

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA**

Ústav nauky o dřevě

**Viniční sloupky – srovnání trvanlivosti dubového dřeva a
jehličnatého dřeva impregnovaného komerčním fungicidním
přípravkem na bázi mědi**

Bakalářská práce

2015

Daniel Knebl

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Viniční sloupky – srovnání trvanlivosti dubového dřeva a jehličnatého dřeva impregnovaného komerčním fungicidním přípravkem na bázi mědi vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne:.....

Daniel Knebl

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří se jakkoliv podíleli na vzniku mé bakalářské práce. Velký dík patří především vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Janu Baarovi Ph.D., za odborné vedení, poskytování cenných rad a zodpovězení mých dotazů ohledně problematiky dané věci. Rád bych také poděkoval Ing. Petru Pařilovi za pomoc při práci v laboratoři. V neposlední řadě také panu prof. Dr. Ing. Petru Horáčkovi.

Poděkování patří také celé mé velké rodině, především pak mé milované ženě, která mne po celou dobu studia velmi podporovala.

Abstrakt

Autor: Daniel Knebl

Název práce: Viniční sloupky – srovnání trvanlivosti dubového dřeva a jehličnatého dřeva impregnovaného komerčním fungicidním přípravkem na bázi mědi

Cílem bakalářské práce je sledování degradace vybraných typů tuzemských dřevin, na které působí dřevokazné houby bílé a hnědé hniloby. Jako dřeviny byly vybrány dub, akát, smrk a borovice. Smrkové a borovicové vzorky byly impregnovány roztokem Bochemitu Forte Profi. Zkušební tělíska byla vystavena dřevokazným houbám outkovce pestré (*Trametes versicolor*) a pórnatce placentové (*Poria placenta*) po dobu 6 týdnů. Sledován byl úbytek dřevní hmoty a změna vlhkosti. Změny byly sledovány u dvou skupin zkušebních tělísek, z nichž jedna skupina byla vystavena luhování ve vodě po dobu 7 dnů. Degradace dřevní hmoty byla u listnatých dřevin výrazná u bělové části, části jádrové vykazovaly jen malou degradaci dřevní hmoty. U impregnovaných jehličnanů byla degradace dřevní hmoty jen velmi nízká. Trvanlivost vybraných listnatých dřevin je srovnatelná s vybranými impregnovanými dřevinami jehličnatými.

Klíčová slova

Viniční sloupek, trnovník bílý (akát) (*Robinia pseudoacacia*), dub (*Quercus*), smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), pórnatka placentová (*Poria placenta*), outkovka pestrá (*Trametes versicolor*), impregnace dřeva, impregnační látky na bázi mědi, degradace dřeva.

Abstract

Name: Daniel Knebl

Title of thesis: Vineyard posts – durability comparisons between oak wood and coniferous tree impregnated by copper base commerce fungicide preparation.

The thesis aim is to observe degradation of chosen types of domestic woody species, which has been affected by wood decaying fungi of white and brown rot. As woody species were chosen oak, locust, spruce and pine. Spruce and pine samples were impregnated by solution Bochemit Forte Profi. Wood samples have been exposed to wood decaying fungi *Trametes versicolor* and *Poria placenta* at least for 6 weeks. The main result was loss of wood substance and moisture changes. The changes were observed in two groups of test specimens, which one of the groups was exposed for water infusing for at least seven days. Detected and calculated values were compared with a reference sample. Degradation of wood substance in deciduous wood samples is distinct in sapwood, heartwood showed only a small amount of degradation of wood substance. For the impregnated coniferous trees, degradation of wood substance is relatively very low. Durability of chosen deciduous wood samples is comparable with impregnated coniferous trees.

Keywords: Vineyard posts, white locust (*Robinia pseudoacacia*), oak (*Quercus*), Norway spruce (*Picea abies*), Scots pine (*Pinus sylvestris*), wood decaying brown rot fungi (*Poria placenta*), white rot fungi (*Trametes versicolor*), wood impregnation, copper base commerce fungicide preparation, wood degradation

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární přehled.....	3
3.1	Viniční sloupky.....	3
3.2	Materiály.....	5
3.2.1	Chemické složení dřevní hmoty.....	5
3.2.2	Trvanlivost dřeva.....	5
3.2.3	Dřevěný materiál pro výrobu viničních sloupků.....	7
3.2.4	Impregnované dřevo.....	9
3.2.5	Impregnační látky.....	12
3.3	Degradace dřeva dřevokaznými houbami.....	15
3.3.1	Dřevokazné houby.....	15
4	Materiál a metodika.....	19
4.1	Materiál.....	19
4.2	Metodika.....	19
4.2.1	Luhování.....	20
4.2.2	Mykologická zkouška (modifikovaná EN 113).....	20
4.3	Samotná zkouška přirozené trvanlivosti.....	21
4.4	Vyhodnocení mykologické zkoušky pomocí hmotnostních úbytků.....	22
5	Výsledky.....	24
5.1	Neluhované vzorky.....	24
5.2	Luhované vzorky.....	27
5.3	Porovnání odolnosti luhovaných a neluhovaných vzorků vůči dřevokazným houbám.	30
5.4	Hmotnostní úbytky dřeva luhováním.....	31
6	Diskuze.....	32
6.1	Hmotnostní úbytky neluhových vzorků.....	32
6.1.1	Outkovka pestrá (<i>Trametes versicolor</i>).....	32
6.1.2	Pórnatka placentová (<i>Poria placenta</i>).....	33

6.2	Hmotnostní úbytky luhovaných vzorků vybraných dřevin.....	34
6.2.1	Outkovka pestrá (<i>Trametes versicolor</i>).....	34
6.2.2	Pórnatka placentová (<i>Poria placenta</i>).....	35
6.2.3	Srovnávací t-test	35
7	Závěr.....	36
8	Summary	37
9	Seznam literatury.....	38

1 Úvod

Dřevo – materiál používaný lidmi tisíciletí ...

Proč je dřevo surovinou tak dlouho používanou a neustále se „vracejí“?

V počátcích to jistě bylo pro jeho dostupnost a dobrou opracovatelnost. V současné době si však ceníme i jiných jeho vlastností. Z estetického hlediska je to především krásný vzhled, kresba vytvořená přírodou. Je také velmi příjemné na dotek a působí pozitivně na psychiku člověka. Mezi další přednosti patří výborné tepelné a izolační vlastnosti, rezonanční vlastnosti, má velmi vysokou pevnost a velmi dobře se opracovává. Jedná se o zdravou a plně obnovitelnou surovinu.

Tento materiál má také své nevýhody. Při zpracovávání a používání dřeva je potřeba zohlednit anizotropii. Vlivem změny vlhkosti dochází k sesychání (může praskat) a bobtnání dřeva. Také může být napadeno plísněmi, houbami a jinými škůdci. Dřevo při vystavení abiotickým faktorům jako jsou UV záření, povětrnostní podmínky, vlhkost a emise postupně degraduje a tím se vytváří prostor pro výše zmiňované biotické činitele.

Vyvíjíme tedy nemalou snahu dřevo před faktory abiotickými i biotickými chránit. Počínaje u těžby stromů, přepravu, řezivo a konečné výrobky. U staveb je kladen velký důraz na konstrukční prvky ochrany dřeva. Chemickou ochranou dřeva můžeme několikanásobně zvýšit jeho trvanlivost. Pak i chemicky upravené dřevo, které má horší vstupní vlastnosti může konkurovat kvalitnějším dřevinám.

Stejně tradiční jako je využívání dřeva, je v naší oblasti tradiční i pěstování vinné révy. Pravděpodobně první vinaři na našem území byli Římané již ve 3. stol. našeho letopočtu.

A vinařství se dále rozvíjelo. Po mnoho staletí se tedy využívaly jako opory pro růst keřů vinné révy dřevěné sloupky. Dnes mají vinaři mnoho možností, z jakého materiálu opěrný systém vytvoří, ale dřevěné sloupky jsou stále aktuální. Již tradičně se využívají odolné tuzemské dřeviny jako akát a dub, ale s možnostmi chemické ochrany dřeva se nabízí i možnosti využít méně kvalitní dřeviny jako je smrk nebo borovice a opatřit je impregnací.

2 Cíl práce

Bakalářská práce se zabývá srovnáváním degradace dřevokaznými houbami u dubového a akátového dřeva, a jehličnatého dřeva ošetřeného impregnačním prostředkem na bázi mědi – Bochemit Forte Profi. U dubového a akátového dřeva byla rozlišována trvanlivost jádrového a bělového dřeva. Dále byl posuzován vliv luhování dřeva na výslednou odolnost materiálu vůči působení dřevokazných hub.

3 Literární přehled

3.1 Viniční sloupky

Viniční sloupky se na vinicích používají pro upevnění vyvazovacích drátů (drátěnky). Na takto vytvořenou osnovu se vyvazují keře vinné révy.

Na našich vinicích se využívají pro tyto sloupky různé materiály. Je možno použít dřevěné sloupky, sloupky betonové, dále kovové, případně plastové (Pavloušek, 2011). Dřevo jako přírodní, tradiční materiál na vinice jistě patří.

S výhodou je na vinicích využíváno tvrdé dřevo tuzemských listnatých stromů. Konkrétně dřevo akátu a dubu. Tyto materiály vykazují vysokou odolnost vůči abiotickým i biotickým činitelům. Zvýšená odolnost je dána vysokým obsahem tříslovin, u akátu i toxických látek, které „chrání“ dřevo před škůdci. Proto jsou tyto materiály schopny odolat i v kontaktu s půdou. Akátové sloupky vydrží v dobrém stavu 30 – 40 let, dubové 15 let.

Je možné využít i sloupky z méně odolných materiálů např. smrku nebo borovice. Tyto je však vhodné impregnovat, aby byla zvýšena jejich odolnost. Průměrná doba trvanlivosti neošetřeného smrkového dřeva je 3–4 roky, borovice 4, v některých případech až 8 let (Reinprecht, 1994).



Obr. 1: Vinice s akátovými sloupky (www.ovine.cz)

Obzvláště ve starších vinicích se můžeme často setkat se sloupky betonovými. Jsou velmi odolné, ovšem z hlediska nákladů, estetického vzhledu a dopadu na životní prostředí můžeme říci, že do nově zakládaných vinic nepatří. Nejsou vhodné ani při mechanizaci vinic. Pokud se týká sloupků do vinic, je zcela jasné, že betonové sloupky v našich vinicích musíme zcela jednoznačně odsunout do minulosti a to jak z ekonomického tak i agrotechnického hlediska. Tyto sloupky jsou dnes již zcela jednoznačně finančně nejnákladnější a vzhledem k tomu, že neumožňují zavedení nových technologických postupů (posouvání dvojdrátí, zapřičiňují přeřezávání provazů při vyvazování provazovým vyvazovačem letorostů, odírají pozinkovanou vrstvu z drátů vyhazovačů letorostů na drát) nasazení nových strojů (kombajnová sklizeň), a z hlediska ekologického do nově vysazovaných vinic nepatří. (www.oslavan.cz)

Mezi vinaři velmi oblíbené jsou sloupky kovové. Tyto umožňují posun vyvazovacích drátů, které neprochází otvorem ve sloupku, ale jsou přichyceny pouze háčky (Pavloušek, 2011).



Obr. 2: Ukázka kovového sloupku (www.oslavan.cz)

Další variantou jsou sloupky plastové. Tyto vykazují dlouhou životnost, vysokou odolnost proti plísním, hnilobám, korozi, mají nízkou hmotnost a vysokou mechanickou odolnost.

3.2 Materiály

3.2.1 Chemické složení dřevní hmoty

Po stránce chemického složení je dřevo poměrně složitý komplex různorodých látek. Základními složkami jsou polymery celulóza, hemicelulózy a také lignin. Tyto tvoří tzv. hlavní složky dřeva. Hlavní složky zastupují v dřevním komplexu 90-97 %, přičemž sacharidická část tvoří asi 70 %, zbylých 20-27 % tvoří lignin.

Celulóza má funkci stavební. Tvoří velkou část buněčných stěn. Čím větší je délka polymerového řetězce celulózy, tím větší je její polymerizační stupeň a tím vyšší je pevnost dřeva (Požgaj a kol., 1997). Vyšší zastoupení má ve dřevě jehličnanů (46-56 %), u listnáčů tvoří 41-48 % dřevní hmoty.

Hemicelulózy jsou směsi polysacharidů. V porovnání s celulózou jsou to polysacharidy s menší relativní molekulovou hmotností a kratšími řetězci (Požgaj a kol., 1997). Na hemicelulózy se váže lignin.

Lignin je vedle celulózy druhý nejdůležitější polymer dřeva. Tato složka dodává dřevu pevnost. Lignin snižuje propustnost vody v buněčné stěně a zvyšuje její odolnost vůči napadení biotickými činiteli (Reinprecht, 2001). Po chemické stránce nebyl doposud přesně definován. Jedná se o makromolekulární látku aromatické povahy, polymer, který je různě substituován a má široké rozpětí relativní molekulové hmotnosti.

V menší míře jsou ve dřevě zastoupeny také další látky organické i anorganické povahy. Ty se souborně nazývají doprovodné. Tvoří 3-10 % dřevního komplexu (Požgaj a kol., 1997). Mohou být součástí buněčných stěn, mezibuněčných prostor i v lumenech anatomických elementů. Mají vliv na barvu, vůni dřeva, ale také na fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. Ovlivňují možnosti opracování hmoty, sušení, impregnaci, povrchovou úpravu apod. (Holan a kol., 2006). Průměrná procentuální zastoupení jednotlivých složek dřeva se mohou měnit podle druhu dřeva i části stromu, ze kterého dřevo pochází.

3.2.2 Trvanlivost dřeva

Přirozená trvanlivost dřeva je vlastnost přirozeně rostlého neupraveného dřeva nepodléhat různým degradačním vlivům. Přirozená trvanlivost je ovlivněna strukturou dřeva a jeho chemickým složením. Je odlišná u jednotlivých druhů dřev, ale mění se i v rámci jednoho druhu v závislosti na klimatických, půdních a jiných podmínkách růstu stromu.

V závislosti na přirozené trvanlivosti, která byla sledována v praxi a potvrzena výsledky laboratorních a polních zkoušek bylo klasifikováno 5 tříd trvanlivosti podle EN ČSN 350 – 2.

Tab. 1: Třídy trvanlivosti vybraných dřevin v kontaktu se zemí – nebezpečí poškození všemi typy hnilob (upraveno dle EN 350-2)

Třída trvanlivosti	příklad
1) velmi trvanlivé	teak, padouk
1 – 2	akát
2) trvanlivé	dub, kaštanovník, tůje
3) středně trvanlivé	douglaska, ořešák
3 – 4	borovice, modřín
4) málo trvanlivé	smrk, jedle, jilm
5) netrvanlivé	běl všech druhů dřev, buk, habr, olše, bříza, topol, lípa, vrba, jasan, javor

Zvýšená trvanlivost jádra dřevin je způsobená přítomností určitých jádrových látek (fenoly, alkaloidy a jiné fyziologicky aktivní sloučeniny), z kterých některé působí toxicky již ve stopovém množství (Požgaj a kol., 1997). Ve dřevě se nachází jednak lehce bio – degradovatelné látky typu sacharidů (škrob, pektiny, glykosidy) a tuků, jednak látky s biocidní účinností vůči dřevokazným houbám, jako například taniny, flavonoidy a stilbeny (obsažené zejména v tříslovinách) nebo terpeny, terpenoidy a pryskyřičné kyseliny (obsažené v dřevních pryskyřicích) (Reinprecht, 2008).

V některých dřevinách se nachází více než 10 000 typů extraktivních látek (Duchesne a kol., 1992). Dřeviny s vysokým podílem těchto látek, jako například akát, dub, ořešák, kaštanovník, tis nebo douglaska, mají poměrně vysokou odolnost vůči dřevokazným houbám (Reinprecht, 2008).

3.2.3 Dřevěný materiál pro výrobu viničních sloupků

3.2.3.1 Trnovník bílý (akát) – (*Robinia pseudoacacia*)

Makroskopická stavba

Dřevo má vylišeno jádro a běl. Bělové dřevo světle žluté až nazelenale žluté, běl úzká (Wagenführ, 2002). Jádro mladé žlutozelené, u starších stromů žlutohnědé se zelenavým odstínem, často temněji pruhované s pěkným leskem (Jirout, 1928). Má zřetelné hranice letokruhů, s ostrým přechodem mezi jarním a letním dřevem v rámci letokruhů. Dřevo s kruhovitě pórovitou stavbou, se zřetelnými póry v jarním dřevě. Zřetelné dřeňové paprsky na radiálním řezu.



Obr. 3: Příčný, tangenciální a radiální řez dřevem akátu (Vavřík, 2002)

Akátové dřevo je vysoce trvanlivé, podle rozdělení do tříd trvanlivosti je akát klasifikován jako třída 1-2 (velmi trvanlivé – trvanlivé). Je to těžké a tvrdé dřevo, velmi odolné ve styku s půdou. Proto je využíván právě na výrobu viničních sloupků. Patří u nás k nejtěžším ($\rho_0=760 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) a nejtvrdějším (97 MPa). Dřevo je houževnaté, velmi trvanlivé, hůře impregnovatelné (Gandelová, Šlezingerová, 2014). Nejvyšší dřevo podle zkušeností odborníků poskytují akáty ve 40 – 50 letech stáří (Jirout, 1928).

Jádrové dřevo obsahuje vysoký podíl tříslovin a polyfenolů, které chrání dřevo před hnilobou. Dřevo akátu obsahuje dále různé alifatické kyseliny vázané ve formě esterů, zejména kyselinu octovou vázanou ve formě acetylu (2,7 – 3,2 %) (Wagenführ, 2007). Na vysoké trvanlivosti jádrového dřeva akátu mají z extraktiv největší podíl dva flavonoidy:

dihydroflavonol a dihydrorobinetin (Roux, Paulus, 1962). Obě sloučeniny potlačují růst hub (Hart, 1989). Podíl těchto látek se zvyšuje stárnutím stromu (Hillis, 1987). Mladé stromy s nízkým procentuálním zastoupením jádra, mají nižší obsah těchto látek. Také v jádrovém dřevě není homogenní zastoupení těchto látek. U dřeva juvenilního je menší podíl fenolických sloučenin a flavonoidů než u dřeva vyzrálého. Proto je vznik pravého jádra u dřevin tolik důležitý. S tvorbou jádra souvisí tvorba thyl. Například u akátu se už po prvním roce života začínají cévy v kmeni ucpávat thylami (Požgaj a kol., 1997).

3.2.3.2 Dub (*Quercus*)

Makroskopická stavba

Dubové dřevo má vylišeno jádro a běl. Bělové dřevo nažloutle bílé, jádrové dřevo světle hnědé až nažloutle hnědé (Wagenführ, 2002). Dřevo má typickou kruhovitě pórovitou stavbu, zřetelnou hranici mezi letokruhy i hranici mezi jarním a letním dřevem. Makrocévy vytváří v zóně jarního dřeva zřetelné póry, na podélném řezu potom zřetelné rýhy. Dřeňové paprsky jsou zřetelné na všech řezech. V jádrovém dřevě jsou cévy často vyplněny thylami, proto se na podélných řezech projevují jako nápadné lesklé, nebo zrnité čárky. Kolem cév je rozmanitě vyvinut dřevní parenchym, který tvoří zpravidla radiální pásy. Na příčném řezu se jeví jako světlé čárky souběžné s dřeňovými paprsky nebo rozmanitě zprohýbané, podmiňující někdy nápadné kresby v letokruzích (připomíná jazyky plamene) (Kavina, 1932)



Obr. 4: Příčný, tangenciální a radiální řez dřevem dubu (Vavrčík, 2002)

Vanin (1949) uvádí zobecněně u 80 letého dubu podíl bělí 25-40 %. Chovanec (1995) naopak popisuje, že ve výšce 1,3 m při průměru kmene 15 cm zaujímá jádro cca 15 %, při průměru 30 cm zabírá jádro 3-5 krát větší objem a při průměru 60 cm tvoří běl už jen 10 % objemu kmene. Také se zmiňuje o závislosti šířky bělí na stanovišti a jeho vlhkostní zásobě. Všechny druhy rodu *Quercus* vytváří jádro poměrně velmi brzy (Požgaj a kol., 1997).

Dřevo je tvrdé, houževnaté a velmi trvanlivé. Dubové dřevo je zařazeno do třídy 2 – trvanlivé. Jedná se o materiál, který má vynikající trvanlivost při kontaktu s vodou i při střídání prostředí voda / vzduch. Obsahuje totiž vysoké procento tříslovin, ty se při kontaktu s vodou sráží a vznikají flobafény. V důsledku této reakce dubové dřevo tmavne. Velmi ztvrdne pod vodou jako kámen, takže se stává takovýto „černý dub“ takřka nezničitelným (Jirout, 1928). Pokud jej necháme volně venku, udává se trvanlivost 50 – 120 let, pod vodou 300 – 1000 let (Houdek, Koudelka, 2006). Sloupky ve styku se zemí mají trvanlivost 15 let (Reinprecht, 2008). Osazen do podmáčené půdy však vydrží déle než akát (Jirout, 1928).

3.2.4 Impregnované dřevo

Dřevo jehličnatých stromů (smrk, běl borovice) velmi rychle podléhá degradaci. Pokud požadujeme prodloužení trvanlivosti je nutné méně trvanlivé dřevo impregnovat. Impregnovatelností dřeva je schopnost dřeva přijímat kapalné látky. Impregnovatelnost je výrazně ovlivněna anatomickou stavbou dřeva, potažmo stavem vodivých cest ve dřevě. Pokud nejsou vodivé cesty uzavřeny thylami (např. dub) a ztenčeniny jsou průchozí, je možné proimpregnovat celý průřez dřeva. V opačném případě se dřevo stává extrémně těžce impregnovatelným (Holan a kol., 2006).

3.2.4.1 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Makroskopická stavba

Dřevo smrku je jednotně zbarveno, nemá vylišeno jádro a běl. Je nažloutle bílé až načervenalé bílé (Wagenführ, 2002). Letokruhy jsou zřetelné na všech řezech. Pryskyřičné kanálky jsou drobné, viditelné pouze na podélném řezu.



Obr. 5: Příčný, tangenciální a radiální řez dřevem smrku (Vavrčík, 2002)

Smrkové dřevo patří k měkkým (26 MPa) a lehkým ($\rho_0=420 \text{ kg.m}^{-3}$) dřevům. Je méně trvanlivé a odolné proti biotickým škůdcům. Je označováno jako málo trvanlivé, tedy třída 4. V kontaktu se zemí má trvanlivost pouze 3-4 roky (Reinprecht, 1994). Dobře se opracovává a suší, hůře se impregnuje. Impregnovatelnost smrku je u jádra 3-4, u běli 3 dle ČSN EN 350-2. Při špatném sušení dochází velmi rychle ke vzniku trhlin. Smrkové dřevo se velmi obtížně impregnuje, důvodem je uzavírání ztenčenin buněčné stěny tzv. dvojteček. Dvojtečky jsou místa, kde se v buněčné stěně nachází pór. Při procesu sušení dojde k uzavření dvojteček a tím k uzavření vodivých cest. Významně se tím zhorší schopnost pohybu impregnačního roztoku. Rozhodující vliv na impregnovatelnost smrkového dřeva má jeho vlhkost. Nemalý význam má i lokalita, z které smrk pochází (Paserin, 1970).

3.2.4.2 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Makroskopická stavba

Běl je široká, nažloutlá, narůžovělá s šedomodrymi až šedočernými skvrnami z pohledu čela kulatiny. Dřevo čerstvě po pokácení je světle hnědé, na vzduchu tmavne a získává až červenohnědé zbarvení (Wagenführ, 2002). Má četné, zřetelné pryskyřičné kanálky. Vylišeno jádro a běl a zřetelné letokruhy. V rámci letokruhu je letní dřevo ostře ohraničeno od jarního.



Obr. 6: Příčný, tangenciální a radiální řez dřevem borovice (Vavrčík, 2002)

Borové dřevo je lehké ($\rho_0=505 \text{ kg.m}^{-3}$) a měkké (28,5 MPa). Jádrové dřevo je trvanlivé a odolné. Sloupky ve styku se zemí vykazují trvanlivost 4-8 let (Reinprecht, 1994). Borovice se dobře suší i opracovává. Běl se lépe impregnuje než jádro.

Impregnovatelnost borovice dle evropské normy ČSN EN 350-2 je u jádra 3-4, u běli 1.

3.2.4.3 Impregnace

Impregnace dřeva je chemicko – fyzikální proces, při kterém se ochranná látka vnáší do kapilárního systému dřeva, aby se toto stalo odolné vůči účinkům biologických škůdců, abiotických činitelů nebo aby změnilo některé vlastnosti (Svatoň, 2000).

Mezi základní způsoby aplikace ochranných látek na dřevo používané v dnešní praxi patří: natírání, stříkání, ponořování, máčení, bandážování, injektáž (tlaková – beztlaková), tlaková impregnace (Holan a kol., 2006).

Natírání, stříkání a ponořování zpravidla nevyhovují zvýšené potřebě impregnace dřevního materiálu při sanačních pracech. Zpravidla dochází k impregnaci povrchové vrstvy, pod ní však dřevokazný hmyz může nadále dřevo degradovat. Další způsoby aplikace jsou technicky náročnější na provedení, ale výhodou zůstává vyhovující hloubka penetrace ochranného prostředku.

Impregnace a tedy i konečný ochranný účinek je závislý na několika faktorech a to vlastnostech dřeva, druhu použité látky a v neposlední řadě na postupu provedení.

Způsoby impregnace:

- máčení – ponoření materiálu do impregnační látky. Provádí se většinou v máčecích vanách.
- tlaková impregnace – nejčastější průmyslově využívaný způsob impregnace dřeva. Při tlakové impregnaci zpravidla dochází k úplnému proimpregnování běli (Holan a kol., 2006). Pro zkvalitnění a zrychlení impregnace je možno použít zvýšeného tlaku, vakua, nebo jejich kombinace.

Při volbě impregnační látky je nutno vždy uvážit podmínky, ve kterých bude dřevo dlouhodobě umístěno. Pokud je dřevo umístěno ve styku se zemí nebo sladkou vodou a je trvale vystaveno působení vlhkosti, je potřeba, aby zvolený přípravek byl schválen pro expoziční třídu 4.

3.2.5 Impregnační látky

K chemické ochraně dřeva se používají impregnační látky. Při impregnaci dochází k vpravení nebo nanesení chemických látek do, anebo na strukturu dřeva. Primárně mluvíme o impregnaci dřeva, ta je z hlediska dlouhodobé ochrany dřeva zásadní, protože dochází k vnesení ochranné látky do kapilárního systému dřeva. To se pak stává odolné vůči biologickým škůdcům nebo povětrnostním podmínkám (Ptáček, 2009). Tento způsob ochrany dřeva je využíván zejména u výrobků ze dřeva umístěných v náročnějších expozicích (např. telekomunikační sloupy, důlní dřevo, mosty, pergoly...), případně pro krátkodobou ochranu řeziva a kulatiny při skladování, zpracování a přepravě. Je nezbytnou pomocí u dřeva již infikovaného. Obecně lze říci, že tento způsob ochrany dřeva je s výhodou využíván v situacích, kdy způsoby konstrukční ochrany dřeva jsou nedostačující nebo selhávají.

Prostředky chemické ochrany dřeva obsahují vždy látku směrově účinnou, která je zodpovědná za žádaný účinek přípravku a látky pomocné – průvodní. Průvodními látkami mohou být rozpouštědla, ředidla, stabilizátory, emulgátory, fixativa, pigmenty, barviva a jiné látky. Ty pak v přípravku ovlivňují aplikovatelnost, vstřebatelnost, pozitivně ovlivňují stabilitu a estetický vzhled (Ptáček, 2009).

VARIANTOU chemické ochrany je ochrana dřeva přírodními materiály např. pryskyřicí nebo olejem. Její použití je možné v exteriéru i v interiéru. Takto upravený povrch si zachovává výborný vzhled, na dotyk je příjemný a neuvolňují se z něj zdraví škodlivé látky.

Látky chemické ochrany dřeva dělíme podle účinku na (upraveno dle Ptáčka, 2009)

- Baktericidní (účinně likvidují bakterie)
- Fungicidní vykazují eliminační účinek proti dřevokazným houbám, dřevozbarvujícím houbám a také plísním
- Insekticidní (*preventivní insekticidy* – zabraňují hmyzu požírat zdravé dřevo, *intenzivní insekticidy* – likvidují hmyz v již infikovaném dřevu)
- Retardéry hoření (snižují hořlavost dřeva)
- Inhibitory povětrnostní koroze (snižují dopad abiotických činitelů, odpuzují vodu, nepropouštějí UV záření...)
- Inhibitory chemické koroze (zvyšují odolnost dřeva proti chemikáliím)

Rozlišujeme látky, které jsou

- Vodou ředitelné a prostředky na vodní bázi
- Olejové prostředky a prostředky na bázi organických rozpouštědel

3.2.5.1 Impregnační látky na bázi mědi vhodné pro expoziční třídu 4

Přípravky na bázi mědi se dlouhodobě využívají pro impregnaci dřevěných materiálů. Jedná se o přípravky rozpustné ve vodě. Dřevo je po impregnaci vždy zelené až zeleno šedé, což je způsobeno fixací mědi na dřevní hmotu (Ptáček, 2009). Z estetického hlediska je možno dále dřevo ošetřit nátěrem v požadovaném odstínu. Toto zabarvení však není trvalé, neboť při vystavení dešťovým srážkám dochází k vymývání.

Měď je prvek ze skupiny ušlechtilých kovů. Má své typické zbarvení i vlastnosti, pro které se využívá již po staletí. V roztocích které se používají, pro impregnaci dřeva se vyskytuje ve sloučeninách zpravidla jako Cu^{2+} , případně vázána do organických komplexů. Snadno interaguje s radikály, nejlépe s radikály kyslíku. V těchto formách je vysoce toxická a

mnohé organismy jsou na ni velmi citlivé. Toxicita mědi je založena na produkci hydroperoxidových radikálů a na interakci s buněčnou membránou (Nies, 1999).

Ochranné prostředky k impregnaci dřeva na bázi mědi jsou hojně vyráběny i využívány. Vyrábí se buď pouze s obsahem Cu^{2+} iontů ve sloučeninách a to síranech, uhličitanech, nebo organicky vázané. Některé přípravky obsahují kombinace složek s obsahem již zmíněných Cu^{2+} iontů s dalšími látkami a to kyselinou boritou, sloučeniny s obsahem Cr^{6+} , kvartérní amonné sloučeniny. Dle konkrétního složení jednotlivých přípravků jsou tyto vhodné k ochraně dřeva v třídě ohrožení 1,2,3 až 4. Přípravky s obsahem mědi ve formě organických komplexů jsou vysoce účinné a jejich doba účinnosti je srovnatelná s dosud používanými solemi na bázi chrom – měď. Zdravotní a ekologická nezávadnost je však v porovnání s látkami obsahujícími šestimocný Cr nesrovnatelně vyšší. Tyto přípravky jsou doporučovány i k ošetření takových ploch, jako jsou dětská hřiště (www.gala-drevo.cz).

Wolmanit CX-10

Je v ČR dostupný a hojně využívaný přípravek, obsahující derivát organické sloučeniny N-cyklohexyldiazéniumdioxidu (HDO), dihydroxiduhličitan měďnatý a kyselinu boritou (technický list Wolmanit CX – 10). Účinnost, stejně jako jeho hygienická a ekologická nezávadnost, byly potvrzeny dobrozdáním Německého institutu pro stavební techniku (DIBt). Výrobcem je Dr. Wolman, GmbH.

Bochemit Forte

Tmavě modrá kapalina s obsahem několika účinných látek. Dihydroxiduhličitanu měďnatého (15%), benzalkonium chloridu (10%), tebuconazolu a propiconazolu (obě složky 0,2%) a fenoxycabu (0,02%) (www.bochemie.cz). Výrobcem je firma Bochemie a.s., Bohumín. Vhodný pro třídu ohrožení dřeva 1 – 4, impregnaci stavebního řeziva, střešních konstrukcí, zahradního nábytku a jiných dřevěných prvků v exteriéru i interiéru. Způsobuje typické zbarvení materiálu.

Bochemit Forte Profi

Tmavě modrá kapalina s obsahem dihydroxiduhličitanu měďnatého (20%), tebuconazolu a propiconazolu (obě složky 0,27%). Vhodný pro třídy ohrožení 1 – 4 (www.bochemie.cz). Jedná se o další z řady přípravků firmy Bochemie a.s., Bohumín. Vhodný k použití zejména v exteriérech, pro dřevo přicházející do přímého kontaktu s půdou nebo

sladkou vodou. Pro impregnaci stavebních konstrukcí, sloupů, plotů, palisád, altánů a jiných dřevěných prvků, které jsou v dlouhodobém kontaktu se zemí nebo sladkou vodou. Je určen pouze pro průmyslové použití, aplikován vakuo – tlakovou impregnací. Opět způsobuje typické šedozelené zbarvení vazbou na lignin a je ze dřeva vodou nevyluhovatelny

3.3 Degradace dřeva dřevokaznými houbami

Přirozenou vlastností dřeva je degradace dřevní hmoty. Při tomto procesu dochází ke změně vzhledu, mechanických a fyzikálních vlastností. K degradaci dochází působením dvou faktorů. Rozlišujeme abiotické faktory (slunce, déšť, vítr...) a biotické faktory (hmyz, houby, plísňe).

Biotické faktory

Biotičtí škůdci degradují dřevo svou přirozenou činností. Na procesech biodegradace dřeva se účastní komplex různých mikroorganismů, hub a živočichů (Reinprecht, 2001). Tyto organizmy způsobují změnu vzhledu dřeva a funkčnosti, protože dochází k destrukci dřevní hmoty.

Houby jsou jednobuněčné nebo mnohobuněčné heterotrofní organismy, které se živí organickými zdroji uhlíku. Podhoubí proniká do hostitele lumeny parenchymatických a cévních buněk a působením enzymů ho rozrušuje. Rozlišujeme druhy parazitické (cizopasně), které rostou na živých dřevinách a druhy saprofytické (hniložijné), rostoucí jen na mrtvém dřevu (existuje však množství přechodů různého stupně: sem patří tzv. druhy saproparazitické) (Balabán, Kotlaba, 1970). Podle způsobu degradačního procesu je dělíme na houby dřevozbarvující a dřevokazné.

Dřevokazný hmyz také vyhledává dřevo o vyšší vlhkosti. Dřevo poškozují hlavně larvy hmyzu, které se dřevem a kůrou živí. Mohou napadat rostoucí stromy nebo kmeny čerstvě vytěžené. Některé druhy však napadají i dřevo suché (červotoč proužkovaný, tesařík krovový) (Holan a kol., 2006).

3.3.1 Dřevokazné houby

Hniloba způsobená dřevokaznými houbami je nejnebezpečnější a nejčastěji se vyskytující formou biotického znehodnocení dřeva (Reinprecht, 2001). Prvním znakem napadení dřeva houbami je změna jeho barvy, hmotnosti a pevnosti.

Růst podhoubí a plodnic ovlivňuje struktura dřeva, vlhkost dřeva a okolního vzduchu či teplota. Většina dřevokazných hub dokáže žít v širokém teplotním rozmezí, vůči vysokým a nízkým teplotám jsou nejodolnější výtrusy. Teplotní optima jednotlivých druhů hub se pohybují od 17 °C do 35 °C, většina hub lépe a rychleji napadá dřevo při vlhkosti na hranici nebo nad hranicí hygroskopicity ($w > 30$) (Holan a kol., 2006). Ochrana dřeva tedy spočívá v jeho vysušení pod 20 % vlhkosti.

Podle degradačních procesů ve dřevě rozlišujeme houby hnědého, bílé a měkkého tlení.

3.3.1.1 Houby hnědého tlení

Hnědé tlení dřeva je způsobeno tzv. celulózovorními houbami, ty intenzivně degradují celulózu a hemicelulózu, lignin téměř nevyužívají. Vlivem enzymatické činnosti těchto hub dřevo zpočátku červená a postupně hnědne. Dřevo je křehké, lámavé až drobnivé, ztrácí na hmotnosti i objemu a často kostkovitě praská (Holan a kol., 2006).



Obr. 7: Pórnatka placentová (*Poria placenta*) (www.wordpress.clarku.edu)

Pórnatka placentová (*Poria placenta*) je houbou patřící do této skupiny.

Její životní cyklus je velmi podobný dřevomorce, k životu však potřebuje vyšší vlhkost. Plodnice jsou podlouhlé až 20 cm dlouhé, rozlité po substrátu (Ptáček, 2009). Povrchové mycelium je bílé barvy. Stejně jako dřevomorka napadá primárně dřevo, je však schopna prorůst i jiné materiály např. beton. Napadá dřevo jehličnatých stromů zejména pak borovice. Ve studiích, které sledovaly rezistenci hub hnědého tlení vůči přípravkům na bázi mědi, bylo zjištěno, že tyto houby jsou schopny výrazně snižovat pH, což zabraňuje nahrazení atomu vodíku ve struktuře aminokyselin hub chelatační mědí (Horsfall, 1956).

3.3.1.2 Houby bílého tlení

Tento typ poškození dřeva je způsoben tzv. ligninovorními houbami. Produkují soubor enzymů ligninolytických i hydrolytických. Prostřednictvím těchto enzymů dokáží ve dřevě komplexně rozložit lignin, celulózu a hemicelulózy (Reinprecht, 2001). Odbourávání celulózy je však podstatně mírnější než u celulózovorních hub. Dřevo je bílé, žluté a houbovité, ztrácí na hmotnosti, ale ne na objemu.

Typickým zástupcem dřevokazných hub bílého tlení je outkovka pestrá (*Trametes versicolor*), která napadá zejména listnaté dřevo.



Obr. 8: Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) (www.uniprot.org)

Jde o houbu bílé hniloby, která napadá bělovou část stromu. Je jedním z nejčastěji se vyskytujících chorošů. Plodnice outkovky pestré rostou hojně na nejrůznějších živých a zejména odumřelých listnatých dřevinách. Z ovocných stromů napadá dosti často jabloně a třešně, velice zřídka se objevuje na i na suchých smrcích. (Balabán, Kotlaba, 1970).

Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) má kloboukaté, bokem přisedlé plodnice, hustě, střečovitě nad sebou uspořádané. Klobouky jsou 1-5 cm široké a 1-3 mm tlusté, pružně kožovité, pak suché, na povrchu velice různě zbarvené, barevně úzce páskované, hnědé nebo okrově červenavé, šedé až skoro černé, v hlubokém stínu vyrostlé bledě okrové (Balabán, Kotlaba, 1970). Plodnice vyrůstají od června do podzimu. Tento druh je rozšířen od nížin až po horské oblasti. Dřevo napadá v místech jeho poranění. Podhoubí této houby je citlivé na toxický účinek tříslovin (v DB upřednostňuje běl). Je velmi odolná proti nedostatku vlhkosti. Stejně odolná je i proti teplotě. (Svatoň, 2000). Extrakt z této houby je využíván pro vysoký obsah glukánů, které pozitivně ovlivňují imunitní systém.

3.3.1.3 Houby měkkého tlení

Tato hniloba vzniká při vysoké vlhkosti dřeva a bývá lokalizována zejména do povrchových vrstev. Na vzniku měkké hniloby se podílí některé houby z pododdělení *Ascomycotina* a *Deuteromycotina* dále houby z rodů *Graphium*, *Monodictys*, *Allescheria*, *Penicillium* a *Chaetomium*, ale i mnoho jiných. Tyto houby dokáží enzymaticky rozložit všechny komponenty dřeva. Intenzita rozkladu je zpravidla zjevně menší než u hub ligninovorních nebo celulózo-vorních. Pro měkkou hnilobu je charakteristické, že rozklad ligninu bývá výraznější než u hnědé hniloby, ale méně výrazný než u hniloby bílé (Reinprecht, 2001). Vizuální vzhled měkké hniloby je velmi podobný obrazu hniloby hnědé, tedy hnědá barva povrchu dřeva s výskytem podélných a příčných trhlin.

4 Materiál a metodika

4.1 Materiál

Zkušební materiál byl připraven podle požadavků normy ČSN EN 113

Pro pokusy byla připravena dřevěná zkušební tělíska (tzv. Bravery) o velikosti $10 \times 5 \times 30$ mm. Metoda je použitelná pro stanovení hmotnostního úbytku v rychlejším čase než předepisuje norma ČSN EN 113 (Bravery, 1978).

Bylo použito dřevo: dub (jádro, běl), akát (jádro, běl), smrk a borovice – běl.

Pro referenční vzorky byly vybrány dle normy ČSN EN 113: buk a borovice – běl.

V případě dubu bylo použito dřevo nízkého věku. Z vstupního materiálu byly pomocí formátovací pily MARTIN T72A, srovnávací frézky Rojek RFS 410 a tloušťkovací frézky Rojek 630 připraveny lišty o rozměrech $10 \times 5 \times 1000$ mm. Ty byly dále nakráčeny na finální rozměry $10 \times 5 \times 30$ mm.

Celkem bylo připraveno 140 vzorků dub – jádro, 40 dub – běl, 80 akát – jádro, 40 akát – běl, 40 smrk a 40 borovice – běl. Jako referenční vzorky pak 60 bukových a 60 borových vzorků. Z připraveného množství zkušebních vzorků byly vyloučeny všechny, které vykazovaly jakékoliv známky mechanického poškození a vad jako suky, točitost vláken atp.

Každý vzorek byl popsán tvrdou tužkou č. 3, zkratkou dřeva a číslem. Jako zkratky byly použity DJ (dub – jádro), DB (dub – běl), AJ (akát – jádro), AB (akát – běl), BB (borovice – běl), S (smrk).

4.2 Metodika

Připravené a popsané vzorky byly vloženy do laboratorní sušárny nastavené na teplotu $103 \text{ }^\circ\text{C}$, kde zůstaly do doby vysušení na 0 % vlhkost. Proces sušení byl proveden podle normy ČSN 49 01 03 a kontrolován opakovaným vážením. Po vysušení byl každý vzorek zvážen na elektronické digitální váze a hodnota (m_0) zaznamenána.

Vzorky akát – jádro, akát – běl, dub – jádro, dub – běl byly vloženy do klimatizace, kde byly ponechány při konstantní teplotě $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a 60 % relativní vlhkosti vzduchu.

Zkušební vzorky borovice – běl a smrku byly vloženy do exikátoru se silika gelem, aby byla zajištěna nulová vlhkost vzorků. Tato tělíska byla impregnována vysokotlakou

vakuovou impregnací vložením do plastové vany s roztokem přípravku Bochemit Forte Profi, vložena do laboratorního autoklávu nastaveného na hodnotu absolutního tlaku 10 kPa, po dobu 90 minut. Po ukončení impregnace byla tělíska vytažena z impregnační vany, osušena papírovým ubrouskem a zvážena. Po oschnutí byla tělíska vložena do laboratorní sušárny, kde byla při 103 °C ponechána do vysušení na 0 % vlhkost. Po vytažení byly vzorky zváženy a hodnoty pečlivě zaznamenány. Poté byly i tyto vzorky vloženy do klimatizace a byly připraveny pro pokus.

4.2.1 Luhování

Část vzorků byla podrobena procesu luhování. Luhování probíhalo podle modifikované normy EN 84. Tělíska byla vložena do exsikátoru připojeného k vývěvě, kde probíhala vakuová impregnace v 400 ml destilované vody po dobu 20 min. Poté, byla tělíska ponechána 2 hodiny v téže vodě. Ta byla poté vylita, nahrazena znovu destilovanou vodou a tato výměna byla každý den opakována. Celková doba luhování byla 7 dní. Vzorky byly zatíženy tak, aby byly zcela ponořeny. Poté byla tělíska vytažena a vysušena v laboratorní sušárně. Proces byl opět kontrolován opakovaným vážením. Po vysušení na 0 % vlhkosti byla tělíska zvážena a vložena do klimatizace.

4.2.2 Mykologická zkouška (modifikovaná EN 113)

4.2.2.1 Živná půda

Do 1 l destilované vody bylo nasypáno 50 g Malt Extrakt Agar. Baňka se směsí byla vložena do autoklávu, kde při teplotě 116 °C a tlaku 171 kPa zůstala 10 minut. Poté byl roztok připravený k použití. Jako kultivační nádoby byly použity sterilní Petriho misky. Každá miska byla naplněna 20 ml horkého média tak, aby se vytvořila zhruba 3 mm tlustá vrstva. Celá práce probíhala ve sterilním boxu.

4.2.2.2 Houbová kultura

Pro naše účely byla vybrána outkovka pestrá (*Trametes versicolor*) jako zástupce dřevokazné houby bílého tlení a pórnatka placentová (*Poria placenta*), dřevokazná houba

hnědého tlení, která degraduje převážně dřevo jehličnanů, zvláště borovice. Obě houby jsou doporučeny normou ČSN EN 113.

Houbovou kulturu bylo nutno nejdříve namnožit v Petriho miskách. Příprava vychází z normy ČSN EN 113 a ČSN EN 350 – 1. Živná půda byla připravena výše popsaným způsobem. Příprava houbové kultury byla prováděna ve sterilním boxu, aby nedocházelo ke kontaminaci houby nežádoucími patogeny. Očkovací jehla byla vysterilizována ve sterilizačním autoklávu. Touto jehlou bylo nabráno houbové mycelium a přeneseno do připravených Petriho misek. Misky byly uzavřeny parafilmovou páskou, popsány názvem houby a datem. Následně byly vloženy do inkubátoru s teplotou 22 °C a relativní vlhkostí vzduchu $\pm 65\%$, dokud mycelium zcela neporostlo plochu misky.

4.3 Samotná zkouška přirozené trvanlivosti

Před vložením zkušebních vzorků do připravených Petriho misek s narostlou houbovou kulturou, byly zkušební vzorky sterilizovány společně s pinzetou a nerezovými mřížkami, které byly ještě zabaleny do hliníkové folie. Sterilizace v autoklávu při teplotě 120 °C probíhala po dobu 10 minut. Veškerá další práce probíhala ve sterilním boxu. Pomocí pinzety byly vloženy do Petriho misek nerezové mřížky a na ně zkušební tělíška (3 zkušební vzorky a jeden referenční vzorek). Misky byly uzavřeny a znovu přelepeny parafilmovou páskou. Byly popsány číslem vzorku a datem. Petriho misky byly vloženy do inkubátoru nastaveného na teplotu 22 °C a 65 % relativní vlhkosti vzduchu. Zde byly ponechány 6 týdnů. Po inkubaci byly vzorky vytaženy, mechanicky očištěny nerezovým nožičkem a zváženy (m_h). Po zvážení byly vloženy do laboratorní sušárny a vysušeny na 0 % vlhkosti, poté byly znovu zváženy (m_{h0}) a údaje zaznamenány.



Obr. 9: Vzorky s houbou outkovkou pestrou v Petriho misce

4.4 Vyhodnocení mykologické zkoušky pomocí hmotnostních úbytků

Pro stanovení procentuálního hmotnostního úbytku bylo potřeba zvážit zkušební tělíška v několika fázích pokusu.

$$m_u = \frac{m_0 - m_{h0}}{m_0} \cdot 100$$

kde m_0 – hmotnost absolutně suchého vzorku, m_{h0} – hmotnost absolutně suchého vzorku po vystavení houbě

V případě impregnovaných vzorků je nutno použít pro výpočet hmotnostních úbytků korekční koeficient (příjem ochranné látky) dle ČSN EN 113

Pro výpočet vlhkosti vzorků:

$$w = \frac{m_h - m_{h0}}{m_{h0}} \cdot 100$$

kde m_h – hmotnost vzorku po mechanickém očištění houby, m_{h0} – hmotnost absolutně suchého vzorku po vystavení houbě

5 Výsledky

Výsledky zkoušek byly hodnoceny popisnou statistikou. S ní souvisí grafické zpracování v podobě krabicových grafů hmotnostních úbytků jednotlivých skupin vzorků. Jednotlivé dřeviny ve skupinách luhované – neluhované vzorky byly vyhodnoceny t-testem.

Dle normy ČSN EN 113 je stanoven minimální hmotnostní úbytek bukových referenčních vzorků pro houbu outkovku pestrou minimálně 20 %. Tato hodnota byla dodržena u všech bukových referenčních vzorků, což je zřejmé z minimální hodnoty, a proto je možno považovat test trvanlivosti za platný.

Dle normy ČSN EN 113 je minimální hmotnostní úbytek borovice běl referenčních vzorků pro houbu pórnatku placetovou minimálně 15 %. Tato hodnota nebyla dodržena ani u jednoho z celkového počtu 21 referenčních vzorků. Proto není možno považovat test trvanlivosti za platný.

5.1 Neluhované vzorky

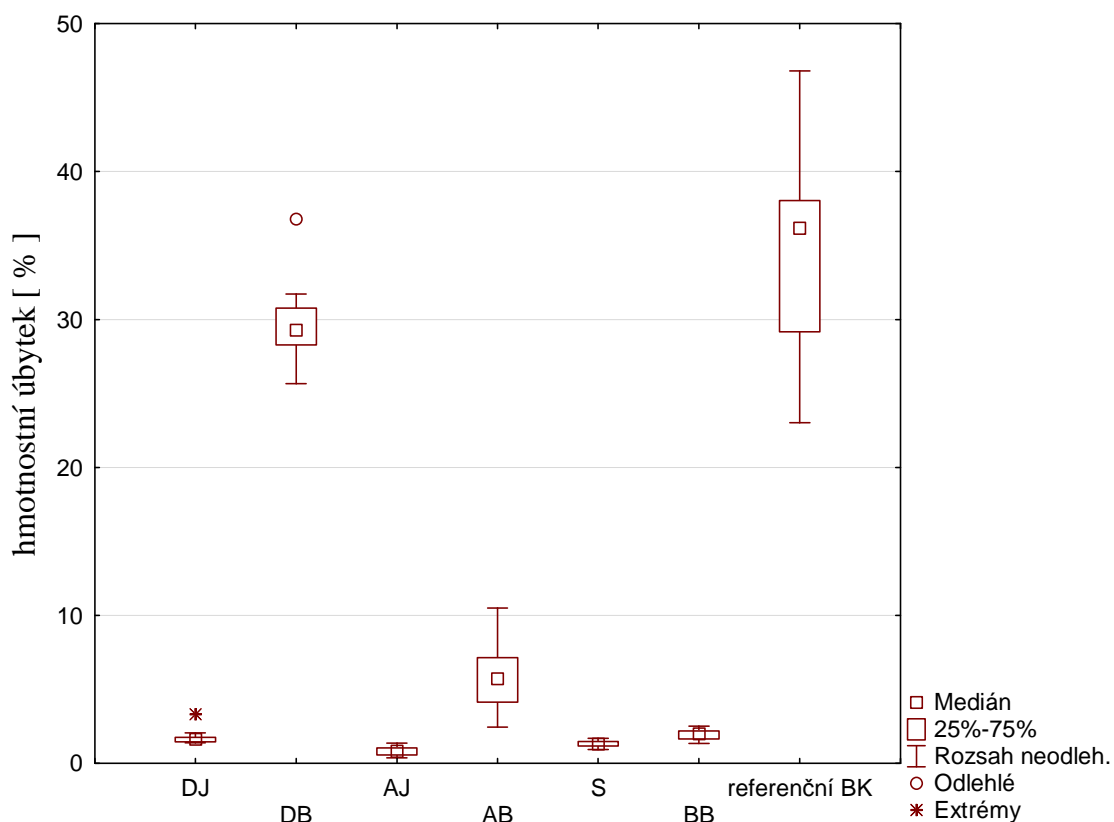
V Tab. 2 jsou uvedeny výsledky popisné statistiky hmotnostních úbytků po degradaci outkovkou pestrou. V tab. 3 je shrnuta popisná statistika hmotnostních úbytků vzorků po degradaci pórnatkou placetovou. S tabulkami související krabicové grafy (Obr. 10 a Obr. 11) graficky znázorňují hmotnostní úbytky jednotlivých skupin.

Tab. 2: Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků a referenčních vzorků buku pro houbu outkovku pestrou

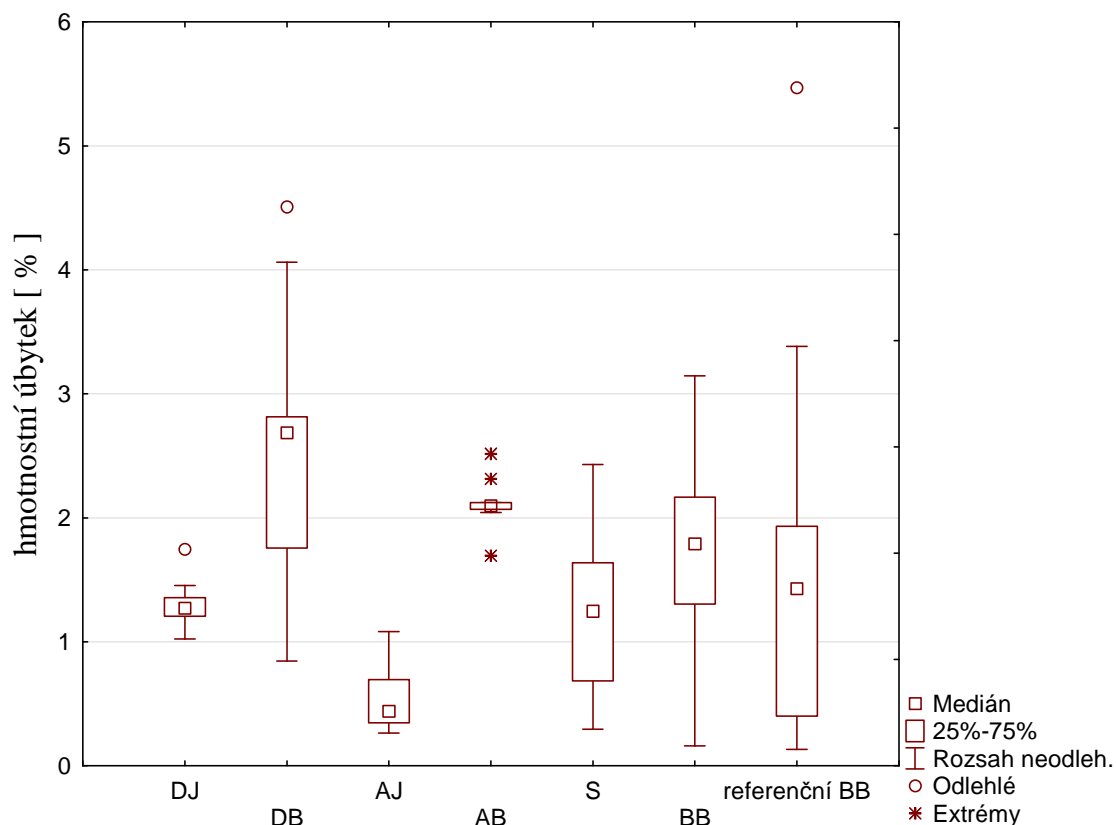
	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční buk
Aritmetický průměr [%]	1,80	29,89	0,81	5,67	1,32	1,91	34,63
Medián [%]	1,64	29,27	0,82	5,72	1,30	2,00	36,16
Rozptyl [%]	0,33	9,50	0,10	5,88	0,06	0,13	39,08
Směrodatná odchylka [%]	0,57	3,08	0,31	2,43	0,25	0,36	6,25
Variační koeficient [%]	32	10	38	43	19	19	18
Max [%]	3,32	36,78	1,35	10,50	1,69	2,50	46,81
Min [%]	1,38	25,66	0,36	2,44	0,92	1,33	23,03

Tab. 3: Popisná statistika procentuálních hmotnostních úbytků zkušebních vzorků a referenčních vzorků bělové části borovice pro houbu pórnatku placetnovou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční bb
Aritmetický průměr [%]	1,31	2,53	0,56	2,12	1,23	1,73	1,51
Medián [%]	1,27	2,69	0,44	2,10	1,25	1,79	1,43
Rozptyl [%]	0,03	1,34	0,08	0,04	0,43	0,66	1,55
Směrodatná odchylka [%]	0,18	1,16	0,28	0,21	0,66	0,81	1,25
Variační koeficient [%]	14	46	49	10	53	47	82
Max [%]	1,75	4,51	1,08	2,52	2,43	3,15	5,47
Min [%]	1,02	0,84	0,26	1,69	0,29	0,16	0,13



Obr. 10: krabicový graf – hmotnostní úbytek způsobený outkovkou pestrou



Obr. 11: krabicový graf – hmotnostní úbytek způsobený pórnatkou placentovou

Vyhodnocení procentuální vlhkosti zkušebních vzorků i referenčních bukových vzorků bylo provedeno popisnou statistikou. Popisná statistika procentuální vlhkosti pro outkovku pestrou (Tab. 4) a pórnatku placentovou (Tab. 5) je uvedena níže.

Tab. 4: Popisná statistika vlhkosti zkušebních vzorků a referenčních vzorků buku po degradaci outkovkou pestrou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční buk
Aritmetický průměr [%]	68,85	121,27	44,68	115,75	120,77	127,07	210,21
Medián [%]	77,30	121,02	45,04	114,79	119,97	131,98	210,43
Rozptyl [%]	338,79	351,10	106,66	24,16	236,18	264,61	1621,61
Směrodatná odchylka [%]	18,41	18,74	10,33	4,92	15,37	16,27	40,27
Variační koeficient [%]	27	15	23	4	13	13	19
Max [%]	97,97	158,21	56,84	125,60	146,38	144,86	273,25
Min [%]	42,00	98,35	26,90	109,24	93,33	93,14	108,14

Tab. 5: Popisná statistika vlhkosti zkušebních vzorků a referenčních vzorků borovice po degradaci pórnatkou placetnovou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční bb
Aritmetický průměr [%]	42,89	62,20	33,26	56,91	45,34	64,79	75,18
Medián [%]	42,85	62,87	30,54	57,20	37,97	57,31	71,66
Rozptyl [%]	9,91	207,81	55,19	19,21	246,86	1099,08	373,47
Směrodatná odchylka [%]	3,15	14,42	7,43	4,38	15,71	33,15	19,33
Variační koeficient [%]	7	23	22	8	35	51	26
Max [%]	48,57	82,09	53,15	64,89	83,86	148,95	126,22
Min [%]	38,72	44,18	27,55	51,45	34,58	38,31	52,70

5.2 Luhované vzorky

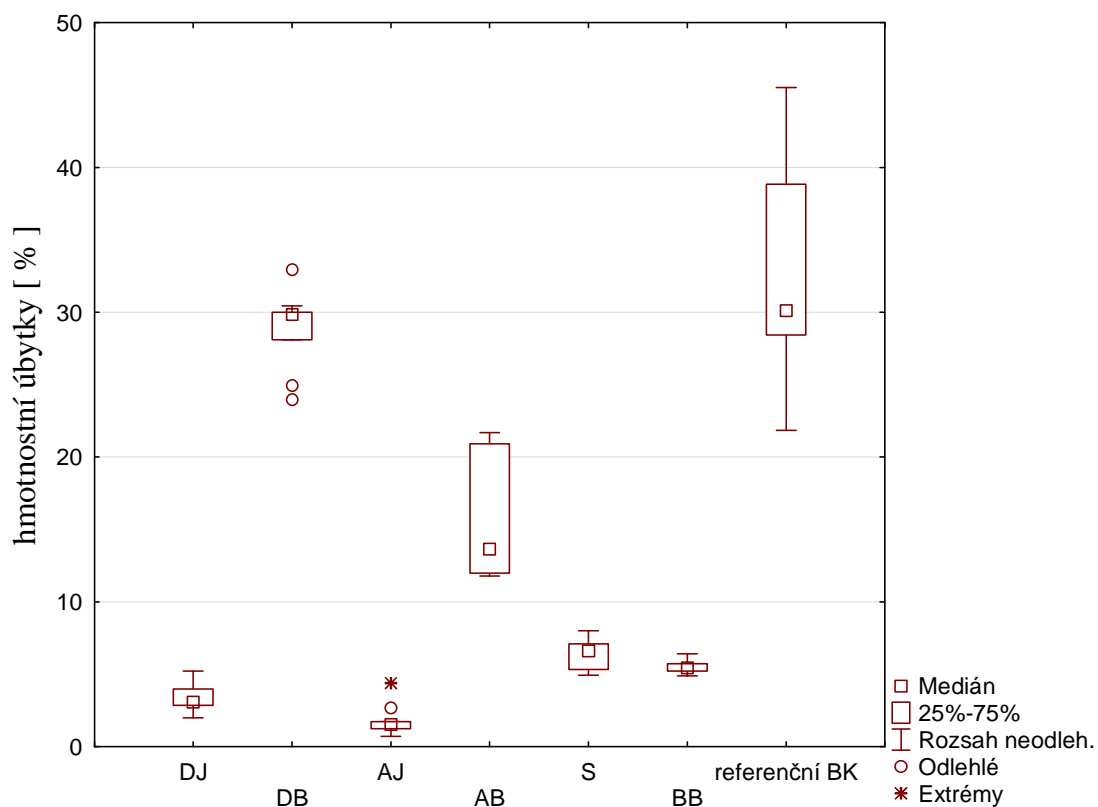
V Tab. 6 jsou uvedeny výsledky popisné statistiky hmotnostních úbytků po degradaci outkovku pestrou. V Tab. 7 je shrnuta popisná statistika hmotnostních úbytků po degradaci pórnatkou placetnovou. S tabulkami související krabicové grafy (Obr. 12 a Obr. 13) jsou uvedeny níže a znázorňují hmotnostní úbytky jednotlivých skupin.

Tab. 6: Popisná statistika hmotnostních úbytků zkušebních vzorků a referenčních vzorků buku po degradaci outkovkou pestrou

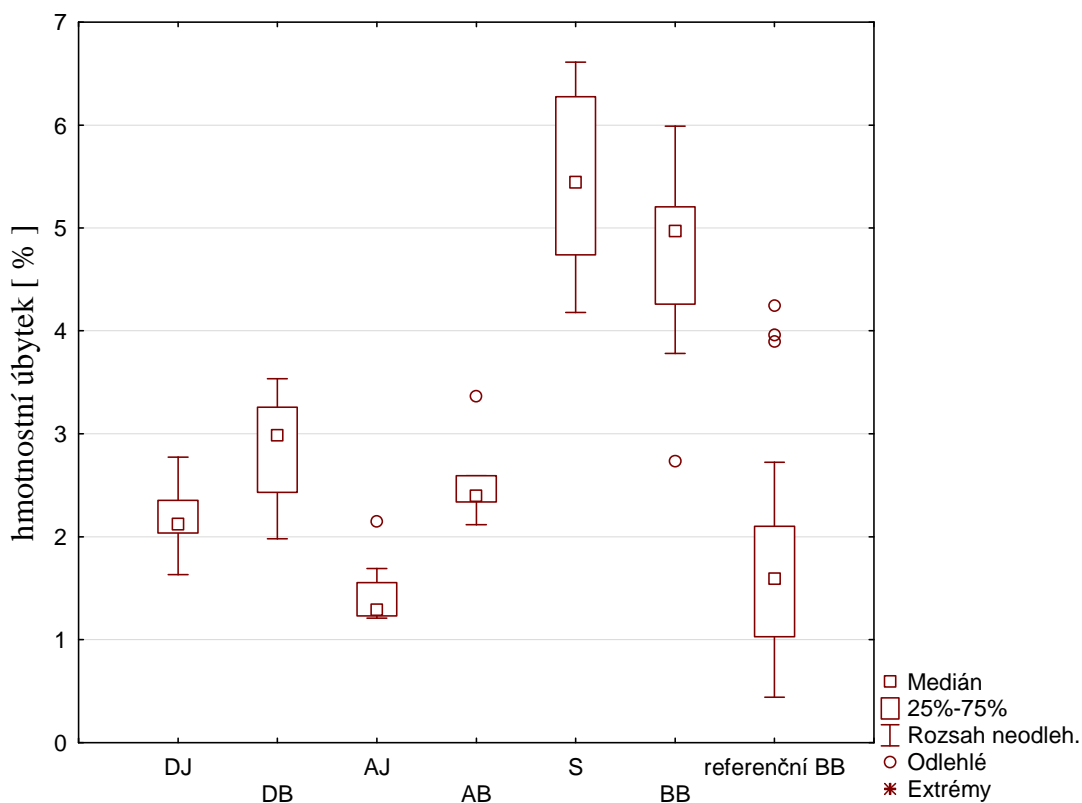
	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční buk
Aritmetický průměr [%]	3,35	28,75	1,81	15,42	6,38	5,49	32,56
Medián [%]	3,06	29,85	1,54	13,63	6,62	5,45	30,11
Rozptyl [%]	0,96	6,93	1,10	15,36	1,02	0,17	50,39
Směrodatná odchylka [%]	0,98	2,63	1,05	3,92	1,01	0,42	7,10
Variační koeficient [%]	29	9	58	25	16	8	22
Max [%]	5,21	32,94	4,39	21,69	8,00	6,41	45,52
Min [%]	1,99	23,97	0,70	11,79	4,93	4,88	21,85

Tab. 7: Popisná statistika hmotnostních úbytků zkušebních vzorků a referenčních vzorků borovice po degradaci pórnatkou placetnovou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční bb
Aritmetický průměr [%]	2,13	2,85	1,44	2,52	5,41	4,70	1,94
Medián [%]	2,12	2,98	1,29	2,40	5,44	4,97	1,70
Rozptyl [%]	0,11	0,24	0,09	0,14	0,60	0,88	1,94
Směrodatná odchylka [%]	0,33	0,49	0,31	0,37	0,77	0,94	1,39
Variační koeficient [%]	16	17	21	15	14	20	72
Max [%]	2,77	3,54	2,15	3,36	6,61	5,99	6,59
Min [%]	1,63	1,98	1,21	2,12	4,18	2,73	0,44



Obr. 12: krabicový graf – hmotnostní úbytek způsobený outkovkou pestrou



Obr. 13: krabicový graf – hmotnostní úbytek způsobený pórnatkou placentovou

Vyhodnocení procentuální vlhkosti zkušebních vzorků i referenčních bukových vzorků bylo provedeno popisnou statistikou. Popisná statistika procentuální vlhkosti pro outkovku pestrou (Tab. 8) a pórnatku placentovou (Tab. 9) je uvedena níže.

Tab. 8: Popisná statistika procentuální vlhkosti zkušebních vzorků a referenčních vzorků buku pro houbu outkovku pestrou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční buk
Aritmetický průměr [%]	63,59	107,31	38,90	128,54	73,14	54,97	182,79
Medián [%]	63,14	105,36	37,27	131,01	63,53	54,02	188,46
Rozptyl [%]	74,46	276,73	172,28	547,23	211,81	193,57	1553,91
Směrodatná odchylka [%]	8,63	16,64	13,13	23,39	14,55	13,91	39,42
Variační koeficient [%]	14	16	34	18	20	25	22
Max [%]	78,57	136,72	66,47	171,61	96,26	75,47	257,19
Min [%]	52,69	83,95	12,75	94,92	59,46	33,89	102,46

Tab. 9: Popisná statistika procentuální vlhkosti zkušebních vzorků a referenčních vzorků
bělové části borovice pro houbu pórnatku placetnovou

	dub - jádro	dub - běl	akát - jádro	akát - běl	smrk (I)	borovice - běl (I)	referenční bb
Aritmetický průměr [%]	37,75	67,81	28,56	32,02	42,45	49,79	91,98
Medián [%]	37,65	63,68	25,78	25,54	34,19	39,62	84,18
Rozptyl [%]	4,09	92,52	67,43	124,66	452,19	712,56	795,59
Směrodatná odchylka [%]	2,02	9,62	8,21	11,17	21,26	26,69	28,21
Variační koeficient [%]	5	14	29	35	50	54	31
Max [%]	41,42	88,51	48,53	56,78	105,31	116,98	165,85
Min [%]	33,99	59,05	20,30	22,97	32,43	31,58	37,07

5.3 Porovnání odolnosti luhovaných a neluhovaných vzorků vůči dřevokazným houbám

Metodou matematické statistiky byly srovnány dvě pokusné skupiny a to skupina luhovaných a neluhovaných tělísek vystavených působení houbě outkovce pestré.

Tab. 10: Srovnávací T – test pro outkovku pestrou

	DJ vs. DJ - L	DB vs. DB - L	AJ vs. AJ - L	AB vs. AB - L	S vs. S - L	BB vs. BB - L
Průměr	1,80	29,89	0,81	5,67	1,32	1,91
Průměr	3,35	28,75	1,81	15,42	6,38	5,49
Hodnota t	-3,86	0,77	-2,42	-5,72	-13,64	-18,77
sv	16,00	15,00	15,00	14,00	15,00	17,00
p	0,00	0,45	0,03	0,00	0,00	0,00
t samost.	-3,86	0,76	-2,55	-5,37	-12,90	-18,91
sv	12,93	13,85	9,57	9,36	7,76	16,99
p	0,00	0,46	0,03	0,00	0,00	0,00
Poč.plat.	9,00	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00
Poč.plat.	9,00	9,00	9,00	7,00	8,00	10,00
Sm.odch.	0,61	3,29	0,33	2,57	0,27	0,38
Sm.odch.	1,04	2,79	1,11	4,23	1,08	0,44
F-poměr	2,90	1,39	11,27	2,71	16,44	1,31
p	0,15	0,65	0,00	0,19	0,00	0,71

V případě AJ a S byla nulová hypotéza o shodě rozptylů zamítnuta, bude používán t – test pro neshodné rozptyly. Hodnota α je 0,05. Pro DJ, DB, AB a BB byla hodnota $p/2 > \alpha$ a tedy nulová hypotéza o shodě rozptylů nebyla zamítnuta a bude používán t – test pro shodné rozptyly.

Pro AJ a S byla srovnána hodnota p pro neshodné rozptyly s hladinou α . Pro AJ i S je hodnota $p < \alpha$, tedy byl přijat závěr, že srovnávané skupiny vzorků mají statisticky významně odlišné střední hodnoty.

Pro DJ, AB, BB, DB byla srovnána hodnota p pro shodné rozptyly s hladinou α .

Pro DJ, AB, BB platí, že $p < \alpha$, tedy byl přijat závěr, že srovnávané skupiny vzorků mají statisticky významně odlišné střední hodnoty, tedy zamítáme, že se skupiny luhovaných a neluhovaných tělísek neliší.

Pro DB $p > \alpha$ a srovnávané skupiny vzorků nemají statisticky významně odlišné střední hodnoty.

5.4 Hmotnostní úbytky dřeva luhováním

Vzorky impregnované Bochemitem Forte Profi a jádrové vzorky dubu byly podrobeny vyluhování podle normy ČSN EN 84. Výsledné hodnoty hmotnostních úbytků jsou uvedeny v Tab. 11.

Tab. 11: Hmotnostní úbytky vzniklé luhováním vzorků

vzorek	hmotnostní úbytek vzniklý luhováním vzorku [%]
dub běl	2,96
dub jádro	1,92
akát jádro	1,50
smrk impregnovaný	3,94
borovice běl impregnovaná	3,80
smrk referenční	1,19
borovice běl referenční	1,75

6 Diskuze

6.1 Hmotnostní úbytky neluhových vzorků

6.1.1 Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)

Z výsledků je možno pozorovat nepatrný hmotnostní úbytek u jádrového dubového dřeva. Úbytek se pohyboval od 1,38 do 3,32 %. Průměrně pak 1,8 %. Chemické analýzy prokázaly, že přítomnost látek fenolické povahy pozitivně ovlivňuje trvanlivost (Aloui a kol., 2004). V porovnání s literaturou, která uvádí úbytky 4,1 %, případně 6,2 % (v závislosti na druhu dubu) (Aloui a kol., 2004) můžeme pozorovat drobnou odchylku. Několik studií uvádí velkou variabilitu v koncentraci tříslovin mezi stromy a také mezi jednotlivými druhy. Mosedale a kol. (1996) ve své studii uvádí, že rozdíly v extrahovaných tříslovinách není možno vysvětlit pouze v závislosti na věku stromu. Mosedale, Savil (1996) uvedl, že koncentrace tříslovin je geneticky podmíněna a *Quercus robur* má jednoznačně vyšší koncentraci tříslovin než *Quercus petraea*. U bělové části dubu byl hmotnostní úbytek výrazně větší 25,66 – 36,78 %, průměrně 29,89 %. Bělová část je velmi málo odolná proti biotickému napadení. Je známo, že outkovka pestrá velmi citlivě reaguje na přítomnost tříslovin a tedy jednoznačně preferuje u dřevin s obsahem tříslovin bělovou část, kde je obsah tříslovin výrazně nižší. Tento fakt potvrzuje i zjištění, že jádrová část dubu měla po mechanickém odstranění houby výrazně nižší relativní vlhkost než část bělová. Vlhkost může být zvýšená vlivem nasákavosti materiálu, která je jistě vyšší u bělové části než u jádra, ale také fakt, že houby při svém růstu produkují velké množství vody, která jim zlepšuje podmínky pro další růst.

Obdobná situace je u akátu, ten vykazuje ještě vyšší trvanlivost v kontaktu s půdou než dub. Hmotnostní úbytek u jádra akátu je opět velmi nízký 0,36–1,35 %, je tedy ještě nižší než u dubu. I vlhkost vzorku po odstranění houby je nižší ve srovnání s dubem. Akátové jádro je chráněno vysokým obsahem tříslovin a látek fenolické povahy, které jsou zodpovědné za jeho odolnost. Průměrná hodnota zjištěných procentuálních hmotnostních úbytků jádrových akátových zkušebních vzorků je 0,81 %. V porovnání s literaturou, kde je zjištěna hodnota 1,7 % pro vyzrálé jádrové dřevo a 17 % pro juvenilní jádrové dřevo (Dünisch a kol., 2009), můžeme sledovat mírnou odchylku. Dle mnohých studií může docházet k výrazným odchylkám v trvanlivosti konkrétních kmenů stromu akátu. Variabilita mezi místy růstu je menší, než byla pozorována jak mezi stromy, tak mezi radiálními pozicemi v rámci jednoho

stromu (Scheffer, 1949). Stromy, které se rozmnožují vegetativně, vykazují vysokou jednotnost v hodnotách přirozené trvanlivosti, na rozdíl od stanovišť, kde jsou reprodukovány ze semínka, ta pocházejí z několika stromů, a z nich vzrostlé stromy pak vykazují širokou variabilitu výsledků trvanlivosti (Pollet a kol., 2008). Bělová část akátu vykazuje nižší procentuální úbytky (průměrně 5,67 %) než uvádí literatura. Běl u akátu je velmi úzká a je možné, že zkušební vzorky z bělové části akátu obsahují část jádra nebo byly lokalizovány v blízkosti jádra, což zvýšilo jejich odolnost.

U impregnovaného smrku jsou hmotnostní úbytky velmi nízké, průměrně 1,32 %. Otázkou zůstává, jestli tento stav přičítá fakt, že materiál byl před dřevokaznou houbou chráněn impregnační nebo fakt, že outkovka pestrá s oblibou parazituje na ovocných případně listnatých stromech, ale jehličnany napadá jen výjimečně. Dá se předpokládat, že v laboratorních podmínkách by došlo i k degradaci dřeva smrkového. Je prokázáno studií, že dřevokazné houby jsou extrémně citlivé vůči působení Cu^{2+} iontů. I velmi nízká koncentrace (0,1% CuSO_4) definitivně zastavuje její růst (Young, 1661).

U borovice byla posuzována trvanlivost impregnované bělové části. Stav byl v podstatě shodný s výsledky získanými u dřeva smrkového. Průměrný hmotnostní úbytek byl 1,91 %.

Jako referenční vzorky byly zvoleny vzorky bukové. Tyto vloženy do narostlého houbového mycelia vykazují hmotnostní úbytky v rozpětí 23,03 – 46,81 %. Dle normy ČSN EN 113 je test trvanlivosti platný, pokud u všech bukových referenčních vzorků překročí naměřený procentuální hmotnostní úbytek 20 %. V našem případě byla podmínka splněna.

6.1.2 Pórnatka placentová (*Poria placenta*)

Zkušební tělíška vystavená působení této houby vykazovala ve všech případech velmi nízkou hodnotu hmotnostního úbytku i nízkou hodnotu vlhkosti po mechanickém očištění testovaných vzorků. Průměrné hmotnostní úbytky: dub – jádro 1,31 %, dub – běl 2,53 %, akát – jádro 0,56 %, akát – běl 2,12 %, smrk 1,23 %, borovice – běl 1,73 %. Obdobné výsledky byly odečteny i u referenčních vzorků (průměrný hmotnostní úbytek 1,51 %). Při vizuální kontrole nárůstu mycelia, však bylo zjištěno, že tato houba na živném médiu zjevně prospívá. Je tedy možno zvážit, zda uvedená houbová kultura není již přivyklá laboratorním podmínkám a neupřednostňuje snazší způsob příjmu živin z živného média před rozkladem celulózy a hemicelulózy, případně nedošlo k degradaci komplexu rozkladných enzymů a

tohoto rozkladu není schopna. Dle Reinprechta, (2001), v případě, že by v reakčním médiu jednotlivé enzymy nebyly v rovnováze nebo by některý z nich chyběl, rozklad krystalické celulózy by se zpomalil anebo neuskutečnil.

6.2 Hmotnostní úbytky luhovaných vzorků vybraných dřevin

6.2.1 Outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)

Dub – jádro po vystavení působení outkovce pestré vykazoval jen velmi malý hmotnostní úbytek průměrně 3,35 %. Vlhkost vzorků byla 63,59 %. Bělová část dubu vykazovala hmotnostní úbytek 28,75 % a vlhkost 107,31 %. U akátu, je hmotnostní úbytek 1,81 % v případě jádra a u bělové části 15,42 %. Hodnoty vlhkosti jsou v případě jádra 38,9 % a u bělové části 128,54 %. Z výsledků testu je možné sledovat snížení odolnosti proti působení houby *Trametes versicolor* v porovnání s neluhovaným testem. Tento jev byl potvrzen řadou studií. Po luhování, které způsobilo vyplavení ve vodě rozpustných sloučenin, vykazovalo 75 % vzorků pokles trvanlivosti o jednu třídu a pouze 25% vzorků si udrželo zařazení v původní třídě trvanlivosti (Aloui a kol., 2004). Hart (1972) demonstroval, že třísloviny jsou zodpovědny za odolnost jádrového dřeva a vodou extrahovatelné třísloviny jsou nejzajímavějším parametrem vysvětlujícím pokles rezistence dřeva vůči houbám. Předpokládá se, že ve vodě rozpustné třísloviny tvoří odhadem až 10 % z vysušené hmotnosti stromu (Scalbert a kol., 1986). S věkem stromu klesá množství vyluhovatelných tříslovin. Pravděpodobná je myšlenka polymerace jednoduchých forem tříslovin v polyfenoly, čímž dochází k nárůstu molekulové hmotnosti a tím ke klesání rozpustnosti tříslovin v jádrovém dřevě s věkem (Mosedale, Savil, 1996).

U impregnovaných vzorků jehličnatých stromů je hmotnostní úbytek u smrku 6,38 % a vlhkost po mechanickém očištění houby 73,14 %. U borovice průměrná hodnota hmotnostního úbytku 5,49 %, vlhkost potom 54,97 %. Při luhování vzorků je vždy nutno počítat se ztrátou, proto byly sledovány hmotnostní úbytky vzniklé luhováním u referenčních vzorků smrku (1,19%) i borovice (1,75%). Také velikost zkušebních vzorků může ovlivnit množství přijaté a vyluhované látky, vzhledem k jejímu objemu a rychlosti příjmu vody do struktury.

U referenčního vzorku, kde byl zvolen jako dřevina buk, došlo k výraznému poklesu dřevní hmoty a to o 32,56 % a vlhkost vzorku po ukončení pokusu byla 182,79 %.

Z výsledků je možno vysledovat, že po procesu luhování jsou výrazně vyšší hmotnostní úbytky u všech bělových vzorků dřevin vyjma bělové části dubu. Tento trend se projevuje i u impregnovaných vzorků smrku a borovice.

6.2.2 Pórnatka placentová (*Poria placenta*)

Jak bylo uvedeno již u předchozího pokusu, aktivita houby *Poria placenta* nedosáhla hodnot minimálních procentuálních úbytků stanovených normou CEN/TS 15083 – 1. Test trvanlivosti tedy není možno považovat za platný.

6.2.3 Srovnávací t-test

U vzorků jádrových dřevin je hmotnostní úbytek dřevní hmoty po procesu luhování zhruba dvojnásobný. Díky strukturálním vlastnostem jádra dochází k menšímu vyplavení látek, které jsou rozhodující pro přirozenou trvanlivost jádra těchto stromů. U bělových částí bylo možné předpokládat výsledky opačné, tedy výraznější úbytek dřevní hmoty po procesu luhování. V případě akátu tomu tak opravdu je. Na rozdíl od akátu neluhovaného (hmotnostní úbytek 5,67 %) je úbytek u luhového vzorku 15,42 %. K poněkud zvláštní situaci dochází u dubových vzorků, kde neluhovaná běl dubu vykazuje hmotnostní úbytek 29,89 % a luhovaná 28,75 %.

Vzorky jehličnanů byly impregnovány přípravkem s obsahem Cu^{2+} iontů, ty se trvale fixují na dřevní hmotu a jsou z něj nevyluhovatelny. Tedy ani impregnační vodou s následným luhováním by se neměly vyplavit. Zajistí se tak dlouhodobý účinek proti dřevokazným houbám. Tento fakt potvrzuje výrobce i řada studií.

Z vyhodnocení t-testu je patrné, že vyjma vzorků DB byly všechny ovlivněny procesem luhování.

7 Závěr

Dřevokazná houba pórnatka placentová (*Poria placenta*) bohužel nevykazovala dostatečnou aktivitu a musela být ve fázi vyhodnocování pokusů vyřazena. Při sledování aktivity outkovky pestré (*Trametes versicolor*) na zvolených typech dřeva bylo shledáno, že vzorky jádrových dřevin s vysokou přirozenou trvanlivostí (dub, akát) vykazují srovnatelnou míru degradace jako dřevo smrkové, či borové impregnované 4% roztokem Bochemitu Forte Profi. Po vystavení procesu luhování je míra degradace jádrového dřeva vybraných listnatých stromů nižší ve srovnání s degradací zvolených impregnovaných dřevin.

Je tedy nutno zvážit, zda je nutné využívat prostředky chemické ochrany a zatěžovat tak životní prostředí, přestože se nabízí zcela ekologické řešení. Setrvání u používání akátových či dubových sloupků je ve shodě s tradicí pěstování vinné révy. Pokud by bylo z úcty k přirozeným zdrojům či tradici přistoupeno k využití akátového či dubového dřeva, je nutno sledovat, jaké procentuální zastoupení z objemu sloupku tvoří jádro, protože při sledování bylo prokázáno, že část bělová má trvanlivost několikanásobně nižší.

8 Summary

Unfortunately wood decaying fungi *Poria placenta* did not exhibit sufficient activity and had to be excluded from the evaluation phase. When monitoring activities of wood decaying fungi *Trametes versicolor* on selected types of wood, it was found that heartwood samples with high natural durability (oak, locust) show a comparable degree of degradation to spruce and pine wood samples which were impregnated with 4% solution Bochemit Forte Profi. After the leaching exposure process, the rate of degradation of heartwood samples of selected deciduous trees is lower compared to the degradation of selected impregnated wood.

It is therefore necessary to consider whether it is inevitable to use chemical preservative treatment and burden the environment, although there are completely organic alternatives. Persisting on the use of locust or oak posts is in the line with the tradition of growing grapes. The observation has made in the research shown that sapwood part has lower durability than heartwood. Therefore, if it is resorted to use of locust or oak because of respect for natural resources or tradition, it will be necessary to monitor the percentage of heartwood in posts.

9 Seznam literatury

ALOUÏ, F., AYADI, N., CHARRIER, F., CHARRIER, B. *Durability of European oak (Quercus petraea and Quercus robur) against white rot fungi (Coriolus versicolor): relations with phenol extractives*. Holz Roh Werkst, 2004, 62:286–290.

BALABÁN, K., KOTLABA, F. *Atlas dřevokazných hub*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1970, 133 s.

BRAVERY, A. F. *A Miniaturised wood – block test for the rapid evaluation of wood preservative fungicides*. Building Research Establishment Princes Risborough Laboratory United Kingdom, Paper 8, 1978.

DUCHESNE, C., HUBBES, M., JENG, R. *Biochemistry and molecular biology of defense reactions in xylem of angiosperm trees*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1992, s. 133-146.

DÜNISCH, O., RICHTER, H. – G., KOCH, G. *Wood properties of juvenile and mature heartwood in Robinia pseudoacacia L.* Wood science technology, 2010, č. 44, s. 103 – 113.

GANDELOVÁ, L., ŠLEZINGEROVÁ, J. *Stavba dřeva*. 2. nezměněné vydání. Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně, 2014, 187 s. ISBN 978-80-7375-966-7.

HART, J.H., HILLIS, W.E. *Inhibition of wood rotting fungi by ellagitannins in the heartwood of Quercus alba*. Phytopathologie, 1972, 62:260.

HILLIS, W.E. *Heartwood and tree exudates*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1987.

HART, J.H. *The role of wood exudates and extractives in protecting wood from decay*. Natural products of woody plants, 1989, s. 861 – 880.

HOLAN, J. a kol. *Dřevo v domácnosti ochrana, údržba, renovace*. 1. vydání, Brno, ERA group spol. s r.o., 2006, ISBN 80–7366–049–0.

HORSFALL, J. G. *Principles of fungicidal action*. Chronica Botanica. G. Waltham Mass, 1956.

HOUDEK, D., KOUDELKA, O. *Srubové domy z kulatin*. 2. vydání, Brno, ERA group spol. s r.o., 2006, ISBN 80 – 7366 – 064 – 4.

JIROUT, F. *Dřevo v přírodě a řemeslech, v živnosti a průmyslu vůbec*. Praha, Zemědělské knihkupectví, 1928, 669s.

KAVINA, K. *Anatomie dřeva*. Praha: MZ, 1932, 296s.

MOSEDALE, J. R., CHARRIER, B., CROUCH, N., JANIN, G., SAVILL, P.S. *Variation in the composition and content of ellagitannins in the heartwood of European oaks (Quercus*

robor and Q. petraea) A comparison of two French forests and variation with heartwood age. Oxford, Annales des sciences forestieres, 1996.

MOSEDALE, J. R., SAVILL, P.S. *Variation of heartwood phenolics and oak lactones between the species and phenological types of Quercus petraea and Q. robur*. Forestry 69, 1996, page 48 – 55.

NIES, D.H. *Microbial heavy-metal resistance*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 51: 730 – 750, 1999.

PASERIN, V. *Impregnácia dreva smreka a jedle*. Bratislava, Štátny drevársky výzkumný ústav, 1970.

POLLET, C., JOUREZ, B., HÉBERT, J. *Natural durability of black locust (Robinia pseudoacacia L.) wood grown in Wallonia, Belgium*. Canadian journal of forest research, 38: 1366–1372, 2008.

PAVLOUŠEK, P. *Pěstování révy vinné*. Praha, Grada Publishing a.s., ISBN 978–80–247–3314–2, 2011.

POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. *Štruktúra a vlastnosti dreva*. 2. vyd. Bratislava: PRÍRODA a. s., 1997.

PTÁČEK, P. *Ochrana dřeva*. Praha, Grada Publishing, a.s., 2009, 9 s.

REINPRECHT, L. *Ochrana dreva a kompozitov*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1994.

REINPRECHT, L. *Procesy degradácie dreva*. 3. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001, 162 s., ISBN 80-228-1070-3.

REINPRECHT, L. *Ochrana dreva*. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008, 453 s., ISBN 978-80-228-1863-6.

ROUX, D., PAULUS, E. *Condensed tannins. 13. Interrelationships of flavonoid components from the heartwood of Robinia pseudoacacia*. Biochemical Journal, 1962, č. 82, s. 324 – 330.

SCALBERT, A., MONTIES, B., DUPOUEY, J.L., BECKER, M. *Polyphénols extractibles du bois de chêne : variabilité interspécifique, interindividuelle et effet de la duraminisation*. Annales du Groupe polyphénols, Int. Meeting, Montpellier, France, 9–11 July 1986. pp. 617–619.

SCHEFFER, T.C., HOPP, H. *Decay resistance of black locust heartwood*. Techn. Bull. 984, USDA For. Serv., Washington, D.C., 1949.

SVATONĚ, J. *Ochrana dřeva*. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000, 203s.

VANIN, S., I. *Nauka o dřevě*. Moskva: Leningrad, 1949, překlad Davídek, V. Rubešová, H. Praha, SNTL, 1955, 428s.

VAVRČÍK, H. *Lexikon dřev výukový materiál*, Mendelova univerzita v Brně, 2002.

WAGENFÜHR, R. *Obrazový lexikon Dřevo*. Praha, Grada Publishing a.s., 2002, ISBN 80-247-0346-7.

WAGENFÜHR, R. *Holzatlas*. Fachbuchverlag, 2007, 816 s. ISBN 978-34-464-0649-0.

YOUNG, G. Y. *Copper tolerance of some wood – rotting fungi*. Report No. 2223, 1961.

Norma

ČSN 49 0103(490103)

Dřevo. Zjišťování vlhkostí při fyzikálních a mechanických zkouškách.

Vydána: 1979-01-26 Účinnost: 1979-12-01

ČSN EN 350-2:(490081)

Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva.

Část 2: Přirozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě.

Vydána: 1996-07-01 Účinnost: 1996-08-01

ČSN EN 113:(490670)

Ochranné prostředky na dřevo - Zkušební metody pro stanovení ochranné účinnosti proti dřevokazným houbám Basidiomycetes - Stanovení hranice účinnosti.

Vydána: 1998-05-01 Účinnost: 1998-06-01

Technický list Wolmanit CX – 10

www.bochemie.cz

www.oslavan.cz

www.gala-drevo.cz