

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Robert SITAR

**VPLIV ŠIRINE BRANIK SMREKOVINE IN
MACESNOVINE
NA DELEŽ EKSTRAKTIVOV IN NARAVNO
ODPORNOST NA GLIVE RAZKROJEVALKE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA LESARSTVO

Robert SITAR

**VPLIV ŠIRINE BRANIK SMREKOVINE IN MACESNOVINE
NA DELEŽ EKSTRAKTIVOV IN NARAVNO ODPORNOST
NA GLIVE RAZKROJEVALKE**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

**INFLUENCE OF RING WIDTHS ON PORTION OF EXTRACTIVES
AND NATURAL DURABILITY OF SPRUCE AND LARCH WOOD
AGAINST WOOD DECAY FUNGI**

GRADUATION THESIS

Higher professional studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija lesarstva. Opravljeno je bilo v Delovni skupini za patologijo in zaščito lesa na Oddelku za lesarstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Senat Oddelka za lesarstvo je za mentorja diplomskega dela imenoval prof. dr. Miha Humarja, za recenzenta pa prof. dr. Primoža Ovena

Mentor: izr. prof. dr. Miha Humar

Recenzent: prof. dr. Primož Oven

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Robert Sitar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 630*841
KG	les/smreka/macesen/širina branik/gostota/lesne glive/razkroj/izguba mase
AV	SITAR, Robert
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	2013
IN	VPLIV ŠIRINE BRANIK SMREKOVINE IN MACESNOVINE NA DELEŽ EKSTRAKTIVOV IN NARAVNO ODPORNOST NA GLIVE RAZKROJEVALKE
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	XII, 56 str., 3 pregl., 27 sl., 17 vir., 1 pril.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Smrekovina in macesnovina spadata med tiste vrste lesa, ki se pri nas v obliki masivnega lesa najpogosteje uporabljajo kot gradbeni, konstrukcijski in stavbni les. Za takšen namen uporabe je poleg mehanskih lastnosti lesa zelo pomembna tudi naravna odpornost lesa. Znano je, da je smrekovina neodporna drevesna vrsta, medtem ko macesnovina spada v razred zmerno odpornih drevesnih vrst. Ker se pri obeh drevesnih vrstah mehanske lastnosti lesa izboljšujejo (povečujejo) z gostoto oz. z ožanjem branik, nas je zanimalo, kakšen vpliv ima pri teh 2 lesnih vrstah širina branik na naravno odpornost lesa in hkrati tudi na delež vsebnosti ekstraktivov, katerim na splošno predpisujemo največji vpliv na naravno odpornost lesa. Te vplive smo ugotavljali v skladu s standardom SIST EN 113. Izdelali smo vzorce lesa smreke in macesna z različnimi širinami branik in jih izpostavili 3 vrstam gliv razkrojevalk. Nekaterim vzorcem lesa smo pred izpostavitvijo 3 glivam razkrojevalkam z ekstrakcijo izločili ekstraktive in tako poskušali določiti delež ekstraktivov za posamezen razred širin branik. Ugotovili smo, da širina branik obeh lesnih vrst nima vpliva na delež ekstraktivov v lesu. Z gravimetrično metodo smo po izpostavitvi glivam razkrojevalkam preučevali vpliv širine branik na naravno odpornost obeh lesnih vrst in ugotovili, da splošnega značilnega vpliva ni.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Vs
DC UDC 630*841
CX spruce wood/larch wood/ring-width/density/wood fungi/decay/extractive components/mass-loss
AU SITAR, Robert
AA HUMAR, Miha (supervisor)/OVEN, Primož (co-advisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina, c. VIII/34
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Wood Science and Technology
PY 2013
TI INFLUENCE OF RING WIDTHS ON PORTION OF EXTRACTIVES AND NATURAL DURABILITY OF SPRUCE AND LARCH WOOD AGAINST WOOD DECAY FUNGI
DT Graduation Thesis (Higher professional studies)
NO XII, 56 p., 3 tab., 27 fig., 17 ref., 1 ann.
LA sl
AL sl/en
AB Spruce and larch wood are wood species which are, in the form of solid wood most frequently used for building, construction so as lumber. Therefore besides the mechanical properties of wood, durability of wood is also very important. It is known that spruce wood is classified as non-durable, while larch wood is classified as moderately durable. Furthermore, at both tree species it is well known that mechanical properties and ring width (density) are correlated. The impact of ring-widths on natural durability of wood and ratio of extractives, which generally provide natural durability of wood, was researched. Therefore, wood samples of spruce and larch with different ring-widths were prepared. Some specimens were extracted prior the exposure to different wood decay fungi (SIST EN 113) to determine the portion of extractives for individual class of ring-widths. The results showed that ring-width in both wood had no effect on the portion of extractives in wood. Gravimetrically determined mass losses of the specimens showed that tree-ring widths of both tested species did not have the impact on fungal decomposition.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	IV
Key words documentation	V
Kazalo vsebine	VI
Kazalo preglednic	X
Kazalo slik	XI
Kazalo prilog	XII
1 UVOD	14
2 PREGLED LITERATURE	15
2.1 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA	15
2.2 GLIVE RAZKROJEVALKE	16
2.2.1 Splošni opis gliv	16
2.2.1.1 Glive rjave trohnobe	17
2.2.2 Glive razkrojevalke vključene v raziskavo	18
2.2.2.1 Bela hišna goba (<i>Antrodia vaillantii</i>)	18
2.2.2.2 Siva hišna goba (<i>Serpula lacrymans</i>)	19
2.2.2.3 Navadna tramovka (<i>Gloeophyllum trabeum</i>)	21
2.3 NARAVNA ODPORNOST (TRAJNOST) LESA	21
2.3.1 Naravna odpornost beljave in jedrovine	22

2.3.2	Razlike v naravni odpornosti lesa v drevesu in med predstavniki iste vrste	25
2.3.3	Vpliv časa sečnje na naravno odpornost lesa	26
2.4	LASTNOSTI LESA SMREKE	26
2.4.1	Opis in lastnosti lesa	26
2.4.2	Uporaba smrekovine	28
2.5	LASTNOSTI LESA MACESNA	28
2.5.1	Opis in lastnosti lesa	28
2.5.2	Obdelava, predelava in uporaba macesnovine	29
3	MATERIALI IN METODE	30
3.1	IZBIRA MATERIALA	30
3.2	ANALIZA MATERIALA	32
3.2.1	Tehtanje lesnih vzorcev po sušenju v absolutno suhem stanju	32
3.2.2	Določanje deleža vsebnosti ekstraktivov po Soxhletu	32
3.3	PRIPRAVA HRANILNEGA GOJIŠČA IN IZPOSTAVITEV VZORCEV LESA GLIVAM	34
3.3.1	Priprava hranilnega gojišča in inkulacija micelija	34
3.3.1.1	Priprava hranilnega gojišča	34
3.3.1.2	Sterilizacija in inkulacija	35
3.3.1.3	Inokulacija micelija izbranih vrst gliv	35

3.3.2	Okužba vzorcev lesa z glivami	36
3.3.3	Izguba mase lesnih vzorcev po izpostavitvi glivam	36
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	38
4.1	VPLIV ŠIRINE BRANIK NA GOSTOTO SMREKOVINE	38
4.2	VPLIV ŠIRINE BRANIK NA DELEŽ VSEBNOSTI EKSTRAKTIVOV V SMREKOVINI	38
4.3	VPLIV ŠIRINE BRANIK NA IZGUBO MASE SMREKOVINE PO IZPOSTAVITVI GLIVAM RAZKROJEVALKAM	40
4.3.1	Analiza razkroja ne-ekstrahirane smrekovine	40
4.3.2	Analiza razkroja ekstrahirane smrekovine	42
4.3.3	Vpliv vsebnosti ekstraktivov na odpornost smrekovine	43
4.4	VPLIV ŠIRINE BRANIK NA GOSTOTO MACESNOVINE	46
4.5	VPLIV ŠIRINE BRANIK NA DELEŽ VSEBNOSTI EKSTRAKTIVOV V MACESNOVINI	46
4.6	IZGUBA MASE MACESNOVINE PO IZPOSTAVITVI GLIVAM RAZKROJEVALKAM	48
4.6.1	Analiza razkroja ne-ekstrahirane macesnovine	48
4.6.2	Analiza razkroja ekstrahirane macesnovine	49
4.6.3	Vpliv vsebnosti ekstraktivov na odpornost macesnovine	50
5	SKLEPI	53
6	POVZETEK	54

KAZALO PREGLEDNIC

str.

Preglednica 1: Razvrstitev drevesnih vrst v 5 odpornostnih razredov. Podatki veljajo za jedrovino. Beljava vseh lesnih vrst je razvrščena v 5. razred odpornosti	22
Preglednica 2: Razredi širine branik za posamezno lesno vrsto	30
Preglednica 3: Razredi odpornosti (po SIST EN 113, 1995) smrekovine in macesnovine na podlagi dobljenih rezultatov v raziskavi glede na vrsto glive razkrojevalke, razred širine branik in vsebnost deleža ekstraktivov	52

KAZALO SLIK

	str:
Slika 1: Les razkrojen z glivami rjave trohnobe	18
Slika 2: Rizomorfi bele hišne gobe	19
Slika 3: Trosnjak sive hišne gobe	20
Slika 4: Klobuk navadne tramovke	21
Slika 5: Smrekovina - vzdolžni prerez	27
Slika 6: Macesnovina - vzdolžni prerez	29
Slika 7: Sušilniki v katerih je potekalo sušenje lesa	31
Slika 8: Hlajenje vzorcev v eksikatorju po sušenju in pred tehtanjem	31
Slika 9: Ekstrahiranje vzorcev lesa v Soxhletovi aparaturi	33
Slika 10: Elektronska tehtnica SARTORIUS	34
Slika 11: V kozarcu pripravljeno gojišče za razvoj gliv razkrojevalk	35
Slika 12: Hranilno gojišče z razraščnim micelijem	36
Slika 13: Preraščeni vzorci lesa z micelijem po 16 tedenski izpostavitvi	37
Slika 14: Gostota smrekovine glede na razred širine branik	38
Slika 15: Sprememba mase smrekovine po ekstrakciji glede na razred širine branik in vrsto ekstrakcije	39
Slika 16: Delež izgube mase ne-ekstrahirane smrekovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke	40

Slika 17:	Delež izgube mase ekstrahirane smrekovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke	42
Slika 18:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ekstrahirano in ne-ekstrahirano smrekovino pri razkroju navadne tramovke	43
Slika 19:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovino pri razkroju sive hišne gobe	44
Slika 20:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovine pri razkroju bele hišne gobe	45
Slika 21:	Gostota macesnovine glede na razred širine branik	46
Slika 22:	Sprememba mase macesnovine po ekstrakciji glede na razred širine branik in vrsto ekstrakcije	47
Slika 23:	Delež izgube mase ne-ekstrahirane macesnovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke	48
Slika 24:	Delež izgube mase ekstrahirane macesnovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke	49
Slika 25:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino pri razkroju navadne tramovke	50
Slika 26:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino pri razkroju sive hišne gobe	51
Slika 27:	Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino pri razkroju bele hišne gobe	52

KAZALO PRILOG

Priloga A: Rezultati (mase) meritev raziskovalnega dela

1 UVOD

Podobno kot ostali materiali naravnega izvora je tudi les podvržen številnim abiotskim in biotskim dejavnikom razgradnje. Med biotskimi dejavniki so najpomembnejši predstavniki lesni insekti in glive razkrojevalke. Še posebej slednje v Sloveniji povzročajo znatno škodo na lesu. Z naraščanjem rabe lesa v gradbeništvu, narašča tudi pomen zaščite lesa in poznavanje naravne odpornosti lesa proti glivam razkrojevalkam. Zaradi vse večjega zavedanja o negativnem vplivu biocidov na okolje in problematiki odpornejših tropskih drevesnih vrst se v zadnjem času ponovno povečuje pomen odpornih domačih lesnih vrst kot so macesen, hrast in kostanj.

Smrekovina in macesnovina, ki spadata v razred neodpornih oz. zmerno odpornih vrst lesa, sta tradicionalno najpomembnejši lesni vrsti, ki se uporabljata v konstrukcijske namene v Sloveniji. Anatomska in kemijska zgradba teh dveh lesnih vrst je močno odvisna od rastišča. Vpliv rastišča se še posebej odraža v širini branik. Znano je, da ima les iglavcev z ozkimi branikami boljše mehanske lastnosti, ni pa povsem pojasnjeno, kako to vpliva na odpornost proti glivam razkrojevalkam. V praksi vlada splošno prepričanje, da ima les z ozkimi branikami boljšo naravno odpornost, kot les s širokimi branikami. To hipotezo bomo preverili v okviru te naloge. Eden od ciljev naloge pa je med drugim tudi pojasniti pomen vsebnosti ekstraktivov na naravno odpornost smrekovine in macesnovine.

2 PREGLED LITERATURE

2.1 DEJAVNIKI RAZKROJA LESA

Les kot organski material zaradi delovanja biotičnih in abiotičnih dejavnikov razpada v anorgansko snov. Ti dejavniki so v naravi nujno potrebni, ker bi se brez njihovega delovanja organska snov kopičila in onemogočala rast rastlin, ki za svoj obstoj potrebujejo prostor in hranila.

Les ogrožajo različni biotski dejavniki. Najpomembnejši so glive, insekti in bakterije. V našem podnebnem pasu glive povzročajo bistveno več škode kot insekti oz. bakterije. Ponavadi je delovanje gliv bistveno hitrejše od delovanja insektov. Glive še posebej pogosto razkrajajo les na prostem, poškodbe insektov pa so pogostejše v zaprtih pokritih prostorih.

Delitev dejavnikov razkroja lesa (Kervina-Hamović, 1990; Jecl, 2005):

- Abiotični (visoke in nizke temperature, veter, voda vlaga, UV – žarki, kemikalije, plini) so dejavniki nežive narave in delujejo na mehanske in fizikalne lastnosti lesa relativno počasi. Med največje uničevalce lesa spada ogenj, ki pri nas in v svetu še vedno uniči ogromne količine lesa.
- Med biotične dejavnike (dejavnike žive narave) prištevamo bakterije, glive, insekte, morske škodljivce in človeka; med najpomembnejše biotične škodljivce v našem podnebnem pasu uvrščamo glive. Razkroj lesa z lesnimi škodljivci je zapleten biološki proces in za učinkovito zaščito je nujno potrebno poznavanje posameznih lesnih škodljivcev, biokemijskih procesov razkroja in sprememb, ki pri tem nastajajo.

Do bistveno večjega učinka razgradnje lesa pride ob sočasnem delovanju večjega števila dejavnikov.

Poleg delitve na abiotske in biotske dejavnike je v literaturi moč zaslediti tudi druge delitve. Na primer Pečenko (1987) vzroke za nastanek poškodb na lesu deli na vremenske vplive, vplive bioloških škodljivcev, toplotne vplive in kemijske vplive.

2.2 GLIVE RAZKROJEVALKE

Glive razkrojevalke povzročajo v lesu številne kemične in fizikalne spremembe, zaradi česar les izgublja naravne lastnosti. Te spremembe se najprej pokažejo v spremembi barve lesa, v končni fazi pa ta pojav vodi do degradacije, ki jo imenujemo trohnoba. Hitrost in intenziteta razkroja sta odvisni predvsem od vrste gliv in vrste lesa (Kervina-Hamović 1990).

2.2.1 Splošni opis gliv

Glive so bile dolgo časa razvrščene v rastlinsko kraljestvo, saj so jih smatrali za nižje rastline. Leta 1969 pa jih je Whittaker uvrstil v samostojno kraljestvo (Charlie in Watkinson, 1994). Glive se od rastlin ločijo predvsem po tem, da nimajo klorofila in zato niso sposobne s fotosintezo pridobivati hrane.

Splošna sistematika gliv obsega okoli 100.000 vrst, ocenjujejo pa, da je poleg opisanih še 1.000.000 ne-opisanih vrst (Pečenko, 1987). Najdemo jih v vseh ekosistemih, tako na kopnem, v vodi in v zraku (spore) (Eaton in Hale, 1993).

Glive so sestavljene iz prehranjevalnega in razmnoževalnega dela. Prehranjevalni del sestavlja neorganiziran splet hif, ki tvori micelij ali podgobje. Skozi podgobje glive črpajo hrano in vodo ter se širijo na še neokužen les. Ko gliva akumulira dovolj hrane se lahko iz micelija razvije razmnoževalni del ali trosnjak, ki ob dozoritvi sprosti trose v ozračje. Drugi način razširjanja oz. razmnoževanja gliv pa je z rizomorfi, kar nekateri imenujejo kloniranje.

Kraljestvo gliv razvrščamo v pet razredov, z vidika razgradnje lesa pa so pomembni predvsem naslednji trije (Gorše, 2005):

- Ascomycotina (zaprtotrosnice)
- Basidiomycotina (prostotrosnice)
- Deuteromycotina ali Fungi imperfecti (nepopolne glive)

Glive razkrojevalke lahko delimo na več načinov. Ena izmed najbolj razširjenih delitev je glede na spremembo barve okuženega lesa, in sicer:

- glive, ki povzročajo rjavo trohnobo
- glive, ki povzročajo belo trohnobo
- glive modrivke
- glive plesni

2.2.1.1 Glive rjave trohnobe

Glive, ki povzročajo rjavo trohnobo, označujemo kot prave razkrojevalke lesa in spadajo v pododdelek Basidiomycotina. Pogostejše okužijo les iglavcev kot listavcev, kjer razgrajujejo celulozo in hemicelulozo, medtem ko ostane lignin skoraj nerazkrojen. Med razkrojem se spremeni tudi njegova struktura. Les zaradi prebitka oksidirane lignina postane rdečkasto rjave do temno rjave barve. Najpogostejše vrste, ki povzročajo rjavo trohnobo so: bele hišne gobe (*Antrodia sp.*), kletna goba (*Coniophora puteana*), siva hišna goba (*Serpula lacrymans*), luskasta nazobčanka (*Lentinus lepideus*) in tramovki (*Gloeophyllum trabeum* in *Gloeophyllum sepiarium*) (Eaton in Hale, 1993; Humar in Pohleven, 2000).



Slika 1: Les razkrojen z glivami rjave trohnobe (www.belmojster.net, 2011)

2.2.2 Glive razkrojevalke vključene v raziskavo

Pri praktičnem raziskovalnem delu diplomske naloge smo uporabili tri različne vrste gliv razkrojevalk, ki povzročajo rjavo trohnobo. Podrobnejši opisi uporabljenih gliv razkrojevalk sledijo v nadaljevanju poglavja.

2.2.2.1 Bela hišna goba (*Antrodia vaillantii*)

Belo hišno gobo najdemo predvsem v severni in srednji Evropi. Razkraja vlažen les iglavcev, redkeje tudi listavcev. Pojavlja se kot razkrojevalka lesa v stiku z zemljo.

Na okuženem lesu se na trebušni strani pojavi belo podgobje, ki se širi kot »ledene rože« na oknih v zimskem času. Iz podgobja se razvijejo beli rizomorfi, ki so lahko debeli do 4 mm in ostanejo beli in prožni tudi ko goba ostari. Trosnjaki so različno veliki in se priraščajo na les kot blazinice. Na vodoravni površini je trosovnica obrnjena navzgor. Barva trosnjakov se s starostjo spreminja od belih v mladosti do rumenkastih ali rdečkastih v starosti. Bela hišna goba raste najintenzivnejše pri temperaturi +27 °C in pri okoli 40 % vlažnosti lesa. Ob optimalnih pogojih zraste tudi do 12,5 mm na dan. Gliva zelo dobro prenaša izsušitev, saj lahko po 5 letih sušnega obdobja ponovno začne rasti, če vlažnost lesa doseže 40 % (Unger in sod, 2001).

Bela hišna goba povzroča rjavo destruktivno trohnobo. Okužen les zelo hitro izgublja upogibno trdnost. Udarne trdnosti se močno zmanjša že takrat, ko komaj zaznamo izgubo mase (Benko in sod. 1987).

Ena izmed najbolj zanimivih lastnosti bele hišne gobe je, da so številni sevi te glive odporni na bakrove pripravke. Ta lastnost nam povzroča težave v praksi, po drugi strani pa lahko belo hišno gobo uporabimo tudi v biotehniških procesih razstrupljanja odsluženega lesa, zaščitene z bakrovimi pripravki (Amartey in sod. 2003).



Slika 2: Rizomorfi bele hišne gobe

2.2.2.2 Siva hišna goba (*Serpula lacrymans*)

Siva hišna goba je razširjena po vsej Evropi, zlasti v krajih z višjo relativno vlago in manjšim številom sončnih dni. Najpogosteje jo najdemo v starih stavbah. Zunaj stavb je tako rekoč ni. Obstajajo podatki, da so jo v Indiji našli tudi na hlodovini. Okužuje les iglavcev in listavcev. Ne omejuje se le na stavbni les ali pohištvo, temveč okužuje tudi vse druge predmete, ki vsebujejo celulozo (knjige, tkanine, tapete, papir, preproge, slike, itd.)

Trosnjak sive hišne gobe je sprva mesnat, nato kožast in s celo površino priraste na podlago. Mladi trosnjaki so svetlo sivi, z dozorevanjem pa postanejo rdečkasto rjavi. Rob ostane vselej svetel, skoraj bel. Trosovnica je na zgornji strani trosnjaka in je nagubana. V gubah se razvijejo trosi. Če se trosovnica razvija na navpični podlagi, imajo gube obliko zobkov. Na površini trosovnice se pojavljajo kapljice vode, po čemer je goba tudi dobila ime (*lacryma* – lat. solza). Te kapljice vode nastajajo kot produkt kemične razgradnje

celuloze, ko se celuloza v končni fazi razgradi v ogljikov dioksid (CO_2) in vodo (H_2O). Ta goba se zato lahko razvija tudi v popolnoma suhem lesu, saj si potrebno vlaga ustvarja sama. Velikost trosnjaka je od nekaj cm pa do 1,5 m. Trosi so eliptični, veliki $9\text{ }\mu\text{m}$ - $10\text{ }\mu\text{m} \times 5\text{ }\mu\text{m}$ - $6\text{ }\mu\text{m}$, so rjavkasto rdeči, pod mikroskopom pa rumeno oranžni.

Siva hišna goba se dobro razvija v mračnem, vlažnem in ne-zračnem prostoru. Optimalna vlaga lesa je okoli 30 %. Optimalna temperatura je $23\text{ }^\circ\text{C}$, maksimalna od $25\text{ }^\circ\text{C}$ do $26\text{ }^\circ\text{C}$, minimalna pa $-3\text{ }^\circ\text{C}$. V optimalnih razmerah zraste tudi do 3 mm na dan. Občutljiva je na dnevno svetlobo, prepih in zlasti na zvišano temperaturo. V neugodnih razmerah ostanejo trosi vitalni tudi 3 leta. Ne okužuje lesa, v katerem je manj kot 20 % vlage.



Slika 3: Trosnjak sive hišne gobe (www.biolib.cz, 2011)

Les, okužen s solzivko, se takoj spremeni. Gliva povzroča rjavo, suho, destruktivno trohno. Najprej je les svetlejši, potem rumeno rjav in lažji, nato se razmehča in postane siv, rumenkasto rjav ter prizmatično razpoka. V končni fazi trohnobe postane les temno rjav, kakor zoglenel, in se pod najmanjšim pritiskom drobi v prah. Hkrati z okužbo se zmanjšujejo tudi fizikalne in kemične lastnosti lesa. Če so razmere za glivo optimalne, lahko les po 12 tednih izgubi do 40 % teže, po 18 tednih pa 40 % do 62 %. Dinamična trdnost (udarna žilavost) se pri tem zmanjša tudi do 50 %, tlačna pa do 20 %.

Siva hišna goba je najnevarnejša in najbolj razširjena razkrojevalka vgrajenega gradbenega lesa. Škode ne povzroča samo na lesu, saj povzroča tudi korozijo betona, opeke in drugih materialov, zato zaradi nje nastaja velikanska gospodarska škoda.

2.2.2.3 Navadna tramovka (*Gloeophyllum trabeum*)

Navadna tramovka je zelo razširjena v Evropi, Avstraliji, na Novi Zelandiji, v Afriki in Severni Ameriki. Okužuje les iglavcev in listavcev. Najdemo jo predvsem na strešnih konstrukcijah, na mostovih, okenskih okvirjih, vratih, lesu v savnah, na zunanjih talnih oblogah, včasih tudi na drogovih, pragovih, v rudnikih ipd.

Aktivni trosnjaki so temno rumene barve. Lamela in pore imajo nepravilno obliko in razpored. Trosi so brezbarvni, cilindrični, veliki $7\ \mu\text{m} - 11\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m} - 4\ \mu\text{m}$. Na začetku je klobuk temno rumen, s starostjo potemni, včasih pa tudi zbledi. Optimalna temperatura za razvoj navadne tramovke je $35\ ^\circ\text{C}$, maksimalna pa nad $40\ ^\circ\text{C}$. Trosi ohranijo kalivost v suhem stanju tudi po enem letu. Navadna tramovka povzroča temno, prizmatično trohno, podobno drugim vrstam *Gloeophyllum*. Je zelo pogosta in nevarna razkrojevalka gradbenega in stavbnega lesa.



Slika 4: Klobuk navadne tramovke

2.3 NARAVNA ODPORNOST (TRAJNOST) LESA

Naravna odpornost je v najširšem pomenu definirana kot odpornost lesa proti delovanju fizikalnih, kemijskih ali bioloških dejavnikov. Daleč najpomembnejši so biološki dejavniki

razkroja, zato standard SIST EN 350-1 (1994) definira naravno odpornost kot lastnost, ki jo ima les v naravnem zdravem stanju in označuje dovzetnost na škodljivce. Naravna odpornost lesa je čedalje bolj cenjena lastnost lesa, saj je ključnega pomena za dolgo uporabo nezaščenega lesa.

Glede na naravno odpornost razvrstimo lesne vrste v 5 razredov (Eaton in Hale 1993; SIST EN 350-2, 1995).

Preglednica 1: Razvrstitev lesnih vrst v 5 odpornostnih razredov. Podatki veljajo za jedrovino. Beljava vseh lesnih vrst je razvrščena v 5. razred odpornost.

Razred odpornosti		Trajnost lesa (leta)*	Izguba mase [%]**	Lesna vrsta
zelo odporne	1.	20+	<1	robinja (1-2), iroko, tik
odporne	2.	15-20	1-5	kostanj, dob, tisa
zmerno odporne	3.	10-15	5-10	oreh, macesen , bor (3-4),
neodporne	4.	5-10	10-30	smreka , jelka, brest
zelo občutljive	5.	<5	>30	javor, breza, gaber, lipa,

*Trajnost lesa velja za les v stiku z zemljo.

**Laboratorijski pogoji: 16 tednov, 22 °C (po SIST EN 113, 1995).

2.3.1 Naravna odpornost beljave in jedrovine

Mednarodno združenje lesnih anatomov (IAWA) je definiralo beljavo kot »(navadno) periferni del debla ali veje z živim parenhimom, ki vsebuje rezervne snovi (npr. škrob).« Beljava rastočega drevesa vsebuje žive parenhimske celice, rezervno hrano in ima visoko vlažnost. Isto združenje definira jedrovino kot »notranje plasti lesa v rastočem drevesu, kjer je parenhim odmrl, rezervne snovi (npr. škrob) v njem pa so se odstranile ali transformirale v jedrovinske snovi.« Ojedritev je starostni, genetsko programiran pojav, ki slej ko prej nastopi pri večini lesnih vrst. Pri nekaterih se pojavi že v prvih desetletjih življenja, pri drugih pa se beljava ne pretvori v jedrovino tudi po 100 in več letih. Prve tvorijo pravo jedrovino (črnjavo), medtem ko druge tvorijo diskoloriran les. Njegov nastanek je močno odvisen od dejavnikov okolja. (Torelli, 2003; Čufar, 2006). V procesu ojedritve žive parenhimske celice začnejo odmirati, ob tem se običajne biokemijske poti

presnove spremenijo in nastajati začnejo predhodniki jedrovinskih snovi ali ekstraktivov. Ekstraktivi se začno kopičiti že v živih celicah v prehodni coni. Jedrovinske snovi so nizkomolekularne in penetrirajo v celično steno. Pri vrstah, ki tvorijo diskoloriran les, pa nastajajo visokopolimerne enote in ne morejo penetrirati v celično steno. Zato le-te ne vplivajo na povečano naravno odpornost lesa (Torelli, 2003; Čufar, 2006).

Les je bolj odporen proti razkroju z glivami ter bakterijami, kot lignocelulozni material večine drugih rastlin. Glavni razlog za naravno odpornost posamezne lesne vrste so biološko aktivni ekstraktivi v jedrovini. (Panshin in De zeeuw, 1980; Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Windesen in sod., 2002; Haupt in sod., 2003; Aloui in sod., 2004; guilley in sod., 2004; Bhat in sod., 2005).

Beljava vseh lesnih vrst, tudi tistih z zelo odporno jedrovino, ni odporna proti biološkim dejavnikom razkroja zaradi pomanjkanja biološko aktivnih ekstraktivov, ki bi zavirali rast mikroorganizmov. Poleg tega rezervna hrana v parenhimskih celicah povečuje dovzetnost na razkroj. Zaradi tega je beljava vseh lesnih vrst po standardu SIST EN 350-2 (1994) razvrščena v najnižji odpornostni razred 5 (zelo občutljivo na razkroj).

Odpornost jedrovine v primerjavi z beljavo iste drevesne vrste je boljša predvsem zaradi vsebnosti ekstraktivov. Ekstraktivne snovi se nahajajo v stenah ali lumnih celic in predstavljajo zelo širok spekter kemičnih spojin, ki imajo v drevesu fungistatičen in bakteriostatičen učinek. Najvažnejši so polifenoli, ki vključujejo tanine, antocianine, flavone, katehine, lignane itd. Pogosto se pojavljajo še maščobe, maščobne kisline, voski in hlapljivi ogljikovodiki (Čufar, 2006). Glivam toksične substance so v večini primerov polifenoli (Dinwoodie, 2000), pri hrastu je to na primer elagitanin (Guilley in sod., 2004), pri tiku sta to tektokinon in deoksilapahol (Haupt in sod., 2003), pri macesnu pa je to taksifolin (Gerlinger in sod., 2004). Poleg jedrovinskih snovi je zelo pomembna tudi koncentracija hranilnih snovi. Še posebno vsebnost dušika v lesu igra pomembno vlogo, saj glive, kot tudi insekti, potrebujejo dušik za sintezo aminokislin in hitina (Panshin in De Zeeuw, 1980).

Vendar pa samo z ekstraktivi ne moremo vedno v zadostni meri pojasniti naravne odpornosti lesa. Hidrofobnost lesa ima tudi zelo pomemben učinek na naravno odpornost

(Gerardin in sod., 2004). Hidrofobnost povečujejo snovi, odložene v lumnih celic (tile, gumozni depoziti), smole. Tile zmanjšujejo mobilnost vode v lesu, kar pripomore k zmanjšanju izpiranja ekstraktivov iz hrasta (Aloui in sod., 2004). Poleg tega drugi avtorji navajajo, da je prisotnost til v pozitivni korelaciji z naravno odpornostjo hrasta (Ayadi in sod., 2001). Enak učinek kot imajo pri hrastu tile, imajo gumozni depoziti pri afriški drevesni vrsti *Prosopis africana* (Gerardin in sod., 2004). Poleg že omenjenih dejavnikov na vlažnost vpliva še nižja stopnja difuzivnosti. (Panshin in De Zeeuw, 1980; Dinwoodie, 2000). Vse zgoraj naštetu neugodno vpliva na ravnovesje med zrakom in vodo, ki je nujno potrebno za rast gliv (Panshin in de Zeeuw, 1980).

Na naravno odpornost lesa proti glivam odločilno vpliva tudi zgradba celične stene. Celične stene lesa sestavljajo veliki kompleksi netopnih polimerov z visoko molekulsko maso. Te spojine morajo mikroorganizmi s svojimi encimi spremeniti (depolimerizirati) v enostavnejše produkte, da jih kasneje lahko presnovijo. Lignifikacija celične stene fizično preprečuje dostop encimom do polisaharidov (celuloze, hemiceluloze). Poleg tega je delovanje glivnih encimov v glavnem omejeno le na nekristalinične (amorfne) dele celuloze. (Panshin in de Zeeuw, 1980).

Gostota lesa vpliva tudi na naravno odpornost lesa, vendar pa gost les sam po sebi ne pomeni nujno dobre naravne odpornosti. Tako je bukovina veliko manj odporna od jedrovine bora ali rdeče cedre (SIST EN 350-2, 1994), kljub temu, da je bukovina gostejša. Pri hrastu na gostoto vpliva širina branik - širše so, višja je gostota (Čufar, 2006). Humar in sodelavci (2008) so ugotovili, da širina branik pomembno vpliva na naravno odpornost jedrovine hrasta; širše kot so branike, bolj odporen je les. Odpornost vzorcev jedrovine hrasta z zelo ozkimi branikami (0,7 mm) proti ogljeni kroglici (*Hypoxylon fragiforme*) je bila primerljiva z odpornostjo bukovine. (Humar in sod., 2008; Fabčič, 2008). A odpornosti ne moremo popolnoma pojasniti s širino branik, saj je količina ekstraktivov ravno tako pomemben dejavnik, ki vpliva na naravno odpornost (Aloui in sod., 2004).

2.3.2 Razlike v naravni odpornosti lesa v drevesu in med predstavniki iste vrste

Naravna odpornost jedrovine je najvišja na zunanjem delu tik ob beljavi in se proti notranjosti zmanjšuje. Najnižja je tik ob strženu (Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Bhat in Florence, 2003; Gerlinger in sod., 2004; Guilley in sod., 2004; Flaete in Haartveit 2004; Bhat in sod., 2005; Kokotuse in sod., 2006), v smeri nasprotnega radjia pa praviloma ni bistvene razlike. Opisan vpliv oddaljenosti od stržena na odpornost velja za les iglavcev in listavcev, ki rastejo v zmernem klimatskem pasu.

Do zmanjšanja odpornosti notranjih plasti jedrovine po vsej verjetnosti pride zaradi encimskih ali mikrobioloških sprememb v ekstraktivih zaradi staranja drevesa (Dinwoodie, 2000) in zaradi izpiranja v vodi topnih biološko aktivnih ekstraktivov (Panshin in de Zeeuw, 1980; Aloui in sod., 2004). Aloui in sodelavci (2004) navajajo, da se toksičnost zmanjša zaradi naravne oksidacije ekstraktivov ali njihove kontinuirane polimerizacije, pri čemer se tvorijo manj fungitoksične komponente. Naslednji pomemben vzrok je tudi manjša vsebnost ekstraktivnih snovi v juvenilnem lesu (Gierlinger in Wimmer, 2004). Prav tako je dokazano, da je zunanja jedrovina starejših dreves odpornejša kot pri mlajših drevesih primerljive velikosti (Viitanen in sod., 1997; Bhat in Florence, 2003). Povečanje odpornosti zunanjega dela jedrovine v starejših drevesih bi utegnila biti starostna komponenta. V starejšem drevju naj bi bili ekstraktivi bolj toksični (Panshin in de Zeeuw, 1980), možno pa je tudi, da drevesa s starostjo proizvedejo večje količine ekstraktivov (Haupt in sod., 2003). Naravna odpornost variira tudi po višini drevesa, velja, da narašča z naraščanjem razdalje od korenin. (Reis, 1973).

Naravna odpornost lesa posameznih dreves iste vrste lahko variira v zelo širokem območju in je večja od variabilnosti znotraj drevesa (Panshin in de Zeeuw, 1980; Viitanen in sod., 1997; Dinwoodie, 2000; Bhat in Florence, 2003; Gerlinger in sod., 2004; Guilley in sod., 2004; Flaete in Haartveit, 2004; Bhat in sod., 2005; Kokotuse in sod., 2006). Takšna variabilnost je najverjetneje posledica različnega delovanja genov (Viitanen in sod., 1997; Viitanen, in sod., 1998), predvsem vpliva genetske zgradbe na tvorbo biološko aktivnih ekstraktivov (Bhat in Florence, 2003). Poleg tega se moramo zavedati, da vitalnost drevesa in lastnosti rastišča ravno tako vplivajo na naravno odpornost jedrovine (Panshin in de Zeeuw, 1980). Guilley s sodelavci (2004) navaja, da obstaja velika razlika v naravni

odpornosti hrasta (*Quercus petraea*), ki raste v različnih regijah Francije. Naravna odpornost jedrovine hrasta je variirala med zelo odporno (prvi razred) in neodporno (četrti razred). Vrsta rastišča in lokacija sta zelo pomembni tudi pri tiku (*Tectona grandis*). Les tika iz naravnih rastišč v Indoneziji in Mjanmaru je zelo odporen (prvi razred), medtem ko je les tika iz Tajske le odporen (drugi razred). Poleg tega pa prihaja do velikih razlik v odpornosti plantažiranega tika. Naravna odpornost tika s plantaž v Togu se zelo razlikuje, 90 % lesa je zelo odpornega do odpornega, 10 % lesa pa je le zmerno odpornega ali celo neodpornega (Kokotuse in sod., 2006).

2.3.3 Vpliv časa sečnje na naravno odpornost lesa

V preteklosti je bilo glavno vodilo pridobiti predvsem kakovosten les za gradnjo, izdelavo pohištva in tudi za kurjavo, zato so sečnjo prilagodili letnemu času in zlasti luninim menam. Najbolj ugodna so bila obdobja ob »stari luni« v drugi polovici decembra, januarja in prvi polovici februarja, ko je hranljivih snovi v lesu najmanj. Les so sekali tudi po Velikem šmarnu (po 15. 8.), v drugi polovici avgusta, ko se je vegetacijski proces nekoliko umiril. (Hazler 2008). Vendar pa po podatkih iz literature čas sečnje nima neposrednega vpliva na lastnosti lesa, vključno z njegovo naravno odpornostjo (Panshin in de Zeeuw, 1980; Torelli, 2005). Zimski čas predstavlja druge prednosti, klimatski pogoji so na primer v hladnejših mesecih neugodni za delovanje gliv in insektov, s čimer se zmanjša možnost okužbe lesa pred uporabo. Les zimske in letne sečnje je enako (ne)odporen, če je med uporabo izpostavljen klimatskim pogojem, ki so ugodni za rast in razvoj gliv in insektov (Panshin in de Zeeuw, 1980).

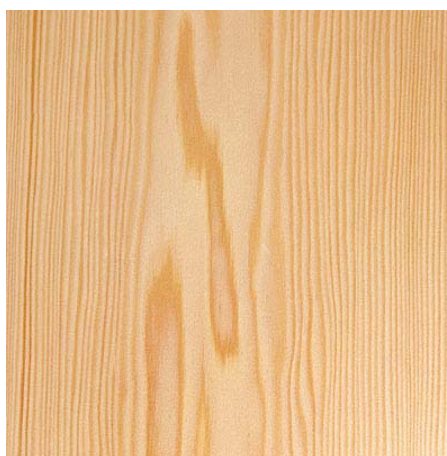
2.4 LASTNOSTI LESA SMREKE

2.4.1 Opis in lastnosti lesa

Smrekovina je mehak in srednje gost les z gostoto v razponu pri absolutno suhem stanju od 300 kg/m³ do 640 kg/m³. Ima neobarvano jedrovino, zato se beljava in jedrovina ne ločita. Les je večinoma rumenkastobel, v starosti tudi rumenkastorjav. Branike, od ozkih do zelo

širokih visokih, so razločne. Prehod iz svetlega, belkastega ranega lesa do rdečkasto rumenega kasnega lesa je večinoma postopen. Poskobljane površine imajo svilnat lesk. Svež les diši po smoli. Pogost je pojav smolnih žepkov.

Smrekovina je zelo podobna jelovini. Glavni znak za ločevanje obeh vrst so normalni smolni kanali, ki jih ima samo smrekovina (na zgajeni prečni površini se aksialni smolni kanali z lupo lepo vidijo kot svetle pike). Poleg tega je jelovina bolj bela, pogosto z modrikastim nadihom.



Slika 5: Smrekovina - vzdolžni prerez (www.galis.si, 2011)

Aksialni elementi potekajo premo, jedrovina je neobarvana, branike so razločne. Gostota je nizka do srednja, krčenje je zmerno. Je elastična in trdna, suši se brez težav, lahko se cepi in lepo se lušči. Les je le malo nagnjen k zvijanju in pokanju in se z lahkoto obdeluje z ročnimi orodji ali strojno. Brez težav se površinsko obdeluje z vsemi komercialnimi laki. Lepi se dobro. Dobro se tudi žeblija in vijači.

Zaradi nizke vsebnosti ekstraktivov je les kemično komajda aktiven. Ob stiku z vodo, kislinami, bazami, alkoholom, maščobami olji, bakrom in medenino ne pride do obarvanja. Železo ob stiku s smrekovino ne korodira, vendar se les sivkasto obarva. Nezaščiten les je zmerno odporen proti atmosferilijam in neodporen roti insektom in glivam. Pri uporabi na prostem mora biti zato smrekovina pravilno vgrajena in zaščitena oz. površinsko obdelana. Beljava svežega lesa se lahko v kotlih pod pritiskom zadovoljivo impregnira z

vodotopnimi, suha beljava pa z oljnimi sredstvi, zato je mogoče tudi ob neugodnih pogojih doseči večjo trajnost.

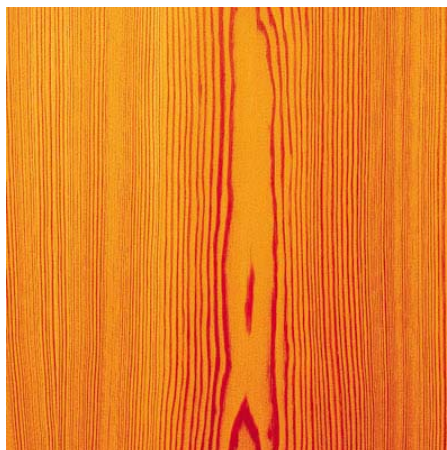
2.4.2 Uporaba smrekovine

Smrekovina je dostopna na trgu kot hlodovina, žagan les in furnir. Njena uporaba je raznovrstna in množična. Poseben pomen ima kot gradbeni in konstrukcijski les za visoke in nizke gradnje, ter za notranjo opremo. Uporablja se za ostrešja in konstrukcije v industrijskih halah, športnih dvoranh, za mostove, rudniške in ogrodne konstrukcije, za skeletne konstrukcije, stene, strope, okna, vrata, tla, balkone, pergole, vhodna vrata in ograje, za betonske opaže, drogoe, zaboje, palete, košare iz oblancev in škatle, lesno volno, igrače, talne kocke itd. Primerna je tudi za proizvodnjo lesnih tvoriv (luščen furnir za vezane plošče, sredice mizarskih plošč, okvire vrat, iverne in vlaknene plošče ter plošče iz lesne volne) kot tudi za proizvodnjo celuloze in papirja. Pogosto se uporablja za pohištvo. Resonančni les smreke se uporablja za glasbene inštrumente (Čufar, 2006).

2.5 LASTNOSTI LESA MACESNA

2.5.1 Opis in lastnosti lesa

Les macesna z 2 mm do 3 mm širokimi branikami je srednje trd in srednje gost. Z višjih nadmorskih višin je gostejši in trdnejši. Gostota lesa variira od 400 kg/m^3 do 820 kg/m^3 . Macesnovina ima obarvano jedrovino, ki je sprva rdečkasto rjava, kasneje pa potemni do rdečerjave oz. temno rjave barve. Beljava je precej ozka in je rumenkaste barve. Macesnovina ima posamične majhne smolne kanale, ki so vidni le z lupo. Letnice so zelo razločne, prehod iz ranega v kasni les je oster, kasni les pa je ponavadi širok. Sveža macesnovina ima močno aromatičen vonj, je odporna proti glivam, precej odporna pa je tudi proti atmosferilijam in kislinam. Je zelo trajna v vodi. Žagati je treba neolupljeno hlodovino; pri zlaganju mora biti les zaščiten pred direktnim soncem in padavinami.



Slika 6: Macesnovina - vzdolžni prerez (www.galis.si, 2011)

2.5.2 Obdelava, predelava in uporaba macesnovine

Les macesna prodajajo predvsem kot žagan les, redkeje kot luščen ali rezan furnir. Dobro se žaga, skoblja, vrta, rezka in brusi, če aksialni elementi ne potekajo spiralno ali če ne vsebuje veliko smole, ki se lepi na rezila. Za žebljanje so priporočene uvajalne luknje. Naravno in tehnično sušenje poteka hitro, vendar je jedrovina nekoliko nagnjena k pokanju. Pri površinski obdelavi lahko zaradi smole pride do težav pri lakiranju s poliesterskim lakom. Pred luženjem je treba odstraniti smolo. Za konstrukcije na prostem je priporočljiva zaščita z lazurami.

Macesnovina se uporablja za splošno in stavbno mizarstvo, zunanje in notranje konstrukcije, okvirje, okna, vrata, rezan furnir, stenske in stropne obloge, pode, les za rezljanje in struženje, za rudniški les, železniške pragove, jambore in drogove, vodne konstrukcije, mostove, ladjedelništvo, vagoni, karoserije, sode, les za kemično predelavo ter vlaknene in iverne plošče (Čufar, 2006).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 IZBIRA MATERIALA

V raziskavi smo uporabili les smreke in macesna z različnimi širinami branik. Pri izbiri lesa za pripravo testnih vzorcev smo se v glavnem izogibali juvenilnega in kompresijskega lesa ter beljave, tako da smo na koncu pri raziskavi uporabili večinoma le adulten les brez vidnih napak, saj je tak les v praksi na splošno najbolj primeren in pomemben za uporabo. Izžagali smo orientirane vzorce dimenzij $15 \times 25 \times 50$ mm za vse razrede širin branik za obe lesni vrsti. Za smrekovino smo pripravili vzorce treh različnih razredov branik, za macesnovino pa vzorce dveh različnih razredov širine branik. Več podatkov o tem prikazuje preglednica 2:

Preglednica 2: Razredi širine branik za posamezno lesno vrsto

Vrsta lesa in oznaka	Razred širine branik [mm]
Smrekovina 1	0 - 2
Smrekovina 2	2 - 4
Smrekovina 3	4 - 6
Macesnovina 1	0 - 2
Macesnovina 2	2 - 4

Za vsak razred širine branik pri posamezni drevesni vrsti smo v raziskavi uporabili 30 vzorcev, skupaj torej 150 vzorcev. Vzorce smo najprej oštevilčili s kemičnim in navadnim svinčnikom, nato pa smo jih zložili v sušilnik za 24 ur pri temperaturi $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Slika 7). Po sušenju smo vzorce najprej ohladili do sobne temperature v eksikatorju (Slika 8), za tem pa vsakega posebej tehtali, da smo dobili maso absolutno suhega lesa.



Slika 7: Sušilniki v katerih je potekalo sušenje lesa



Slika 8: Hlajenje vzorcev v eksikatorju po sušenju in pred tehtanjem

3.2 ANALIZA MATERIALA

3.2.1 Tehtanje lesnih vzorcev po sušenju v absolutno suhem stanju

Vzorci lesa smreke in macesna smo po sušenju in po ohladitvi v eksikatorju stekali in pri tem dobili maso lesa v absolutno suhem stanju. Dobljene mase vzorcev smo nato uporabili tudi za izračun gostote lesa v absolutno suhem stanju, za katero smo uporabili naslednjo enačbo.

$$\rho_0 = \frac{m_0}{\bar{s} \times v \times d} \text{ [kg/m}^3\text{]} \quad \dots (1)$$

ρ_0 ... gostota lesa v absolutno suhem stanju

m_0 ... masa lesa v absolutno suhem stanju

$\bar{s}$, v , d ... širina, višina, dolžina vzorca lesa

3.2.2 Določanje deleža vsebnosti ekstraktivov po Soxhletu

Za ekstrakcijo smo uporabili polovico števila vzorcev iz vsakega razreda posebej (se pravi 15 vzorcev za posamezni razred; skupaj 75 vzorcev). Vzorce smo zaporedno ekstrahirali trikrat, vsakič z drugim topilom po Soxhletovem ustaljenem postopku.

Vzorci smo v aparaturi za ekstrahiranje po Soxhletovem postopku zložili pokončno, tako da je bila ploskev prečnega prereza spodaj in na vrhu.



Slika 9: Ekstrahiranje vzorcev lesa v Soxhletovi aparaturi

Pri prvi ekstrakciji smo za topilo uporabili mešanico 100 % etanola in 100 % heksana v volumskem razmerju 1:2, pri drugi ekstrakciji 96 % etanol, pri tretji ekstrakciji pa destilirano vodo. Za lažje vrenje topila smo vanj dodali tudi vrelnе kamenčke. Po vsaki ekstrakciji (prvi dve sta potekali po 20 ur, tretja pa zaradi višjega vrelišča destilirane vode 40 ur) smo vzorce vstavili za 24 ur v sušilnik in jih pri temperaturi +103 °C posušili do absolutno suhega stanja.

Posušene vzorce smo nato stehali na elektronski tehtnici (Slika 10) in iz mase absolutno suhega lesa pred ekstrakcijo in mase absolutno suhega lesa po ekstrakciji izračunali delež ekstraktivov v lesu po naslednji formuli:

$$E = \frac{m_0 - m_{0e}}{m_0} \times 100 [\%] \quad \dots (2)$$

E ... delež ekstraktivov v vzorcu [%]

m_{0e} ... masa absolutno suhega vzorca lesa po ekstrakciji [g]

m_0 ... masa absolutno suhega vzorca lesa [g]



Slika 10: Elektronska tehtnica SARTORIUS

3.3 PRIPRAVA HRANILNEGA GOJIŠČA IN IZPOSTAVITEV VZORCEV LESA GLIVAM

3.3.1 Priprava hranilnega gojišča in inkulacija micelija

3.3.1.1 Priprava hranilnega gojišča

Hranilna gojišča za glive smo pripravili v steklenih kozarcih z volumnom 350 mL. Kozarce in pokrovčke smo pred uporabo pomili in razkužili z etanolom. Pokrovčki kozarcev so imeli na sredini izvrtano luknjo, ki smo jo zatesnili z bombažno vato. Takšne odprtine so služile za dihanje, bombažna vata pa je preprečevala kontaminacijo gojišča.

Za hranilni medij smo uporabili krompirjev glukozni agar (PDA – potato dextrose agar – DIFCO Laboratories). Gojišče smo pripravili po navodilih proizvajalca. Krompirjev glukozni agar (39 g) smo raztopili v 1 dL destilirane vode. To mešanico smo kasneje zmešali z vrelo destilirano vodo (9 dL) in vse skupaj ves čas mešali do ponovnega vretja.

3.3.1.2 Sterilizacija in inkulacija

V vsak kozarec smo natočili 50 mL vročega hranilnega gojišča, jih zaprli in nato vstavili v avtoklav (45 min, 120 °C, 1,5 bar). V avtoklav smo vstavili tudi plastične mrežice premera 80 mm, ki so kasneje pri vzpostavitvi služile oporo vzorcem na hranilnem gojišču in preprečevale pretirano navlaževanja lesa. Kozarce in mrežice z vso potrebno dodatno opremo smo po končanem avtoklaviranju zložili v laminarij (brezprašno komoro) in počakali 24 ur, da se je hranilni medij ohladil in strdil.

3.3.1.3 Inokulacija micelija izbranih vrst gliv

Postopek je potekal pri sterilnih pogojih v laminariju, kjer smo ves pribor sproti tudi razkuževali z alkoholom in plamenom. V kozarce smo najprej na sredino hranilnega medija vstavili inokulum ($r = 5$ mm) posameznih izbranih vrst gliv, nato smo vstavili še plastične mrežice in kozarce zaprli. Tako pripravljene kozarce smo zložili v klimatizacijsko komoro s temperaturo 25 °C oz. 20 °C (za sivo hišno gobo *Serpula lacrymans*) in z relativno zračno vlažnostjo 85 %, kar naj bi predstavljalo idealne pogoje za rast gliv.



Slika 11: V kozarcu pripravljeno gojišče za razvoj gliv razkrojevalk

3.3.2 Okužba vzorcev lesa z glivami

Pripravljene vzorce lesa (lastnosti teh vzorcev so v diplomski nalogi opisane v poglavju Izbira materiala) smo pred okužbo sterilizirali v avtoklavu (45 min, 120 °C, 1,5 bar), nato pa jih vstavili v kozarce z razraščnim micelijem, ki so bili v klimatizacijski komori izpostavljeni že teden dni. V vsak kozarec smo vstavili dva vzorca.



Slika 12: Hranilno gojišče z razraščnim micelijem

Vzorci lesa v kozarcih smo za 16 tednov izpostavili glivam v klimatizacijski komori.

3.3.3 Izguba mase lesnih vzorcev po izpostavitvi glivam

Po 16 tedenski izpostavitvi smo vzorce vzeli iz komore ter jim odstranili micelij, ki se je razvil na površini vzorcev. Vzorce smo najprej stehali vlažne, nato pa po 24 urnem sušenju ($T = 103 \pm 2$ °C) še absolutno suhe. Na koncu smo iz dobljenih vrednosti izračunali izgubo mase lesa po razkroju.

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

R ... delež razkrojenega lesa vzorca (%)

m_0 ... masa absolutno suhega lesa (vzorca) pred izpostavitvijo (g)

m_s ... masa vzorca v absolutno suhem stanju po izpostavitvi glivam oz. po razkroju (g)

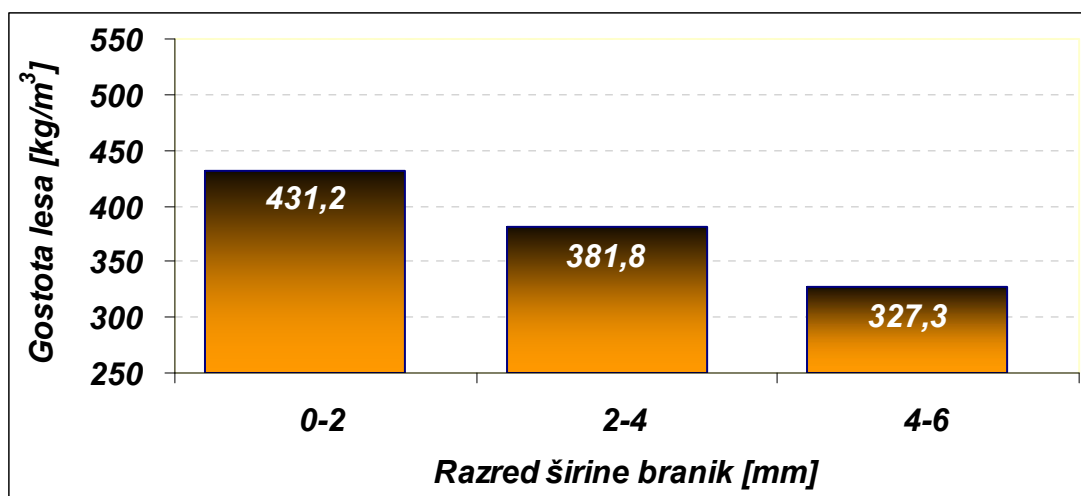


Slika 13: Preraščeni vzorci lesa z micelijem po 16 tedenski izpostavitvi

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 VPLIV ŠIRINE BRANIK NA GOSTOTO SMREKOVINE

Ker smo v raziskovalnem delu za diplomsko nalogo vse vzorce lesa stehali pri absolutno suhem stanju, smo dobljene mase lahko uporabili za izračun gostote lesa in s tem njeno odvisnost glede na razred širine branik.



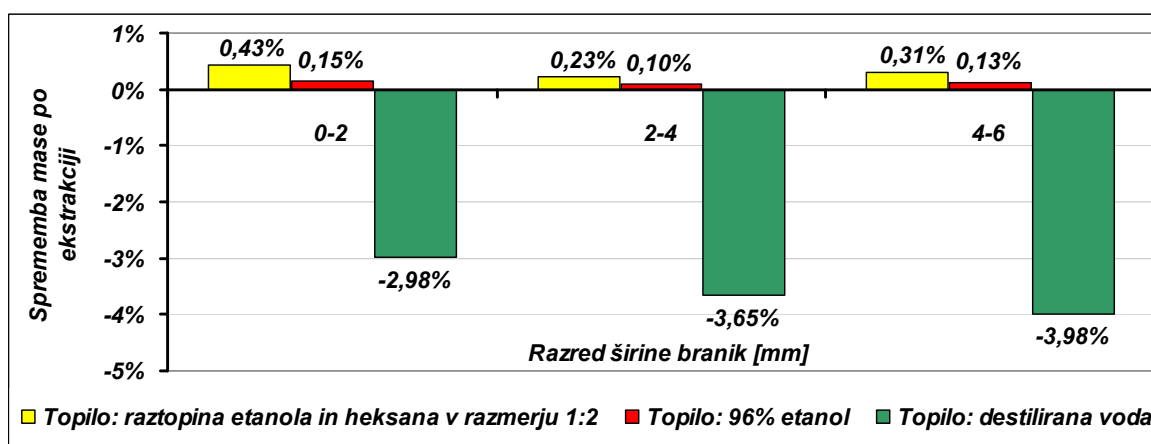
Slika 14: Gostota smrekovine glede na širino branik

Pri smrekovini so rezultati odvisnosti gostote lesa glede na razred širine branik v absolutno suhem stanju pričakovani in vrednosti so primerljive z vrednostmi, ki jih navajajo različni viri. Kot je razvidno, se gostota lesa z večanjem širin branik zmanjšuje (slika 14).

4.2 VPLIV ŠIRINE BRANIK NA DELEŽ EKSTRAKTIVOV V SMREKOVINI

V raziskavi za diplomsko nalogo smo za ugotavljanje vpliva širin branik na delež vsebnosti ekstraktivnih snovi in na naravno odpornost lesa proti glivam razkrojevalkam pri smrekovini uporabili vzorce lesa različnih širin branik. Vzorce smo razdelili v tri razrede glede na širino branik in sicer: 0-2 mm, 2-4 mm, 4-6 mm. Kot je razvidno iz rezultatov, se je po prvih dveh ekstrakcijah masa lesa presenetljivo za malenkost celo povečala. Po prvi ekstrakciji z raztopino etanola in heksana v razmerju 1:2 se je masa smrekovine z

branikami širine 0-2 mm v povprečju povečala za 0,4 %, pri smrekovini z branikami širine 2-4 mm za 0,2 % in pri smrekovini z branikami širine 4-6 mm za 0,3 %. Tudi po drugi ekstrakciji z 96 % raztopino etanola se je masa smrekovine nekoliko povečala. Pri smrekovini s širino branik 0-2 mm se je masa vzorcev v povprečju povečala za 0,15 %, pri smrekovini s širino branik 2-4 mm za 0,10 % in pri smrekovini s širino branik 4-6 mm za 0,13 %. Po tretji ekstrakciji pri kateri smo uporabili za topilo destilirano vodo, pa se je masa vzorcev smrekovine nekako po pričakovanjih zmanjšala. Vzorci smrekovine s širino branik 0-2 mm so v poprečju izgubili 2,98 % mase, vzorci smrekovine s širino branik 2-4 mm 3,65 %, vzorci smrekovine s širino branik 4-6 mm pa 3,98 %.



Slika 15: Sprememba mase smrekovine po ekstrakciji glede na razred širine branik in vrsto ekstrakcije

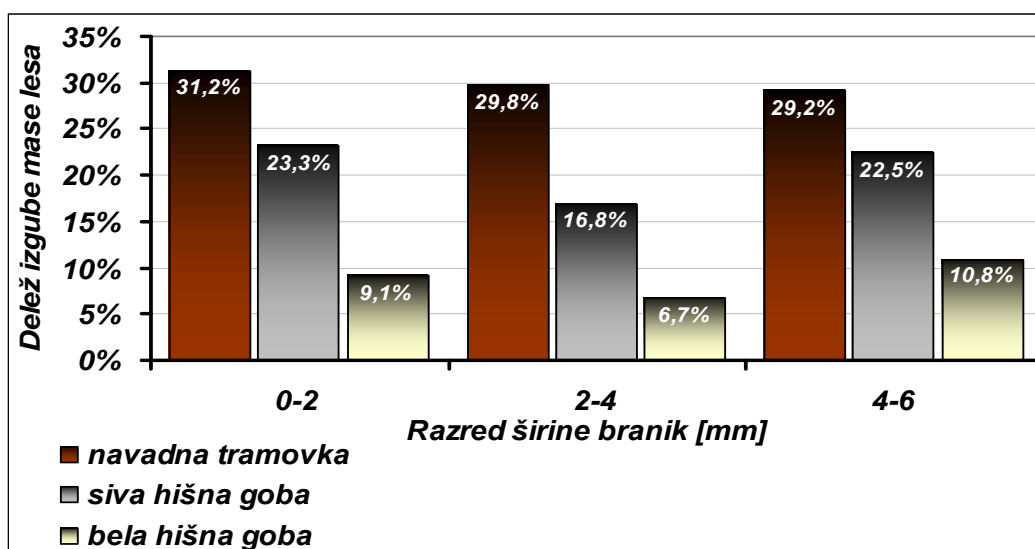
Rezultate ekstrakcij s heksanom in etanolom lahko označimo za neuporabne glede povezave med širino branik in deležem vsebnosti ekstraktivnih snovi v lesu, saj se je masa vzorcev lesa po ekstrakciji povečala. Razlogov za povečanje mase lesa po ekstrakciji ne znamo pojasniti, podobne rezultate pa so opazili tudi po ekstrakciji ostalih lesnih vzorcev s heksanom in etanolom. Rezultati dobljeni po tretji ekstrakciji, kjer smo uporabili za topilo destilirano vodo, nakazujejo na šibko povezavo med širino branik in deležem ekstraktivnih snovi oz. deležem izgubljene mase lesa po ekstrakciji. Širše, ko so bile branike večji delež vsebnosti ekstraktivnih snovi smo določili v lesu. Poleg kemijske sestave, bi imela na delež vsebnosti ekstraktivov lahko vpliv tudi poroznost lesa, ki se pri smrekovini povečuje z naraščanjem širine branik. Bolj ko je les porozen, lažje je prodiranje ekstraktivov v topilo in posledično hitreje je izpiranje ekstraktivov. Treba je še omeniti,

da te vrednosti rezultatov izgube mase, ne odražajo vse količine oz. vsega deleža ekstraktivov, ki ga vsebuje les, ker brez dodatnih nadaljnjih meritev oz. postopkov ne moremo z gotovostjo trditi, da se je po končani ekstrakciji iz lesa izprala vsa količina ekstraktivnih snovi. Poleg tega ne vemo kakšne ekstraktive smo izprali iz lesa. Izprani ekstraktivi so imeli lahko biocidne lastnosti, obstaja pa verjetnost, da smo iz lesa izprali tudi hranilne snovi. Za odgovor na ta vprašanja, bi bila potrebna natančnejša kemijska analiza lesa.

4.3 VPLIV ŠIRINE BRANIK NA IZGUBO MASE SMREKOVINE PO IZPOSTAVITVI GLIVAM RAZKROJEVALKAM

4.3.1 Analiza razkroja ne-ekstrahirane smrekovine

V raziskavi za diplomsko nalogo smo za določanje vpliva širin branik na naravno odpornost smrekovine in macesnovine uporabili tri različne vrste gliv razkrojevalk in sicer: navadno tramovko (*Gloeophyllum trabeum*), sivo hišno gobo (*Serpula lacrymans*) in belo hišno gobo (*Antrodia vaillantii*). Te glive rjave trohnobe smo izbrali, ker se najpogosteje pojavljajo na smrekovem lesu v uporabi.



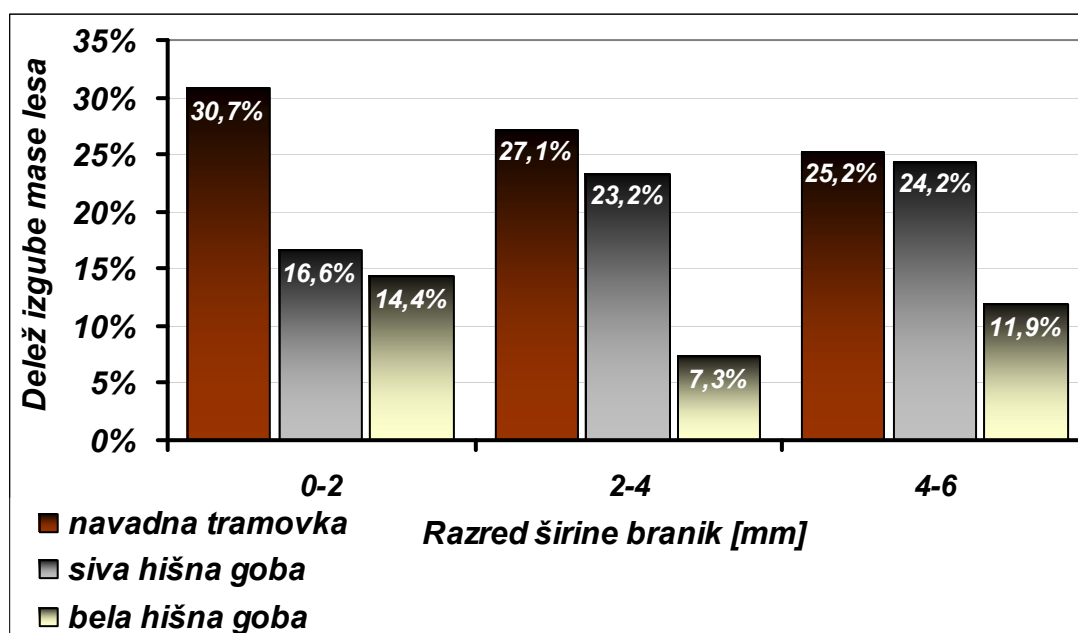
Slika 16: Delež izgube mase ne-ekstrahirane smrekovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke

Kot nam kaže slika 16, se je za najintenzivnejšo glivo razkrojevalko ne-ekstrahirane smrekovine izkazala navadna tramovka. Povprečni delež razkroja lesa pri tej glivi razkrojevalki za posamezen razred širine branik nekoliko upada z naraščanjem širin branik (0-2 mm: 31,2 %; 2-4 mm: 29,8 %, 4-6 mm: 29,2 %) vendar razlika ni statistično značilna. Ti rezultati tako ne potrjujejo nobene povezave oz. odvisnosti med širino branik in odpornostjo ne-ekstrahirane smrekovine proti razkroju navadne tramovke.

Za drugo najbolj intenzivno razkrojevalko ne-ekstrahirane smrekovine se je izkazala siva hišna goba. Glede na povprečne rezultate deleža razkroja lesa pri tej glivi razkrojevalki, bi lahko trdili, da širina branik nima značilnega vpliva na odpornost ne-ekstrahirane smrekovine proti razkroju sive hišne gobe, saj je razlika med razredom z najožjimi branikami in razredom z najširšimi branikami malenkostna – le 0,8 %, medtem ko je bil pri srednjem vmesnem razredu širine branik delež povprečnega razkroja za nekaj odstotnih točk manjši kot pri obeh, že prej omenjenih razredih (0-2 mm: 23,3 %, 2-4 mm: 16,8 %, 4-6 mm: 22,5 %).

Bela hišna goba je ne-ekstrahirano smrekovino razkrajala najmanj intenzivno. Tudi pri tej glivi razkrojevalki med širino branik in izgubo mase lesa (0-2 mm: 9,1 %, 2-4 mm: 6,7 %, 4-6 mm: 10,8 %) ni mogoče zaznati statistične odvisnosti. O podobnih izgubah mase poročajo tudi ostali raziskovalci.

4.3.2 Analiza razkroja ekstrahirane smrekovine



Slika 17: Delež izgube mase ekstrahirane smrekovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke

Kot je razvidno iz slike 17, se je izmed treh gliv razkrojevalk vključenih v raziskavo za najbolj intenzivno glivo razkrojevalko ekstrahirane smrekovine izkazala navadna tramovka, ki je v vseh razredih širin branik povzročila največji delež izgube mase na izpostavljenih vzorcih. Pri vzorcih z razredom najožjih branik (0-2 mm) je izgubljen povprečen delež znašal 30,7 %, pri razredu s srednje širokimi branikami (2-4 mm) 27,1 %, pri razredu z najširšimi branikami (4-6 mm) pa je delež izgubljene mase lesa ekstrahirane smrekovine znašal 25,2 %. Pri tej glivi bi dobljene rezultate lahko interpretirali tako, da se odpornost ekstrahirane smrekovine proti navadni tramovki z večanjem širine branik nekoliko povečuje, kar je v nasprotju s splošno veljavnim prepričanjem o večji odpornosti lesa z ozkimi branikami.

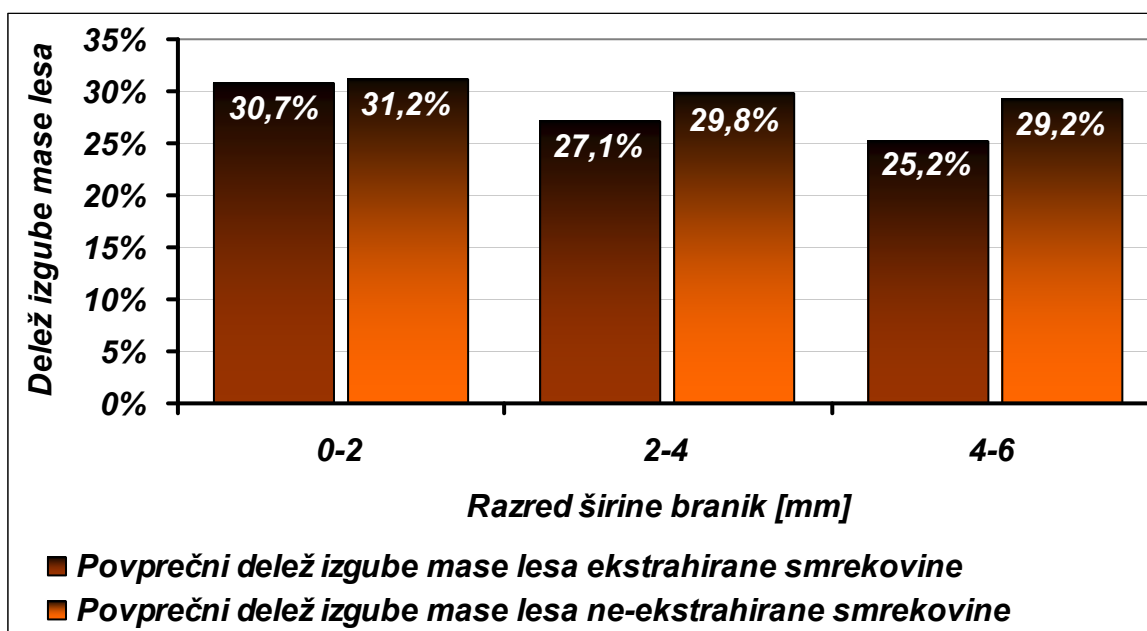
Za bolj intenzivno glivo razkrojevalko se je v primerjavi z belo hišno gobo pričakovano izkazala siva hišna goba, ki velja za najintenzivnejšo razkrojevalko lesa med hišnimi gobami. Sodeč po rezultatih lahko trdimo, da je les ekstrahirane smrekovine z širšimi branikami manj odporen proti delovanju oz. razkroju sive hišne gobe, saj je bila v obeh

razredih s širšimi branikami (2-4 mm, 4-6 mm) izguba mase v povprečju očitneje večja (23,2 % oz. 24,2 %) v primerjavi z vzorci lesa ekstrahirane smrekovine ožjih branik (0-2 mm; 16,6 %).

Za najmanj intenzivno glivo razkrojevalko izmed uporabljenih gliv v raziskavi pa se je pričakovano izkazala bela hišna goba. Na podlagi dobljenih rezultatov (0-2mm: 14,4 %; 2-4 mm: 7,3 %; 4-6 mm: 11,9 %) ne moremo določiti povezanosti med širino branik in odpornostjo ekstrahirane smrekovine proti tej glivi razkrojevalki.

4.3.3 Vpliv vsebnosti ekstraktivov na odpornost smrekovine

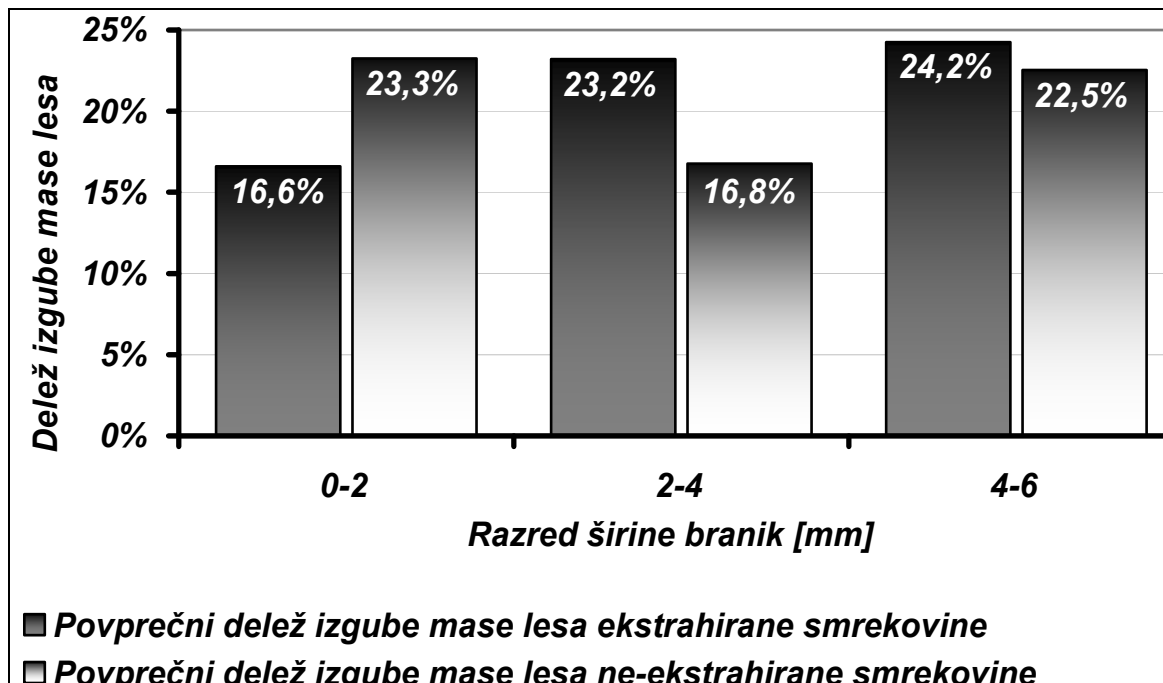
Za ugotavljanje vpliva ekstraktivov na naravno odpornost smrekovine smo med seboj primerjali deleže izgube mase lesa ne-ekstrahirane in ekstrahirane macesnovine pri posamezni vrsti glive razkrojevalke.



Slika 18: Primerjava izgub deleža mase lesa med ekstrahirano in ne-ekstrahirano smrekovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju navadne tramovke

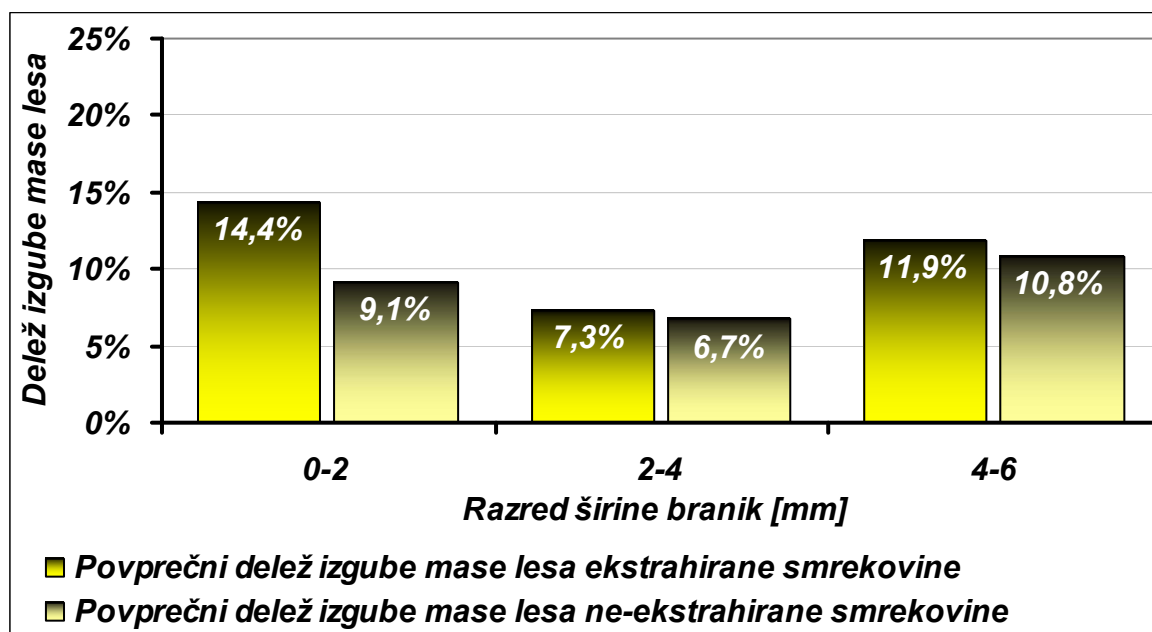
Kot je razvidno iz slike 18, nam rezultati nazorno pokažejo, da ekstraktivi v lesu smreke nimajo bistvenega vpliva na naravno odpornost proti navadni tramovki. V nasprotju s

pričakovani je bila izguba mase lesa celo nekoliko večja pri ne-ekstrahiranih vzorcih smrekovine.



Slika 19: Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju sive hišne gobe

Glede na rezultate, ki nam jih prikazuje slika 19, bi lahko sklepali, da ima vsebnost ekstraktivov v lesu smreke s širšimi branikami (> 2 mm) le blag pozitiven vpliv na povečano naravno odpornost proti sivi hišni gobi, medtem ko v razredu z najožjimi branikami (0-2 mm) rezultati odražajo nelogično sliko, saj je bila ne-ekstrahirana smrekovina bolj razkrojena kot ekstrahirana.

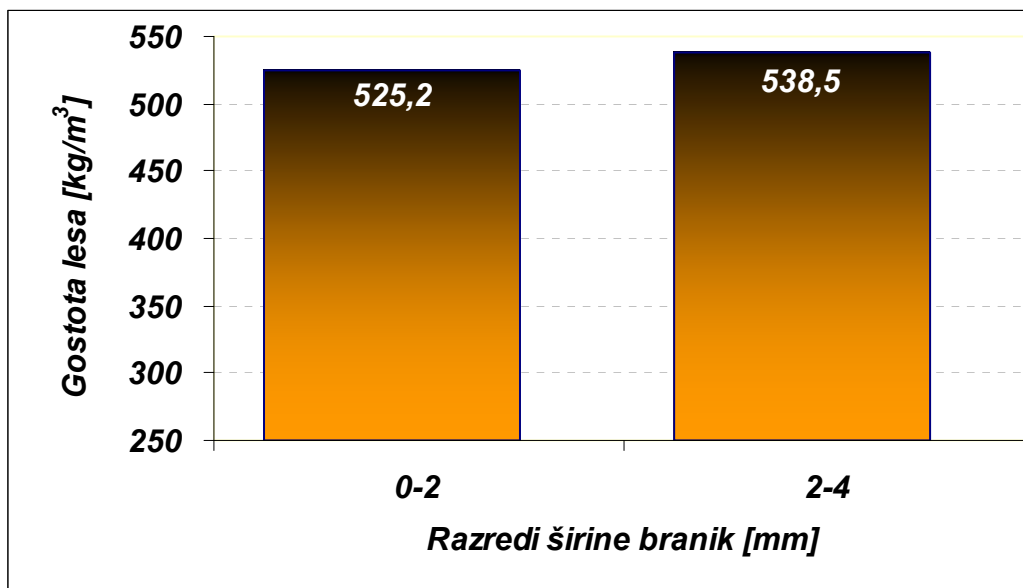


Slika 20: Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju bele hišne gobe

Iz slike 20 lahko razberemo, da ekstraktivi v smrekovini s širšimi branikami (> 2 mm) ne vplivajo na njeno naravno odpornost proti beli hišni gobi, saj so razlike med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovino malenkostne. Rezultati pri razredu najožjih branik (0-2 mm) pa prikazujejo nekoliko večjo razliko med ne-ekstrahirano in ekstrahirano smrekovino, kar bi mogoče lahko odražalo povečan vpliv ekstraktivov na naravno odpornost (gostejše) smrekovine z ozkimi branikami proti beli hišni gobi.

Na splošno pričujoči podatki rezultatov odpornosti ekstrahirane in ne-ekstrahirane smrekovine jasno nakazujejo, da ekstraktivi v lesu smreke nimajo značilnega vpliva na odpornost lesa proti glivam rjave trohnobe. V kolikor je že zaznati njihov vpliv na odpornost, ga prej lahko ocenimo za negativnega, kot pozitivnega.

4.4 VPLIV ŠIRINE BRANIK NA GOSTOTO MACESNOVINE



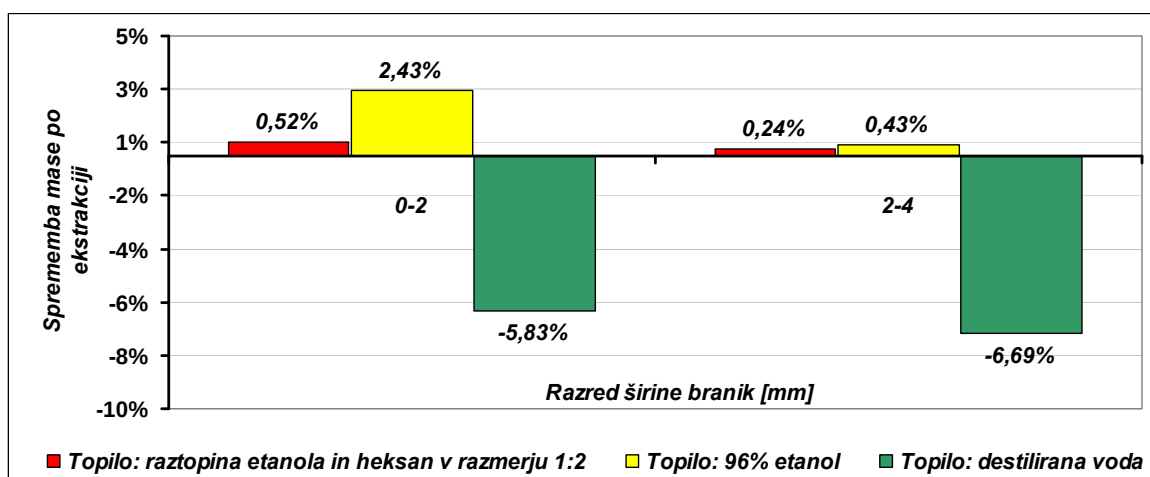
Slika 21: Gostota macesnovine glede na razred širine branik

Rezultati gostote macesnovine glede na razred širine branik, (slika 21), so se po naših meritvah izkazali za nepričakovane, saj najrazličnejši viri navajajo podobno odvisnost kot pri smrekovini, torej, da se gostota macesnovine zmanjšuje z večanjem širine branik (Čufar, 2006). Vendar je potrebno upoštevati, da smo za raziskave uporabili relativno gost les. Po vsej verjetnosti bi bil vpliv širine branik na gostoto macesna bolj izrazit pri vzorcih s širšim razponom branik.

4.5 VPLIV ŠIRINE BRANIK NA DELEŽ VSEBNOSTI EKSTRAKTIVOV V MACESNOVINI

Iz rezultatov je razvidno (slika 22), da se je po prvih dveh ekstrakcijah masa lesa, tako kot pri smrekovini, presenetljivo za malenkost celo povečala. Po prvi ekstrakciji z raztopino etanola in heksana v razmerju 1:2 se je masa macesnovine z branikami širine 0-2 mm v povprečju povečala za 0,52 %, pri macesnovini z branikami širine 2-4 mm pa za 0,24 %. Tudi po drugi ekstrakciji z 96 % raztopino etanola je masa macesnovine narasla. Pri macesnovini s širino branik 0-2 mm se je masa vzorcev v povprečju povečala za 2,43 %, pri macesnovini s širino branik 2-4 mm pa za 0,24 %.

pri macesnovini s širino branik 2-4 mm pa za 0,43 %. Po tretji ekstrakciji pri kateri smo za topilo uporabili destilirano vodo, pa se je masa vzorcev macesnovine nekako po pričakovanjih zmanjšala. Vzorci macesnovine s širino branik 0-2 mm so v poprečju med ekstrakcijo izgubili 5,83 % mase, vzorci macesnovine s širino branik 2-4 mm pa 6,69 %.

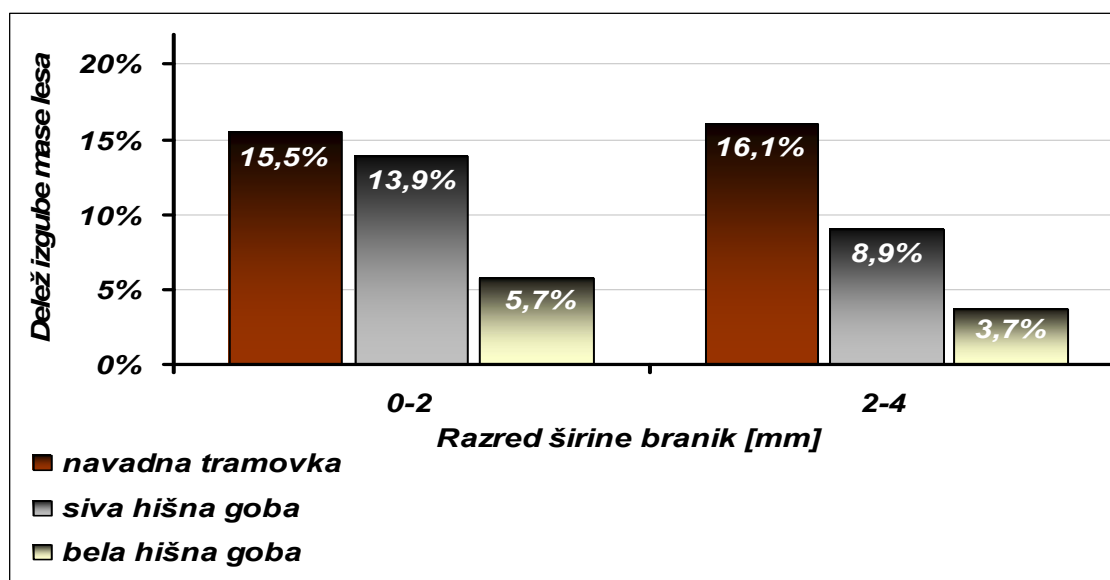


Slika 22: Sprememba mase macesnovine po ekstrakciji glede na razred širine branik in vrsto ekstrakcije

Podobno kot pri smrekovini rezultatov prvih dveh ekstrakcij nismo posebej analizirali, saj se je masa vzorcev lesa po ekstrakciji povečala. Rezultati dobljeni po tretji ekstrakciji, kjer smo za topilo destilirano vodo, nam nekako lahko prikazujejo šibko odvisnost med širino branik in deležem vsebnosti ekstraktivnih snovi oz. deležem izgubljene mase lesa po ekstrakciji (slika 22). Kakorkoli, o kakšni odvisnosti oziroma povezavi je le pri dveh razredih širine branik težko soditi. Iz slednjih rezultatov bi tako kot pri smrekovini težko trdili, da ima širina branik macesnovine kakšen značilen vpliv na prisotnost ekstraktivnih snovi v lesu. Podobno kot pri smrekovini, pa lahko sklepamo, da ima na tako sorazmerno odvisnost, ki smo jo dobili z rezultati raziskave, lahko določen vpliv tudi poroznost lesa, ki se pri macesnovini povečuje z večanjem širine branik in tako omogoča lažje in hitrejše izpiranje ekstraktivov iz redkejšega lesa. Treba je še omeniti, da te vrednosti rezultatov izgube mase, ne odražajo nujno vse količine oz. vsega deleža ekstraktivov, ki ga vsebuje les, ker brez dodatnih nadaljnjih meritev oz. postopkov ne moremo z gotovostjo trditi, da so se po končani ekstrakciji iz lesa izprale vse ekstraktivne snovi.

4.6 IZGUBA MASE MACESNOVINE PO IZPOSTAVITVI GLIVAM RAZKROJEVALKAM

4.6.1 Analiza razkroja ne-ekstrahirane macesnovine



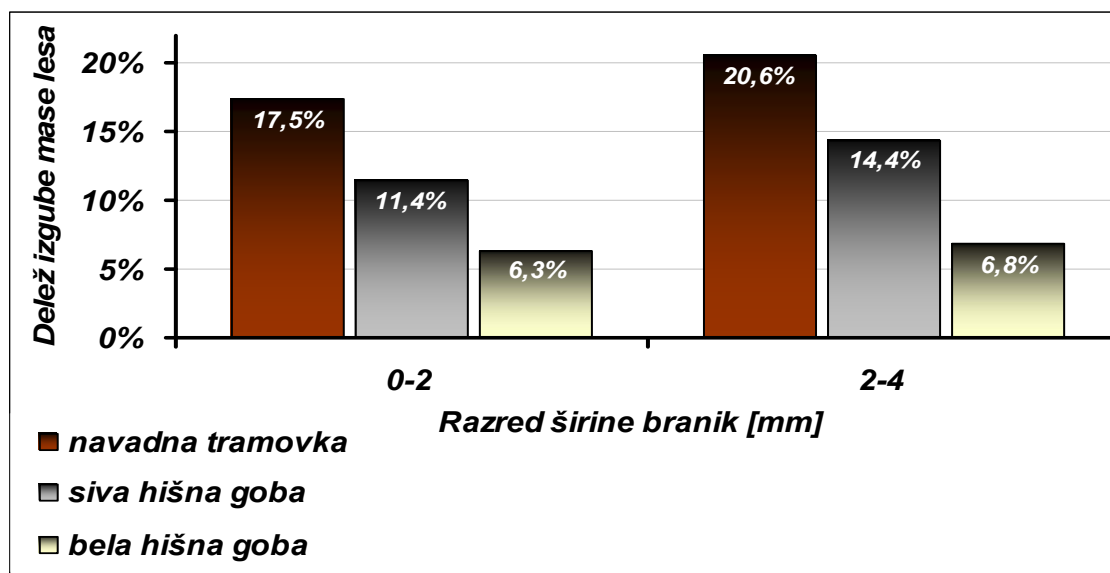
Slika 23: Delež izgube mase ne-ekstrahirane macesnovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke

Kot nam kaže slika 23, se je za najintenzivnejšo glivo razkrojevalko ne-ekstrahirane macesnovine zopet izkazala navadna tramovka. Razlike v izgubi mase med obema skupinama vzorcev praktično ni oz. so te zelo majhne, tako da ne moremo govoriti o vplivu širine branik na izgubo mase. Za drugo najbolj intenzivno razkrojevalko ne-ekstrahirane macesnovine, se je enako kot pri ekstrahirani macesnovini, izkazala siva hišna goba. Glede na povprečne rezultate deleža razkroja lesa (0-2 mm: 13,9 %, 2-4 mm: 8,9 %) bi lahko sklepali, da ima širina branik ne-ekstrahirane macesnovine blag vpliv na naravno odpornost proti sivi hišni gobi, vendar na podlagi razmeroma majhnega razpona širine branik to težko trdimo.

Bela hišna goba je tudi pri ne-ekstrahirani macesnovini razkrojevala najmanj intenzivno. Tudi pri njej lahko iz dobljenih rezultatov povprečnega deleža razkroja lesa (0-2 mm: 5,7 %, 2-4 mm: 3,7 %) sklepamo, da širina branik nima značilnega vpliva na odpornost ne-

ekstrahirane macesnovine proti beli hišni gobi, saj je razlika mase med razredoma širine branik le 2%

4.6.2 Analiza razkroja ekstrahirane macesnovine



Slika 24: Delež izgube mase ekstrahirane macesnovine glede na razred širine branik in vrsto glive razkrojevalke

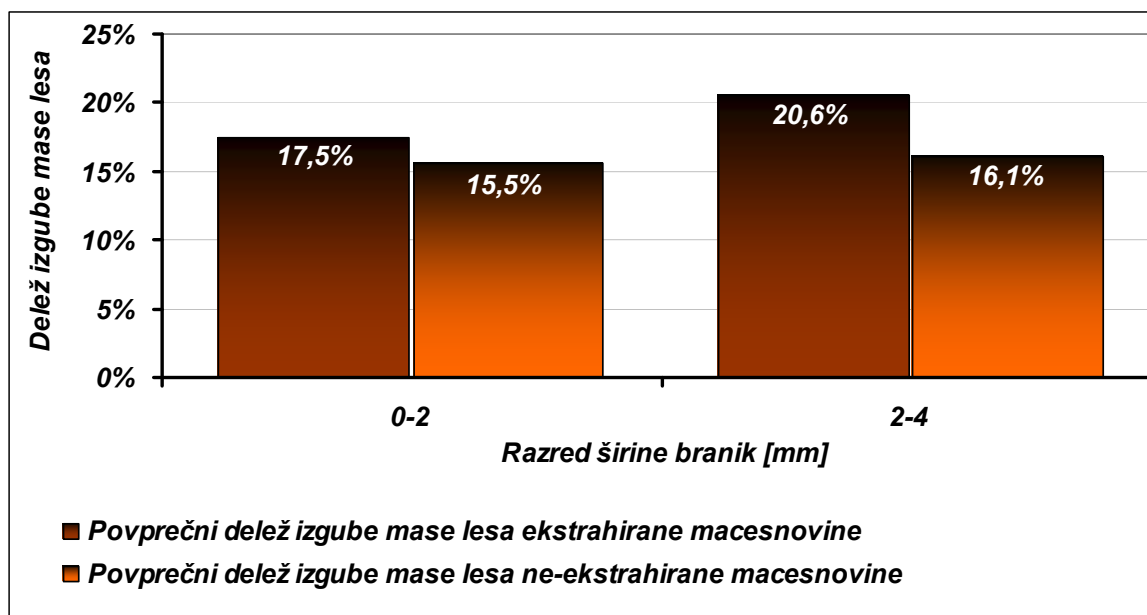
Kot je razvidno iz grafa (slika 24), se je izmed treh gliv razkrojevalk vključenih v raziskavo za najbolj intenzivno glivo razkrojevalko ekstrahirane macesnovine spet izkazala navadna tramovka, ki je v obeh razredih širin branik povzročila največji delež izgube mase na izpostavljenih vzorcih. Pri vzorcih s širino branik 0-2 mm je izgubljen povprečen delež znašal 17,5 %, pri razredu širine branik 2-4 mm pa 20,6 %. Pri tej glivi bi dobljene rezultate lahko interpretirali tako, da se odpornost ekstrahirane macesnovine proti navadni tramovki z večanjem širine branik le nekoliko zmanjšuje, vendar tudi tega ne moremo trditi zaradi razmeroma majhnega razpona širine branik in neizrazite razlike v izgubi mase lesa.

Za drugo bolj intenzivno glivo razkrojevalko pa se je v primerjavi z belo hišno gobo pričakovano tako kot pri smrekovini izkazala siva hišna goba, ki velja za najintenzivnejšo razkrojevalko lesa med hišnimi gobami. Po rezultatih sodeč (0-2 mm: 11,4 %, 2-4 mm: 14,4 %) spet ne moremo potrditi, da se odpornost ekstrahirane macesnovine z večanjem širin branik le nekoliko zmanjšuje (slika 24).

Bela hišna goba se je zopet izkazala za najmanj intenzivno glivo razkrojevalko izmed uporabljenih gliv v raziskavi. Na podlagi dobljenih rezultatov (0-2mm: 6,3 %; 2-4 mm: 6,8 %) ne moremo trditi, da ima pri tej glivi razkrojevalki širina branik ekstrahirane macesnovine vpliv na intenzivnost njenega razkroja (slika 24).

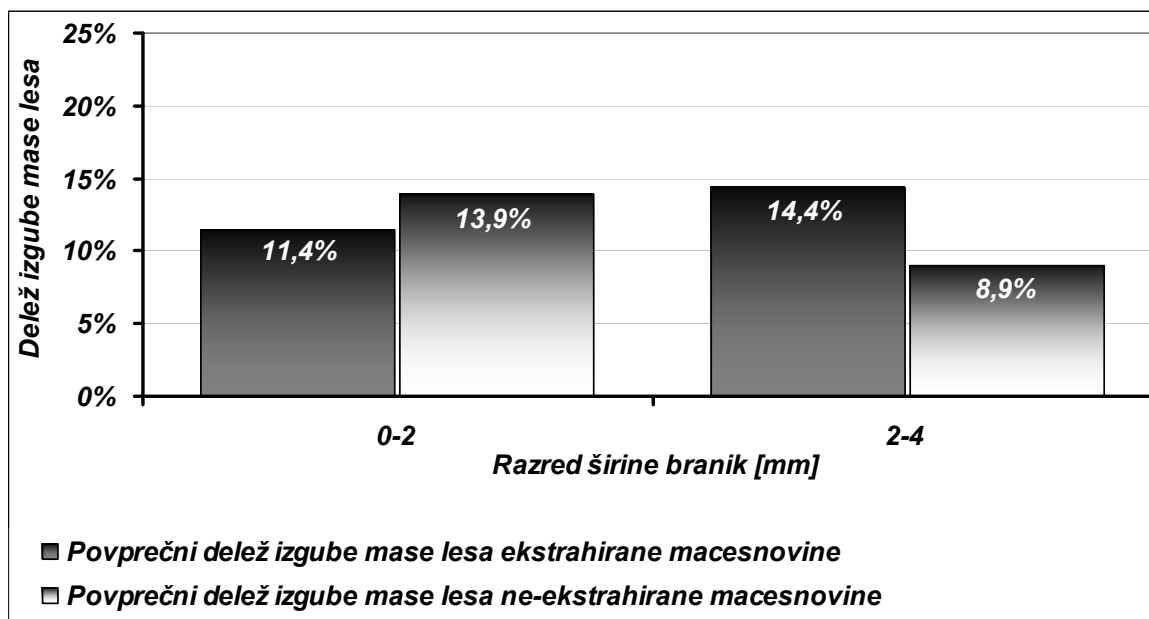
4.6.3 Vpliv vsebnosti ekstraktivov na odpornost macesnovine

Za ugotavljanje vpliva ekstraktivov na naravno odpornost macesnovine smo tudi tukaj med seboj primerjali deleže izgube mase lesa ne-ekstrahirane in ekstrahirane macesnovine pri posamezni vrsti glive razkrojevalke.



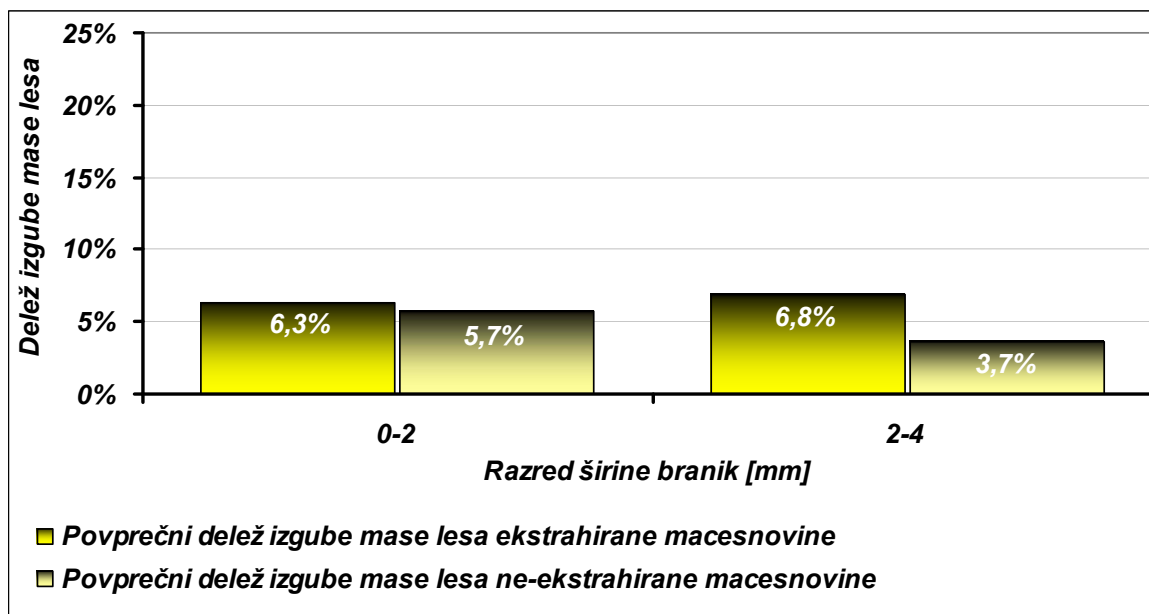
Slika 25: Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju navadne tramovke

Iz slike 25 lahko sklepamo, da imajo ekstraktivi v lesu macesna le vpliv na povečano naravno odpornost proti navadni tramovki.



Slika 26: Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju sive hišne gobe

Rezultate, ki nam jih prikazuje slika 26, bi lahko interpretirali tako, da ekstraktivi v lesu macesna z najožjimi branikami (0-2 mm) nimajo vpliva na naravno odpornost proti sivi hišni gobi, medtem ko je blag vpliv ekstraktivov na povečano naravno odpornost zaznan pri lesu s širšimi branikami (2-4 mm).



Slika 27: Primerjava izgub deleža mase lesa med ne-ekstrahirano in ekstrahirano macesnovino v posameznem razredu širine branik pri razkroju bele hišne gobe

Iz izgub deleža mase lesa, ki ga je povzročila bela hišna goba s svojim razkrojevanjem, lahko zopet sklepamo, da imajo ekstraktivi pri lesu macesna s širšimi branikami blag vpliv na povečano naravno odpornost, medtem ko iz rezultatov pri ožjih branikah (0-2 mm) težko sklepamo na kakšen vpliv.

Preglednica 3: Razredi odpornosti smrekovine in macesnovine (po SIST EN 113, 1995) na podlagi dobljenih rezultatov v raziskavi glede na vrsto glive razkrojevalke, razred širine branik in delež vsebnosti ekstraktivov

Vrsta lesa (razred širine branik)	Vrsta glive razkrojevalke		
	Navadna tramovka	Siva hišna goba	Bela hišna goba
Smrekovina (0-2 mm)	4.-5.	4.	3.-4.
Smrekovina * (0-2 mm)	4.-5.	4.	4.
Smrekovina (2-4 mm)	4.-5.	4.	3.
Smrekovina * (2-4 mm)	4.-5.	4.	3.
Smrekovina (4-6 mm)	4.-5.	4.	3.-4.
Smrekovina * (4-6 mm)	4.-5.	4.	3.-4.
Macesnovina (0-2 mm)	4.	4.	2.-3.
Macesnovina * (0-2 mm)	4.	3.-4.	2.-3.
Macesnovina (2-4 mm)	4.	3.-4.	2.
Macesnovina * (2-4 mm)	4.	4.	2.-3.

* ekstrahirano

5 SKLEPI

Na podlagi rezultatov našega raziskovalnega dela opravljenega v okviru diplomske naloge lahko sklenemo nekaj naslednjih ugotovitev.

Za najbolj intenzivno razkrojevalko smrekovine in macesnovine se je tekom našega raziskovalnega dela izkazala navadna tramovka, sledi ji siva hišna goba nato bela hišna goba.

Širina branik nima značilnega vpliva na naravno odpornost smrekovine in macesnovine proti glivam rjave trohnobe določene z laboratorijskimi testi.

Vpliv širine branik na delež vsebnosti ekstraktivov v lesu obeh lesnih vrst z uporabljenimi metodami ekstrakcije ni bil zaznan.

Vpliv ekstraktivov v lesu smreke na naravno odpornost proti navadni tramovki ni bil zaznan, medtem ko je pri ostalih dveh, sivi in beli hišni gobi, blag vpliv zaznan, a je statistično zanemarljiv.

Vsebnost ekstraktivov v lesu macesna rahlo izboljša naravno odpornost lesa macesna. Ta vpliv je bolj zaznaven v lesu macesna s širšimi branikami.

6 POVZETEK

Les je kot biološki material izpostavljen številnim abiotskim in biotskim dejavnikom razgradnje. Med slednje spadajo tudi glive razkrojevalke, ki pri nas povzročajo največjo škodo na lesu. Dovzetnost lesa na njihovo delovanje imenujemo naravna odpornost lesa. Smrekovina na splošno spada v razred neodpornih vrst lesa, medtem ko macesnovina spada med zmerno odporne. Ker sta obe vrsti lesa v Sloveniji na splošno precej v uporabi smo v nalogi želeli raziskati, kako širina branik vpliva na naravno odpornost lesa in delež ekstraktivov, in s tem ugotoviti, če bi se dalo s pravilnim izborom lesa v okviru posamezne drevesne vrste vplivati na odpornost in s tem povečano trajnost uporabe lesa.

Za raziskavo smo uporabili vzorce adultnega lesa obeh drevesnih vrst. Vzorce dimenzij $15 \times 25 \times 50$ mm smo na podlagi navodil standarda SIST EN 113 izpostavili delovanju trem glivam razkrojevalkam.: navadni tramovki, beli hišni gobi in sivi hišni gobi. Pred izpostavitvijo smo del vzorcev še ekstahirali in poskušali določiti vpliv širine branik na delež ekstraktivov v lesu. Vzorcem smo po izpostavitvi glivam razkrojevalkam gravimetrično določili izgubo mase in s pomočjo te ugotavljali vpliv širine branik na naravno odpornost obeh drevesnih vrst.

Rezultati raziskave v okviru diplomske naloge so pokazali, da širina branik tako pri smrekovini kot pri macesnovini nima značilnega vpliva na naravno odpornost lesa proti glivam razkrojevalkam. Značilen vpliv širine branik na delež ekstraktivov v lesu obeh drevesnih vrst z našo metodo, ki se je izkazala za neprimerno, prav tako ni bil zaznan. Pozitiven vpliv prisotnosti ekstraktivov v lesu se je v blažji obliki pokazal pri macesnovini, medtem ko pri smrekovini tega vpliva na splošno ni bilo zaznati. Za najintenzivnejšo glivo razkrojevalko se je pri obeh vrstah lesa izkazala navadna tramovka, siva hišna goba pa je razkrajala intenzivneje kot bela hišna goba.

7 VIRI

Belmojster.net – Zatiranje lesnih insektov in gliv trohnikov. 2011.

<http://www.belmojster.net/images/clanki/img1476.jpg> (4.3. 2011)

Benko R., Kervina – Hamović L., Gruden M. 1987. Patologija lesa. Lesna fitopatologija.

Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za lesarstvo: 122 str.

Biolib – Biological library. 2011.

<http://www.biolib.cz/IMG/GAL/18136.jpg> (4. 3. 2011)

CBS-KNAW – Fungal biodiversity centre – An institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. 2011.

http://www.cbs.knaw.nl/images/Images_CBSFungi/CD/0001/0007/gloeophyllum_trabeum.jpg (4. 3. 2011)

Charlie M., Watkinson S.C. 1994. The fungi. London, Academic press limited: 482 str.

Čufar K. 2006. Anatomija lesa: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani,

Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.

Eaton R.A., Hale M.D.C. 1993. Wood-decay, pests and protection. London, Chapman and Hall: 250 str.

Fabčič B. 2008. Vpliv širine branik hrastovine na naravno odpornost proti glivam razkrojevalkam. Diplomsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 2008: 80 str.

Fengel D., Wegener G. 1989. Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Berlin, New York, Walter de Gruyter: 258 str.

Galis d.o.o. Podjetje za zunanjo in notranjo trgovino. 2011.

<http://www.galis.si/f/macesen.jpg> (4. 3. 2011)

Galis d.o.o. Podjetje za zunanjo in notranjo trgovino. 2011.

<http://www.galis.si/f/smreka.jpg> (4. 3. 2011)

Gorše M. 2005. Vpliv alkilamonijevega klorida na vezavo in učinkovitost bakrovih pripravkov. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 57 str.

Kervina-Hamović L. 1990. Zaščita lesa. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 126 str.

Lesar B., Humar M., Oven P. 2008, Dejavniki naravne odpornosti lesa in njegova trajnost. Les, 60(2008), 11-12: 408-414

Pečenko G. 1987. Zaščita lesa v praksi. Ljubljana, Zveza društev inženirjev in tehnikov Gozdarstva in lesarstva Slovenije 221 str.

SIST EN 113. 1995. Determination of toxic values of wood preservatives against wood destroying Basidiomycetes cultured on an agar medium.: 25 str.

Unger A., Schniewind A.P., Unger W. 2001. Conservation of Wood Artifacts. Berlin, Springer: 165-265

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju izr. prof. dr. Mihi Humarju, za nesebično pomoč pri nastajanju diplomske naloge.

Zahvala gre tudi recenzentu, prof. dr. Primožu Ovnu, za koristne nasvete in mlademu raziskovalcu dr. Boštjanu Lesarju za pomoč pri raziskovalnem delu.

Iskrena hvala gre tudi mojim domačim za podporo in potrpežljivost v letih šolanja.

Priloga A

Rezultati (mase) meritev raziskovalnega dela

Št. vzorca	Vrsta lesa	Razred širine branike	m_0 [kg/m ³]	m_{0-1} [kg/m ³]	m_{0-2} [kg/m ³]	m_{0-3} [kg/m ³]	Vrsta glive	m_{0-4} [kg/m ³]
1	Sm *	0-2	8,0924	8,1360	8,1118	7,8781	N.T.	5,6431
2	Sm *	0-2	8,5883	8,6075	8,6002	8,3488	N.T.	5,8129
3	Sm *	0-2	8,1022	8,1436	8,1258	7,8637	N.T.	5,3825
4	Sm *	0-2	8,3333	8,3555	8,3511	8,0874	N.T.	5,4434
5	Sm *	0-2	7,3006	7,3306	7,3189	7,0124	/	/
6	Sm *	0-2	8,6981	8,7262	8,6912	8,4437	S.H.G.	6,8008
7	Sm *	0-2	8,0488	8,0885	8,0623	7,8467	S.H.G.	6,1791
8	Sm *	0-2	8,6390	8,6561	8,6311	8,3932	S.H.G.	7,2280
9	Sm *	0-2	8,0890	8,1379	8,1070	7,8704	S.H.G.	6,1228
10	Sm *	0-2	8,0619	8,1095	8,0856	7,8302	S.H.G.	7,3433
11	Sm *	0-2	8,1297	8,1723	8,1365	7,8494	B.H.G.	6,5841
12	Sm *	0-2	7,6903	7,7212	7,7067	7,4473	B.H.G.	6,8609
13	Sm *	0-2	8,0918	8,1335	8,0854	7,8667	B.H.G.	6,2381
14	Sm *	0-2	7,7227	7,7564	7,7381	7,4655	B.H.G.	6,9241
15	Sm *	0-2	7,6435	7,6747	7,6576	7,4249	B.H.G.	5,9530
16	Sm	0-2	7,7184	/	/	/	N.T.	5,6292
17	Sm	0-2	8,1844	/	/	/	N.T.	5,2850
18	Sm	0-2	8,0469	/	/	/	N.T.	5,4718
19	Sm	0-2	7,6388	/	/	/	N.T.	5,3122
20	Sm	0-2	7,6213	/	/	/	/	
21	Sm	0-2	8,1003	/	/	/	S.H.G.	5,1622
22	Sm	0-2	8,0409	/	/	/	S.H.G.	5,6667
23	Sm	0-2	8,0985	/	/	/	S.H.G.	6,7248
24	Sm	0-2	7,1415	/	/	/	S.H.G.	5,7848
25	Sm	0-2	8,5647	/	/	/	S.H.G.	7,2123
26	Sm	0-2	8,2996	/	/	/	B.H.G.	7,9173
27	Sm	0-2	8,2591	/	/	/	B.H.G.	7,3945
28	Sm	0-2	8,1619	/	/	/	B.H.G.	7,2746
29	Sm	0-2	7,9490	/	/	/	B.H.G.	6,8465
30	Sm	0-2	7,9953	/	/	/	B.H.G.	7,5423
31	Sm	0-2	8,1379	/	/	/	/	/
32	Sm	0-2	7,9530	/	/	/	/	/
33	Sm	0-2	8,3818	/	/	/	S.H.G.	6,6849
34	Sm	0-2	8,1650	/	/	/	S.H.G.	6,1255
35	Sm	0-2	8,1331	/	/	/	/	/
36	Sm	0-2	8,3942	/	/	/	/	/
37	Sm	0-2	8,4791	/	/	/	/	/
38	Sm	0-2	8,4687	/	/	/	/	/

39	Sm	0-2	7,6521	/	/	/	/	/
40	Sm	0-2	8,5870	/	/	/	/	/
41	Sm *	2-4	8,1055	8,1433	8,1283	7,8787	N.T.	5,7786
42	Sm *	2-4	7,3518	7,3627	7,3678	7,0916	N.T.	5,2289
43	Sm *	2-4	6,7959	6,8021	6,7933	6,5057	N.T.	4,6612
44	Sm *	2-4	7,2502	7,2679	7,2628	7,0315	/	/
45	Sm *	2-4	6,5207	6,5299	6,5135	6,3302	/	/
46	Sm *	2-4	5,9317	5,9347	5,9248	5,6945	S.H.G.	5,5845
47	Sm *	2-4	6,6054	6,6213	6,5994	6,3577	S.H.G.	4,2399
48	Sm *	2-4	7,5869	7,6085	7,6041	7,3244	S.H.G.	6,1255
49	Sm *	2-4	7,4182	7,4355	7,4379	7,1763	S.H.G.	5,4077
50	Sm *	2-4	7,3850	7,4083	7,4034	7,0941	S.H.G.	5,7824
51	Sm *	2-4	6,1022	6,1140	6,0982	5,8843	B.H.G.	5,5107
52	Sm *	2-4	7,1915	7,2227	7,2096	6,9240	B.H.G.	6,6792
53	Sm *	2-4	7,5209	7,5436	7,5325	7,2258	B.H.G.	6,9901
54	Sm *	2-4	7,2463	7,2614	7,2630	6,9677	B.H.G.	6,3246
55	Sm *	2-4	6,6765	6,6829	6,6645	6,3597	B.H.G.	5,4588
56	Sm	2-4	6,3509	/	/	/	N.T.	4,1728
57	Sm	2-4	7,4265	/	/	/	N.T.	5,3213
58	Sm	2-4	7,2090	/	/	/	N.T.	5,2888
59	Sm	2-4	7,5118	/	/	/	/	/
60	Sm	2-4	7,5226	/	/	/	/	/
61	Sm	2-4	7,2749	/	/	/	S.H.G.	5,9413
62	Sm	2-4	6,8469	/	/	/	S.H.G.	5,5240
63	Sm	2-4	7,5112	/	/	/	S.H.G.	6,4226
64	Sm	2-4	7,2939	/	/	/	S.H.G.	5,7732
65	Sm	2-4	7,2518	/	/	/	S.H.G.	6,5285
66	Sm	2-4	7,4098	/	/	/	B.H.G.	6,9365
67	Sm	2-4	7,4961	/	/	/	B.H.G.	7,1880
68	Sm	2-4	7,4745	/	/	/	B.H.G.	7,1936
69	Sm	2-4	7,3944	/	/	/	B.H.G.	6,7581
70	Sm	2-4	7,1700	/	/	/	B.H.G.	6,4007
71	Sm	2-4	7,2368	/	/	/	/	/
72	Sm	2-4	6,4993	/	/	/	/	/
73	Sm	2-4	7,3156	/	/	/	S.H.G.	6,0252
74	Sm	2-4	6,4251	/	/	/	/	/
75	Sm	2-4	6,5291	/	/	/	/	/
76	Sm	2-4	7,4398	/	/	/	/	/
77	Sm	2-4	7,6280	/	/	/	/	/
78	Sm	2-4	7,3839	/	/	/	/	/
79	Sm	2-4	7,5866	/	/	/	/	/
80	Sm	2-4	7,4480	/	/	/	/	/
81	Sm *	4-6	5,9816	5,9898	5,9863	5,7009	N.T.	4,4679
82	Sm *	4-6	5,9545	5,9639	5,9641	5,7545	N.T.	4,1464
83	Sm *	4-6	5,8717	5,8930	5,8839	5,6701	N.T.	4,2004
84	Sm *	4-6	6,3678	6,3755	6,3633	6,1777	N.T.	4,6220

85	Sm *	4-6	6,0051	6,0237	6,0087	5,8533	/	/
86	Sm *	4-6	5,9495	5,9714	5,9600	5,8055	S.H.G.	4,1648
87	Sm *	4-6	6,0019	6,0252	6,0135	5,7472	S.H.G.	4,4908
88	Sm *	4-6	6,1425	6,1704	6,1545	5,8495	S.H.G.	4,2823
89	Sm *	4-6	6,2585	6,2822	6,2681	5,9580	S.H.G.	4,4667
90	Sm *	4-6	5,9381	5,9635	5,9538	5,7089	S.H.G.	4,6098
91	Sm *	4-6	6,1431	6,1667	6,1588	5,9018	B.H.G.	5,2246
92	Sm *	4-6	6,1482	6,1748	6,1499	5,9158	B.H.G.	5,2018
93	Sm *	4-6	5,9211	5,9399	5,9269	5,6242	B.H.G.	4,8202
94	Sm *	4-6	6,0771	6,0935	6,0832	5,7824	B.H.G.	5,3907
95	Sm *	4-6	5,9072	5,9171	5,9112	5,6102	B.H.G.	4,7868
96	Sm	4-6	6,4997	/	/	/	N.T.	4,3932
97	Sm	4-6	6,0871	/	/	/	N.T.	4,2622
98	Sm	4-6	5,9974	/	/	/	N.T.	4,0329
99	Sm	4-6	6,0889	/	/	/	N.T.	4,7797
100	Sm	4-6	6,4082	/	/	/	/	/
101	Sm	4-6	6,5322	/	/	/	S.H.G.	4,9316
102	Sm	4-6	6,4661	/	/	/	S.H.G.	4,7404
103	Sm	4-6	6,3831	/	/	/	S.H.G.	4,9831
104	Sm	4-6	6,1211	/	/	/	S.H.G.	5,0075
105	Sm	4-6	5,9438	/	/	/	S.H.G.	4,7024
106	Sm	4-6	6,3646	/	/	/	B.H.G.	5,8326
107	Sm	4-6	5,8990	/	/	/	B.H.G.	5,2189
108	Sm	4-6	6,2901	/	/	/	B.H.G.	5,3030
109	Sm	4-6	6,0408	/	/	/	B.H.G.	5,6995
110	Sm	4-6	6,9031	/	/	/	B.H.G.	6,0217
111	Sm	4-6	5,9632	/	/	/	/	/
112	Sm	4-6	5,9318	/	/	/	/	/
113	Sm	4-6	6,1957	/	/	/	S.H.G.	4,7716
114	Sm	4-6	5,9803	/	/	/	/	/
115	Sm	4-6	6,2534	/	/	/	/	/
116	Sm	4-6	6,1614	/	/	/	/	/
117	Sm	4-6	6,3142	/	/	/	/	/
118	Sm	4-6	6,0717	/	/	/	/	/
119	Sm	4-6	5,9100	/	/	/	/	/
120	Sm	4-6	5,9724	/	/	/	/	/
1	Mac *	0-2	10,0750	10,1212	10,2618	9,6203	N.T.	8,4033
2	Mac *	0-2	9,4938	9,5778	9,7976	9,0771	N.T.	7,2819
3	Mac *	0-2	9,7114	9,7553	9,9561	9,0783	N.T.	7,6461
4	Mac *	0-2	10,3726	10,4213	10,6445	9,4819	N.T.	7,4329
5	Mac *	0-2	10,2133	10,2666	10,5079	9,3796	/	/
6	Mac *	0-2	10,2030	10,2394	10,4506	9,6564	S.H.G.	8,1630
7	Mac *	0-2	10,3394	10,3915	10,5704	9,8758	S.H.G.	8,8834
8	Mac *	0-2	9,3078	9,4056	9,5867	8,9466	S.H.G.	7,7311
9	Mac *	0-2	10,1923	10,2404	10,3929	9,7508	S.H.G.	9,0237
10	Mac *	0-2	10,3620	10,4021	10,6025	9,8693	S.H.G.	8,8200

11	Mac *	0-2	9,7527	9,7705	9,9246	8,9407	B.H.G.	8,0362
12	Mac *	0-2	10,2670	10,3163	10,5188	9,4002	B.H.G.	8,5814
13	Mac *	0-2	9,6251	9,6746	9,8592	9,0261	B.H.G.	8,7894
14	Mac *	0-2	10,6004	10,6446	10,8175	10,1826	B.H.G.	9,7819
15	Mac *	0-2	10,1507	10,2165	10,4303	9,5851	B.H.G.	9,0018
16	Mac	0-2	10,1280	/	/	/	N.T.	8,2931
17	Mac	0-2	9,5107	/	/	/	N.T.	8,3714
18	Mac	0-2	10,0380	/	/	/	N.T.	8,2205
19	Mac	0-2	9,7945	/	/	/	N.T.	8,4262
20	Mac	0-2	10,6101	/	/	/	/	/
21	Mac	0-2	10,4169	/	/	/	S.H.G.	9,4089
22	Mac	0-2	9,5858	/	/	/	S.H.G.	7,6728
23	Mac	0-2	9,5546	/	/	/	S.H.G.	8,6215
24	Mac	0-2	9,4276	/	/	/	S.H.G.	8,2113
25	Mac	0-2	9,6043	/	/	/	S.H.G.	8,4017
26	Mac	0-2	9,7317	/	/	/	B.H.G.	8,9864
27	Mac	0-2	10,1881	/	/	/	B.H.G.	9,6721
28	Mac	0-2	9,7888	/	/	/	B.H.G.	9,5949
29	Mac	0-2	9,5825	/	/	/	B.H.G.	9,3134
30	Mac	0-2	9,7183	/	/	/	B.H.G.	9,3002
31	Mac	0-2	9,6785	/	/	/	/	/
32	Mac	0-2	9,5465	/	/	/	/	/
33	Mac	0-2	9,5036	/	/	/	S.H.G.	7,7599
34	Mac	0-2	9,5079	/	/	/	/	/
35	Mac	0-2	9,5792	/	/	/	/	/
36	Mac	0-2	9,7198	/	/	/	/	/
37	Mac	0-2	9,7597	/	/	/	/	/
38	Mac	0-2	9,5174	/	/	/	/	/
39	Mac	0-2	9,3657	/	/	/	/	/
40	Mac	0-2	9,3593	/	/	/	/	/
41	Mac *	2-4	11,0406	11,0806	11,2349	9,9261	N.T.	8,2221
42	Mac *	2-4	11,1563	11,1908	11,4090	9,9015	N.T.	7,6474
43	Mac *	2-4	9,5902	9,5588	9,4419	8,8792	N.T.	7,2248
44	Mac *	2-4	9,3921	9,4349	9,3110	8,8529	N.T.	6,7524
45	Mac *	2-4	10,5645	10,5850	10,8725	9,8188	/	/
46	Mac *	2-4	9,7542	9,7536	9,6281	9,1696	S.H.G.	8,0410
47	Mac *	2-4	8,5480	8,5899	8,4753	8,0846	S.H.G.	6,4954
48	Mac *	2-4	11,5641	11,5856	11,8243	10,4828	S.H.G.	9,0767
49	Mac *	2-4	8,3346	8,3760	8,2628	7,8623	S.H.G.	6,5042
50	Mac *	2-4	10,5386	10,6058	10,9275	9,8955	S.H.G.	8,9582
51	Mac *	2-4	9,6702	9,6698	9,5572	9,1874	B.H.G.	8,7733
52	Mac *	2-4	9,4913	9,4924	9,3719	9,0297	B.H.G.	8,6394
53	Mac *	2-4	8,7975	8,8485	8,7374	8,3636	B.H.G.	7,1978
54	Mac *	2-4	10,2816	10,3231	10,6634	9,7288	B.H.G.	9,1855
55	Mac *	2-4	9,4232	9,4075	9,2708	8,8478	B.H.G.	8,3317
56	Mac	2-4	9,6650	/	/	/	N.T.	6,3184

57	Mac	2-4	9,7721	/	/	/	N.T.	9,7234
58	Mac	2-4	10,5143	/	/	/	N.T.	8,7921
59	Mac	2-4	11,2843	/	/	/	N.T.	9,8328
60	Mac	2-4	8,9246	/	/	/	/	/
61	Mac	2-4	9,3615	/	/	/	S.H.G.	8,8117
62	Mac	2-4	10,1191	/	/	/	S.H.G.	8,7170
63	Mac	2-4	9,0380	/	/	/	S.H.G.	7,9327
64	Mac	2-4	10,1424	/	/	/	S.H.G.	9,4941
65	Mac	2-4	10,0739	/	/	/	S.H.G.	9,1632
66	Mac	2-4	10,5982	/	/	/	B.H.G.	10,4116
67	Mac	2-4	10,6157	/	/	/	B.H.G.	10,4520
68	Mac	2-4	9,1655	/	/	/	B.H.G.	8,3495
69	Mac	2-4	11,6861	/	/	/	B.H.G.	11,3613
70	Mac	2-4	10,5924	/	/	/	B.H.G.	10,2407
71	Mac	2-4	9,9337	/	/	/	/	/
72	Mac	2-4	11,4411	/	/	/	/	/
73	Mac	2-4	10,4113	/	/	/	S.H.G.	9,7576
74	Mac	2-4	9,9279	/	/	/	/	5,6431
75	Mac	2-4	10,5908	/	/	/	/	5,8129
76	Mac	2-4	11,5052	/	/	/	/	5,3825
77	Mac	2-4	9,1603	/	/	/	/	5,4434
78	Mac	2-4	9,1480	/	/	/	/	/
79	Mac	2-4	10,4197	/	/	/	/	6,8008
80	Mac	2-4	11,6499	/	/	/	/	6,1791

m_0 - masa absolutno suhega lesa pred prvo ekstrakcijo

m_{0-1} - masa absolutno suhega lesa po prvi ekstrakciji z mešanico enega dela etanola in dveh delov heksana

m_{0-2} - masa absolutno suhega lesa po drugi ekstrakciji s 96 % etanolom

m_{0-3} - masa absolutno suhega lesa po tretji ekstrakciji z destilirano vodo

N.T. – navadna tramovka

S.H.G. – siva hišna goba

B. H. G. – bela hišna goba