstrează atacul ciupercilor.
- Lemnul de stejar și salcâm în mod natural au durabilitate ridicată, fapt ce le recomandă pentru utilizările în exterior, chiar și în contact cu solul, dar cu o tratare preventivă adecvată.
- Testul este încă în desfășurare, urmând să se facă și o evaluare finală a probelor atât macroscopic cât și microscopic, precum și determinarea pierderilor de masă în urma expunerii în sol.

MULȚUMIRI

Autorii mulțumesc CNCSIS pentru finanțarea proiectului ID856/2008, în cadrul căruia s-au realizat investigațiile microscopice. De asemenea, mulțumim studenților Dana NICOLAE, anul I Master, Andreea POPA, anul I Master și Elena POPA, anul IV IPL pentru sprijinul acordat la efectuarea testelor experimentale.

CONCLUSIONS

- The tests are original and adequate for laboratory conditions, without requiring a big space.
- They can be used as preliminary tests for field test; the reproducibility of data results can be verified.
- The method by combination of two standards SR ENV 807 and SR EN 252 resulted from necessity to complete and improve the actual evaluation system, without destroying of sample by drying and calculation of mass loss.
- The most deteriorated area for all species is that from the contact with soil.
- The treated samples are less deteriorated or even unmodified, that proves the necessity and importance of wood preservation for utilisations in contact with soil.
- Untreated beech has many types of degradations: discolouration points and spots, mould, hyphae of fungi, as well as a softening of wood, which demonstrates the fungi attack.
- Oak and black locust are naturally durable wood species; that is why these species are recommended for exterior uses even in contact with soil, but with an adequate preservation.
- The test is under way and a final evaluation consisting in macroscopic and microscopic evaluation as well as determination of mass loss will be performed.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge CNCSIS for financial support of the project ID856/2008 under which the microscopic investigations were performed. We also acknowledge the students Dana NICOLAE, 1st year Master, Andreea POPA, 1st year Master and Elena POPA, 4th UG-Wood Processing for their involvement within the experimental tests.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- BRISCHKE, C., WELZBACHER, C. R., RAPP, A. O., AUGUSTA, U., BRANDT, K.(2009). Comparative Studies on the In-ground and Above-ground Durability of European Oak Heartwood (*Quercus petraea* Liebl. and *Quercus robur* L.). In: Eur. J. Wood Prod. 67, pp.329–338.
- CISMARU, M (2003). Fizica lemnului și a materialelor pe bază de lemn (Wood Physics and Mechanics). Editura Universității "Transilvania", Brașov.
- EDLUND, M.L., NILSSON, T (1998). Testing the Durability of Wood. In: Materials and Structures, vol 31, pp 641-647.
- MARINESCU, I. 1979. Uscarea lemnului (Wood Drying). Editura Tehnică, București.
- RAPP, A. (2002). Experience with ENV 807 and Field Tests. Cost E 22 presentation, Madrid 21st October 2002.
- TREN, A., LARNOY, E. (2007). Chitosan Treated Wood and its Effectiveness Against Soft Rot Fungi. In: The 9th IEE Symposium on Web Site Evolution WSE, October 5-6, Paris.
- ***EN 252:1995: Wood Preservatives; Field Test Method for Determining the Relative Protective Effectiveness of Wood Preservatives in Ground Contact, Romanian version.
- ***ENV 807:2003: Wood Preservatives; Determination of the Effectiveness Against Soft Rotting Micro-fungi and Other Soil Inhabiting Micro-organisms, Romanian version.