

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Klemen KRK

**VPLIV ŠIRINE BRANIK KOSTANJEVINE NA ODPORNOST PROTI  
GLIVAM RAZKROJEVALKAM**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij -1. stopnje

**INFLUENCE OF GROWTH RING-WIDTHS ON CHESTNUT  
DURABILITY AGAINST DECAY FUNGI**

B. SC. THESIS

Professional Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomski projekt je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Tehnologije lesa in vlaknatih kompozitov -1. stopnje. Opravljen je bil v laboratorijih Delovne skupine za patologijo in zaščito lesa na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je dne 12. 01. 2012 odobril naslov diplomskega dela in za mentorja določil prof. dr. Miho Humarja, za recenzenta pa prof. dr. Primoža Ovna.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu prek Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Klemen Krk

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK UDK 630\*844.2:630\*811.4
- KG kostanjevine/širina branik/lesne glive/razkroj
- AV KRK, Klemen
- SA HUMAR, Miha (mentor)/OVEN, Primož (recenzent)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
- LI 2016
- IN VPLIV ŠIRINE BRANIK KOSTANJEVINE NA ODPORNOST PROTI GLIVAM RAZKROJEVALKAM
- TD Diplomski projekt (visokošolski strokovni študij -1. stopnje)
- OP VIII, 38 str., 3 pregl., 21 sl., 17 vir.
- IJ sl
- JJ sl/en
- AL Kostanjevino uvrščamo med najbolj naravno odporne slovenske lesne vrste. Želeli smo raziskati odpornost jedrovine kostanja na glive razkrojevalke. Pri hrastovem lesu se je izkazalo, da ima širina branik značilen vpliv na odpornost, zato smo se odločili ta fenomen raziskati tudi pri jedrovini kostanja. Izdelali smo vzorce kostanjevine iz lesa z različno širokimi branikami in jih izpostavili petim glivam razkrojevalkam lesa: *Gloeophyllum trabeum*, *Antrodia vaillanti*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor* in *Stereum hirsutum*. Glivam smo izpostavili tudi kontrolne vzorce smreke in bukve. Izgubo mase smo določili gravimetrično, po šestnajstih tednih izpostavitve. Ugotovili smo, da na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam lesa širina branike kostanjevine ne vpliva. Vsi preizkušanci so imeli izgubo mase zaradi delovanja gliv nižjo od 5 %, kar uvršča les med zelo odporne lesne vrste.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Dv1
- DC UDC 630\*844.2:630\*811.4
- CX chestnut/ring-width/wood fungi/deacay
- AU KRK, Klemen
- AA HUMAR, Miha (supervisor)/OVEN, Primož (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
- PY 2016
- TY INFLUENCE OF GROWTH RING-WIDTHS ON CHESTNUT DURABILITY AGAINST DECAY FUNGI
- DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
- NO VIII, 38 p., 3 tab., 21 fig., 17 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB The chestnut is ranked among the most naturally durable woodspecies in Slovenia. Our aim was to determine the durability of the chestnut's heartwood to wood decay fungi. In previos studies on oak wood it has been proven that width effect durability of wood. Hence, we decided to analyse this phenomenon in the heartwood of the chestnut as well. Samples made of chestnut wood with various rings widths were exposed to five wood decay fungi, namely: *Gloeophyllum trabeum*, *Antrodia vaillant*, *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor* and *Stereum hirsutum*. In parallel control samples made of spruce and beech wood were exposed to fungi as well. Mass loss was determined gravimetrically after sixteen weeks of exposure. The results showed that the natural durability against wood decay fungi is not affected by the ring chestnut heartwood. Mass loss of the all investigated sweet chestnut wood species was lower than 5 %, which ranks this wood among the durable wood species.

## KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 CILJ RAZISKOVANJA.....	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE .....	1
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>2</b>
2.1 LES .....	2
2.2 NARAVNA ODPORNOST IN TRAJNOST LESA .....	2
2.3 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA .....	4
<b>2.3.1 Biotični dejavniki.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.2 Abiotični dejavniki razkroja lesa .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.3 Lesni insekti .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3.4 Lesne glive .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.5 Bela trohnoba.....</b>	<b>7</b>
<b>2.3.6 Rjava trohnoba .....</b>	<b>8</b>
2.4 LESNE GLIVE.....	9
<b>2.4.1 Glive rjave trohnobe.....</b>	<b>9</b>
2.4.1.1 Navadna tramovka ( <i>Gloeophyllum trabeum</i> ) .....	9
2.4.1.2 Bela hišna goba ( <i>Antrodia vaillantii</i> ) .....	10
<b>2.4.2 Glive bele trohnobe.....</b>	<b>11</b>
2.4.2.1 Pisana ploskocevkica ( <i>Trametes versicolor</i> ) .....	11
2.4.2.2 Dlakava slojevka ( <i>Stereum hirsutum</i> ).....	12
2.4.2.3 Zimski ostrigar ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	13
2.5 LES PRAVEGA KOSTANJA .....	14
<b>2.5.1 Opis drevesa .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5.2 Opis lesa.....</b>	<b>14</b>

<b>2.5.3 Lastnosti</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.4 Predelava in obdelava</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.5 Napake</b> .....	<b>15</b>
<b>2.5.6 Raba kostanjevega lesa</b> .....	<b>16</b>
<b>3 MATERIALI IN METODE</b> .....	<b>17</b>
3.1 MATERIALI .....	17
<b>3.1.1 Vzorci</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1.2 Lesne glive</b> .....	<b>17</b>
3.2 METODE .....	18
<b>3.2.1 Izdelava in priprava vzorcev</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.2 Priprava hranilnega medija</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.3 Sterilizacija in inokulacija</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2.4 Izpostavitev vzorcev</b> .....	<b>21</b>
3.3 DOLOČITEV GOSTOTE, VLAŽNOSTI IN IZGUBE MASE.....	22
<b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA</b> .....	<b>24</b>
4.1 VPLIV ŠIRINE BRANIKE NA GOSTOTO .....	24
4.2 VLAŽNOST VZORCEV PO IZPOSTAVITVI GLIVAM.....	25
4.3 IZGUBA MASE VZORCEV PO IZPOSTAVITVI GLIVAM.....	27
<b>5 SKLEPI</b> .....	<b>33</b>
<b>6 POVZETEK</b> .....	<b>34</b>
<b>7 VIRI</b> .....	<b>35</b>
<b>ZAHVALA</b> .....	<b>38</b>

## KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Videz lesa, ki so ga razkrojile glive, povzročiteljice bele trohnobe.....	7
Slika 2: Videz lesa, ki so ga razkrojile glive, povzročiteljice rjave trohnobe .....	8
Slika 3: Navadna tramovka ( <i>Gloeophyllum trabeum</i> ). Foto: M. Humar.....	10
Slika 4: Bela hišna goba ( <i>Antrodia vaillanti</i> ) in njeni značilni beli rizomorfi. Foto: M. Humar .....	10
Slika 5: Trosnjaki pisane ploskocevke ( <i>Trametes versicolor</i> ). Foto: M. Humar .....	11
Slika 6: Dlakava slojevka ( <i>Stereum hirsutum</i> ). Foto: M. Humar .....	12
Slika 7: Zimski ostrigar ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ). Foto: M. Humar .....	13
Slika 8: Vzorci kostanja, bukve in smreke pred izpostavitvijo glivam .....	17
Slika 9: Sušilnik Kambič .....	19
Slika 10: Kuhalnik (levo), hranilno gojišče v kozarčku (desno). Foto: J. Klinc .....	19
Slika 11: Hranilno gojišče (levo), avtoklav (desno) .....	20
Slika 12: Micelij izbranih gliv (levo). Foto: J. Klinc; laminarij (desno). Foto: M. Humar. ....	20
Slika 13: Vzorci v klimatizirani komori .....	21
Slika 14: Vzorci po 16 tednih v komori (levo), elektronska tehtnica SARTORIUS (desno) .....	22
Slika 15: Vpliv širine branike kostanjevine na gostoto lesa.....	24
Slika 16: Povprečna vlažnost vzorcev lesa in standardni odklon po izpostavitvi glivam razkrojevalkam .....	26
Slika 17: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi navadna tramovka ( <i>Gloeophyllum trabeum</i> ) .....	28
Slika 18: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi bela hišna goba ( <i>Antrodia vaillanti</i> ) .....	29
Slika 19: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi zimski ostrigar ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ).....	30
Slika 20: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi pisana ploskocevka ( <i>Trametes versicolor</i> ) .....	31
Slika 21: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi dlakava slojevka ( <i>Stereum hirsutum</i> ).....	32

## KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečno število branik/cm .....	18
Preglednica 2: Uporabljene lesne glive .....	21
Preglednica 3: Povprečne vlažnosti vzorcev po izpostavitvi glivam .....	25



## 1 UVOD

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Uporaba lesa v gradbene in konstrukcijske namene vse bolj narašča. Veliko lesa se uporabi tudi na prostem, kjer je izpostavljen biotskim dejavnikom razgradnje. Zaradi naraščajoče okoljske zavesti se kupci izogibajo uporabi biocidov in tropskih lesnih vrst, zato vedno bolj pridobivajo na pomenu domače, naravno odporne lesne vrste. Ena izmed najodpornejših domačih lesnih vrst je kostanjevina. Znano je, da ima na naravno odpornost hrastovine velik vpliv širina branik. V okviru te naloge želimo osvetliti ta fenomen tudi pri lesu kostanjevine. Ta problem je zanimiv tako s praktičnega, kot tudi znanstvenega vidika.

### 1.2 CILJ RAZISKOVANJA

Kostanjevina (*Castanea sativa* Mill.) velja za eno najodpornejših avtohtonih drevesnih vrst v Evropi. Zato želimo določiti povezavo med širino branik kostanjevine in naravno odpornostjo proti glivam razkrojevalkam lesa.

### 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Pričakujemo, da bo kostanjevina z ožjimi branikami manj odporna na delovanje gliv razkrojevalk kot kostanjevina s širokimi branikami.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 LES

Les je olesenelo, bolj ali manj odporno tkivo rastlin (dreves in grmov), ki nastaja v času sekundarne rasti z delitvijo celic v kambiju. Kambij tvori navznoter celice lesa, navzven pa celice skorje. Običajno proizvede več celic lesa kot skorje, kar je jasno razvidno iz prerezov debel.

Lesno tkivo sestavljajo različne vrste celic, ki imajo v živem drevesu prevajalno, mehansko in skladiščno funkcijo. Za evolucijsko bolj razvite lesne vrste je značilna višja stopnja diferenciacije, manj razvite vrste pa imajo preprostejšo anatomsko zgradbo.

Na prirastne značilnosti vplivajo pogoji rasti, vrojene lastnosti drevesne vrste, kakovost rastišča, vrsta in sestava tal, socialni status, preskrba z vodo, klimatske razmere, količina padavin, temperatura, osončenost ... Na hitrost priraščanja pomembno vplivata vodnatost in sestava tal. Hitrejše priraščanje nadzemnega dela in večja širina branike je značilna za tla z bogatimi hranilnimi snovmi in veliko dostopne sladke vode (Gorišek, 2009).

### 2.2 NARAVNA ODPORNOST IN TRAJNOST LESA

Naravna odpornost lesa je lastnost, ki jo ima les v naravnem zdravem stanju in označuje dovzetnost za škodljivce (SIST EN 350-1 1995). Načeloma se odpornost na lesne glive in insekte razlikuje.

Izraz naravna odpornost je pravilen za nezaščiten les, medtem ko za zaščiten ali modificiran les uporabljamo izraz odpornost lesa. Življenjska doba lesa je obdobje v katerem les opravlja svojo funkcijo. Ločimo estetsko in funkcionalno življenjsko dobo. Pogosto lesene izdelke zamenjamo, ker nam niso več všeč, kljub temu, da še vedno opravljajo svojo funkcijo. Na primer, vrtno garnituro zamenjamo, ker je posivela, kljub temu, da je les še povsem zdrav.

V Sloveniji se uporablja tudi izraz trajnost lesa, ki je definiran kot obdobje, v katerem les ohrani vse svoje naravne lastnosti in je odvisen od (naravne) odpornosti lesa ter od mesta in načina vgradnje (Pohleven, 2008).

Odpornost določa življenjsko dobo lesa, ki je odvisna od kemijske in fizikalne sestave nezaščitenega lesa. Življenjsko dobo lahko podaljšamo z modifikacijo ali z biocidnimi proizvodi ter z načinom in mestom vgradnje. Les je naraven material, ki med pridobivanjem, predelavo in obdelavo v manjši meri obremenjuje okolje. Tudi zaradi tega je biocidna zaščita lesa čedalje bolj nezaželjena. Na podlagi tega dobivajo na pomenu drevesne vrste, ki spadajo med naravno odpornejše vrste.

Glavni razlog za naravno odpornost posamezne lesne vrste so biološko aktivni ekstraktivi v jedrovini. Ekstraktivne snovi se nahajajo v stenah ali lumnih celic in predstavljajo zelo širok spekter kemičnih spojin. Te spojine prispevajo k značilnemu vonju lesa, povečujejo njegovo odpornost proti glivam in insektom. Lahko pa tudi vplivajo na gostoto, trdoto in trdnost lesa. Najvažnejši so polifenoli, ki vključujejo tanine, anticianine, flavone, katehine, lignine itd. Pogosto se pojavljajo še maščobe, maščobne kisline, voski in hlapljivi ogljikovodiki (Čufar, 2006).

Poleg ekstraktivov, ki so najpomembnejši dejavnik naravne odpornosti, na odpornost vplivajo še drugi dejavniki. Vsebnost dušika igra pomembno vlogo v lesu, saj glive in insekti potrebujejo dušik za sintezo aminokislin in hitina. Higrofobnost je odvisna od snovi odloženih v lumnih celic. Te snovi so tile, gumozni depoziti, smole. Tile zmanjšujejo mobilnost vode v lesu, posledica tega je zmanjšanje spiranja ekstraktivov iz celic in lumnov. Pri afriških drevesnih vrstah imajo isti učinek gumozni depoziti. Pri lesu iglavcev ima največji vpliv aspiracija pikenj. Zaradi teh dejavnikov se v lesu zmanjša tudi difuznost. Vsi ti dejavniki pa niso ugodni za ravnovesje med zrakom in vodo, ki je za rast gliv nujno potrebno. V splošnem lahko zaključimo, da na odpornost lesa poleg vsebnosti ekstraktivov vpliva še anatomsko zgradba. Teže, ko se les navlaži, bolj je odporen na glivni razkroj.

Za hrast je znano, da s širino branike narašča gostota, s širino branik pa ne narašča samo gostota ampak tudi naravna odpornost lesa (Fabčič, 2008). V nasprotju z lesom iglavcev tako počasi rastoč hrast ni zaželen, saj ima bistveno slabše lastnosti, kot hitro rastoči les hrasta.

## 2.3 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA

Na razkroj lesa vplivajo različni dejavniki biotične (žive) in abiotične (nežive) narave. Ti dejavniki pa so med seboj povezani, eni pripravijo pogoje za druge. Najpomembnejši biotični lesni škodljivci so glive, insekti in bakterije. Navadno je delovanje gliv bistveno hitrejše od delovanja insektov. Glive še posebej pogosto razkrajajo les na prostem in tam kjer je vlažnost lesa povišana. Izjema pri insektih so termiti, termiti lahko podobno kot glive povzročijo hiter propad lesa.

### 2.3.1 Biotični dejavniki

Sem spadajo glive, insekti, bakterije, morski škodljivci, ptice, sesalci in človek. Ti dejavniki so pomembnejši od abiotičnih, ker povzročajo hitrejši in intenzivnejši razkroj. Zaradi poteka poškodb v notranjosti so te velikokrat nevidne, opazne šele, ko se pojavijo na periferiji. Povzročajo hitre tehnološke in mehanske spremembe lesa. Značilna je sukcesija organizmov (eni pripravijo pogoje za druge).

### 2.3.2 Abiotični dejavniki razkroja lesa

Sem spadajo dež, sneg, veter, mraz, atmosferska električna, visoka temperatura, mehanske sile, kemikalije, korozija in UV-sončna svetloba. Ti dejavniki relativno počasi delujejo na mehanske in fizikalne lastnosti lesa. Največji abiotičen uničevalec lesa pri nas in v svetu je ogenj, ki še vedno uniči velike količine lesa. Na prostem lahko les hitro propade tudi v primeru, ko je izpostavljen peščenim viharjem. V tem primeru se na lesu pojavijo značilni pasovi ranega in kasnega lesa.

### 2.3.3 Lesni insekti

Lesni insekti so škodljivci lesa, ki živijo v lesu in se z njim hranijo. S tem pa znižujejo mehanske lastnosti, kakovost in vrednost lesa. Po drugi strani pa je delovanje lesnih insektov v naravi zaželeno, saj pospešujejo kroženje snovi v naravi. Nekateri lesni insekti so tako tudi zaščiteni.

Z dobrim poznavanjem njihovih bioekoloških značilnosti lahko preprečimo ali zatremo njihovo naselitev (Pečenko, 1987).

Ksilofagne insekte delimo po različnih merilih:

- po stanju lesa in vsebini vlage v lesu,
- po debelini materiala in globini prodiranja,
- po izvoru.

Glede na kakovost in vlažnost lesa, ki omogočata življenje in razvoj posameznim vrstam žuželk, delimo ksilofagne insekte na:

- primarne (napadajo zdrava drevesa),
- sekundarne (napadajo fiziološko oslabela drevesa),
- terciarne (napadajo zračno suh les),
- kvartarne (napadajo natrohnel ali strohnel les) (Kervina-Hamović, 1989).

### 2.3.4 Lesne glive

Glive tvorijo samostojno kraljestvo in se značilno ločijo od rastlin, bakterij in živali. Preživljajo se lahko kot zajedalke (paraziti), lahko živijo v simbiozi z rastlinami ali mahovi (mikoriza) ali pa na račun odmrlih organizmov kot razkrojevalke (saprofiti). Človek pa želi preprečiti razkroj kakovostnega in vgrajenega lesa. Z dobrim prepoznavanjem razvoja, rasti in metabolizma gliv lahko preprečimo njihovo naselitev na lesu in zaustavimo trohnenje napadenega lesa (Pečenko, 1987).

Goba je sestavljena iz dveh delov prehranjevalnega in razmnoževalnega. Prehranjevalni ali vegetativni del sestavljajo hife, ki neprestano rastejo in prodirajo v podlago, jo razkrajajo in iz nje črpajo hranljive snovi. Na ta način se glive širijo iz okuženega na zdrav les. Preplet hif tvori podgobje ali micelij. Razmnoževalni ali reproduktivni del predstavljata bet in klobuk, ki zraste iz podgobja. Na spodnjem delu klobuka je trosnjak (karprofor, plodišče). Njegov sestavni del so trosovnice, v katerih se razvijejo trosi (spore), s katerimi se gliva razširja. Ko trosi dozori, se sprostijo v ozračje. Gliva se lahko širi tudi na poseben način, s tako imenovanimi rizomorfi. Ti predstavljajo splet več hif v debelejše niti, podobne koreninam. Te se širijo skozi zemljo, opeko, malto ... S pomočjo rizomorfov se lahko glive širijo na večje razdalje. To je še posebej značilno za štorovke, sivo hišno gobo in kletno gobo.

Za obstoj in razvoj gliv so zelo pomembni nekateri okoljski dejavniki kot so hrana, vlažnost lesa, temperatura, kisik, svetloba, ustrezna vrednost pH ... Za normalen razvoj in delovanje glive morajo biti ti dejavniki čim bolj optimalni (Kervina-Hamović, 1989). Z vplivanjem na te dejavnike lahko tudi upočasnimo razkroj in na ta način zaščitimo les.

Glive lahko delimo v več skupin. V nadaljevanju je opisana delitev na podlagi barve razkrojenega lesa, ki se v praksi najpogosteje uporablja.

### 2.3.5 Bela trohnoba

Za belo trohnobo je značilno, da glive razkrajajo predvsem lignin, zato postaja les vse bolj svetel, skoraj bel (Slika 1). Prepoznamo jo po temnih črtah, ki ločujejo območja različnih stopenj razkroja lesa. Temu pojavu pravimo tudi piravost. Lesu se zmanjšajo upogibna trdnost, tlačna trdnost, udarna žilavost; povečuje pa se mu sposobnost vpijanja vode. Pojavijo se tudi manjše spremembe dimenzij, vendar pri tem ohranja svojo obliko. Les se prelomi že pri majhni obremenitvi in ga za konstrukcijske namene ne smemo uporabiti. Prelom je izrazito kratkovlaknat. V zadnji fazi se les vlaknasto cepi, zato tudi alternativno ime vlaknasta trohnoba. Ta vrsta trohnobe je značilna predvsem za les listavcev, čeprav se pojavi tudi na lesu iglavcev. Najpogostejše glive, ki povzročajo belo trohnobo, so kresilna goba (*Fomes fomentarius*), pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*), kosmata ploskocevka (*Trametes hirsuta*), dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*), škrlatnordeča slojevka (*Chondrostereum purpureum*), pahljačica (*Schizophyllum commune*), štorovka (*Armillaria mellea*), ostrigar (*Pleurotus ostreatus*) ...



Slika 1: Videz lesa, ki so ga razkrojile glive, povzročiteljice bele trohnobe

### 2.3.6 Rjava trohnoba

Glive, ki povzročajo rjavo trohnobo, imenujemo prave razkrojevalke lesa in spadajo v pododdelek Basidiomycota. Te glive razgrajujejo v lesu predvsem celulozo in hemicelulozo. Les postaja vedno bolj temnejši, kasneje temno rjave barve (Slika 2). Vzrok sta razkrojena celuloza in oksidiran lignin. Zaradi depolimerizacije celuloze začne les pokati vzdolžno in prečno glede na vlakna, v obliki prizem, zato to trohnobo imenujemo tudi prizmatična trohnoba. Les postaja vse bolj drobljiv, zmanjšajo se mu upogibna, natezna in udarna žilavost. Rjava trohnoba je značilna predvsem za les iglavcev. Najpogostejše glive, ki povzročajo rjavo trohnobo so: siva hišna goba (*Serpula lacrymans*), kletna goba (*Coniophora puteana*), bele hišne gobe (*Antrodia sp.*), navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*), hrastova labirintnica (*Deadalea quercina*), brezova goba (*Piptoporus betulinus*) ...



Slika 2: Videz lesa, ki so ga razkrojile glive, povzročiteljice rjave trohnobe



## 2.4 LESNE GLIVE

### 2.4.1 Glive rjave trohnobe

#### 2.4.1.1 Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*)

Tramovke spadajo med najbolj kozmopolitanske glive. Najpogosteje se pojavljajo na skladiščih, vrtnem pohištvu, ograjah, telekomunikacijskih drogovih, ostrejših, mostovih, lesenih plovilih ... Tramovka ima najraje les, kjer zastaja ali zamaka voda. Takšne izdelke lahko naravno zaščitimo z ustrežno konstrukcijsko izvedbo. Včasih jo lahko najdemo tudi na fiziološko oslabeledih drevesih. Pojavnost tramovke je v večini primerov odvisna od drevesne vrste; hojeva razkraja smreko in jelko, sivo rjava borovino, navadna pa tako listavce kot tudi iglavce.

Tramovka povzroča rjavo trohno. Za to glivo je značilno, da les razkraja iz notranjosti proti periferiji. Ko opazimo iz razpok izrasla plodišča, je za ukrepanje že prepozno (Slika 3). Kadar les okuži gliva v vlažnem in temnem prostoru, se na površini lesa pojavi rumenkasto rjav, gost, puhast micelij, ki se zelo težko loči od lesa. Rjavi klobuki večinoma zrastejo iz razpok in so žilavi ter prožni.

Optimalna temperatura za rast je med 26 °C in 35 °C, minimalna pa 5 °C. Optimalna vlažnost lesa je med 40 % in 60 %. Tramovki najbolj ustreza vlaga, ujeta v les, s katerega ne more hitro izhlapeti. V to skupino sodi les, premazan z debeloslojnimi premazi na prostem. Če jo želimo uničiti s segrevanjem, moramo les izpostaviti za dve uri temperaturi 97 °C (Humar, 2008).



Slika 3: Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*). Foto: M. Humar

#### 2.4.1.2 Bela hišna goba (*Antrodia vaillanti*)

Bela hišna goba je tipični predstavnik rjave trohnobe. Najdemo jo v kletih, rudnikih in drugih zelo vlažnih okoljih. Pojavlja se tudi na skladiščih in v gozdovih na podzemnih delih hlodovine (Slika 4).

Bela hišna goba pogosteje okužuje les iglavcev, še posebej, če se na lesu nabira kondenzirana voda. Največkrat jo prepoznamo po belih prožnih rizomorfih tudi takrat, ko gliva že odmre. Gliva med razkrojem močno zakisa les. Trosnjake te glive je le redko opaziti.

Optimalna temperatura za rast je med 26 °C in 27 °C, glivi ustreza vlažnost lesa med 35 % do 45 %. Razkraja le vlažen les, lahko pa preživi večletna sušna obdobja, zato jo s sušenjem težko uničimo. Za to glivo je značilna visoka toleranca na bakrove pripravke. Ker bakrovi pripravki sodijo med najbolj razširjene biocidne proizvode, je ta podatek zaskrbljujoč (Humar, 2008).



Slika 4: Bela hišna goba (*Antrodia vaillanti*) in njeni značilni beli rizomorfi. Foto: M. Humar

## 2.4.2 Glive bele trohnobe

### 2.4.2.1 Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*)

Pisano ploskocevko najdemo največkrat v listnatih in mešanih gozdovih. Najpogosteje se pojavi na bukvi. Okužuje les, ki je v stiku z zemljo, posekan les in pa oslABLJENA poškodovana drevesa.

Na lesu povzroča značilno belo trohnobo. To pomeni, da razkraja predvsem lignin, kar se vidi v značilni beli barvi strohnelega lesa. Ker je ta gliva zelo pogosta na lesenih izdelkih, je ena izmed standardnih gliv, ki jih uporabljamo za preizkušanje odpornosti lesa in učinkovitosti biocidnih proizvodov.

Pisano ploskocevko prepoznamo po tankih klobukih, ki so usnjato žilave strukture. Klobučki izraščajo v skupkih in so različnih barv od svetlo do temno rjave, okrasto rdeče do sive pa vse do črno modre barve. Barve se spreminjajo koncentrično. Robovi klobučkov so vedno svetlejši, pri mladih gobah celo beli. Iz njihove pisanosti izhaja tudi ime pisana ploskocevka (Slika 5) (Pohleven, 2008).



Slika 5: Trosnjaki pisane ploskocevke (*Trametes versicolor*). Foto: M. Humar

#### 2.4.2.2 Dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*)

Slojevka je tipična saprofitska lesna gliva, zelo pogosta razkrojevka hrastovega lesa. Za to glivo so značilna večletna majhna kožasta plodišča, ki v več gostih slojih kot konzole izraščajo iz lesa.

Zgornja površina plodišča je dlakava z neizrazitimi koncentričnimi pasovi rumeno rjavih do rumeno oranžnih barv. Podobnih barv je tudi trosnjak. Rob klobuka je valovit, trosnjaki se največkrat pojavijo na čelih hlodov ali na lubju (Slika 6). Na hlodih hrasta plodišča največkrat opazimo le na beljavi, kjer na čelu tvorijo venec okoli jedrovine.

Dlakava slojevka povzroča belo trohnobo. Predvsem na beljavi listavcev lahko kasneje okuži tudi jedrovino. Ta gliva razvrednoti veliko hrastovine in bukovine na skladiščih hlodovine. Srečamo jo tudi na izdelkih, ki so v stiku s tlemi, kot so naprimer hrastovi koli, piloti, slabo impregnirani železniški pragovi, telekomunikacijski drogovi ...

Gliva razkraja les le, če njegova vlažnost presega 35 %. Temperatura, ki ji ustreza, je med 10 °C in 35 °C, optimalna temperatura je 25 °C. Občutljiva je tudi na pomanjkanje kisika, zato je ne najdemo v zelo vlažnih okoljih.

S tega vidika lahko les na skladišču zaščitimo s potapljanjem v bazenu, s škropljenjem z vodo ali pa s hitrim razžagovanjem in sušenjem žaganih sortimentov (Humar, 2010).



Slika 6: Dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*). Foto: M. Humar

#### 2.4.2.3 Zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*)

Ta gliva je poznana po več imenih, kot so pozni školjkar, bukov ostrigar, zimski ostrigar ali preprosto le ostrigar. Ime izvira iz klobuka glive, ki je podoben ostrigam; spet drugi menijo, da ime izvira iz okusa gobe, ki je podoben ostrigam. Ta gliva je tipičen saprofit. Najdemo jo predvsem na bukovini in lesu listavcev, zelo redko pa tudi na lesu iglavcev. Na konstrukcijskem lesu navadno ne povzroča škode. Poročajo pa o škodi, ki jo povzroča na ivernih in vezanih ploščah ter ostalih ploščnih kompozitih. Zato to vrsto uporabljajo pri testiranju odpornosti teh plošč proti razkrojevalkam.

Zimski ostrigar povzroča tipično belo trohnobo. Prepoznamo jo po belem usnjatem miceliju. Plodišče sestavljata klobuk in bet. Premer klobuka meri od 5 cm do 15 cm in spominja na školjko. Njegova barva je sivo do rumenkasto rjava. Goba navadno izrašča v šopih. Beti so nameščeni stransko, poševno in so različnih dolžin. Hife v notranjosti lesa so brezbarvne (Slika 7).

Za rast glivi najbolj ustrežata temperatura 27 °C in vlažnost lesa med 60 % in 80 %. Sušnih obdobj ne prenese. Rast izzove temperaturni šok, ko temperatura pade vsaj pod 15 °C, zaradi te lastnosti imenujejo to glivo tudi zimski ostrigar, saj jo v gozdu navadno najdemo pozimi.

Micelij zimskega ostrigarja se lahko uporablja za razstrupljanje zemlje, okužene s pesticidi, odpadnimi olji ali biocidi. Najdemo jo tudi na železniških pragovih, kupih sekancev ... (Humar, 2008).



Slika 7: Zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*). Foto: M. Humar

## 2.5 LES PRAVEGA KOSTANJA

### 2.5.1 Opis drevesa

Domači kostanj (*Castanea sativa* Mill), zraste do 35 m v višino in 3 m v širino. Je listopadno drevo z mogočno krošnjo. Skorja v mladosti je gladka, kasneje se v njej pojavijo globoke, spiralno potekajoče vzdolžne razpoke. Listi so enostavni. Zgoraj temno zeleni in gladki, spodaj svetlejši, jajčasto suličasti. Razporejeni so premenjalno in dolgi od 10 cm do 30 cm. Bočne žile se končujejo z izrazito konico na listnem robu in so utisnjene v listno ploskev. Drevo za rast potrebuje zmerno vlažna, humozna, globoka, rahla, s kalijem bogata peščena tla. Na apnencu raste le kadar je ta prekrit s kisljo prstjo. Ustreza mu veliko toplote in mila zima. Slano slabo prenaša. Spada med ene izmed najbolj kisloljubnih drevesnih vrst (Brus, 2004).

### 2.5.2 Opis lesa

Les domačega kostanja je tipična venčasto porozna vrsta. Ima obarvano jedrovino (črnjavo). Barva jedrovine v svežem stanju je sivorumena, kasneje potemni do svetlo oz. temnorjave barve. Beljava je ozka, umazano bela do rumenkasta. Branike se med seboj ostro ločijo, traheje ranega lesa grobe otiljene. Traheje kasnega lesa so plamenaste na prečnem prerezu in so bistveno manjše od ranega lesa ter tvorijo radialno usmerjena polja. Les ima na tangencialni strani plamenast videz, na radialni površini pa je videz lesa progast. Trakovi so zelo ozki in jih je težko razločiti. Les pogosto zamenjujemo s hrastom dobom in gradnom, vendar se od njiju loči po zelo ozkih trakovih. Zaradi ozkih trakov je les kostanja v nekaterih deželah bolj cenjen kot hrast.

Les je dokaj trd in gost (gostota  $r_0 = 530 \dots 590 \text{ kg/m}^3$ ) (Čufar, 2006).

### **2.5.3 Lastnosti**

Les kostanja pogosto zamenjujemo z lesom hrasta. Jedrovina ni odporna proti insektom. Les kostanja sodi med najbolj odporne lesne vrste v Evropi. Standard ga uvršča v drugi razred odpornosti, med odporne lesne vrste. Kostanjev les se v stiku z vodo in kovinami lahko obarva. Les je biološko aktiven in lahko povzroča dermatitis. Skorja in les vsebujeta do 10 % ekstraktivov (Čufar, 2006). Z izpiranjem dela ekstraktivov se odpornost jedrovine kostanjevine bistveno ne zniža. Tudi ekstrahirana jedrovina je dobro odporna proti glivam, neekstrahirana pa povsem odporna (izguba mase okoli 1 %) (Krapež, 2011). Ta podatek nakazuje, da poleg ekstraktivov na odpornost lesa vplivajo še druge lesne komponente in anatomska zgradba.

### **2.5.4 Predelava in obdelava**

Les se površinsko dobro obdeluje in lepi. Pri sušenju je malo nagnjen k zvijanju, suši se dobro, a počasi. Dobro se brusi, vrta, rezka, žaga, skoblja in reže v furnir (Čufar, 2006).

### **2.5.5 Napake**

Pogoste napake, ki se pojavijo na lesu, so nepopolna ojedritev, razpoke zaradi zmrzali, kolesivost, necentričnost, zvitost, rovi insektov, okužbe z glivami, oksidativno obarvanje (Čufar, 2006). Zaradi kolesivosti se nekateri kostanja izogibajo.

### **2.5.6 Raba kostanjevega lesa**

Kostanjev les ima široko uporabo. V Sloveniji ga veliko uporabljamo za izdelavo telekomunikacijskih drogov, parketa, za pridobivanje ekstraktivov (tanin) ... Manj primeren je za pridobivanje celuloze in papirja (Čufar, 2006).



### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 MATERIALI

##### 3.1.1 Vzorci

Za raziskavo smo uporabili kostanj različnih širin branik. Izločili smo beljavo in ostale napake. Iz deske smo izžagali orientirane vzorce, homogene strukture brez vidnih napak. Kot primerjavo smo vključili tudi les smreke in bukve. Napravili smo vzorce kostanjevine z ozkimi branikami, z vmesno širino branik in s širokimi branikami, za vsako širino branike po petindvajset vzorcev (Slika 8). Iz smreke in bukve smo izdelali vzorce, katerih širina branik je bila naključna.



Slika 8: Vzorci kostanja, bukve in smreke pred izpostavitvijo glivam

##### 3.1.2 Lesne glive

Vzorci smo izpostavili petim glivam, razkrojevalkam lesa. Glivi, navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*) in bela hišna goba (*Antrodia vaillanti*), ki sta tipični predstavnici rjave trohnobe in pa glivam, zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*), pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*), dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*), ki so tipične predstavnice bele trohnobe. Glive so podrobneje opisane v uvodnih poglavjih in preglednici 2.

## 3.2 METODE

### 3.2.1 Izdelava in priprava vzorcev

Vzorci smo razžagali na krožnem žagalnem stroju, nato pa jih poskobljali na debelinskem skobeljnem stroju na dimenzije:  $1,5 \times 2,5 \times 5,0$  cm.

Vsak vzorec smo oštevilčili:

- od 1 do 25 z ozkimi branikami,
- od 26 do 50 z vmesno širino branik,
- od 51 do 75 s širokimi branikami,
- od 76 do 100 bukev,
- od 101 do 125 smreka.

S štetjem smo določili povprečno število branik/cm, za ozko, vmesno in široko braniko (Preglednica 1). Vzorci bukve in smreke so imeli naključno število branik.

Preglednica 1: Povprečno število branik/cm

Vzorci	Povprečno število branik/cm
kostanj z ozkimi branikami	7
kostanj z vmesno širino branik	5
kostanj s širokimi branikami	2

Sledilo je štiriindvajset urno sušenje v sušilniku ( $T=103 \pm 2$  °C) (Slika 9). Vzorce, v absolutno suhem stanju, smo po štiriindvajsetih urah zložili v eksikator, da so se ohladili in jih stehali na elektronski tehtnici.



Slika 9: Sušilnik Kambič

### 3.2.2 Priprava hranilnega medija

Hranilno gojišče smo pripravili v steklenih kozarčkih z volumnom 350 ml, s kovinskimi pokrovčki. Na pokrovčkih smo izvrtali luknjo, ki je služila za dihanje glive. Luknjo smo zapolnili z vato, ki je preprečevala kontaminacijo glive. Pokrovčke in kozarčke smo oprali z etanolom. Za eksperiment smo pripravili 125 kozarčkov in 125 mrežic, ki smo jih vstavili med hranilni medij in vzorčke.

Kot hranilni medij smo uporabili krompirjev dekstrozni agar. V 900 ml vrele destilirane vode, smo stresli 39 g raztopljenega hranilnega gojišča, vmešanega v 100 ml destilirane vode. Nato smo mešanico segrevali tako dolgo, da je zmes zavrela. Pri kuhanju smo gojišče mešali, da ga nismo prismodili (Slika 10).



Slika 10: Kuhalnik (levo), hranilno gojišče v kozarčku (desno). Foto: J. Klinc

### 3.2.3 Sterilizacija in inokulacija

Vroče hranilno gojišče smo vlili v pripravljene kozarčke, po približno 0,5 dl na kozarček, jih pokrili s pokrovčkom in vstavili v avtoklav. V avtoklav smo vstavili tudi mrežice iz HDPE, ki smo jih kasneje vstavili med hranilni medij in vzorce. Mrežica služi za oporo vzorcu in preprečuje stik s hranilnim gojiščem, s tem pa prepreči pretirano navlaženje vzorcev. Sledilo je avtoklaviranje (120 °C; 20 min; 1,5 bar). Po končani sterilizaciji smo kozarce, mrežice in vso potrebno opremo zložili na delovni pult za 24 ur, da se je hranilni medij ohladil in strdil.



Slika 11: Hranilno gojišče (levo), avtoklav (desno)

V nadaljevanju smo inokulirali micelij izbranih gliv. To je potekalo v laminariju pod sterilnimi pogoji. Ves pribor smo sprti razkuževali v alkoholu in s plamenom. Inokulum izbrane glive smo vstavljali na sredino pripravljenega gojišča, nato smo vstavili plastično mrežico in kozarce zaprli. Kozarce smo nato vstavili v klimatizirano komoro s 25 °C in 85 % zračno vlažnostjo. Takšni pogoji naj bi zagotavljali najboljše pogoje za rast glive.



Slika 12: Micelij izbranih gliv (levo). Foto: J. Klinc; laminarij (desno). Foto: M. Humar

Preglednica 2: Uporabljene lesne glive

GLIVA	SLOVENSKO IME	POREKLO*	IZOLAT	TIP TROHNOBE
<i>Pleurotus ostreatus</i>	zimski ostrigar	ZIM L031	Plo	bela
<i>Trametes versicolor</i>	pisana ploskocevka	ZIM L057	Tv	bela
<i>Stereum hirsutum</i>	dlakava slojevka	ZIM L047	Sth	bela
<i>Gloeophyllum trabeum</i>	navadna tramovka	ZIM L017	Gt2	rjava
<i>Antrodia vaillanti</i>	bela hišna goba	ZIM L037	pv	rjava

Vir: (\*) zbirka industrijskih organizmov, Ljubljana, 1995

### 3.2.4 Izpostavitve vzorcev

Po enem tednu smo vzeli kozarce iz klimatizirane komore in jih vstavili v laminarij. Nato smo v kozarce z glivo vstavili vzorce, ki smo jih predhodno sterilizirali v avtoklavu (120 °C; 20 min; 1,5 bar). V vsak kozarec smo s pinceto vstavili po dva vzorčka. Pinceto smo za vsak vzoreček posebej predhodno razkužili z alkoholom in plamenom. Tako pripravljene kozarčke smo vstavili nazaj v komoro na 16 tedensko izpostavitve glivam.



Slika 13: Vzorci v klimatizirani komori

### 3.3 DOLOČITEV GOSTOTE, VLAŽNOSTI IN IZGUBE MASE

Stehtanim vzorcem v absolutno suhem stanju pred izpostavitvijo glivam smo določili gostoto po enačbi 1:

$$q = \frac{m_0}{V} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad \dots(1)$$

$q$  ... gostota lesa [kg/m<sup>3</sup>]

$m_0$  ... masa vzorca v absolutno suhem stanju pred izpostavitvijo glivi [kg]

$V^*$  ... volumen vzorca [m<sup>3</sup>]

\* volumen je bil za vse vzorce enak ( $0,015 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} = 0,1875 \times 10^{-4} \text{ [m}^3\text{]})$

Po izpostavitvi smo z vzorčkov očistili micelij in jih stehtali. Nato je sledilo 24 urno sušenje v sušilni komori pri ( $T=103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) do absolutno suhega stanja. Po kondicioniranju v eksikatorju smo vzorce ponovno stehtali in po enačbi izračunali vlažnost in izgubo mase vzorcev.



Slika 14: Vzorci po 16 tednih v komori (levo), elektronska tehtnica SARTORIUS (desno)

Vlačnost vzorcev po izpostavitvi glivam smo izračunali po enačbi 2:

$$U = \frac{m_1 - m_s}{m_s} \times 100\% \quad [\%] \quad \dots(2)$$

$U$  ... vlažnost razkrojenega lesa [%]

$m_1$  ... masa vlažnega vzorca po izpostavitvi glivi [g]

$m_s$  ... masa vzorca v absolutno suhem stanju po izpostavitvi glivi [g]

Izgubo mase smo izračunali po enačbi 3:

$$R = \frac{m_0 - m_s}{m_0} \times 100\% \quad [\%] \quad \dots(3)$$

$R$  ... delež razkrojenega lesa [%]

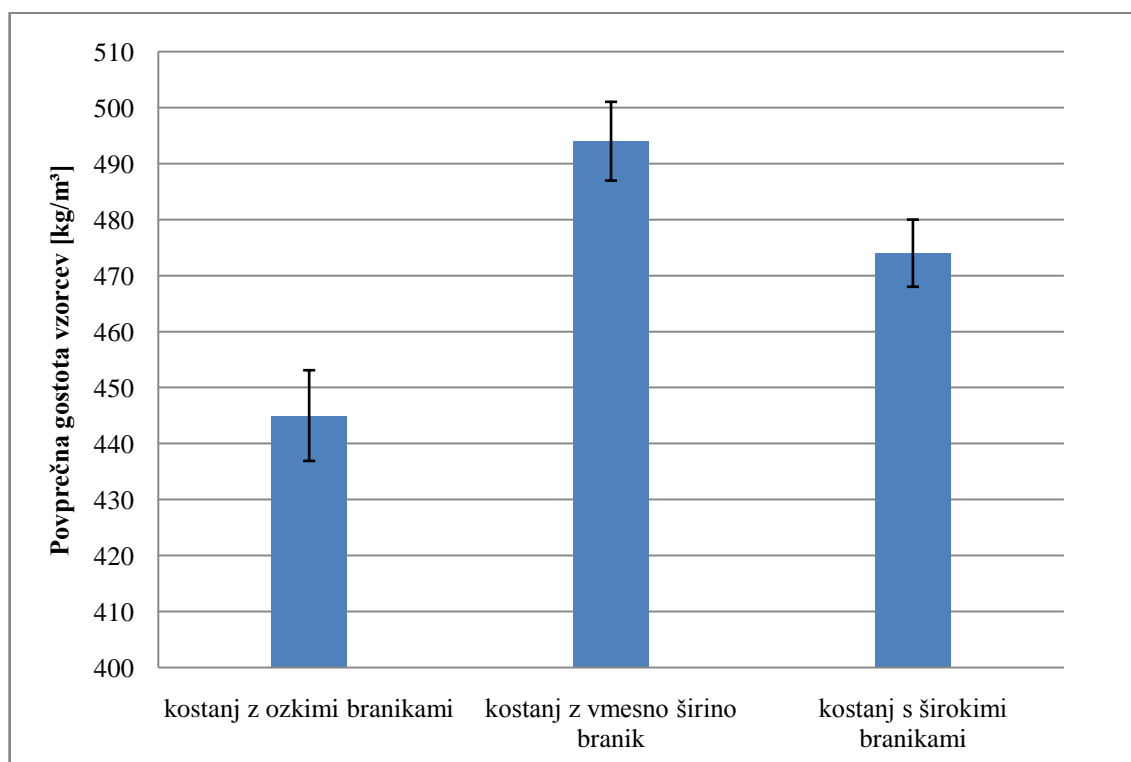
$m_0$  ... masa vzorca v absolutno suhem stanju pred izpostavitvijo glivi [g]

$m_s$  ... masa vzorca v absolutno suhem stanju po izpostavitvi glivi [g]

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V poglavju bomo najprej predstavili podatke, ki prikazujejo vpliv širine branike kostanjevine na gostoto lesa, sledili bodo prikazi, ki predstavljajo vpliv izpostavitve glivam na vlažnost lesa, nazadnje pa vpliv izpostavitve glivam na izgubo mase lesa. Najprej bodo predstavljeni podatki, ki prikazujejo vpliv gliv rjave trohnobe, nato pa podatki o interakcijah gliv bele trohnobe in kostanjevega lesa.

### 4.1 VPLIV ŠIRINE BRANIKE NA GOSTOTO



Slika 15: Vpliv širine branike kostanjevine na gostoto lesa



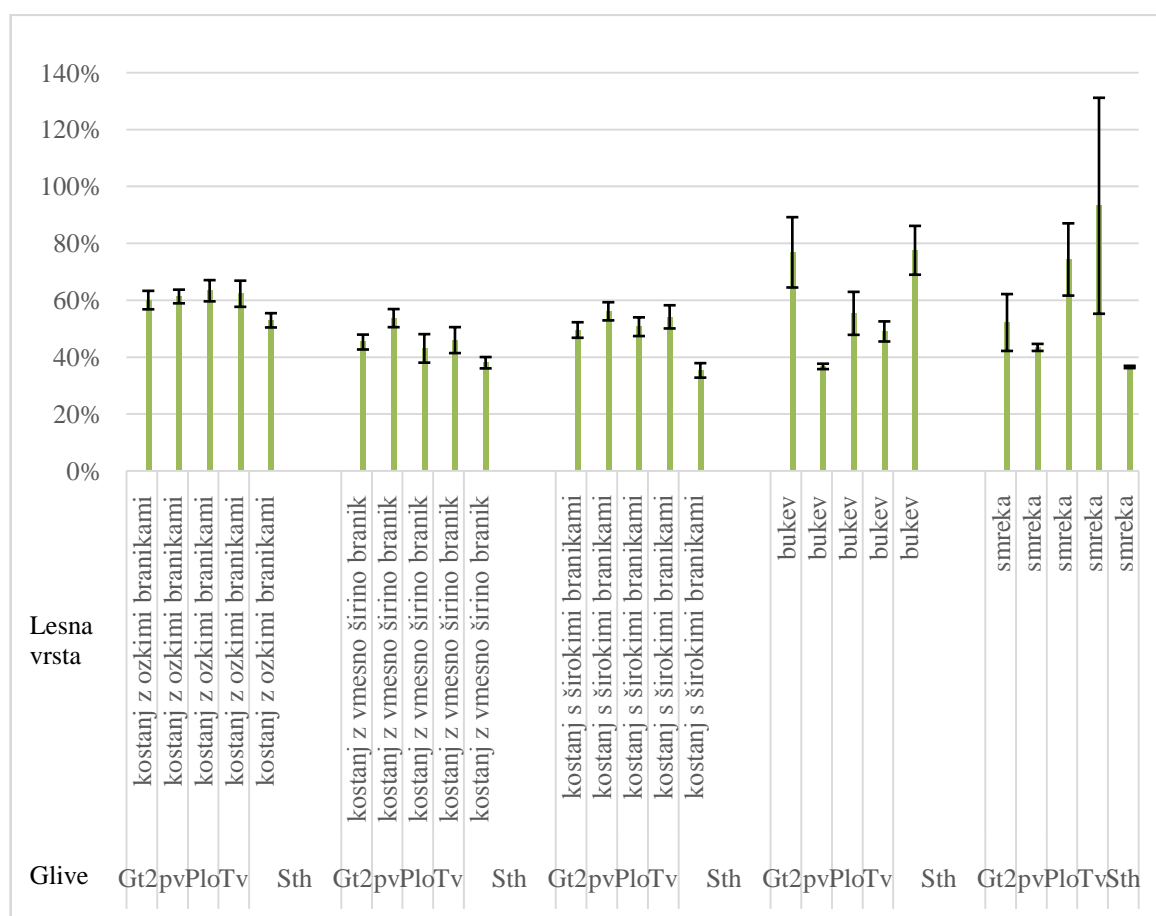
Največjo gostoto smo zabeležili pri vzorcih z vmesno širino branik ( $494 \text{ kg/m}^3$ ), sledijo vzorci s širokimi branikami ( $474 \text{ kg/m}^3$ ), na tretjem mestu pa je kostanj z ozkimi branikami ( $445 \text{ kg/m}^3$ ).

Če primerjamo rezultate ozke branike, z vmesno širokimi in širokimi branikami, lahko rečemo, da gostota s širino branike narašča, kot so to ugotovili pri raziskovanju vpliva širine branik na naravno odpornost pri hrastovini, ki je po lastnostih zelo podobna kostanjevini (Fabčič, 2008). Razlogov za nižjo gostoto vzorcev s širokimi branikami ne znamo pojasniti. Morda so temu vzrok anatomske razlogi, ki bi jih razkrila podrobnejša anatomska analiza.

#### 4.2 VLAŽNOST VZORCEV PO IZPOSTAVITVI GLIVAM

Preglednica 3: Povprečne vlažnosti vzorcev po izpostavitvi glivam

ŠIRINA BRANIKE	navadna tramovka	navadna hišna goba	zimski ostrigar	pisana ploskocevka	dlakava slojevka
kostanj z ozkimi branikami	60,0%	61,3%	63,3%	62,2%	52,9%
kostanj z vmesno širino branik	45,3%	53,7%	43,0%	45,9%	38,0%
kostanj s širokimi branikami	49,5%	56,1%	50,7%	54,1%	35,3%
Bukev	76,8%	36,7%	55,4%	49,0%	77,5%
Smreka	52,1%	43,4%	74,3%	93,2%	36,5%



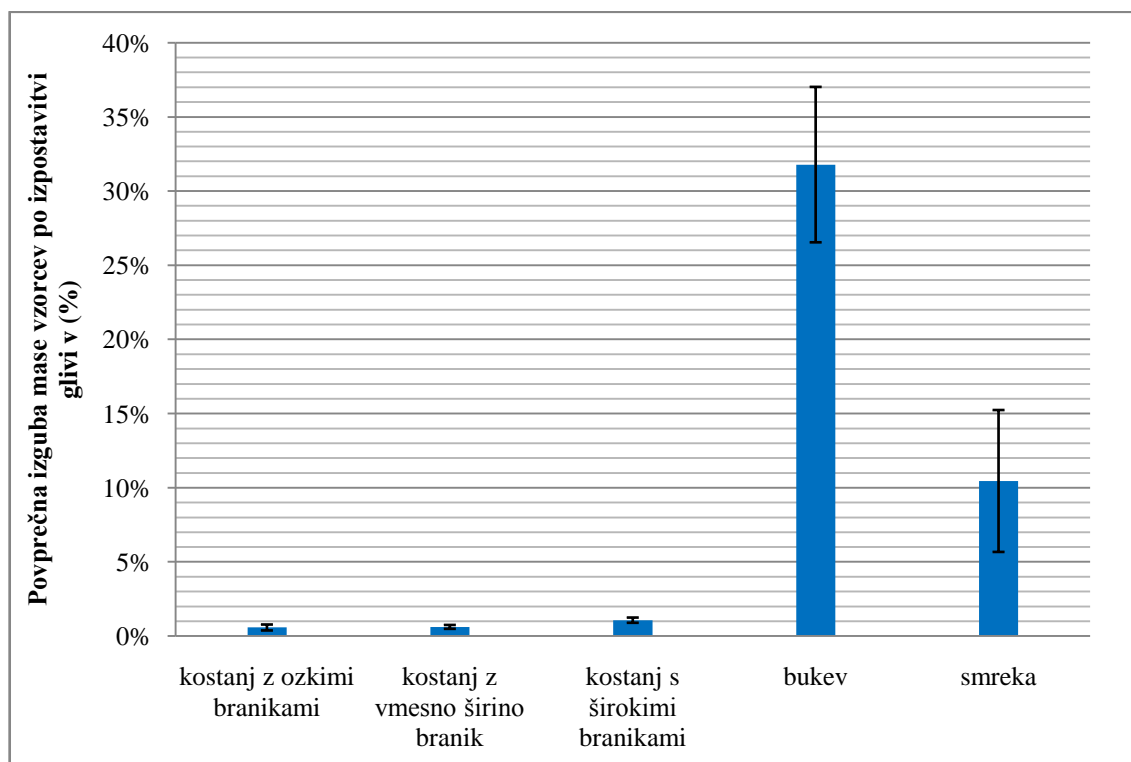
Slika 16: Povprečna vlažnost vzorcev lesa in standardni odklon po izpostavitvi glivam razkrojevalkam

Če primerjamo rezultate o vlažnosti kostanja (Slika 16), opazimo, da je vlažnosti najvišja pri vzorcih z ozkimi branikami, sledijo vzorci s širokimi branikami in nazadnje vzorci z vmesno širino branik. Ti rezultati sovpadajo z gostoto lesa, pri kateri smo ugotovili največjo gostoto pri vzorcih z vmesno širino branik, sledili so vzorci s širokimi branikami, najmanjšo gostoto pa smo zabeležili pri vzorcih z ozkimi branikami (Slika 15). Razlike v vlažnosti kostanja so majhne. Ker je vlažnosti lesa znotraj optimalnega območja, naj te razlike ne bi imele vpliva na glivni razkroj. Po drugi strani je vlažnost lesa smreke in bukve bolj nihala. Vlažnost teh dveh materialov je povezana s fiziologijo uporabljenih gliv in stopnjo razkrojenosti.

### 4.3 IZGUBA MASE VZORCEV PO IZPOSTAVITVI GLIVAM

Pri izpostavitvi vzorcev kostanjevine različnim glivam, predstavnicam bele in rjave trohnobe, smo v raziskavo vključili tudi vzorce bukovine in smrekovine, ki so služili za primerjavo in preverjanje vitalnosti gliv.

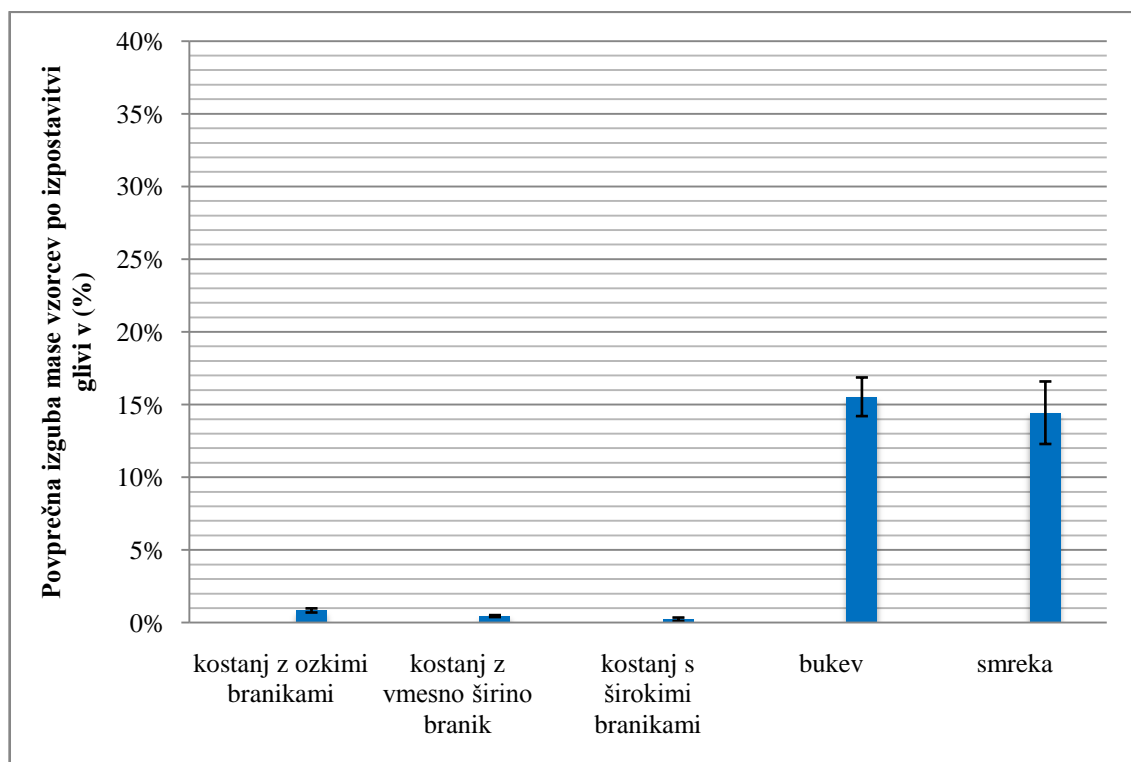
Bukovi vzorci so služili preverjanju vitalnosti gliv povzročiteljic bele ali korozivne trohnobe, smrekovi pa rjave ali prizmatične trohnobe, kot to predpisuje standard SIST EN 113 (2002).



Slika 17: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*)

Pri izpostavitvi vzorcev navadni tramovki (*Gloeophyllum trabeum*) smo izpostavili glivi, poleg vzorcev kostanja tudi vzorce smreke in bukve, ki so služili za preverjanje vitalnosti glive. Iz slike 17 je razvidno, da je bila gliva vitalna, saj se je masa pri bukovih vzorcih v povprečju zmanjšala za 31,8 % pri smrekovih pa za 10,5 %. Zanimivo je, da je ta gliva povzročila intenzivnejši razkroj pri bukvi kot pri smreki, čeprav je značilno za to glivo, da povzroča rjavo trohnobo, ki pa je značilna za iglavce. To nakazuje veliko prilagodljivost te glive. Pri kostanjevih vzorcih smo zabeležili največjo povprečno izgubo mase pri vzorcih s širokimi branikami (2 braniki/cm). Ta je znašala 1,1 %, medtem, ko so vzorci z vmesno širino branik (5 branik/cm) in pa z ozkimi branikami (7 branik/cm) izgubili v povprečju 0,6 % mase.

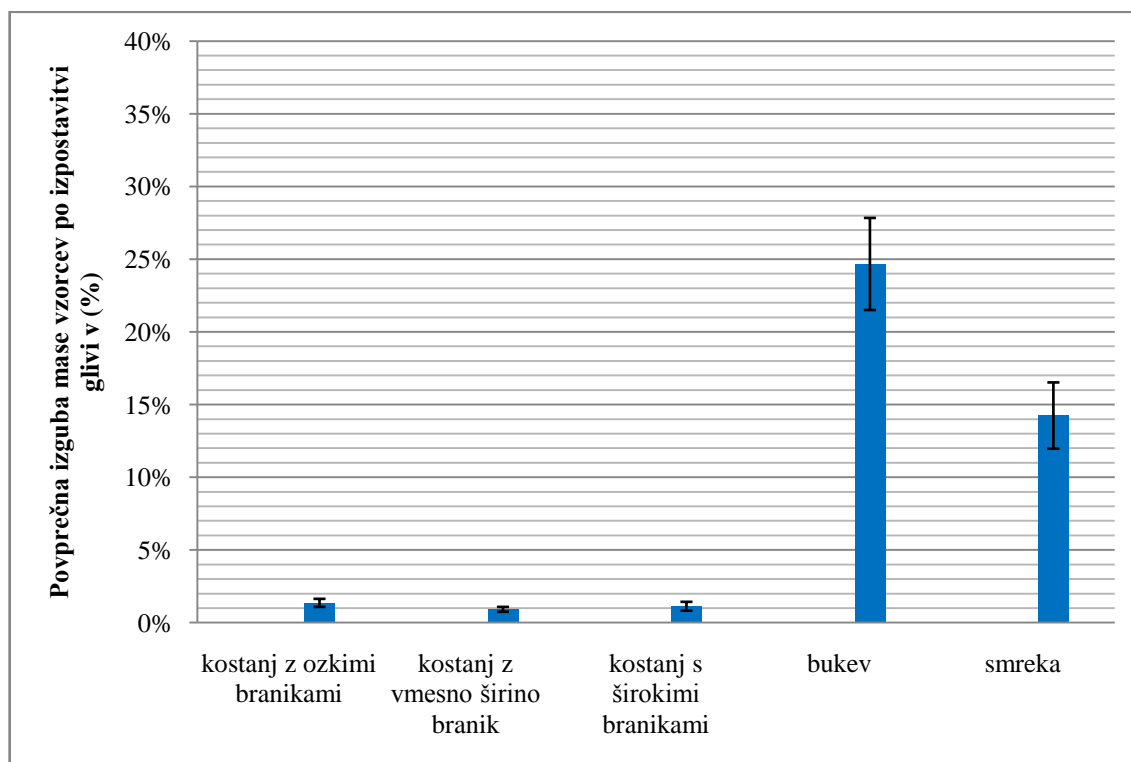
Glede na kriterije standarda SIST EN 113 (2002) gliva navadna tramovka ni razkrajala vzorcev kostanjevine, saj je pri vzorcih z ozkimi branikami, vmesno širino branik in s širokimi branikami povprečna izguba mase manjša od 3 %.



Slika 18: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi bela hišna goba (*Antrodia vaillantii*)

Bela hišna goba (*Antrodia vaillantii*) je tipična predstavnik rjave trohnobe. Ta tip trohnobe je značilen predvsem za iglavce. Iz slike 18 je razvidna velika prilagodljivost te glive, saj je v povprečju razkrojila kar 15,5 % mase bukovih vzorcev, smrekovih pa 14,4 %. Ta izguba mase je manjša od izgube mase, ki jo je povzročila tramovka. To glivo smo v raziskavo vključili predvsem zato, ker se pogosto izkaže na substratih, ki jih druge glive ne razkrajajo, kot je naprimer les, zaščiten z bakrovimi pripravki ali jedrovina bora.

Največjo izgubo mase pri kostanjevih vzorcih opazimo pri vzorcih z ozkimi branikami (7 branik/cm) 0,8 %, sledijo vzorci z vmesno širino branik (5 branik/cm) 0,5 %, najmanjšo izgubo mase smo ugotovili pri vzorcih s širokimi branikami (2 braniki/cm) 0,2 % (Slika 18). Te izgube mase so tako nizke, da jih standard smatra za zanemarljive. Do teh izgub mase je lahko prišlo zaradi difuzije ekstraktivov ali poškodb vzorcev med čiščenjem, tako da ni nujno, da so posledica glivnega delovanja. Tudi pri tej glivi opazimo izgubo mase vzorcev kostanjevine manjšo od 3 %, kar po standardu SIST EN 113 (2002) pomeni, da gliva ni razkrajala testiranih vzorcev kostanjevine.

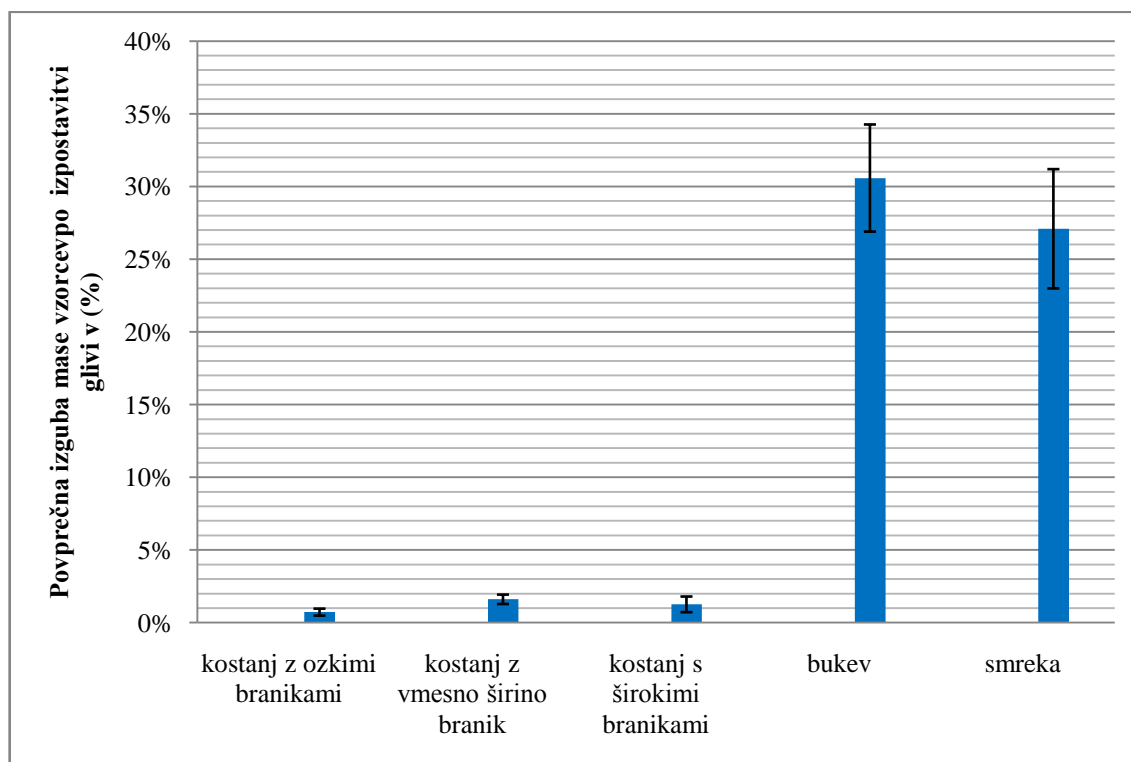


Slika 19: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*)

Zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*) je tipični predstavnik bele ali korozivne trohnobe. Iz slike 19 je razvidno, da je bila gliva vitalna, saj je razkrojila 24,7 % mase bukovih vzorcev in pa 14,2 % mase smrekovih vzorcev. Ta izguba mase je primerljiva z izgubo mase, ki jo je na lesu povzročila navadna tramovka.

Največjo izgubo mase beležimo pri kostanjevih vzorcih z ozkimi branikami (7 branik/cm) 1,4 %, sledijo vzorci s širokimi branikami (2 branik/cm) 1,1 %, najmanjša izguba je opazna pri vzorcih z vmesno širino branik (5 branik/cm) 0,9 %. (Slika 19). Vse te izgube mase pa so bile relativno nizke in kažejo na odlične fungicidne lastnosti kostanjevega lesa.

Po kriteriju standarda SIST EN 113 (2002) zaradi izgube mase vzorcev, manjše od 3 %, gliva zimski ostrigar ni razkrajala vzorcev kostanjevine.

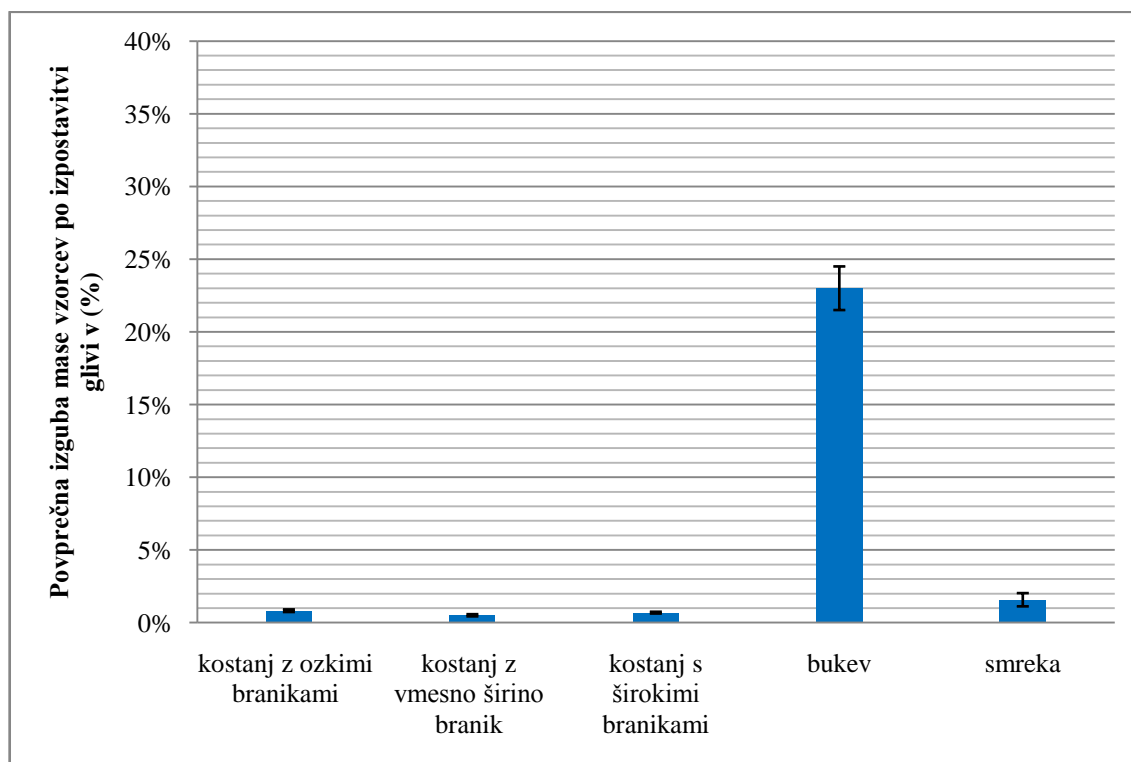


Slika 20: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*)

Pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*) je tipična predstavnik bele trohnobe. To je ena izmed gliv, ki se najpogosteje pojavlja na lesu listavcev, zato jo ponavadi vedno vključujemo v teste določanja odpornosti lesa. Iz slike 20 je razvidno, da je bila gliva vitalna, saj je razkrojila 30,6 % mase bukovih vzorcev in pa 27,1 % mase smrekovih vzorcev.

Največjo izgubo mase beležimo pri vzorcih kostanja z vmesno širino branik (5 branik/cm) 1,6 %, sledijo vzorci s širokimi branikami (2 braniki/cm) 1,3 % in pa vzorci z ozkimi branikami (7 branik/cm) 0,7 %.

Iz slike 20 vidimo, da je gliva pisana ploskocevka povzročila pri kostanjevih vzorcih izgubo mase manjšo od 3 %, kar standard SIST EN 113 (2002) smatra kot zanemarljivo in lahko rečemo, da gliva ni razkrajala vzorcev kostanjevine.



Slika 21: Vpliv širine branike kostanjevine in lesne vrste na povprečno izgubo mase in standardni odklon po izpostavitvi glivi dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*)

Dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*) je tipična predstavnik bele trohnobe, ki je značilna predvsem za listavce in se še posebej pogosto pojavlja na venčasto poroznih lesnih vrstah (predvsem beljavi). Iz slike 21 je razvidno, da je bila ta gliva vitalna, saj je razkrojila največji del mase pri bukovih vzorcih 23 %, pri smrekovih pa 1,6 %. Ker je gliva zelo specializirana za les listavcev, je pričakovano, da ne razkrajata smrekovega lesa.

Največjo izgubo mase pri kostanjevine opazimo pri vzorcih z ozkimi branikami (7 branik/cm) 0,8 %, sledijo vzorci s širokimi branikami (2 branik/cm) 0,7 %, najmanjšo izgubo mase pa opazimo pri vzorcih z vmesno širino branike (5 branik/cm) 0,5 % (Slika 21). Kljub temu, da je dlakava slojevka zelo pogosta razkrojevka hrastovine, pa lesa kostanja ne razkrajata. Ta podatek je pomemben in potrjuje visoko odpornost kostanjevine.

Tudi pri tej glivi lahko zaključimo, da glede na merila standarda SIST EN 113 (2002) gliva dlakava slojevka ni razkrajala vzorcev lesa kostanjevine, saj je povprečna izguba mase vzorcev manjša od 3 %.



## 5 SKLEPI

Z raziskovalnim delom lahko potrdimo naslednje ugotovitve:

Vse glive, ki so jim bili izpostavljeni vzorci, so bile vitalne.

Vsi vzorci, izpostavljeni glivam, so imeli po izpostavitvi vlažnost v optimalnem območju za razkroj lesa.

Nobena izmed petih uporabljenih gliv ni razkrajala vzorcev jedrovine pravega kostanja.

Glede na predstavljene podatke, bi kostanj lahko uvrstili med zelo odporne lesne vrste (1 razred odpornosti).

Širina branike pravega kostanja ne vpliva na naravno odpornost proti izpostavljenim glivam razkrojevalkam lesa.

## 6 POVZETEK

Les, kot surovina iz katere je izdelan izdelek, je velikokrat izpostavljen biotskim in abiotskim dejavnikom razkroja. Najpogosteje pa v kombinaciji obeh. Abiotski pripravijo podlago za biotske odvisno od načina in mesta vgradnje. Zaradi teh dejavnikov les pogosto zaščitimo z biocidnimi proizvodi, ki postajajo čedalje bolj sporni zaradi okoljevarstvenih direktiv in okoljske zavednosti uporabnikov, zato se v praksi namesto impregniranega lesa poslužujemo odpornih drevesnih vrst, ki pa jih ni veliko. Med najbolj odporne drevesne vrste v Evropi spada domači kostanj, zato smo želeli pojasniti, kako na odpornost kostanja vpliva širina branike kostanjevine (*Castanea sativa* Mill.).

Vzorci jedrovine kostanjevine z različnimi širinami branik dimenzij 1,5 cm × 2,5 cm × 5,0 cm in kontrolne vzorce bukovega in smrekovega lesa smo izpostavili delovanju petih gliv. Glivi navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*) in bela hišna goba (*Antrodia vaillanti*) sta povzročiteljici rjave trohnobe. Glive zimski ostrigar (*Pleurotus ostreatus*), pisana ploskocevka (*Trametes versicolor*) in dlakava slojevka (*Stereum hirsutum*) pa povzročajo belo trohnobo. Vzorce smo izpostavili delovanju gliv za šestnajst tednov in jim po izpostavitvi gravimetrično določili vlažnost in izgubo mase.

Ugotovili smo, da širina branike ne vpliva na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam lesa, saj so bile izgube mase zelo nizke in med njimi ni bilo opaziti povezave izgube mase s širino branike. Glede na rezultate bi kostanj lahko uvrstili med zelo odporne lesne vrste.

## 7 VIRI

Benko R., Kervina-Hamović L., Gruden M. 1987. Patologija lesa. Lesna fitopatologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 122 str.

Brus R. 2004. Dendrologija za gozdarje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.

Fabčič B. 2008 Vpliv širine branike hrastovine na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam. Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo: 77 str.

Gorišek Ž. 2009. Les: zgradba in lastnosti: njegova variabilnost in heterogenost. Univerzitetni učbenik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 178 str.

Humar M. 2008. Bela hišna goba-gliva, ki razkraja tudi zaščiten les. Les, 60, 2: 779.

Humar M. 2008. Bukov ostrigar-užitna goba, ki jo lahko gojimo tudi doma. Les, 60, 9: 353.

Humar M. 2010. Dlakava slojevka-ena najpomembnejših razkrojevalk hrastove hlodovine. Les, 62, 1: 32-33.

- Humar M. 2008. Tramovka-najbolj kozmopolitanska lesna gliva. *Les*, 60, 4: 159.
- Kervina-Hamović L. 1989. Patologija lesa. *Lesna entomologija*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 173 str.
- Krapež D. 2011. Vpliv ekstraktivov na naravno odpornost jedrovine kostanjevine (*Castanea sativa* Mill.) Dipl. projekt. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo: 48 str.
- Lesar B., Humar M., Oven P. 2008. Dejavniki naravne odpornosti lesa in njegova trajnost. *Les*, 60, 11-12: 408-414.
- Lesar B., Zupančič M., Pohleven F., Humar M., Oven P. 2010. Vpliv širine branik hrastovine in deleža ekstraktivov na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam lesa. *Les*, 62, 5: 204-209.
- Pečenko G. 1987. Zaščita lesa v praksi. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije: 221 str.
- Pohleven F. 2008. Pisana ploskocevka- najbolj pogosta lesna goba. *Les*, 60, 3: 115.
- SIST EN 350- 1: 1995. Trajnost lesa in lesnih izdelkov- Naravna trajnost masivnega lesa- 1. del: Navodila za osnove preizkušanja in klasifikacijo naravne trajnosti lesa.

SIST EN 113. 2002. Zaščitna sredstva za les- Preskusna metoda za ugotavljanje preventivne učinkovitosti zaščitnih sredstev proti glivam odprtotosnicam- Ugotavljanje toksičnih vrednosti.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Mihi Humarju za pomoč in vodenje pri izdelavi diplomskega projekta.

Za recenzijo diplomskega projekta se zahvaljujem prof. dr. Primožu Ovnu.

Hvala tudi Andreji Žagar in dr. Nejc Thalerju za pomoč pri eksperimentalnem delu diplomskega projekta.

Hvala Andreju Tacerju za pomoč pri grafični izdelavi, sestrični Viktoriji Poznič pri urejanju, ter Lejli Krk za lektoriranje diplomskega projekta.

Hvala tudi puncu Alenki, vsem domačim in vsem, ki ste mi kakor koli pomagali v času študija in pri izdelavi diplomskega projekta. **HVALA!**

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA LESARSTVO

Klemen KRK

**VPLIV ŠIRINE BRANIK KOSTANJEVINE NA  
ODPORNOST PROTI GLIVAM  
RAZKROJEVALKAM**

DIPLOMSKI PROJEKT

Visokošolski strokovni študij -1. stopnje

Ljubljana, 2016