



UNIVERZITET U BIHAĆU  
TEHNIČKI FAKULTET

# DEGRADACIJA DRVETA I METODE ZAŠTITE



Redžo **Hasanagić** ♦ Atif **Hodžić** ♦ Nedim **Hurem**

UNIVERZITETSKA KNJIGA



Redžo Hasanagić

Atif Hodžić

Nedim Hurem

**DEGRADACIJA  
DRVETA I METODE  
ZAŠTITE**

Bihać, 2023.

## DEGRADACIJA DRVETA I METODE ZAŠTITE

**Autori:** Doc. dr. **Redžo Hasanagić**,  
Prof.dr. **Atif Hodžić**,  
**Nedim Hurem**, MA

**Recenzenti:** Prof. dr. **Miha Humar**, Univerzitet u Ljubljani  
Prof. dr. **Marko Petrič**, Univerzitet u Ljubljani

**Izdavač:** **Univerzitet u Bihaću**

**Godina izdavanja:** 2023

**Tehnički urednik:** Doc.dr. **Redžo Hasanagić**, Univerzitet u Bihaću

**Lektura:** **Safeta Todorovac**, prof. bosanskog jezika

**Štampa:** **Grafičar d.o.o.**

**Tiraž:** 100 primjeraka

Odlukom Senata Univerziteta u Bihaću, broj 06-1630/2023, od 27.04.2023. godine, knjiga je odobrena za upotrebu u nastavi na Univerzitetu u Bihaću.

-----  
CIP

© Copyright:

Kopiranje i elektronsko umnožavanje ove knjige nije dozvoljeno  
bez saglasnosti autora.

## SADRŽAJ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| PREDGOVOR.....                                                          | X  |
| 1. UVOD.....                                                            | 1  |
| 2. ANATOMIJA DRVETA.....                                                | 3  |
| 2.1. Sastav i struktura drveta .....                                    | 3  |
| 2.2. Hemijska struktura drveta.....                                     | 5  |
| 2.2.1. Celuloza.....                                                    | 7  |
| 2.2.2. Hemiceluloza .....                                               | 7  |
| 2.2.3. Lignin.....                                                      | 8  |
| 2.2.4. Akcesorne tvari .....                                            | 8  |
| 2.2.5. Pepeo .....                                                      | 9  |
| 2.3. Uzroci propadanja drva .....                                       | 9  |
| 2.3.1. Utjecaj biotičkih i abiotičkih faktora na otpornost drveta ..... | 11 |
| 2.4. Permeabilnost drveta.....                                          | 15 |
| 3. ABILOŠKI UZROČNICI RAZARANJA DRVETA .....                            | 16 |
| 3.1. Fizički uzročnici razaranja drveta .....                           | 16 |
| 3.1.1. Sunce .....                                                      | 16 |
| 3.1.2. Vjetar .....                                                     | 18 |
| 3.1.3. Voda.....                                                        | 18 |
| 3.1.4. Djelovanje atmosferilija.....                                    | 19 |
| 3.2. Hemijski uzročnici razaranja drveta .....                          | 19 |
| 3.3. Mehanički uzročnici razaranja drveta .....                         | 20 |
| 4. LIGNIKOLNE BAKTERIJE .....                                           | 21 |
| 4.1. Razgradnja drva lignikolnim bakterijama .....                      | 22 |
| 4.1.1. Erozijske bakterije.....                                         | 23 |
| 4.1.2. Pukotinske bakterije .....                                       | 23 |
| 4.1.3. Tunelske bakterije.....                                          | 24 |
| 4.2. Pozitivne strane djelovanja lignikolnih bakterija na drvo .....    | 25 |
| 5. GLJIVE PROUZROKOVAČI TRULEŽI .....                                   | 27 |
| 5.1. Životni ciklus i razmnožavanje gljiva .....                        | 30 |
| 5.3. Ishrana gljiva.....                                                | 31 |
| 5.3.1. Razgradnja lignina.....                                          | 32 |
| 5.3.2. Razgradnja celuloze .....                                        | 33 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.3. Razgradnja hemiceluloze .....                                                 | 34  |
| 5.4. Lignikolne gljive plijesni .....                                                | 34  |
| 5.4.1. Aspergillus.....                                                              | 35  |
| 5.4.2. Penicillium .....                                                             | 36  |
| 5.4.3. Tricoderma.....                                                               | 37  |
| 5.5. Lignikolne gljive koje mjenjaju boju (gljive plavila) .....                     | 38  |
| 5.5.1. Vrste gljiva koje uzrokuju promjenu boje na trupcima .....                    | 39  |
| 5.5.2. Gljive koje uzrokuju promjene boje na drvetu u upotrebi .....                 | 41  |
| 5.6. Lignikolne gljive prave truleži.....                                            | 45  |
| 5.6.1. Lignikolne gljive „bijeke truleži” .....                                      | 45  |
| 5.6.2. Lignikolne gljive “smeđe truleži” .....                                       | 56  |
| 6. KSILOFAGNI KUKCI .....                                                            | 64  |
| 6.1. Podjela ksilofagni insekata prema stanju drveta koje napadaju .....             | 64  |
| 6.2. Morfološka građa kukaca .....                                                   | 67  |
| 6.3. Unutarnja struktura kukca .....                                                 | 71  |
| 6.4. Životni ciklus kukaca .....                                                     | 71  |
| 6.5. Razvrstavanje ksilofagnih kukaca prema razini vlage u drvetu.....               | 72  |
| 6.5.1. Ksilofagni kukci primarni štetnici.....                                       | 72  |
| 6.5.2. Ksilofagni kukci sekundarni štetnici.....                                     | 81  |
| 6.5.3. Ksilofagni kukci tercijarni štetnici .....                                    | 89  |
| 6.5.4. Ksilofagni kukci kvartarni štetnici .....                                     | 96  |
| 6.6. Prepoznavanje štetnika na osnovu oblika izletnih otvora i larvinih hodnika..... | 104 |
| 7. METODE I TEHNIKE ZAŠTITE DRVETA.....                                              | 108 |
| 7.1. Sredstva za zaštitu drveta općenito .....                                       | 108 |
| 7.2. Podjela zaštitnih sredstava.....                                                | 109 |
| 7.3. Svojstva zaštitnih sredstava za drvo .....                                      | 111 |
| 7.4. Postupci i sredstva zaštite drva protiv lignikolnih gljiva .....                | 113 |
| 7.5. Postupci i sredstva zaštite drveta protiv ksilofagnih insekata .....            | 116 |
| 7.6. Budućnost zaštitnih sredstava za drvo.....                                      | 117 |
| 8. SANACIJA DRVETA OD PROPADANJA.....                                                | 119 |
| 8.1. Procesi temeljeni na toploti .....                                              | 119 |
| 8.1.1. Paljenje drvenih površina .....                                               | 119 |

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.2. Proces termičke modifikacije.....                  | 126 |
| 8.2. Impregniranje drveta zaštitnim sredstvom.....        | 137 |
| 8.3. Fumigacija (tretiranje drveta otrovnim plinom) ..... | 139 |
| 8.4. Anoksi postupak .....                                | 142 |
| 8.5. Dekontaminacija drveta mikrovalnim zračenjem .....   | 143 |
| 8.6. Dekontaminacija drveta gama zračenjem.....           | 144 |
| 9. LITERATURA .....                                       | 146 |

## POPIS SLIKA

|                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 2.1. Shematski prikaz građe stijenke stanice drva .....                                                                                                      | 4  |
| Slika 2.2. Općenita shema grupnog hemijskog sastava drveta.....                                                                                                    | 6  |
| Slika 3.1. Apsorpcija i refleksija sa površine premaza i podloge.....                                                                                              | 17 |
| Slika 4.1. Snimka drveta napadnutog erozijskim bakterijama .....                                                                                                   | 23 |
| Slika 4.2. Snimka drveta zaraženog pukotinastim bakterijama .....                                                                                                  | 24 |
| Slika 4.3. Snimka drveta inficiranog tunelskim bakterijama .....                                                                                                   | 25 |
| Slika 5.1. Fungal hyphae may be (a) septated or (b) coenocytic (coeno- =<br>“common”; -cytic = “cell”) s mnogo jezgri prisutnih u jednoj hifi .....                | 30 |
| Slika 5.2. Shematski prikaz nespolnog i spolnog ciklusa razmnožavanja gljiva .....                                                                                 | 31 |
| Slika 5.3. <i>Aspergillus</i> .....                                                                                                                                | 35 |
| Slika 5.4. <i>Penicillium</i> spp. ....                                                                                                                            | 36 |
| Slika 5.5. <i>Trichoderma</i> sp. ....                                                                                                                             | 37 |
| Slika 5.6. Plavilo na čelu listopadnih trupca .....                                                                                                                | 38 |
| Slika 5.7. Konidije i endokonidiofori te micelijska prostirka gljive <i>ceratocystis</i> sp. ....                                                                  | 40 |
| Slika 5.8. <i>Sphaeropsis sapinea</i> simptomi, koji pokazuju piknide na iglicama duglazije<br>.....                                                               | 41 |
| Slika 5.9. Gljiva <i>penicillium</i> sp. Na drvenim gredama .....                                                                                                  | 42 |
| Slika 5.10. <i>Aspergillus</i> sp.: a) izolirana iz lab-spoja i uzgojena na hranjivoj podlozi; b)<br>plijesan <i>aspergillus</i> u kući na namještaju i zidu ..... | 42 |
| Slika 5.11. Gljiva <i>trichoderma</i> sp. ....                                                                                                                     | 43 |
| Slika 5.12. Konidiofor i konidije gljive <i>cladosporium</i> sp. ....                                                                                              | 43 |
| Slika 5.13. Drveni prozori napadnuti gljivom <i>aureobasidium pullulans</i> .....                                                                                  | 44 |
| Slika 5.14. Gljiva <i>alternaria alternata</i> .....                                                                                                               | 44 |
| Slika 5.15. <i>Ganoderma lucidum</i> .....                                                                                                                         | 48 |
| Slika 5.16. <i>Pholiota adiposa</i> .....                                                                                                                          | 49 |
| Slika 5.17. Morfološke karakteristike <i>trametes versicolor</i> .....                                                                                             | 50 |
| Slika 5. 18. Drvo napadnuto gljivom <i>schizophyllum commune</i> fr.....                                                                                           | 52 |
| Slika 5.19. <i>Pleurotus ostreatus</i> (jacq.) P. Kumm .....                                                                                                       | 53 |
| Slika 5. 20. Fotografije bazidiokarpa <i>phellinus</i> spp. [54].....                                                                                              | 54 |
| Slika 5. 21. Uznepredovala trulež dejstvom gljive <i>phellinus hartigii</i> .....                                                                                  | 55 |
| Slika 5. 22. <i>Trichaptum abietinum</i> .....                                                                                                                     | 56 |
| Slika 5. 23. <i>Fistulina hepatica</i> .....                                                                                                                       | 57 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 5. 24. <i>Fomes fomentarius</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 57 |
| Slika 5. 25. <i>Laetiporus sulphureus</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 58 |
| Slika 5. 26. <i>Gloeophyllum abietinum</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 59 |
| Slika 5. 27. Kućna gljiva – <i>serpula lacrymans</i> : micelij, rizomorfi i plodonosna tijela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 61 |
| Slika 5. 28. Tipični primjer štete (desno) gljive s. <i>Lacrymans</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 62 |
| Slika 5. 29. Prikaz micelija gljive c. <i>Puteana</i> [65] .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 63 |
| Slika 5. 30. Izgled drva slabo zahvaćenog gljivom c. <i>Puteana</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 63 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| Slika 6.1. Tijelo kukca se sastoji od tri glavna dijela: abdomen – trbuh; toraks – prsa<br>(grudi): 1 – pothoraks – prednje grudi, 2 – mezothoraks – srednje grudi, 3 –<br>metathoraks – zadnje grudi; caput – cephalon – glava insekata .....                                                                                                                                                                     | 67 |
| Slika 6. 2. Morfološka građa glave: a) antene–ticala, pipci; b) vertex–tjeme glave; c)<br>facetæ–velike bočnesložene oči; d) prothorax–nije dio glave–štiti<br>potiljakoccipute e) clypeus–glavni štit; f) labrum–gornja usna; g) mandibulae–<br>(par) gornjih vilica h) labium.....                                                                                                                               | 68 |
| Slika 6.3. Građa krila kukca.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 69 |
| Slika 6.4. Građa noge insekta po segmentima .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 70 |
| Slika 6. 5. Shematski prikaz potpunog životnog ciklusa kukaca .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 72 |
| Slika 6.6. Imago velike hrastove strizibube .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 73 |
| Slika 6.7. Ličinka velike hrastove strizibube .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 75 |
| Slika 6.8. . Prikaz larvinih hodnika velike hrastove strizibub.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 75 |
| Slika 6.9. Mala hrastova strizibuba - <i>ceramby scopolii</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 76 |
| Slika 6.10. <i>Saperda carcharias</i> l- velika topolova strizibuba .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 77 |
| Slika 6.11. Imago vrbotočca .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 78 |
| Slika 6.12. Ličinka vrbotočca.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 79 |
| Slika 6.13. Imago granotočca .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 80 |
| Slika 6.14. Ličinka granotočca .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 80 |
| Slika 6.15. Odrasli kukac kućne strizibube .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 82 |
| Slika 6. 16. Ličinka i kukuljica kućne strizibube .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 83 |
| Slika 6.17. Greda krovišta razorena kućnom strizibubom .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 84 |
| Slika 6.18. Odrasli mužjak i ženka brončane strizibube .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 85 |
| Slika 6.19. Karakteristični izlazni otvori i ličinke brončane strizibube na drvetu .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 86 |
| Slika 6.20. Imago i ljestvičati hodnici prugastog drvenara tamno sive do crne boje                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 86 |
| Slika 6.21. Različiti detalji biološkog ciklusa <i>platypus cylindrus</i> . A) 2 jaja u leglu; b)<br>larva prvog stupnja u galeriji; c) larva trećeg stupnja; d) larva petog stupnja u<br>galeriji; e) svježa galerija; f) kružne rupe galerija iskopanih u drvu od strane<br>insekta; g) larva petog stupnja izvan galerije s dobro vidljivom hrskavicom<br>prothoraxa; h) nimfa; i) mužjak odrasle jedinke ..... | 87 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Slika 6.22. Imago broskog drvaša .....                            | 88  |
| Slika 6.23. Anobium punctatum .....                               | 89  |
| Slika 6.24. Štete nastale djelovanjem drvotočaca .....            | 90  |
| Slika 6.25. Imago kukca mrtvačkog sata (kuckara) .....            | 91  |
| Slika 6.26. Izgled x. Rufovillosum deg. ....                      | 92  |
| Slika 6.27. Šteta nastala djelovanjem šarenog drvotočca .....     | 92  |
| Slika 6. 28. Izgled l. Linearis g. ....                           | 93  |
| Slika 6.29. Imago parketara .....                                 | 94  |
| Slika 6.30. Izgled zaražene površine drveta lyctus brunneus ..... | 94  |
| Slika 6. 31. Izgled bostrychus capucinus l. ....                  | 95  |
| Slika 6.32. Izgled zaraženog stabla sa k. Flavicolis .....        | 97  |
| Slika 6.33. Izgled r. Lucifugus .....                             | 98  |
| Slika 6.34. Izgled odraslih jedinki r. Flavipes .....             | 98  |
| Slika 6.35. Spolni dimorfizam l. Cervus. ....                     | 99  |
| Slika 6.36. Izgled d. Parallelipipedus .....                      | 100 |
| Slika 6.37. Izgled o. Nasicornis .....                            | 114 |
| Slika 6.38. Izgled c. Mariana .....                               | 102 |
| Slika 6. 39. Izgled a. Scabricorne scop .....                     | 102 |
| Slika 6.40. Izgled a. Moschata l. ....                            | 103 |
| Slika 6.41. Izgled r. Alpina .....                                | 103 |
| Slika 6.42. Izgled m. Funereus .....                              | 104 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Slika 8.1. Vanjske drvene obloge od tradicionalnog paljenog japanskog kedra (sugi) sa različitim stepenom ugljenisanja (kyoto, japan) ..... | 120 |
| Slika 8.2. Prikaz spaljivanja drvenih površina otvorenim plamenom .....                                                                     | 122 |
| Slika 8.3. Prikaz industrijskog procesa spaljivanja drveta .....                                                                            | 123 |
| Slika 8.4. Tradicionalne yakisugi površine: a) suyaki, b) nauljeni gendai i c) nauljena pika-pika .....                                     | 124 |
| Slika 8. 5. Prikaz drvenih obloga na stambenim objektima .....                                                                              | 125 |
| Slika 8. 6. Komora za termički proces .....                                                                                                 | 131 |
| Slika 8. 7. Komora za thermowood™ tehnologiju .....                                                                                         | 133 |
| Slika 8.8. Prikaz plato® wood tehnologija .....                                                                                             | 134 |
| Slika 8.9. Prikaz menz holz industrijskog procesa .....                                                                                     | 135 |
| Slika 8.10. Prikaz bikos tmt industrijskog procesa .....                                                                                    | 136 |
| Slika 8. 11. Prikaz vacuum plus industrijske komore .....                                                                                   | 136 |
| Slika 8. 12. Prikaz westwood tehnologije koja je kompjuterski podržana .....                                                                | 137 |
| Slika 8.13. Fumigacija stropnih greda i muzejskih eksponata u maksimalno reduciranim prostorima u Creskom muzeju .....                      | 141 |
| Slika 8.14. Fumigacija cijele kuće u gorskom kotaru .....                                                                                   | 142 |

## POPIS TABELA

|                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 2.1. Biotički i abiotički faktori koji ugrožavaju drvo.....                                                                                      | 12  |
| Tabela 2.2. Razredi ugroženosti s obzirom na mjesto upotrebe, vlažnost drveta i mogućnosti bioloških okuženja nametnicima ili gljivama (en 335-2) ..... | 14  |
| <br>                                                                                                                                                    |     |
| Tabela 6.1. Podjela najčešćih i najštetnijih ksilofaga prema stanju vlage drveta ....                                                                   | 65  |
| Tabela 6.2. Šematski prikaz oblika ksilofagnih kukaca, njihovih izletnih otvora te njihove veličine .....                                               | 105 |
| <br>                                                                                                                                                    |     |
| Tabela 8.1. Primjena površinski paljenog drveta .....                                                                                                   | 126 |
| Tabela 8.2. Komercijalizirani procesi termički modificiranog .....                                                                                      | 132 |

## **PREDGOVOR**

Ova knjiga se bavi procesima zaštite drveta i tehničkim štetočinama drveta koje pripadaju grupi ksilofagnih gljiva i insekata. Namjenjena je studentima odsjeka za tehnologije, projektovanje namještaja i proizvoda od drveta Tehničkog fakultet Univerziteta u Bihaću, stručnjacima iz oblasti industrije prerade drveta, kao i svim zainteresovanim za oblast drveta.

Materijal se temelji na pregledu najboljih saznanja u oblasti tehnologija zaštite, ksilofagnih gljiva i insekata. Autori su koristili svoje lično znanje i iskustvo, kao i relevantne literarne izvore i informacije sa interneta.

Publikacija obrađuje oko 50 vrsta ksilofagnih gljiva i insekata, uključujući osnovne biološke karakteristike, opise izgleda imaga, larvi i oštećenja, kao i preventivne i represivne metode zaštite. Takođe, obrađene su i neke novije tehnologije zaštite drveta od dejstva biološki i abioloških uzročnika razgradnje.

Ova knjiga će biti od koristi stručnjacima iz oblasti drvne industrij, šumarstva, građevinarstva, prirodnih nauka, konzervatorima i restauratorima umjetničkih predmeta od drveta, studentima tehničkog i drugih fakulteta, zanatlijama i opštoj javnosti.

Cilj je da pruži pouzdane informacije prilagođene potrebama prakse u tehnologiji zaštititi drveta od biološki i abioloških uzročnika razgradnje.

Autori



## **1. UVOD**

Drvo je jedan od najstarijih i najvažnijih prirodnih materijala koji služi čovjeku. Biološki gledano, drvo je proizvod žive biljne stanice koju izrađuje biljka tokom rasta. Glavna funkcija drveta je transport vode i hranjivih tvari između korijena i lišća, što je ključno za preživljavanje. Drvo također ima i izvrsnu mehaničku funkciju koja mu omogućuje da se održi uspravno i otporno na različite vremenske uvjete poput vjetrova, kiše i snijega. Drvo se smatra industrijskom sirovinom zbog svojih kvalitetnih fizičkih i mehaničkih svojstava. To se široko koristi u građevinarstvu kao nosive grede, podovi i krovovi te u proizvodnji namještaja poput kreveta, stolova i ormara, u proizvodnji električnih vodova, stupova i drvene ograde.

S povećanjem potrebe za drvetom, pronalazi se sve više načina zaštite drveta. U prošlosti su stari Grci, Kinezi i čak Aboridžini koristili jednostavne sastojke za zaštitu drveta. S razvojem civilizacije i napretkom nauke, pojavili su se sve moderne tehnologije za zaštitu drveta. Danas se koriste različiti premazi i lakovi koji štite drvo od vlage, gljiva i insekata. U svijetu sve manje kvalitetnog drveta te se velike količine drveta slabije kvalitete hemijski prerađuju i modificiraju. A kao rezultat takve prerade javljaju se proizvodi koji su izrađeni iz slabije kvalitetnih vrsta drveta svojom kvalitetom u potpunosti zamjenjuju proizvode iz kvalitetnijih vrsta drveta.

Modifikacija drveta već se pokazala u praksi kao uspješna alternativa u zaštiti drveta, dala je manje ili više pozitivne rezultate kao ekološki i ekonomski prihvatljiva te kao rješenje na nedostatak kvalitetnijih i otpornijih vrsta drveta. Kao prirodan, obnovljiv, ekonomski opravdan, estetski specifičan i energetski povoljan materijal, drvo u odnosu na neke druge materijale (PVC, aluminij) nudi velike ekonomske i tehničke prednosti: materijal koji se obnavlja samo prirodnim putem i kvalitetno se obrađuje uz relativno malu potrošnju energije, drvo je jedini materijal koji uz relativno malu gustoću ima zadovoljavajuća mehanička svojstva, ima dobra toplinska, akustička, i jedinstvena dekorativna svojstva. Uz navedene prednosti drvo također ima i nedostataka: drvo je podložno razgradnji djelovanjem atmosferilija te je podložno biološkoj razgradnji (djelovanju mikroorganizama, ksilofagnih gljiva, ksilofagnih insekata i marinskih štetnika), drvo je higroskopno te mijenja dimenzije s promjenama sadržaja vode.

Navedeni nedostaci ograničavaju upotrebu drveta u odnosu na neke druge nove materijale. Istraživanja ovih nedostataka, kao i njihovo uklanjanje ili ublažavanje pridonosi uvažavanju drveta kao materijala.

Zaštita drveta jeste ispitati sve moguće uzročnike razgradnje drveta, naći sredstva zaštite protiv biotičkih i abiotičkih uzročnika razgradnje, naći sredstva suzbijanja svih opasnosti koji prijete drvetu kao materijalu u upotrebi.

Uzročnici razgradnje na drvo se mogu javljati redovito, povremeno, na velikim ili na ograničenim malim površinama. Štetnici napadaju samo određenu vrstu drveća, a neki veći broj vrsta. Zaštita drveta bavi se dijagnozom štete, utvrđivanjem svih uzročnika nastale štete. Traže se slabe tačke uzročnika štete, kako bi ga se suzbilo. Utvrđuju se mjere preventivne zaštite i suzbijanja. Zaštita drveta razvila se kao nauka i potreba, kako bi se smanjio rizik od nestajanja šuma, zbog prekomjernog iskorištavanja šuma.

Ova knjiga govori o oštećenjima drveta uzrokovanim mikroorganizmima (gljivicama i bakterijama) i insektima. Također veliki značaj anatomske i hemijske strukture drveta u mehanizmu razaranja, ali i u postupcima zaštite. U knjizi su predstavljene najčešće lignikolne gljive, ksilofagni kukci, vođeni štetnici kao i štete na drvetu nastale njihovim napadom i razgradnjom, štete na drvetu nastale djelovanjem abioloških ili bioloških faktora razgradnje drveta. Predstavljani su razredi opasnosti u kojem se pojedini drveni proizvodi koriste te sukladno tome predstavljeni optimalni postupci zaštite s obzirom na funkciju i mjesto upotrebe proizvoda od drveta.

## 9. LITERATURA

- [1] Miklečić, J., Jirouš-Rajković, V. (2011). Ubrzano izlaganje vanjskim uvjetima bukovine modificirane limunskom kiselinom, neobrađene i obrađene lazurama. *Drvena industrija*, 62, 277–282.
- [2] Salah, E. O., Hasanagić, R. (2018). Konstrukcije proizvoda od drveta, Univerzitet u Bihaću, 978-9958-533-14-3.
- [3] Andričić, B. (2009). Prirodni polimerni materijali (Priručnik). Udžbenici sveučilišta u Splitu, Split.
- [4] Jaić, M., & Jevtić, P. (2004). Primena ulja za površinsku obradu drveta.
- [5] Rezić, T., Perković, I., Andlar, M., & Vrsalović Presečki, A. (2022). Kemijske modifikacije nanoceluloze. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 17, 52–58.
- [6] European committee for standardisation. 2013. EN 335: Durability of wood and wood-based products - Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products. EN. Brussels
- [7] Jaić, M., & Živanović-Trbojević, R. (2000). Površinska obrada drveta: teorijske osnove, tehnološki procesi. M. Jaić.
- [8] Turkulin, H. (1996): Photodegradation of exterior timber building components. Dissertation. University of Zagreb, Faculty of Forestry;
- [9] Nilsson, T., Holt, D. (1983). Bacterial attack occurring in the S2 layer of wood fibres. *Holzforschung*, 37, 107–108.
- [10] Daniel, G., Nilsson, T. H. (1997). Developments in the study of soft rot and bacterial decay. In *Forest products biotechnology* (pp. 47–72). CRC Press.
- [11] Blanchette, R.A. (2000). A review of microbial deterioration found in archaeological wood from different environments. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 46(2): 189-204.
- [12] Petrović, M. (1980). *Zaštita drveta II, Trulež i obojenost drveta*, Naučna knjiga Beograd, 440 stranica
- [13] Introduction to biological sciences II. [Online]. Dostupno na: <https://viva.pressbooks.pub/introbio2/chapter/7-1-characteristics-of-fungi/>
- [14] Liese, W., & Schmid, R. (1963). Fibrilläre Strukturen an den Hyphen holzerstörender Pilze. *Naturwissenschaften*, 50, 102–103.
- [15] Schmid R, Liese W. (1965). Zur Außenstruktur der Hyphen von Blaupilzen. *Phytopath Z* 54:275–284
- [16] Topić, K. (2016). Karakterizacija izolata gljive *Cryphonectria parasitica* Murrill Barr u kalusima raka kore pitomo kestena (*Castanea sativa* Mill.), Master's thesis, Sveučilište Josipa Jurja Osijek

- [17] Muntañola, C. M. (1987). Opšta mikologija. Književne novine, Beograd. str. 320.
- [18] Hasan, M., Glavaš, M., Despot, R. (2005). Promjene boje drva prouzročene ksilofagnim gljivama i plijesnima. *Drvena industrija*. 56(2): 61-68.
- [19] Petrović, M. (1980). Zaštita drveta II, Trulež i obojenost drveta, Naučna knjiga Beograd, 440 stranica;
- [20] Eaton, R. A., Hale, M. D., & others. (1993). Wood: decay, pests and protection. Chapman and Hall Ltd.
- [21] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXV>
- [22] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXt>
- [23] Dostupn na: <http://skr.rs/zcXI>
- [24] Institut national de santé publique du Québec. [online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXO>
- [26] Cabi Digital Library. [Online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXg>
- [27] Diminić, D. (1997). Istraživanje gljive *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton na borovima u Hrvatskoj. Ph.D. dissertation, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.
- [28] Despot, R., Pohleven, F., & Boh, B. (1996). Prilog poznavanju mehanizma infekcije i truljenja jelove građevne stolarije: disertacija. R. Despot.
- [29] 8 Types of Mold you Should be Concerned About. [Online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXw>
- [30] Microbiology. Growth of aspergillosis *Aspergillus flavus* on jam surface, macro. [Online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXe>
- [31] *Aspergillus* Mold In Your Home. [Online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXE>
- [32] Seifert, K. A. (1993). Graphium anamorphs of *Ophiostoma* species and similar anamorphs of other ascomycetes. *Ceratocystis* and *Ophiostoma*. Taxonomy, ecology, and pathogenicity, 27–41.
- [33] Bruce Watt, University of Maine, Bugwood.org. [Online]. Dostupno na: <http://skr.rs/zcXU>
- [34] Eaton, A.R., Hale, M.D.C. (1993): Wood, decay, pests and protection, *Chapman & Hal*, London, UK, 546 pages;
- [35] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXK>
- [36] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXS>
- [37] Dostupno na: <http://skr.rs/zcX0>
- [38] Despot, R. (1998b). Mechanism of fir wood joinery; Part II: Sequence and intensity of attack of microorganisms, *Drvena industrija* 49 (3) 135–144;
- [39] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXf>
- [40] Schmidt, O. (2007). Indoor wood-decay basidiomycetes: damage, causal fungi, physiology, identification and characterization, prevention and control. *Mycological Progress*, 6, 261–279.

- [41] Schmidt, O. (2006). Wood and Tree Fungi Biology, Damage, Protection, and Use, 978-3-540-32139-2
- [42] Bravery, A. F., Berry, R. W., Carey, J. K., Cooper, D. E., & others. (1987). Recognising wood rot and insect damage in buildings (Vol. 3). Building Research Establishment.
- [43] Paulić, V., Škarica, T., Drvodelić, D., & Oršanić, M. (2022). Prosudba truleži stabala hrasta kitnjaka zvučnim tomografom. Šumarski list, 146, 19–30.
- [44] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXG>
- [45] Dragan, M. K. (1992). Šumska fitopatologija, Šumarski fakultet, Banja Luka.
- [46] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXN>
- [47] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXm>
- [48] Focht, I. (1979). Gljive Jugoslavije, Beograd, 1979.
- [49] Dostupno na: <http://skr.rs/zcX8>
- [50] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXi>
- [51] Habtemariam, S. (2020). Trametes versicolor (Synn. Coriolus versicolor) polysaccharides in cancer therapy: Targets and efficacy. Biomedicines, 8, 135.
- [52] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXc>
- [53] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXX>
- [54] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXk>
- [55] Dostupno na: <http://skr.rs/zcX4>
- [56] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXM>
- [57] Dostupno na: <http://skr.rs/zcX3>
- [58] Dostupno na: <http://skr.rs/zcX7>
- [59] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXn>
- [60] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXs>
- [61] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXa>
- [62] Forest Product Laboratory (2010). Wood handbook—Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 508 p.
- [63] Dostupno na: <http://skr.rs/zcXz>
- [64] Dostupno na: <http://skr.rs/zck6>
- [65] Dostupno na: <http://skr.rs/zckP>
- [66] Mirić, M. (2018). Zaštita drveta: tehničke štetočine drveta-ksilofagni insekti [Wood protection: technical wood pests-xylophagous insects]. [67] <https://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor255.htm>
- [68] Dostupno na: [http://ss-marejkovica-sb.skole.hr/upload/ss-marejkovicab/newsattach/199/OPCI\\_POJMOVI\\_O\\_STETNICIMA\\_BILJA.pdf](http://ss-marejkovica-sb.skole.hr/upload/ss-marejkovicab/newsattach/199/OPCI_POJMOVI_O_STETNICIMA_BILJA.pdf)
- [69] Gennard, D. (2012). Forensic Entomology: An introduction. Second edition. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd; p 1-60

- [70] Matoničkin, I., Habdija I., Primc-Habdija, B. (1999). Beskralješnjaci: Biologija viših avertebrata. Zagreb: Školska knjiga. p 309-471
- [71] Resh, V.H., Cardé. R.T. (2003). Encyclopedia of insects. San Diego: Academic Press.
- [72] Dostupno na: <http://skr.rs/zck5>
- [73] Dostupno na: <http://skr.rs/zck9>
- [74] Dostupno na: <http://skr.rs/zckp>
- [75] Dostupno na: <http://skr.rs/zckA>
- [76] Dostupno na: <http://skr.rs/zckq>
- [77] Dostupno na: <http://skr.rs/zck1>
- [78] Dostupno na: <http://skr.rs/zckW>
- [79] Dostupno na: <http://skr.rs/zckC>
- [80] Dostupno na: <http://skr.rs/zcko>
- [81] White, M. G. (1954). The house longhorn beetle *Hylotrupes bajulus* L.(Col. Cerambycidae) in Great Britain. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 27, 31–40.
- [82] Dostupno na: <http://skr.rs/zckd>
- [83] Dostupno na: [www.kerbtier.de](http://www.kerbtier.de)
- [84] Belhoucine, L., Tarik Bouhraoua, R., Dahane, B., Pujade, J. (2011). Aperçu biologique du *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792)(Coleoptera, Curculionidae: Platypodinae) dans les galeries du bois de chêne-liège (*Quercus suber* L.). *Orsis*, 25, 0105–120.
- [85] Dostupno na: <http://skr.rs/zckJ>
- [86] Dostupno na: <http://skr.rs/zckr>
- [87] Dostupno na: <http://skr.rs/zckj>
- [88] Dostupno na: <http://skr.rs/zckT>
- [89] Hrašovec, B., Franjević M. (2007). Specijalna šumarska entomologija“, Šumarski fakultet u Zagrebu.
- [90] Dostupno na: <https://www.biolib.cz/en/image/id184355/>
- [91] Karbowska-Berent, J., Żołowicz, I., Jabłońska, E. M. (2020). The common deathwatch beetle *Xestobium rufovillosum* (DeGeer, 1774) as a pest for paper in books. *Restaurator. International Journal for the Preservation of Library and Archival Material*, 41, 31–48.
- [92] Dostupno na: <http://skr.rs/zcku>
- [93] Dostupno na: <http://skr.rs/zckb>
- [94] Dostupno na: <http://skr.rs/zckv>
- [95] Dostupno na: <http://skr.rs/zckF>
- [96] Dostupno na: <http://skr.rs/zck2>
- [97] Dostupno na: <http://skr.rs/zckQ>
- [98] Dostupno na: <http://skr.rs/zckH>
- [99] Dostupno na: <http://skr.rs/zckx>

- [100] Dostupno na: <http://skr.rs/zcky>
- [101] Dostupno na: <http://skr.rs/zckZ>
- [102] Dostupno na: <http://skr.rs/zckV>
- [103] Dostupno na: <http://skr.rs/zckt>
- [104] Dostupno na: <http://skr.rs/zckl>
- [105] Dostupno na: <http://skr.rs/zckO>
- [106] Dostupno na: <http://skr.rs/zckg>
- [107] Dostupno na: <http://skr.rs/zckg>
- [108] Dostupno na: <http://skr.rs/zckw>
- [109] Dostupno na: <http://skr.rs/zcke>
- [110] Dostupno na: <http://skr.rs/zckU>
- [111] Dostupno na: <http://skr.rs/zckE>
- [112] Dostupno na: <http://skr.rs/zckK> [113] Dostupno na: <http://skr.rs/zckS>
- [114] Dostupno na: <http://skr.rs/zckO>
- [115] Dostupno na: <http://skr.rs/zckf>
- [116] Richardson, B. A. (2002). Wood preservation. Routledge. E & FN SPON, London
- [117] Despot, R., Glavaš, M. (1999), *Gleophyllum trabeum* and *Gleophyllum abietinum*, the most frequent brown rot fungi in fir wood joinery, IRG 30<sup>th</sup> Annual Meeting in Rosenheim Germany, IRG/WP 99 – 10319.
- [118] Sandberh, D., Kutnar, A., Karlsson, O., Jones, D. (2021). Wood Modification Technologies Principles, Sustainability, and the Need for Innovation. CRC Press, 9781138491779
- [119] Dostupno na: <http://skr.rs/zckG>
- [120] Kymäläinen, M., S. Hautamäki, K. Lillqvist, K. Segerholm L. Rautkari. (2017). Surface modification of solid wood by charring. Journal of Materials Science. 52(10),1-9.
- [121] Petr Čermák i dr Thermally modified (TM) beech wood: compression properties, fracture toughness and cohesive law in mode II obtained from the three-point end-notched flexure (3ENF) test.
- [122] Dostupno na: <http://skr.rs/zckm> [123] Dostupno na: <http://skr.rs/zcki>
- [124] CEN/TS 15679:2008. Termički modificirano drvo, definicije i karakteristike.
- [125] Thomas, T. (1820). Elementary Principles of Carpentry. 18-20.
- [126] Dostupno na: <http://skr.rs/zck8>
- [127] Dostupno na: <http://skr.rs/zckc>
- [128] Dostupno na: <http://skr.rs/zckX>
- [129] Hill, C. A. (2007). Wood modification: chemical, thermal and other processes. John Wiley & Sons.
- [130] Dostupno na: <http://skr.rs/zckk>
- [131] Dostupno na: <http://skr.rs/zck4>

- [132] Dostupno na: <https://sn.rs/wzuav>
- [133] Dostupno na: <https://sn.rs/a8v93>
- [134] Dostupno na: <https://sn.rs/lv40a>
- [135] Kymäläinen, M., S. Hautamäki, K. Lillqvist, K. Segerholm, L. Rautkari. (2017). Surface modification of solid wood by charring. *Journal of Materials Science*, 52(10).1-9.
- [136] Dostupno na: <https://sn.rs/ao9m9>
- [137] Dostupno na: <https://sn.rs/hyr51>
- [138] Dostupno na: <https://sn.rs/3e0qo>
- [139] Dostupno na: <https://sn.rs/tncsp>
- [140] Dostupno na: <https://sn.rs/ksda9>
- [141] Dostupno na: <http://www.agrosan.hr/crvi/crvi.htm>