

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Jiří Marek

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

**Ochrana dřevěných materiálů vůči působení mikroorganismů a
povětrnostních vlivů**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Jiří Marek

Vedoucí práce: Ing. David Veselý, Ph.D.

Konzultantka práce: Ing. Martina Hejdová

2016

University of Pardubice

Faculty of chemical-technology

**Protection of wooden materials to the action of microorganisms and
weathering**

BACHELOR WORK

Author: Jiří Marek

Supervisor: Ing. David Veselý, Ph.D.

Consultant work: Ing. Martina Hejdová

2016

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Marek**
Osobní číslo: **C12530**
Studijní program: **B2831 Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Studijní obor: **Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů**
Název tématu: **Ochrana dřevěných materiálů vůči působení mikroorganismů
a povětrnostních vlivů**
Zadávající katedra: **Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište morfologii a složení dřeva.
2. Uveďte vlivy působící negativně na dřevo jako konstrukční materiál a specifikujte jeho výhody, popř. nevýhody.
3. Charakterizujte nejdůležitější vlastnosti nátěrů na dřevo. Specifikujte pojiva, pigmenty a aditiva používaná do nátěrových hmot určených na dřevěné materiály.
4. Popište způsoby ochrany dřeva vůči působení mikroorganismů. Uveďte příklady sloučenin působících v antivegetativních nátěrech na dřevo a v nátěrech proti plísním.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. David Veselý, Ph.D.

Ústav chemie a technologie makromolekulárních látek

Datum zadání bakalářské práce: **23. listopadu 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. července 2016**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



Ing. David Veselý, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. února 2016

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne: 22. 6. 2016

.....

Jiří Marek

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především Ing. Martině Hejdové a panu Ing. Davidu Veselému, Ph.D. za vedení a pomoc při psaní bakalářské práce. Další poděkování patří rodině za podporu při studiu.

Souhrn

Tato bakalářská práce je věnována popisu působení mikroorganismů a povětrnostních vlivů na dřevěné materiály a ochraně před nimi.

V této práci jsou popsány chemické vlastnosti a složení dřeva a také jeho struktura. Dále je pozornost zaměřena na ochranu před škůdci a povrchovou ochranu dřeva, především na poškození biologickými činiteli, jako jsou celulózovorní a lignovorní houby. Závěrem jsou zmíněné lazury na dřevo a způsoby ochrany dřeva v lesích a na skladech.

Klíčová slova

Struktura dřeva

Ochrana dřeva

Poškození biologickými činiteli

Lazury na dřevo

Škůdci dříví

Summary

This thesis is devoted to describing the action of microorganisms and weathering for wood and protect against them.

In this work are described in the chemical composition and properties of wood and also its structure. Furthermore, attention is focused on pest management and protect the wood surface, primarily on damage to biological agents such as celulózovorní lignovorní and mushrooms. Finally, as mentioned stains on wood and wood protection methods in forests and warehouses.

Keywords

Wood structure

Wood protection

Damage to biological agents

Stains on wood

Pests wood

Obsah

1	Struktura dřeva	13
2	Chemické složení a trvanlivost dřeva	16
3	Způsoby ochrany dřeva	18
3.1	Konstrukční ochrana dřeva	19
3.2	Chemická ochrana dřeva	20
3.3	Nátěrové hmoty	22
3.4	Ochrana dřeva před vlhkostí	23
3.5	Ochrana před škůdci dřeva	24
3.5.1	Preventivní ochrana	24
3.5.2	Chemické prostředky	25
3.5.3	Sanace napadeného dřeva	25
3.6	Ochrana povrchu dřeva	26
3.6.1	Omítky, mazaniny	27
3.6.2	Obklady	27
3.7	Nátěry	28
3.7.1	Pojiva	28
3.7.2	Rozpouštědla	28
3.7.3	Pigmenty	29
3.7.4	Plniva	29
3.7.5	Aditiva	29
3.7.6	Impregnace	29
3.7.7	Základové nátěry	30
3.7.8	Impregnační základ + lazura, krycí barva - třída ohrožení 1,2,3	30
3.7.9	Nátěrové hmoty určené na podlahy a schody dřevěné a na bázi dřeva – třída ohrožení 1,2 30	
3.7.10	Nátěrové hmoty určené na obklady – třída ohrožení 1,2	31
3.7.11	Impregnační prostředky	31
3.7.12	Impregnační prostředky – třída ohrožení 1,2,3,4	31
4	Poškození biologickými činiteli	34
4.1	Dřevokazné houby	34
4.2	Celulózovorní houby	35
4.2.1	Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans)	35
4.2.2	Koniofora sklepní (Coniophora puteana)	36

4.2.3	Pórnatka placentová (<i>Poria placenta</i>).....	37
4.2.4	Trámovka plotní (<i>Gloeophyllum sepiarium</i>)	38
4.3	Lignovorní houby.....	40
4.3.1	Outkovka pestrá (<i>Coriolus versicolor</i>).....	40
4.3.2	Klanolístka obecná (<i>Schizophyllum commune</i>).....	41
4.3.3	Pevník chlupatý (<i>Stereum hirsutum</i>)	41
4.4	Měkká hniloba.....	42
4.5	Dřevozbarvující houby a plísně	43
4.6	Plísně	44
4.6.1	Ošetřování a údržba	45
4.6.2	Pokyny k výběru nátěru	46
4.7	Lazury na dřevo	46
4.7.1	Požadavky na moderní lazury na dřevo	46
4.7.2	Tenkovrstvé lazury (impregnační lazury)	47
4.7.3	Silnovrstvé lazury	48
4.7.4	Přírodní minerální barvy	48
4.7.5	Olejové a fermežové barvy	48
4.7.6	Emulzní barvy	49
4.7.7	Údržba a péče.....	50
5	Boj se škůdci dřeva v lese a na skladech	51
5.1	Ochrana dříví v lese	51
5.2	Ochrana dříví na skladech	52
5.2.1	Mokré skladování dříví	53
5.2.2	Suché skladování dříví.....	56
5.2.3	Červotoči	61
6	Přínos práce.....	63
7	Závěr.....	63

Seznam obrázků:

Obrázek 1 - Základní typy buněk ve dřevě	15
Obrázek 2 - Dřevomorka domácí	35
Obrázek 3 - Koniofora sklepní	37
Obrázek 4 - Pórnatka placentová	38
Obrázek 5 - Trámovka plotní	39
Obrázek 6 - Outkovka pestrá	40
Obrázek 7 - Klanolístka obecná	41
Obrázek 8 - Pevník chlupatý	42
Obrázek 9 - odkornění kmene	57
Obrázek 10 - skládka dříví	57
Obrázek 11 - sušení kulatiny	59
Obrázek 12 - sušení dřeva v komoře	60
Obrázek 13 - Červotoč	62

Úvod

Dřevo je materiálem dostupným ve většině obydlených oblastí světa. Rozdílnosti nastávají samozřejmě v druhové skladbě lesů, která vychází především z rozdílných klimatických podmínek. V čase byla též v různých částech světa druhová skladba lesů změněna i z pohledu možností průmyslového využití jednotlivých dřevin. Například na území ČR bylo v dávných dobách jen 15 % smrkových porostů a v současnosti jich je přes 50 %. Dřevo se již od dávné minulosti používalo nejen při stavbě obydlí, jiných staveb a mostů, ale také lodí (mimořádně z inženýrského hlediska se loď dá vnímat jako dům otočený střechou dolů), strojů atd. V novodobé historii i automobilů a letadel. V průběhu druhé světové války se využívaly přednosti dřeva, jakými jsou dobré mechanické vlastnosti a malá hmotnost. Dřevěnou kostru mělo i jedno z nejrychlejších letadel druhé světové války Havilland DH.98 Mosquito. Ze dřeva se stavěly i vysokorychlostní bárky HSL, které používalo britské letectvo k záchraně pilotů sestřelených nad Lamanšským průlivem.

Například nejstarší nálezy dokazující existenci srubových staveb pocházejí z pozdní doby bronzové (1100-70 př. Kr.). Zbytky roubených chat ze starší doby ledové byly objeveny v oblasti rakouského Hallstattu a na jiných místech halštatské kultury. Z uměleckých památek je zřejmé, že srubové stavby znali také Etruskové.

1 Struktura dřeva

Z technického hlediska se dřevem rozumí vnitřní zdřevnatělá část kmene, větví a kořenů stromů nebo keřů bez povrchových pletiv. Dřevo není homogenní hmota, je složeno z buněk. Technické vlastnosti dřeva závisí na druhu dřeviny a na její anatomické stavbě a jsou ovlivňovány stanovištěm, na němž strom roste. Dřevo se skládá z buněk, jejichž stěny na sebe těsně přiléhají a tvoří soubory, které nazýváme pletiva. Stavba jednotlivých buněk a jejich stěn je složitá a značně ovlivňuje mechanické vlastnosti dřeva [1]. Například hustota dřeva je vynikající ukazatel mechanických vlastností. Obvykle zobrazuje dřevní hmotu bez vody, vzduchu a vyluhovatelných látek [2]. Pomocí živých buněk stromy přijímají živiny, vodu rozmnožují se apod. Převážnou část dřeva však tvoří mrtvé buňky. Ve dřevě se vyskytují tři základní typy buněk, buňky parenchymatické, sklerenchymatické a cévy [1].

Parenchymatické buňky jsou tenkostěnné buňky stejného průměru nebo málo protáhlé. Na jejich stěně lze pozorovat mnoho teček, které jsou ve skutečnosti ztenčenými místy. Parenchymatické buňky zůstávají dlouho živé, obsahují plazmu, zásobní látky, pryskyřice, třísloviny aj. V živém dřevě obstarávají látkovou výměnu. Parenchymatické buňky na rozdíl od ostatních dřevních buněk nemají zdřevnatělé stěny [1].

Sklerenchymatické buňky mají stěny neobyčejně tlusté a s úzkým průřezem. Dlouhé jsou 0,2 mm i více, široké 30 a 50 μm . Tyto vláknité buňky jsou zašpičatělé a navzájem se do sebe zaklíňují. Nemají obsah buněčný, jsou prázdné a záhy odumírají. Sklerenchymatické vláknité buňky v dřevní části se nazývají dřevní vlákna (libriform) a tvoří hlavní hmotu dřeva listnáčů. Jejich stěny jsou zdřevnatělé [1]. Sklerenchymatické buňky v jehličí obklopují pryskyřicové kanálky a vytvářejí provazce. Tyto provazce se nacházejí mezi cévními svazky a pryskyřicovými kanálky a nad nimi [3].

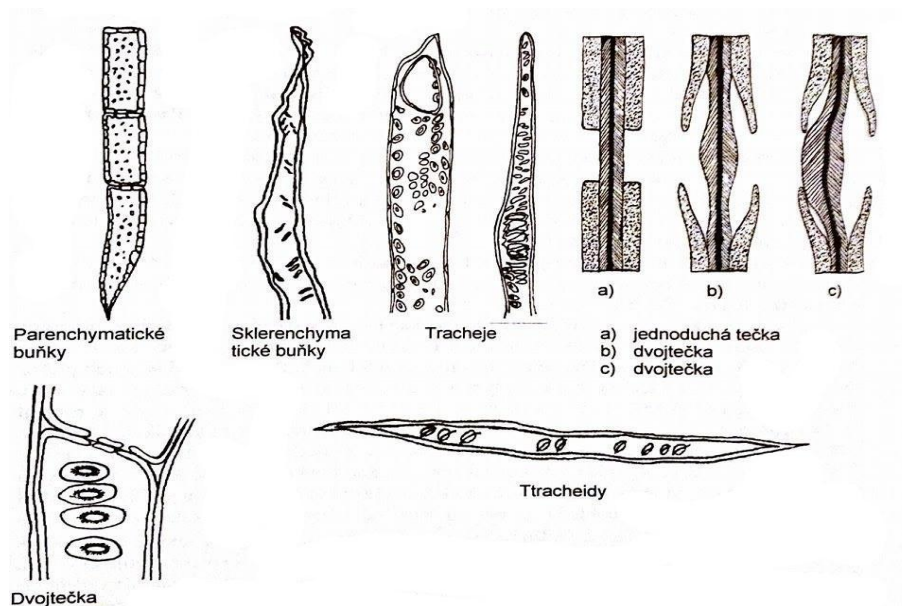
Cévy jsou protáhlé odumřelé prázdné buňky, se zdřevnatělými stěnami. Zásobují dřevo vodou a v ní rozpuštěnými anorganickými živinami. Cévy bývají často jakoby vyztuženy šroubovitými lištami. Rozlišují se dva druhy cév:

Tracheje, tzv. cévy pravé, jsou dlouhé kanálky sestavené z buněk bez příčných přehrádek. Jsou dlouhé i několik desítek cm o světlosti 0,5 mm. Na obou koncích jsou otevřené a vzájemně spojené. Tracheje vznikají z živých buněk. Po odumření se jejich příčné přehrádky rozpustí a všechny buňky splynou v dlouhou v dlouhou rourku. Stěny trachejí jsou vždy zdřevnatělé, nestejně tlusté a s různými ztenčeními. Jednoduchou tečkou se

rozumí takové ztečení sekundární buněčné stěny, které je tvořeno jednoduchým kanálkem sahajícím k primární stěně. Na něj navazuje obdélný kanálek v sousední buňce. Touto ztenčeninou procházela za života buňky plazmatická vlákénka z jedné buňky do druhé a zprostředkovala mezi nimi látkovou výměnu. Dvojtečka se na příčném řezu buněčnou stěnou jeví jako zvláštní uspořádání ztenčeniny, při pohledu na plochu buněčné stěny jako dva soustředěné kruhy o vnějším průměru 8 až 31 μm a vnitřním průměru 5 až 28 μm . Podobně jako u tečkovitých ztenčenin procházela jimi za života buňky plazmatická vlákénka. Typické dvojtečky jsou vytvořeny na radiálních stěnách tracheid dřeva jehličnanů. Dvojtečky mají značný význam při impregnaci dřeva. Impregnační látka proniká dřevem, jsou-li dvojtečky otevřeny. Bylo zjištěno, že při sušení dřeva se dvojtečky uzavírají, jestliže se dosáhlo bodu nasycení vláken, tj. vlhkosti, při které jsou buněčné stěny nasyceny vodou (okolo 30 %). Tento vztah platí jen pro vodivé buňky v bělové části kmene. V jádru jsou dvojtečky většinou uzavřeny již při zjaderňování centrální části kmene [1].

Tracheidy čili cévovíce jsou buňky, na rozdíl od trachejí vždy dokonale uzavřené šikmými přepážkami. Dlouhé jsou 1 až 2 mm o světlosti 30 až 50 μm . Mají obdobnou funkci jako tracheje a buněčné stěny mívají tenčí než tracheje a dřevní vlákna. Tracheidy jsou hlavní stavební složkou dřeva jehličnanů [1].

Jednotlivé buňky ve dřevě jsou zákonitě uspořádány. Různé druhy buněk plní i různé funkce. Uspořádání buněk nebo tkání je charakteristické pro každé dřvo. Také po makroskopické stránce mají jednotlivé druhy dřeva charakteristickou stavbu. V živém stromě dřvo přirůstá na obvodě kmene každoročně vždy o jeden letokruh. Letokruhy tvoří různě tlusté přírůstkové vrstvy, jež se navzájem kryjí. Každý letokruh se skládá opět ze dvou vrstev, z přírůstku jarního (časného) a z přírůstku letního (pozdního). Na průřezu kmene ukazuje množství letokruhů nejen stáří stromu, ale různě staré letokruhy plní ve kmeni odlišné funkce, a proto mají i různé vlastnosti. Ve starších stromech odumírají letokruhy ve vnitřní části kmene. Letokruhy na obvodu kmene obsahují živé buňky a jejich dřvo obsahuje více vody než dřvo uvnitř kmene. Tyto letokruhy rozvádějí vodu s rozpuštěnými minerálními látkami od kořene vzhůru. Vnitřní dřvo, které pozbylo vodivé funkce, se stává do jisté míry rezervním orgánem stromu. Nazývá se jádro neboli jádrové dřvo a obvodní dřvo se označuje jako běl nebo bělové dřvo [1].



Obrázek 1 - Základní typy buněk ve dřevě [1]

Veškerou dřevní hmotu tvoří buněčné blány. Jejich chemické složení udává složení dřeva. Zjednodušeně lze shrnout, že dřevní hmotu tvoří:

Celulóza jako základní stavební hmota prakticky všech rostlin. Stěny mladých buněk se skládají z téměř čisté celulózy, která tvoří v průměru 40 až 50 % dřevní hmoty. V podstatě jde o dlouhé molekuly utvořené z mnoha glukózových jednotek [1]. Dřevní celulóza je všestranná, má potenciál pro použití jako výstuž pro syntetické organické polymery [4].

Hemicelulózy, které jsou heterogenní směsí rozličných glycidů.

Lignin, tj. látky způsobující zdřevnatění buněčných stěn. Lignin vždy provází celulózu, ale nikdy se nenachází mimo celulózní buněčnou stěnu. Lignin je amorfni (beztvará) látka fenolické povahy a tvoří 14 až 29 % dřeva. Oddělený od celulózy je hnědý až červenohnědý [1].

Pektinové látky, které tvoří převážnou část střední lamely (lepící vrstvy), společně oběma buňkám [1].

Ostatní látky, jako jsou pryskyřice, třísloviny, tuky, bílkoviny, minerální látky, jsou obsaženy v buněčné bláně jako její impregnace nebo inkrustace [1].

Trvanlivost dřeva v přirozeném stavu (bez nátěru a impregnace) je podmíněna jeho anatomickou strukturou a chemickým složením. Dřevní vlákna lépe odolávají biologickým vlivům než ostatní elementy dřevní hmoty, z nichž nejméně odolné jsou parenchymatické

buňky. Dřevo těžené koncem roku má vyšší hustotu a je mnohem trvanlivější než dřevo těžené na jaře, podobně i jádrové dřevo bývá trvanlivější než běl [1].

Trvanlivost dřeva závisí na obsahu vody i na objemu vzduchu v dřevní hmotě. Pro většinu dřevokazných hub je rozmezí možného rozkladu dřeva dáno jeho vlhkostí kolem bodu nasycení vláken (30 %) a objemem vzduchu ve dřevě (nejméně 20 %, u některých druhů pouze 15 %). Z toho vyplývá, že horní hranice vlhkosti dřeva, která dovoluje 20 % objemu vzduchu, je závislá na hustotě dřeva. Odolnost dřeva vůči hnilobě ovlivňují kromě jeho hustoty i některé sekundární metabolity, např. třísloviny, pryskyřice a některé další specifické látky [1].

2 Chemické složení a trvanlivost dřeva

Jednoduchá a užitečná metoda používaná k okamžité informaci o struktuře dřeva je infračervená spektroskopie, díky které získáme informace o struktuře dřevěných složek a o chemických změnách, ke kterým dochází v důsledku různých ochranných nebo rozkladných postupů [5]. Tato metoda je také využívána k analýze chemické změny vyskytujících se při procesu zvětrávání, kažení nebo přírodního stárnutí [6].

Veškerou dřevní hmotu tvoří buněčné blány. Jejich chemické složení udává složení dřeva. Zjednodušeně lze shrnout, že dřevní hmotu tvoří:

Celulóza jako základní stavební hmota prakticky všech rostlin. Stěny mladých buněk se skládají z téměř čisté celulózy, která tvoří v průměru 40 až 55 % dřevní hmoty. V podstatě jde o dlouhé molekuly utvořené z mnoha glukózových jednotek, kterých může být v jedné molekule až několik tisíc [7].

- Hemicelulózy, které jsou heterogenní směsí rozličných glycidů;
- Lignin, tj. látky způsobující zdřevnatění buněčných stěn. Lignin vždy provází celulózu, ale nikdy se nenachází mimo celulózní buněčnou stěnu. Lignin je amorfní (bez tvaru) látka fenolické povahy a tvoří 14 až 29 % dřeva. Oddělený od celulózy je hnědý až červenohnědý;
- Pektinové látky, které tvoří převážnou část střední lamely (lepicí vrstvy), společné oběma buňkám;

- Ostatní látky, jako jsou pryskyřice, třísloviny, tuky, bílkoviny, minerální látky. Jsou obsaženy v bláně buněčné jako její impregnace nebo inkrustace [7].

Jedním z největších a stále přetrvávajících problémů výrobců dřeva z hlediska trvanlivosti je vlhkost [8]. Trvanlivost dřeva v přirozeném stavu (bez nátěru a impregnace) je podmíněna jeho anatomickou strukturou a chemickým složením. Dřevní vlákna lépe odolávají biologickým vlivům než ostatní elementy dřevní hmoty, z nichž nejméně odolné jsou parenchymatické buňky. Dřevo těžené koncem roku má vyšší hustotu a je mnohem trvanlivější než dřevo těžené na jaře; podobně i jádrové dřevo bývá trvanlivější než běl [7].

Trvanlivost dřeva závisí na obsahu vody i na objemu vzduchu v dřevní hmotě. Pro většinu dřevokazných hub je rozmezí možného rozkladu dřeva dáno jeho vlhkostí kolem bodu nasycení vláken (30 %) a objemem vzduchu ve dřevě (nejméně 20 %, některých druhů pouze 15 %). Z toho vyplývá, že horní hranice vlhkosti dřeva, která dovoluje 20 % objemu vzduchu, je závislá na hustotě dřeva. Odolnost dřeva vůči hnilobě ovlivňují kromě jeho hustoty i některé sekundární metabolity, např. třísloviny, pryskyřice a některé další specifické látky [7].

Přirozenou odolnost některých druhů dřev proti dřevokazným houbám lze stanovit laboratorními zkouškami. Zkoušky probíhají tak, že se dřevěné hranolky vystaví po dobu tří měsíců působení čistých kultur dřevokazných hub. Úbytek hmotnosti hranolků v procentech je pak základem posouzení odolnosti testovaného vzorku [7].

V běžné praxi se trvanlivost dřeva posuzuje takto:

- velmi trvanlivé: dřevo akátu, letního a zimního dubu, modřínu, jílmu, tisu, černé borovice aj.;
- trvanlivé: dřevo jasanu, borovice lesní (jádro), jedle;
- málo trvanlivé: dřevo smrku, buku, habru, javoru, olše, břízy, lípy, vejmutovky a topolu [7].

3 Způsoby ochrany dřeva

Je-li dřevo používáno v nepříznivých prostředích, může být zpracováno s chemickými látkami a to s cílem zabránit rozpadu dřeva, zvýšení odolnosti proti vodě, snížení účinků ultrafialového záření nebo zvýšení zpomalování vzplanutí. Mnoho z těchto způsobů ochrany zahrnují použití toxických nebo agresivních chemických látek, které mohou poškodit životní prostředí [9].

Během uplynulých let vědci z celého světa vyvinuli a zkoumali nové ochranné postupy s cílem zlepšit vnitřní dřevěné vlastnosti. Vzhledem k problematice ochrany životního prostředí, roste tlak na dřevařský průmysl, aby byly nalezeny alternativy k ochraně dřeva. To je důvod, proč některé nové technologie jako jsou tepelné zpracování, acetylace a pryskyřičné úpravy [10].

Z možných způsobů ochrany dřeva je zřejmě nejznámější chemická ochrana. Přesto bychom k tomuto způsobu ochrany měli přistupovat až po vyčerpání všech ostatních možností. Pod ochranou dřeva je myšlen souhrn všech opatření, která je možné použít pro daný způsob upotřebení dřeva, aby se zabránilo jeho poškození vlivem dřevokazných a dřevozbarvujících hub, dřevokazného hmyzu, povětrnostních vlivů, jakou jsou teplota, vlhkost, vítr, záření, oheň atd. [7].

Z hlediska hoření bylo zjištěno, že ve vyšších nadmořských výškách, tedy při nižším okolním tlaku je boční rozpad teploty ohně mnohem rychlejší než v nižší nadmořské výšce a požár se tak šíří mnohem rychleji [11].

Způsoby ochrany je možné rozdělit na:

konstrukční ochranu dřeva (voda, zvýšená vlhkost);

chemickou ochranu:

- proti povětrnosti (nátěrové hmoty bez biocidů);
- proti biotickým činitelům (ochranné prostředky a nátěrové hmoty s obsahem biocidů);
- proti ohni (snížení reakce na oheň, požární odolnost);

jiný způsob ochrany:

- tepelná úprava dřeva (termodřevo);

- sušení dřeva (likvidace biotických činitelů);
- ochrana zářením (mikrovlnné záření, UV záření, radioizotopy) [7].

3.1 Konstrukční ochrana dřeva

Jedná se o souhrn technických a konstrukčních opatření vedoucích k ochraně dřeva před povětrnostními vlivy a možným zvýšením vlhkosti ve stavbě, která může mít za následek rozvoj např. dřevokazných hub:

- dostatečný přesah střechy;
- ochrana stěn při použití dřeva (zakrytí čelného dřeva, odvětrávání obkladu, zakrytí nebo zatmelení spár);
- ochrana před stříkající vodou (obklad soklu, odvedení vody drenáží mimo samotnou stavbu);
- ochrana před stykem se zemí (použití patek);
- „tvarování“ jednotlivých prvků (zaoblené rohy, malé plochy, na kterých může stát voda atd.);
- správný návrh skladby stěn (bez možnosti kondenzace vody);
- používání dřeva „vysušeného“ pro dané použití;
- snížení množství čelních ploch popř. jejich zakrytí nebo alespoň tvarová úprava;
- použití drážek u venkovních obkladů (palubek) z vnitřní strany (zlepšení tvarové stálosti, snížení možnosti tvorby trhlin) [7].

Výrobky ze dřeva a na jeho bázi je potřebné chránit před vodou a izolovat od vlhkosti. Dřevo pokud možno nezabudovávat do země, pokud ano, tak pouze tlakově impregnované prvky kruhového průřezu bez odstraněné bělové části, u smrku s perforací. Pro ostatní stavby dřevo umístit na patky alespoň do výšky 15 cm. Případný porost (tráva, rostliny, keře) je nutné udržovat. Ve stavbách je nutné zajistit větrání, aby nedocházelo ke kondenzaci stěn a střech, a je nutné zajistit odvod případné vlhkosti a dostatečnou izolaci, aby nedocházelo k případným tepelným mostům a následné kondenzaci [7].

Při stavbě nových krovů a novostaveb je nutné, aby vlhkost dřeva v době zabudování byla rovna vlhkosti prostředí, ve kterém se bude dřevo vyskytovat, tj. max. 20 %. Dříve se používalo dřevo ihned po pořežení. Bylo sice těžší, ale zase se dalo lépe opracovat a

zabudovat. V současné době rychlé výstavby je nutné, aby byla krovová konstrukce vyrobena nejlépe 1 měsíc dopředu. Je pravda, že v závislosti na povětrnostních a podmínkách a způsobu řezání vzniknou výsušné trhliny a prvky se mohou zkroutit, ale v případě impregnace budou neimpregnovány i trhliny a do konstrukce nebudou zabudovány prvky s vysokou vlhkostí. Pokud je krov bez dodatečné izolace, jen s krytinou, tak může být vlhkost samozřejmě vyšší, ale v případě, že bude konstrukce následně zateplena, může dojít vlivem vlhkosti v konstrukci k následnému růstu plísní, popřípadě i dřevokazných hub [7].

Dřevo, zejména v exteriéru „pracuje“, mění své rozměry v závislosti na okolních podmínkách při přijímání vázané vody v rozmezí od 0 do cca 30 % vlhkosti dřeva. Dřevo tedy pracuje neustále a různě ve všech směrech. Toho si musíme být vědomi, např. když přibíjíme dřevěný obklad nebo když dřevo lepíme. Je nevhodné nastavovat dřevo ve všech třech směrech a vystavit ho působení povětrnosti. Pro určitá použití je lepší použít jiný materiál nebo jiné tvarové řešení [7].

Životnost konstrukcí závisí na mnoha faktorech, včetně aktuálního stavu struktur a věku, také na očekávaném budoucím využití. Z řady dostupných metod pro určení aktuálního stavu konstrukce vybereme tu nejvhodnější. Častým problémem, který je nalezen, jsou konstrukční prvky, které trpí například biologickým úpadkem nebo vysycháním trhlin, jak je často zjištěno v základech historických dřevěných konstrukcí [12].

3.2 Chemická ochrana dřeva

Chemickou ochranu dřeva provádíme pomocí nátěrových hmot nebo ochranných prostředků na dřevo. Chemická ochrana může být preventivní, proti ohni, povětrnostním vlivům nebo biotickým činitelům, jako jsou především dřevokazné a dřevozbarvující houby, dřevokazný hmyz či plísně, nebo také likvidační. Likvidační chemickou ochranu lze použít pouze proti dřevokaznému hmyzu a plísním. V případě napadení dřevokazným hmyzem musíme nejdříve, podle rozsahu napadení a druhu dřevokazného hmyzu, odstranit (osekat) viditelné napadení, a poté provést chemickou ochranu. Musíme si ovšem uvědomit, že u prvků zabudovaných do stavby, především většího průřezu, musí být tato ochrana provedena i vícekrát. Při pouze povrchové aplikaci nezabráníme dalšímu hlodání larev ve středu trámu a

larva uhynie až po „prokousání“ na povrch dřeva, který je ošetřen vrstvou likvidačního prostředku [7].

V případě rozsáhlého poškození dřevokazným hmyzem je vhodné nechat provést sanaci specializovanou firmou. Zasažené dřevo je nutné mechanicky odstranit a potom povést injektáž vhodným chemickým prostředkem, k injektáži je potřebné použít specializované zařízení [7].

V případě plísní existují dva základní druhy likvidačních prostředků, jeden na bázi chlornanu sodného, který způsobuje vybělení povrchu, a druhý s prostředky na bázi organických účinných látek. Prostředky na bázi chlornanu-sodného mohou způsobovat vybělení povrchu ošetřovaného materiálu a po rozložení chlornanu-sodného již dále nepůsobí, tzn., pokud jsou podmínky opět vhodné pro růst plísní, plísně opět rostou a je nutné změnit podmínky – větrat, odstranit vlhkost, provést konstrukční ochranu. Další prostředky na bázi organických látek působí likvidačně a zároveň mohou dále působit i částečně preventivně. Pro preventivní účinnost je potřebné použít výrobek s typovým označením P podle ČSN 490600-1 odzkoušené podle ČSN 490604 nebo ČSN EN 15475 [7].

Likvidační chemická ochrana dřevokazných hub není možná, protože houby prorůstají dřevem, popřípadě i zdivem, a to i na délku několika metrů (dřevomorka domácí). Je nutné odstranit viditelně napadené části a dřevo nejlépe do vzdálenosti 1m od viditelného napadení. Po mechanickém odstranění napadených částí musí samozřejmě následovat oprava konstrukce, pokud byla příčinou napadení a provedení preventivní ochrany. Chemickou ochranu dřeva provádíme impregnačními prostředky nátěrovými hmotami [7].

Způsoby chemické ochrany v jednotlivých třídách ohrožení:

- Třída ohrožení 1 a 2 (interiér);

Ochrana nátěrem, postřikem, ponořováním, popřípadě dlouhodobým máčením, tlakovou impregnací.

- Třída ohrožení 3 (exteriér bez kontaktu se zemí);

Ochrana nátěrem, postřikem, ponořováním, dlouhodobým máčením, popřípadě tlakovou impregnací. Při ochraně nátěrem nebo postřikem je nutné použít vhodný krycí nátěr proti tvorbě trhlin. V případě ochrany dlouhodobým máčením není nutné použít krycí nátěr

v případě, pokud byl impregnační prostředek odzkoušen podle požadavků ČSN EN 599-1, musí být dodržen průnik podle ČSN EN 351-1.

- Třída ohrožení 4 (exteriér s kontaktem se zemí nebo sladkou vodou);

Je nutné použít dřevo ošetřené pouze tlakovou impregnací.

Při výběru vhodné chemické ochrany na dřevo musíme zohlednit následující:

- použití konstrukční ochrany (tvar prvku, izolace, výběr dřeviny – trvanlivost – ČSN EN 350-2, opracování atd.);
- výběr třídy ohrožení, ve které se dřevo bude nacházet, a požadované ochranné vlastnosti;
- způsob aplikace pro danou třídu ohrožení;
- hygienické hledisko – obsah VOC, styk s potravinami, použití na dětské hračky atd.;
- požadovaný estetický vzhled, cena [7].

3.3 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty a nátěrové systémy se používají na dřevěné části staveb za účelem zachování nebo zlepšení vlastností dřeva (např. na ochranu proti jeho znehodnocení biotickými škůdci, povětrností, UV zářením, protiskluzné nátěry podlah a schodů apod.) [7].

Transparentní (lazurovací) nátěrové hmoty vytvářejí průhledný až průsvitný nátěrový film, který může být bezbarvý nebo transparentně obarvený rozpuštěným barvivem nebo přídavkem pigmentu. Filmotvorné nátěrové hmoty jsou tvořeny směsí pojiv (filmotvorných složek), ve kterých jsou jemně dispergovány pigmenty, plnidla a přídavné látky. Po zaschnutí vytvářejí neprůhledné, lesklé až matné nátěrové filmy s různým stupněm nývosti a barevného odstínu. Složení pojiv je obdobné pro transparentní i filmotvorné nátěrové hmoty. Zpravidla jsou organického původu a po rozpuštění v rozpouštědlech vytvářejí většinou koloidní roztoky [7].

Proces přirozeného zvětrávání způsobuje odbarvování a degradaci nátěru světlem, vlhkostí a zbarvení vlivem mikroorganismů [13]. Pro nátěry vystavené povětrnostním vlivům se nejčastěji používají alkydové nátěrové hmoty, akrylátové disperze, kombinace alkyd-akryl a polyuretanové nátěrové hmoty [7].

Pro preventivní účinnost impregnačních základů (nátěrových hmot) proti biotickým činitelům se používají většinou stejné organické látky jako impregnační prostředky [7].

Často se setkáváme s nevhodným kombinováním impregnačních prostředků s nátěrovými hmotami. Často jsou používány impregnační prostředky místo impregnačních základů vyrobených pro danou nátěrovou hmotu. Důvodem je většinou nižší cena impregnačních prostředků např. na bázi kyseliny borité. V případě, že chceme použít impregnační prostředek v kombinaci s nátěrovou hmotou, je vhodné požádat o informace dovozce nebo výrobce obou výrobků. Z vlastností dřeva vyplývá, že je materiálem, jehož životnost je značně závislá na celé řadě faktorů. Z technického hlediska spočívá ochrana dřeva především v ochraně před vlhkostí, před napadením biotickými škůdci a před požárem [7].

3.4 Ochrana dřeva před vlhkostí

Základní ochranou dřeva před vlhkostí je:

- chráněná expozice, která chrání i před ostatními vnějšími vlivy;
- odstranění zdrojů vlhkosti;
- ochrana před vlhkostí vhodnými konstrukčními úpravami.

Dřevěné konstrukce a prvky, které jsou vystavené vnějším vlivům (dřevěné krytiny, římsy, bednění, okna, zábradlí, ploty, mosty atd.) musí mít detaily vyřešené tak, aby voda mohla z povrchu dřeva co nejrychleji odtékat, a aby mohly dobře vysychat.

Samozřejmostí je použití dřeva, které má vlhkost požadovanou pro příslušnou konstrukci. Nejsou-li účinky sesychání významné, je možno při montáži připustit vyšší vlhkost dřeva, pokud je zajištěno, že dřevo může vyschnout na požadovanou vlhkost. Dřevo před zabudováním nemá být vystaveno podmínkám nepříznivějším, než v hotové stavbě (řezivo a hotové stavební prvky musí být skladovány, aby nedošlo ke zvýšení jejich vlhkosti a napadení) [7].

3.5 Ochrana před škůdci dřeva

3.5.1 Preventivní ochrana

Nejlepší prevencí je udržovat dřevo pod hranicí 12 % absolutní vlhkosti, kdy je odolné proti všem biotickým škůdcům. Preventivní význam má také volba vhodného druhu dřeva a užívání kvalitního dřeva [7].

Z hlediska ochrany před škůdci je doporučeno:

- pro trvalé konstrukce zásadně používat dřevo třídy SI;
- používat dřevo kácené v zimě (dřevo lépe vysychá, je menší riziko napadení plísněmi);
- používat dřevo sušené pomalu nebo uměle (výsušné trhliny zhoršují kvalitu dřeva - mechanické vlastnosti i odolnost vůči napadení);
- nepoužívat dřevo vlhké (nad 20 % absolutní vlhkosti);
- nepoužívat dřevo napadené nebo plesnivé;
- důsledně odstraňovat kůru.

Dřevo napadené hmyzem nebo méně nebezpečnými druhy hub je možno ponechat ve stavbě, pokud je rozsah napadení malý a není nebezpečí rozšíření, a pokud je napadený prvek schopen plnit svou funkci nebo je jeho funkce nahrazena [7].

Pokud napadená konstrukce nebo prvek jsou podstatné pro zachování památkové hodnoty, je možno ve stavbě ponechat i silněji napadené dřevo. V těchto případech je nutné vždy provést velmi důkladná opatření pro ochranu proti vlhkosti a dalšímu napadení [7].

Účinným prostředkem preventivní ochrany před napadením tesaříkem u budov v blízkosti lesů nebo velkých parků je uzavření všech otvorů ve střeše a osazení hustých sítí ve střešních vikýřích a větracích otvorech [7].

3.5.2 Chemické prostředky

Chemické prostředky se užívají pro preventivní ochranu i sanaci dřeva napadeného. Návrh ochrany dřeva chemickými prostředky musí být kvalifikovány. Kritéria pro výběr metody ochrany:

- musí být vyčerpána opatření stavební ochrany;
- musí existovat ohrožení;
- dřevo, které má přirozenou trvanlivost proti očekávanému ohrožení, se nebude chránit;
- rozliší se preventivní ochrana, sanace starého a aktivního napadení, bude posouzena doba účinnosti použité metody;
- volba prostředku bude vycházet ze současné nabídky prostředků vyhovujících požadavkům uvedeným v části C;
- výběr biocidního prostředku musí odpovídat podmínkám hygienické a ekologické nezávadnosti;
- výběr chemického prostředku musí odpovídat požadavkům památkové ochrany.

Většina sanačních prostředků je bezbarvá, jejich aplikace nemění přirozený vzhled dřeva. Často se při opravě dřevěných konstrukcí sanační prostředky kvůli kontrole barví, tato praxe není u památkových objektů vhodná [7].

3.5.3 Sanace napadeného dřeva

Sanační zásahy likvidují napadení biotickými škůdci, nutné jsou při napadení aktivním. Likvidace napadení a preventivní ošetření dřeva se obvykle kombinuje s odstraněním, nahrazením nebo zpevněním narušeného dřeva. Při napadení houbou, zvláště dřevomorkou, je nutno sanovat i ostatní konstrukce, zejména zdivo, které je v těsném kontaktu s napadeným dřevem [7].

Volba metody sanace a její návrh musí být zpracován kvalifikovaně, platí obdobná kritéria, jako při volbě chemické ochrany [7].

Návrh sanace biotického napadení musí obsahovat:

- Zjištění druhu, rozsahu napadení a jeho ohnisek; rozlišení, zda se jedná o napadení staré nebo aktivní;
- Zjištění příčin napadení (příčiny zvýšené vlhkosti);
- Návrh odstranění příčin vlhkosti;
- Návrh rozsahu a způsobu odstranění nebo výměny napadeného dřeva, který musí současně řešit zachování nebo obnovení všech funkcí dřevěné konstrukce;
- Návrh rozsahu a způsobu ošetření dřeva, které bude ve stavbě ponecháno;
- Návrh preventivního ošetření nového dřeva;
- návrh rozsahu a způsobu ošetření ostatních konstrukcí;
- Návrh prevence napadení (opakování nátěrů ochrannými prostředky, režim kontroly dřevěných konstrukcí, zvýšená kontrola a údržba míst, která mohou být zdrojem vlhkosti);
- U památkových objektů je třeba uvést, jakým způsobem se sanace dotkne historických konstrukcí, a návrh řešení zdůvodnit. Navržený způsob sanace musí odpovídat požadavkům památkové péče [7].

3.6 Ochrana povrchu dřeva

K metodám ochrany dřeva proti vlivům prostředí patří ochrana povrchu dřeva. U památkových objektů je nutno u konkrétní dřevěné konstrukce nebo prvku:

- zjistit historický (autentický) způsob ochrany povrchu dřeva konstrukce;
- posoudit stav původního povrchu (pokud je zachován);
- posoudit stav dřeva a jeho povrch;
- posoudit nutnost ochrany dřeva.

Při rozhodování o způsobu ochrany povrchu budou zpravidla zvažovány tyto možnosti:

- ponechání dřeva bez ochrany;
- ponechání, případně obnovení historického způsobu ochrany;
- použití novodobého způsobu ochrany [7].

Například dřevo vystavené venkovnímu prostředí podléhá fotodegradaci v přirozeném procesu zvětrávání. UV záření interaguje s ligninem a tím zahajuje odbarvení a poškození.

Zhoršení dřeva v přírodním procesu zvětrávání zahrnuje velmi složité procesy volných radikálů. Volné radikály generované ve dřevě díky světlu rychle reagují s kyslíkem za vzniku hydroperoxidů, které se zase snadno rozkládají za vzniku chromoforních skupin [14]. Vodou ředitelné nátěrové hmoty nanokompozit pro exteriérové využití dřeva byly zlepšeny proti UV záření s anorganickými UV absorbéry, jako je oxid zinečnatý a nanočástic oxidu titaničitého [15].

3.6.1 Omítky, mazaniny

Omítky se běžně používaly pro ochranu vnějších i vnitřních povrchů roubených a hrázděných stěn. Mazaniny, zejména hliněné, byly běžnou součástí konstrukce dřevěných stropů [7].

Tyto konstrukce mají památkovou hodnotu a jsou předmětem ochrany, o jejich zachování, odstranění nebo úpravě nelze rozhodovat jen na základě technického hlediska [7].

Při opravě a obnově historických omítek a mazanin, případně při ochraně dřeva novou omítkou nebo mazaninou je vždy třeba zajistit spolehlivou ochranu konstrukce proti vlhkosti. Zvláště pečlivě je nutno se zabývat ochranou proti příznivé teplotní i vlhkostní podmínky [7].

3.6.2 Obklady

V exponovaných polohách (horské prostředí, západní štíty) se – zejména od 19. století - chránily roubené a hrázděné stavby obkladem z prken, šindelů, břidlice, případně eternitu. V 19. století bylo někdy dřevo hrázdění chráněno oplechováním (například horní část věží na zámku Konopiště). Ochrana dřeva proti vlhkosti obkladem je velmi účinná, díky obkladům bylo uchováno mnoho částečně narušených starších dřevěných konstrukcí. Proti napadení hmyzem však obklad příliš nechrání, někdy naopak vytváří příznivější teplotní prostředí [7].

Ochranu dřeva obkladem lze z technického hlediska doporučit, zejména v exponovaných polohách. Pomocí obkladů je možno chránit i částečně narušené dřevo. Vždy však je třeba dbát těchto zásad:

- obklad nesmí narušit vzhled památky a hodnotu historických konstrukcí;

- obklad nesmí být neprodyšný, případně musí být umožněno odvětrání vlhkosti;
- musí být posouzena nutnost konzervace zakrytého dřeva;
- musí být možná kontrola zakrytého dřeva [7].

Je třeba rozlišovat, kdy byl obklad součástí původní konstrukce, v řadě případů je třeba chránit i obklady novější (například obklady z přírodní břidlice). Zachování novějšího obkladu (například obednění roubené stavby) může být vhodné z hlediska ochrany autentické podoby památky v případě, že obklad umožní ponechat částečně narušené autentické roubení bez výměn a petrifikace. V odůvodněném případě může být roubení ochráněno i nově provedeným obkladem [7].

3.7 Nátěry

Nátěrové hmoty sestávají z těchto hlavních složek:

- pojiva;
- rozpouštědla;
- pigmenty;
- plniva;
- aditiva.

3.7.1 Pojiva

Podstatné vlastnosti nátěrových hmot určují pojiva. Zpravidla vytvářejí film, který určuje trvanlivost, vazbu a adhezi na podklad. Mnohé lazury jsou založeny na pojivech ředitelných vodou [16].

3.7.2 Rozpouštědla

Rozpouštědla jsou součástí nátěrových hmot. Rozpouštějí jednotlivé komponenty, regulují viskozitu a umožňují tak, aby se nátěrové hmoty mohly nanášet např. štětcem nebo válečkem anebo nastříkat. Zaschlý nátěr již neobsahuje žádné rozpouštědlo. Některé hmoty obsahují jako rozpouštědlo vodu, takže nejsou zátěží pro životní prostředí [16].

3.7.3 Pigmenty

Lazurovací nátěrové hmoty obsahují mikročástice a transparentní pigmenty, které dávají barvu. Tyto speciální pigmenty pohlcují škodlivé UV-záření. Krycí barvy na dřevo obsahují anorganické a organické barevné pigmenty, které zajišťují lepší ochranu před účinky UV-záření a umožňují vyrobit téměř každý barevný odstín [16].

3.7.4 Plniva

Speciální plniva zlepšují adhezi, regulují prostupnost vodní páry a zesilují nátěrový film, zlepšují plnicí kapacitu a regulují tzv. zrcadlový lesk nátěrové hmoty. Hodnota lesku se stanovuje v rozmezí 0-100, přičemž < 10 znamená nízký lesk, do 70 střední lesk a > 70 vysoký lesk. To platí pro nejběžnější normy, viz ČSN ISO 2813 (673066) - Nátěrové hmoty - stanovení zrcadlového lesku nátěrů bez obsahu kovových pigmentů při úhlu 20°, 60° a 80° [16].

3.7.5 Aditiva

Aditiva jsou pomocné látky, které se přidávají v malém množství, aby nátěrové hmotě poskytly doplňkové vlastnosti. Například umožňují, aby se lazurovací laky na lakovacích strojích zpracovaly bez pěny nebo vytvářejí účinné propojení podkladového materiálu se starými nátěry [16].

3.7.6 Impregnace

Impregnační složky jsou produkty zpravidla bezbarvé, se středním obsahem rozpouštědel, s obsahem účinné látky, nebo bez ní, s velmi malým podílem pevných částecek. Pronikají dobře nebo velmi dobře do vnitřku dřeva (v závislosti na druhu) a dopravují účinné látky do jeho hloubky. V konstrukci oken plní velmi důležitou funkci, která spočívá v tom, že u čelní strany řeziva snižují citlivost na vodu. V povrchové úpravě fasád zvyšuje impregnace jako složka nátěru ochranu proti vlhkosti [16].

3.7.7 Základové nátěry

Základování je důležité pro zajištění adheze lazur nebo krycích barev na dřevěném podkladu. Základový nátěr může být jak bezbarvý, tak s pigmenty, může obsahovat organická rozpouštědla nebo být ředitelný vodou. Vyrábějí se základové nátěry, které obsahují biocidní látky. Existují i základové laky, jejichž komponenty mohou zabránit pronikání vodou rozpustných látek ze dřeva nátěrem [16].

3.7.8 Impregnační základ + lazura, krycí barva - třída ohrožení 1,2,3

Při ochraně dřeva v exteriéru je potřebné použít vhodnou nátěrovou hmotu nebo systém. pro okna a dveře používáme nejčastěji silnovrstvé lazury, protože se jedná o stálo-rozměrné výrobky. Naproti tomu např. pro ploty, obložení, dřevěné fasády je použití silnovrstvých lazur nevhodné, dřevo mění své rozměry podle vlhkosti, dřevo (od 30 % vlhkosti po 0 %) sesychá radiálně 3-6 %, tangenciálně cca 6-12 %, podélně 0,1-0,6 % tzn., že prkno o šířce 100 mm se může seschnout o 3-12 mm, tuto rozměrovou změnu musí samozřejmě „kopírovat“ i nátěrová hmota [7].

3.7.9 Nátěrové hmoty určené na podlahy a schody dřevěné a na bázi dřeva - třída ohrožení 1,2

Tyto nátěrové hmoty používáme v zejména interiérech budov. Požadavky kladené na tyto hmoty jsou odlišné od požadavků na nátěrové hmoty používané v exteriéru. Převažuje zde požadavek na bezpečnost proti uklouznutí a požadavek na tvrdost a ohrusnost nátěrové hmoty a samozřejmě i obsah těkavých organických látek. Tyto nátěrové hmoty zpravidla neobsahují biocidní látky, i když k napadení biotickými škůdci může dojít i v interiérech staveb (například při nevhodném odizolování podlahy). Mohou se používat i přírodní vosky rozpouštěné v rozpouštědle. Přesto že jde o přírodní látky, u některých „přírodních“ výrobků může být dlouhodobě cítit rozpouštědlo. Jedním ze základních parametrů je protikluz, vlastnost zkoušená podle ČSN 74 4507 [7].

3.7.10 Nátěrové hmoty určené na obklady – třída ohrožení 1,2

Na nátěrové hmoty používané v interiéru, zejména pro povrchovou úpravu obkladů a nábytku, převažuje požadavek na stabilitu proti slunečnímu záření (zejména UV) a na obsah těkavých organických látek, aby nátěrová hmota byla „ekologická“ a nebyl cítit zápach. Zde také můžeme používat i přírodní vosky rozpuštěné v rozpouštědle, pozor na přírodní vosky v rozpouštědle. Před natřením velkých ploch je vhodné natřít zkušební vzorek, abychom věděli, zda nám vyhovuje odstín a nevadí nám případný zápach výrobku [7].

3.7.11 Impregnační prostředky

Impregnační prostředky jsou chemické látky anorganického nebo organického původu, popřípadě kombinace obou, rozpuštěné ve vodě nebo v jiném rozpouštědle s přidavkem dalších doprovodných látek (netvoří film), určené k preventivní ochraně dřeva před biotickými činiteli (houby, hmyz, plísňe), povětrností, ohněm, ale i k likvidaci biotických činitelů atd. [7].

3.7.12 Impregnační prostředky – třída ohrožení 1,2,3,4

V současné době se s impregnačními prostředky setkáváme nejčastěji při preventivní ochraně dřeva, zejména nosných konstrukcí. Vlastní impregnační prostředky jsou zpravidla bezbarvé, a proto jsou dodávány spolu s barvivem (nejběžnější jsou zelená, hnědá a červená barviva), aby bylo při použití impregnačního prostředku zřejmé, které prvky již byly ošetřeny a které nikoliv. Je však nutné si uvědomit, že sytost odstínu ošetřeného dřeva nevypovídá o množství příjmu impregnačního prostředku. Požadovaný příjem není bohužel možné kontrolovat ihned na stavbě, lze ho ale laboratorně ověřit. dalším příkladem použití impregnačních prostředků je ochrana již napadeného dřeva biotickými škůdci (hmyz, dřevokazné houby a plísňe), pro jejichž výskyt byly vytvořeny vhodné podmínky například konstrukčními chybami (vady krytiny, nedostatečná izolace) nebo vlivem přírodních katastrof (povodně). Pouze použití impregnačního prostředku není řešením. Chemická ochrana musí být vždy spojena s konstrukčními změnami, které vedou k eliminaci podmínek vhodných pro výskyt biotických škůdců (snížení vlhkosti atd.) [7].

Každý impregnační přípravek má své typové označení, které vypovídá o tom, proti jakým škůdcům a v jaké třídě ohrožení může být použit a jakým způsobem ho aplikovat. Například typové označení F_B, I_P, 1, 2, S nám říká, že přípravek je preventivně účinný proti dřevokazným houbám Basidiomycetes (F_B), proti dřevokaznému hmyzu (I_P) a proti plísním (P), dále že vlhkost ošetřovaného dřeva musí být max. 20 % (1) nebo smí jen příležitostně přesáhnout 20 % (2) a způsob aplikace přípravku je povrchový (S) [7].

Chemická ochrana dřeva se dělí podle trvání ochranného účinku na krátkodobou a dlouhodobou. Podle hloubky průniku ochranného prostředku do dřeva v radiálním a tangenciálním směru se rozlišuje impregnace:

- povrchová – průnik do 3 mm od povrchu dřeva;
- polohluboká – průnik od 3 do 10 mm od povrchu dřeva;
- hluboká – průnik více než 10 mm do povrchu dřeva.

K ochraně dřeva chemickými ochrannými prostředky lze použít tyto způsoby:

- impregnace postřikem a nátěrem;
- impregnace máčením;
- impregnace nanášením, ponořováním a poléváním;
- impregnace teplo-studenou koupelí;
- vakuotlaková impregnace;
- vakuová impregnace;
- impregnace tlakově difuzním způsobem.

Způsob chemické ochrany dřeva se určuje podle:

- příslušné třídy ohrožení;
- druhu dřeva;
- sortimentu dřeva (surovina, polotovar, výrobek);
- požadované trvanlivosti chráněného dřeva v konkrétních podmínkách;
- požadavků na ochranu zdraví lidí a životního prostředí [7].

Chemická ochrana dřeva je v současné době prováděna většinou vodorozpustnými přípravky v čiré nebo barevné variantě. Tyto přípravky obsahují účinné látky proti biotickým činitelům, které jsou rozpuštěny nebo dispergovány ve vodě, a další pomocné látky včetně barviva. Barvivo ovšem ve většině případů není účinnou látkou. Kvalita impregnace tedy není

dána sytostí odstínu použitého barviva, jak se mnoho investorů a stavebníků mylně domnívá. Barvy užívané v přípravcích na ochranu dřeva mají signalizovat: „Pozor, tady se impregnovalo!“. Podnikavý „český“ člověk si vždycky cestu najde, takže mnozí stavebníci po vzoru co je zelené, to musí být přece kvalitně naimpregnované, tuto barvu vyžadují. V některých máčecích vanách můžeme najít větší množství „obarvené“ vody bez účinných látek [7].

Kvalitně se dá impregnovat i s čistou variantou daného přípravku, hlavní je, aby se na povrch a do dřeva přednostně dostaly účinné chemické látky obsažené v přípravku. To, že je dřevo zelené, hnědé, žluté barvy, rozhodně neznamena, že dřevokazným houbám, hmyzu a plísním nebude chutnat [7].

To, že se do krovu s chutí napustí tesařík, zajistí použitá účinná chemická látka, obsažená v daném přípravku, a její dostatečný nános. Potřebné množství účinných chemických látek v přípravku pro dané použití je odzkoušeno biologickými zkouškami a na jejich základě je například určeno, zda se má krov nebo jiná součást stavby natřít, namočit či nastříkat a jak se má daný přípravek naředit [7].

Zásadním problémem, který ovlivňuje kvalitu impregnace, je vlhkost dřeva. Pokud použijeme pro výrobu stavebního řeziva kulatinu, „na které ještě včera zpívali ptáci v lese“, rozřežeme ji a ihned naimpregnujeme povrchovými způsoby, postavíme krov a zateplíme, tak si „říkáme“ o problém v podobě plísní a dřevokazných hub [7].

Dřevo o vlhkosti nad 30 % není možné kvalitně naimpregnovat povrchovými způsoby. I kdyby se nám podařilo dosáhnout požadovaného příjmu a průniku, tak při vysychání pod 30 % vlhkosti vzniknou výsušné trhliny o šířce a hloubce i několika cm a délce i desítek cm. trhliny mohou umožnit snazší napadení dřeva jak dřevokaznými houbami, tak hmyzem. Problematické může být i zateplení mokrého dřeva – vlhkost ze dřeva uniká, což se může projevit růstem plísní. Samozřejmě můžeme provést přeimpregnování trhlín na stavbě, ale pozor na parozábrany, které mohou při kontaktu se slabými kyselinami vykazovat opačný efekt – propouští vlhkost dovnitř, a ne ven. U zaschlé impregnační látky na povrchu dřeva tento problém většinou nehrozí [7].

Vlhkost dřeva:

- Povrchová ochrana – vlhkost do BNV (bod nasycení vláken cca 30 %) – při této vlhkosti se provádí povrchová ochrana: máčením, postřikem, nátěrem a ponořováním.

při impregnaci dřeva o vlhkosti do 30 % je možné provádět kontrolu nepřímou zkouškou (např. vážení před a po impregnaci). Při vlhkosti nad 30 % provádíme kontrolu impregnace pouze přímou metodou (přímé stanovení účinných látek) u každé výrobní dávky a dodatečným přeimpregnováním vzniklých výsušných trhlin;

- Tlaková impregnace – impregnaci provádíme do vlhkosti dřeva 40 %. Při impregnaci dřeva o vlhkosti pod 30 %, dodatečné přeimpregnování vzniklých trhlin, aby dřevo odpovídalo použití v třídách ohrožení 1, 2 [7].

4 Poškození biologickými činiteli

4.1 Dřevokazné houby

Dřevokazné houby jsou jedním z nejnebezpečnějších organismů napadajících dřevo. Způsob rozkladu dřeva závisí na druhu houby. Ve stavbách se nejčastěji setkáváme s houbami stopkovýtusnými (Basidiomycetes) a vřeckatými (Ascomycetes, výtrusy vznikají ve vřečkách). Dřevokazné houby stopkovýtusné se rozmnožují tak, že vnější strana výtrusu (bazidiospory) praskne a z výtrusu primární podhoubí. Po setkání vrcholových buněk dvou primárních podhoubí se vytvoří sekundární podhoubí (mycelium). Toto sekundární podhoubí je dvoujaderné a může vytvářet plodnici, na které je hymenium, kde se vytvářejí nové výtrusy. Sekundární mycelium se dělí na dva typy:

- substrátové – proniká do dřeva a rozkládá jej;
- povrchové – je většinou tvořeno z širších hyf, houba se jím rozrůstá po povrchu dřeva. Z hyf povrchového mycelia se vytvářejí provazcovité útvary – rizomorfy (známé u dřevomorky) a blanité a kožovité vrstvy – syrrocia, které pronikají do dřeva, zdiva i půdy [7].

Dřevokazné houby se zaměřují dvě základní složky dřeva. Celulózovorní houby rozkládají celulózu a hemicelulózu a způsobují hnědou hnilobu (dřevo je zbarvené do hněda). Ligninovorní houby rozkládají lignin, celulózu i hemicelulózu a způsobují bílou hnilobu. Pro růst dřevokazných hub je nejdůležitější vlhkost dřeva cca 30-70 % a teplota cca 20-30 °C. Jak je patrné z podmínek růstu, při dobré konstrukční ochraně by k růstu dřevokazných hub nemělo docházet. Příčinou jejich rozvoje je většinou vada v konstrukci (dlouhodobé zatékání poškozenou krytinou, navlhlé zdivo, zvýšená kondenzace aj.), nebo i nevhodné použití dřeva pro daný účel. Největším nebezpečím je fakt, že dřevokazné houby zhoršují mechanické

vlastnosti dřeva a způsobují jeho degradaci a následně mohou způsobit i havárii celé konstrukce [7].

4.2 Celulózovorní houby

4.2.1 Dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*)

Je to nejvýznamnější dřevokazná houba lidských obydlí. Můžeme ji nalézt nejen ve vlhkých sklepech starých domů, ale i v novostavbách, chatách, kůlnách, v bytech, kde dokáže zničit vše, co obsahuje celulózu [17].

Způsobuje typickou hnědou hnilobu dřeva, postupně se ve dřevě tvoří příčné a podélné trhliny- rozpadá se v kostkách. Roste zejména na dřevě jehličnatých dřevin. Dřevo se barví do tmavě hněda a nakonec se rozpadá na tmavě hnědý prach. způsobem růstu se liší od ostatních dřevokazných hub, roste totiž při nízké vlhkosti dřeva 18 – 20 % a rozkládá cukry obsažené ve dřevě na molekuly vody, kterými zvlhčuje dřevní substrát na vlhkost dřeva 30 – 40 %. Dřevomorka se může rozvíjet při teplotě 3 – 26 °C (optimálně 18 – 22 °C). Dřevomorka prorůstá různými lignocelulózovými materiály, ale také zdivem, maltou atd. Plodnice je na okraji bílo-žlutá, ke středu oranžová, až oranžovo-hnědá až hnědo-rezavá. Na větší vzdálenost (i několika metrů) se rozrůstá pomocí provazců – rhizomorf [7].



Obrázek 2 - Dřevomorka domácí [18]

Dřevo napadené dřevomorkou je nutné mechanicky odstranit, vložit do vhodných pytlů a uložit na skládku nebo spálit (pozor na možnost úletu výtrusů). Je nutné opatrně odstranit veškeré napadené části, jakékoliv „zbytky“ mohou přežívat i několik let a při vytvoření vhodných podmínek může houba opět začít vyvíjet aktivitu. Potřebné neodstranit i celé násypy, podlahy, omítku atd., nevyhnutelné je odstranit i dřevo zdánlivě zdravé min. 0,5 m od viditelného napadení (nejlépe 1 – 1,5 m). Při masivním napadení je vhodné nechat si provést posudek stavu konstrukce a návrh sanace, samotnou sanaci mohou provést i specializované firmy [7].

Dřevomorku ani ostatní dřevokazné houby není možné „chemicky“ zlikvidovat, lze provést pouze preventivní ochranu dřeva a zdiva. Po likvidaci zbytků houby je nutné odstranit příčinu výskytu, což může být u dřevomorky obtížné, protože provazce (rizomorfy) prorůstají na vzdálenost několika metrů a někdy není možné odstranit všechny zbytky. Pokud není možné stavbu odstranit (je např. památkově chráněná), je nutné vytvořit takové podmínky, které zabrání opětovnému růstu. Jde zejména o snížení vlhkosti a časté větrání stavby, pokud je to potřeba tak i nuceně (ventilátory) [7].

Zdivo lze chránit prostředky na bázi kvartérních amonných solí a kyseliny borité nebo jiných organických látek (musí být provedena zkouška podle ČSN ENV 12 404). Vžité používání sanační omítky a zdiva pouze s přídavkem kyseliny borité na účinné množství se mohou na povrchu vytvářet výkvěty kyseliny borité. Nové dřevo je nutné chemicky chránit nejlépe hloubkově „tlakovou“ impregnací nebo dlouhodobým máčením. Ochranný prostředek pro preventivní ochranu dřeva před dřevokaznými houbami *Basydiomycetes* musí být označen minimálně symboly ČSN 490600-1 Fb, 1, 2, S. Pro prostředky na preventivní ochranu zdiva lze použít pouze popis. Použitelné odzkoušené prostředky na ochranu dřeva a zdiva podle ČSN EN 599-1 a ČSN 490600-1 je možné nalézt na www.vvud.cz [7].

4.2.2 Koniofora sklepní (*Coniophora puteana*)

Dřevo se kostkovitě rozpadá a má hnědé až černé zbarvení. Koniofora roste zejména na místech, kde došlo k havárii konstrukce, popraskání tašek, zatékání, kondenzaci atd. Napadá dřevo jehličnaté i listnaté, ke svému růstu potřebuje dostatečnou vlhkost dřeva 45 – 90 %, mycelium roste při teplotách 3 – 35°C, nejintenzivněji při teplotě 23°C [7].



Obrázek 3 - Koniofora sklepní [19]

Dřevo pokrývá tenkým nepravidelným povlakem, okraj plodnice je bílý, směrem do středu barva žlutookrová až zelenohnědá. Nevytváří silné dlouhé provazce jako dřevomorkadomáci. Při svém růstu vylučuje do prostředí kyseliny, které vytváří vhodné podmínky prorůst dřevomorky domácí, proto se mohou tyto dvě houby vyskytovat současně. Tato houba je používána při zkoušce preventivní účinnosti proti dřevokazným houbám ČSN EN 113 ve třídě ohrožení 1, 2, 3 [7].

4.2.3 Pórnatka placentová (*Poria placenta*)

Vyskytuje se více druhů (*Poria vaillantii*, *Poria vaporaria*). Mezi těmito druhy nejsou velké rozdíly, odlišnosti se týkají velikosti výtrusů a hymenoforu, tvar plodnic je stejný[15].

Ke svému růstu potřebují vlhkost dřeva 35 – 50%, roste při teplotách 3 – 35 °C, nejintenzivněji při teplotě 25°C. Napadá hlavně dřevo jehličnatých dřevin, výjimečně i listnatých [7].



Obrázek 4 - Pórnatka placentová [20]

Plodnice pórnatky placentové jsou podlouhlé, až 20 cm dlouhé a 1 – 2 cm tlusté. rozlité po substrátu. Hymenofor (spodní strana klobouku) je tvořený z bílých rourek, později šedivožlutých, širokých 0,2 – 1 mm a dlouhých 0,5 – 4 mm (někdy až 10 mm). Povrchové mycelinum je bílé barvy, je tvořeno ze silných provazců „rhizomorfní“, oproti dřevomorce kratších a pružnějších. Tato houba je používána při zkoušce preventivní účinnosti proti dřevokazným houbám ČSN EN 113 ve třídě ohrožení 1, 2, 3 [7].

4.2.4 Trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*)

Vyskytuje se také více druhů (*Gloeophyllum abietinum*, *Gloeophyllum trabeum*), které se liší např. v barvě okraje klobouku, hustotě pórů, velikosti klobouku atd. [15].

Klobouk je rezavý až kaštanově hnědý, později černohnědý, má velikost 2 – 10 mm, je tuhý, polokruhovitý až kruhovitý, vějířovitý, přirostlý ke dřevu. Hymenofor je složen z okrově hnědých až hnědých hustých tlustostěnných pórů [7].



Obrázek 5 - Trámovka plotní [21]

Ke svému růstu potřebuje vlhkost dřeva 35 – 40 %, roste při teplotách 5 – 45°C, nejintenzivněji při teplotě 31°C. Napadá dřevo jehličnatých dřevin, upřednostňuje smrk a borovici, výjimečně napadá i dřevo listnatých dřevin. Rozkládá dřevo „zevnitř“, napadený trám je zvenku na první pohled na povrchu neporušený a pevný, dřevo je kostkovitě rozpadlé uvnitř [7].

Dřevokazných hub, které se mohou vyskytovat ve stavbách, je celá řada, zde jsou uvedeny pouze nejznámější a nejčastěji se vyskytující. V případě napadení zejména nosných částí staveb je vhodné zpracovat posudek stavu napadení a možné rekonstrukce firmou, která se touto problematikou zabývá. Tato houba je používána při zkoušce preventivní účinnosti proti dřevokazným houbám ČSN EN 113 ve třídě ohrožení 1, 2, 3 [7].

4.3 Lignovorní houby

Lignovorní houby rozkládají lignin, celulózu i hemicelulózu buď současně, nebo nejdříve lignin a následně polysacharidy. Z lignovorních hub jsou nejznámější:

4.3.1 Outkovka pestrá (*Coriolus versicolor*)

Napadá dřevo listnatých dřevin, výjimečně i jehličnatých. Vyskytuje se hlavně v exteriéru na pokáceném dřevě, zahradním nábytku, plotech atd [7].



Obrázek 6 - Outkovka pestrá [22]

Plodnice je složena z tenkých kruhovitých tuhých klobouků, nad sebou i vedle sebe. Klobouky mají rozměr 2 – 12 cm o tloušťce 0,3 mm. Vrchní strana je sametová s bílým až okrovým ztenčeným okrajem, později černým [7].

Spodní strana – rourky 1 – 2 mm dlouhé o průměru 0,2 – 0,4 mm. Rourky jsou zpočátku bílé potom až krémové našedlé. Jen výjimečně se vyskytuje povrchové mycelium [7].

Tato houba je používána při zkoušce preventivní účinnosti proti dřevokazným houbám ČSN EN 113 ve třídě ohrožení 3 [7].

4.3.2 Klanolístka obecná (*Schizophyllum commune*)

Napadá také hlavně dřevo listnatých dřevin, občas se vyskytuje i na jehličnatých dřevinách. Vyskytuje se hlavně na zahradním nábytku, stavebním dřevu, plotech, může napadat i překližované materiály. Intenzita napadení nebývá velmi velká [7].



Obrázek 7 - Klanolístka obecná [23]

Plodnice je tvořena z tenkých vějířovitých plátek 1 – 6 cm, někdy přirostlých k substrátu. Vrchní strana je chlupatá, bílé až světle šedé barvy. Spodní strana je z nafialovělých pružných lupenů. Jen výjimečně se vyskytuje povrchové mycelium [7].

4.3.3 Pevník chlupatý (*Stereum hirsutum*)

Napadá také hlavně dřevo listnatých dřevin, výjimečně se vyskytuje i na jehličnatých dřevinách. Vyskytuje se hlavně ve venkovním prostředí na mrtvých i živých stromech a výrobcích ze dřeva [7].



Obrázek 8 - Pevník chlupatý [24]

Mušlovité plodnice jsou 1 – 7 cm široké, 0,1 – 0,2 cm tlusté, nad sebou i v řadě, někdy „rozlité“ do jedné plodnice. Vrchní strana je chlupatá, bílo-okrová později šedobílá. Spodní strana hladká žlutá až žlutooranžová, později hnědooranžová až šedohnědá. Povrchové mycelium se vyskytuje výjimečně, je bílé až světle žluté [7].

4.4 Měkká hniloba

Vzhledem ke svým různým vlastnostem, se dřevo používá v mnoha odvětvích. Nicméně, vzhledem své struktuře, je dřevo náchylné k různým environmentálním faktorům (zvětrávání) a biologickým útokům (biodegradace). Je několik typů biodegradace ve dřevě, a to útok hmyzu, plísni nebo bakteriální degradace. Přičemž degradace plísni je nejrozšířenější a nejvýznamnější typ. Bývá způsobeno tzv. bílou hnilobou, hnědou hnilobou a měkkou hnilobou [25].

Dokonce byla nalezena i podobnost chemických změn spojených s hnědou hnilobou a měkkou hnilobou (charakterizované rozsáhlé degradace sacharidů s omezenou modifikací ligninu), účinky těchto dvou typů rozpadů na buněčné stěně jsou zcela odlišné. Hnědé hniloby se vyskytují spíše u měkkého dřeva, zatímco měkká hniloba se vyskytuje spíše ve tvrdém dřevě [5].

Dřevokazné houby způsobují měkkou hnilobu, které se vykytují ve stavbách poměrně zřídka. Tyto houby napadají zejména dřevo zabudované do země nebo na přechodu mezi půdou a vzduchem (sloupy, pražce, kůly ohrad). Jde většinou o více druhů, které rozkládají všechny složky dřeva na celulózu, hemicelulózu, lignin [7].

Dřevo lze proti nim chránit ochrannými prostředky odzkoušenými podle ENV 807. Pokud je dřevo nevhodně uskladněno a zabudováno napadené do stavby, je odstranění těchto hub velmi problematické [7].

4.5 Dřevozbarvující houby a plísně

Dřevozbarvující houby nezpůsobují mechanické poškození dřeva, ale mohou být „vstupní“ branou pro rozvoj dřevokazných hub. Živí se plazmatickým obsahem buněk. Viditelně zabarvují dřevo i do větších hloubek, a tím snižují jeho estetickou hodnotu. do dřeva pronikají nejdříve soustavou parenchymatických buněk, jejich hyfy prorůstají přes tzv. tečky a dvojtečky v buněčných stěnách [7].

Dřevo zbarvují vylučováním pigmentů substrátovým myceliem. Pigmenty mohou pronikat i do větších vzdáleností od hyf. Dřevozbarvující houby napadají zejména dřevo mokré, čerstvě pokácenou kulatinu a pořezané dřevo s vysokým obsahem vlhkosti. K zabarvování dochází hlavně při vysokých teplotách. K napadení může docházet i později u výrobku ze dřeva (okna, dveře, obklady...), a to při výrazném zvýšení vlhkosti dřeva a teploty [7].

Zabarvení způsobené dřevozbarvujícími houbami nelze z dřeva uspokojivě odstranit, dřevo je probarveno v průřezu. Můžeme ho použít pro jiný účel, kde zabarvení není z estetických důvodů do závadu, případně je možné provést povrchovou úpravu tmavou lazurou nebo krycím nátěrem [7].

Proti dřevozbarvujícím houbám můžeme dřevo chránit jen preventivně, existují 2 způsoby ochrany:

- Krátkodobá ochrana – max. 3 měsíce: dřevo chráníme dočasně ihned po požru proti dřevozbarvujícím houbám a plísním krátkodobým máčením, nátěrem, postřikem o vlhkosti nad 30% po dobu jeho přirozeného vysychání a do dalšího zpracování.

používají se výrobky např. Bochemit Bluestop, Lignofix Blue S, Lignofix Blue Z, Synesto B, Wolsin FL 35 atd. Výrobky by měly být odzkoušené;

- Dlouhodobá ochrana – dřevo chráníme dlouhodobě, zejména okna a dveře, musí být provedena zkouška podle ČSN EN 152.1. V ČR jsou používány výrobky – Lignofix Super, Lignofix Top, atd. a řada spouštědel pod nátěrové systémy popřípadě mezivrstvy a konečné vrstvy [7].

Dřevo může být zbarveno:

- modře, zejména smrk a borovice – rod *Ophiostoma*, *Ceratostomella pilifera*, *Phoma petersii*;
- hnědě – *Penicillium aureum*, *Grapium album*, *Cladosporium harberum*;
- červeně, zejména borovice – *Fusarium sambucinum*, *Penicillium roseum*, *Fusarium reticulatum*;
- zeleně – *Hormonema demetioides*, *Chlorosplenium aeruginosum*;
- žlutě – *Eidomia catenulata*, *Verticillium galium*, *Corticium laeve*;
- fialově – *Fusarium javanicum*;
- černě – rod *Aureobasidium*, rod *Ceratocystis*, rod *Graphium*;
- šedočerně – rod *Sclerophoma* [7].

4.6 Plísně

Plísně nesnižují mechanické vlastnosti, rostou pouze na povrchu materiálu – dřeva, papíru, omítek, ale i na některých umělých hmotách. Nejvýhodnější podmínky pro jejich rozvoj jsou při teplotách 27 – 37 °C a vysoké relativní vlhkosti vzduchu 85 – 99%. Nejlepším způsobem ochrany je tedy snížení relativní vlhkosti vzduchu – v jejím důsledku klesne i povrchová vlhkost materiálů. Výskyt plísní může být také „vstupní“ branou pro rozvoj dřevokazných hub. Plísně způsobují různé alergické reakce. Na dřevě se vyskytují nejčastěji druhy *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma* a další [7].

Plísně vytváří různobarevné povrchové porosty:

- bílé – *Aspergillus niger* (bílý mycelium, později černý);
- zelené – *Trichoderma viride* (potlačuje růst dřevokazných hub);

- žluto-zelené – *Aspergillus amstelodami*, *Penicillium brevicompactum*;
- hnědé – *Alternaria alternata*, *Paecilomyces variotti* [15].

4.6.1 Ošetřování a údržba

Povrchově neupravená fasáda v ideálním případě nevyžaduje žádné ošetření, snad jen by se měla občas čistit (viz Exkurz: Namáhané a opotřebitelné díly). Projektanti mohou ovlivnit stupeň rovnoměrnosti změn povrchu, a tím i znečištění. Dokonce se zabývají postupem přírodního zešednutí. Každý výčnělek, rízlít (předsunutá část průčelí stavby po celé její výšce), byť by byl sebemenší, způsobí změnu expozice srážkami, a tím i změnu stupně zešednutí. Jen pouhé 3 cm přechýlající okenní parapet se na fasádě projeví již po roce. To samo o sobě ještě není nic špatného, musíme s tím však počítat [7].

Například tepelná úprava při relativně vysokých teplotách (od 150 do 260 °C), je efektivní způsob, jak zlepšit rozměrovou stabilitu a odolnost proti napadení houbami. Tepelné zpracování ukázal zřetelný vliv na mechanické vlastnosti měkkých druhů. Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny vykazovala poměrně velký pokles, zatímco pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny se po tepelném zpracování zvyšuje. Pevnost v ohybu, což je kombinace pevnosti v tahu, v tlaku a smykového namáhání, byla po tepelném zpracování nižší [26]. Rozměrově stálých materiálů z masivního dřeva a dřevěných kompozit může být dosaženo několika způsoby, zvětšení objemu buněčné stěny polymeru, síťování a odstranění hygroskopických složek v buněčné stěně [27]. Tepelné zpracování dřeva je tedy účinný způsob pro zlepšení rozměrové stability a odolnosti proti biologickému rozkladu [28]. Dřevo-tepelné zpracování se výrazně zvýšilo, v posledních několika letech stále roste jako průmyslový proces s cílem zlepšit některé vlastnosti dřeva. První studie o tepelném zpracování zkoumaly především rovnovážnou vlhkost, rozměrovou stálost, odolnost a mechanické vlastnosti. Úbytek hmotnosti, smáčivost, barva dřeva a chemické transformace byly následně značně studovány, zatímco nedávné práce se zaměřují na kontrolu kvality, modelování a hledaly způsoby zlepšení [29].

4.6.2 Pokyny k výběru nátěru

U barevných fasád uvažujte již při výběru základového nátěru o obnově nátěru. To budete muset opakovat v průběhu životnosti fasády asi pětkrát až desetkrát, tzn. každých 3-5 let [7].

Zvolte si takový nátěr, který se může přelakovat, bez toho by fasáda vypadala zchátrale.

Rozmyslete si, jaké vybavení bude zapotřebí při nátěru fasády. Nový nátěr se může provádět ze žebříku nebo z výsuvné plošiny (musíte dodržet platné bezpečnostní předpisy).

Vyhnete se komplikovaným napojovacím místům, které lze v budoucnu jen obtížně přelakovat [7].

Přišroubujete všechny části fasády, které byly při rekonstrukci nebo opravě demontovány (např. barevně odlišené nárožní lišty a prkna ostění), tak, aby se tyto díly mohly eventuálně demontovat a samostatně natřít [7].

Vyberte si pokud možno jen jednu barvu pro celou fasádu. Odlišně zbarvené úseky na fasádách mají smysl jen u okenních špalet a rohových lišt [7].

4.7 Lazury na dřevo

Moderní, vysoce jakostní lazury na dřevo obsahují transparentní pigmenty. Ty působí tak, že část dopadajícího světla se odráží, část se absorbuje. Část světla, která pronikne k dřevěnému podkladu, osvětluje v barvě vrstvy nátěru. Transparentní pigmenty na bázi oxidů železa mají průměrnou velikost částecek 0,4 μm . Ty absorbují škodlivé UV-záření a mění je v teplo. Pigmenty jsou velmi stabilní a "neopotřebují se", jako se to může stát u organických UV-absorbérů [16].

4.7.1 Požadavky na moderní lazury na dřevo

- nemá obsahovat tekutá organická pojiva (těkavé organické sloučeniny);
- nemá obsahovat biocidní látky;
- má mít dobré impregnační a adhezní vlastnosti;
- nemá propouštět UV-záření;
- má mít dobrou paropropustnost;
- má být schopen chránit před účinky srážek a vlhkostí;
- na dveřích a oknech má být rozměrově stabilní;

- nesmí se odlupovat, nesmí se tvořit trhliny;
- má být dobře zpracovatelný;
- nemají se tvořit šmouhy a usazeniny;
- rovnoměrné vybarvení;
- ochrana proti promodráání;
- jednoduchá údržba a snadné rekonstrukce nátěrů [16].

Účinku lazury může být dosaženo netransparentním levnějším pigmentem a univerzálními směšovacími pastami, kterých lze využít v příslušném menším množství.

Dřevo, které bude ošetřeno těmito produkty, však nemá brilantní vzhled a jeho kresba se jako ozdobný prvek neuplatní. Z důvodů výrazně větší propustnosti je odolnost proti UV-záření nižší. Lazury na dřevo se vytvářejí jen s kvalitativně hodnotnějšími transparentními pigmenty na bázi kysličníků železa a barevnými anorganickými pigmenty [16].

4.7.2 Tenkovrstvé lazury (impregnační lazury)

Ve střední Evropě se většina fasád a podhledů ze dřeva natírá tenkovrstvými lazurami. Zpravidla dobře penetrují do dřeva a poskytují dobrý fyzikální základ ochrany dřeva. Tyto lazury mají podíl pevných součástí až do 30%. Použije-li se jako pojiva v organických rozpouštědlech nebo alkydových pryskyřic ve formě vodního rozpouštědla, docílí se rovnoměrného zvětrávání. Lazura na povrchu působením povětrnostních vlivů rovnoměrně zvětrává, což zabraňuje odlupování. Lazury s rozpouštědly, které obsahují alkydové pryskyřice, tvrdnou a rychleji ve srovnání s lazurami na bázi akrylu, které vážou vodu. Akrylové lazury mají při dlouhodobějším působením povětrnostních vlivů tendenci k tvorbě trhlin a sloupávání, takže renovace nátěrů jsou pak mnohem náročnější. Nátěr dosahuje tloušťky jedné vrstvy od 5 do 10. Pro průmyslové zpracování se tenkovrstvé lazury modifikují, takže se mohou zpracovávat lakovacími stroji a rychleji schnou [16].

Pokyny pro práci s tenkovrstvými lazurami:

Dřevěná fasáda by se měla natírat měkkým štětcem s minimálně 3 cm průměrem štětinové části. Doporučuje se ponořit štětec do lazury jen maximálně do poloviny délky štětín a zbylou barvu dokonale vytřít. Dosáhnout homogenního nátěru bez usazenin je možné klidným, rovnoměrným natíráním namočeného štětce směru vláken prkna. Během přestávek se štětec zabalí do hliníkové nebo čisté plastové fólie, aby byl vlhký a připravený k natírání.

Po natírání se načaté nádoby s lakem důkladně uzavřou a postaví se "vzhůru nohama", což zlepšuje skladovatelnost [16].

4.7.3 Silnovrstvé lazury

Silnovrstvé lazury mají podíl pevných částeczek od 30 do 60 % a používají se pro rozměrově stálé stavební díly, jako jsou okna a dveře. Udržují dřevěné konstrukce, vystavené povětrnostním vlivům v suchém stavu. Vedle klasických silnovrstvých lazur, obsahujících organická rozpouštědla, existují rovněž hodnotné silnovrstvé lazury, ředitelné vodou na bázi akrylu nebo alkydových pryskyřic. V okolí oken je odolnost ve výřezu důležitým kritériem odolnosti proti opotřebení. Vodou ředitelné silnovrstvé lazury na bázi alkydových pryskyřic se stále více prosazují díky své stálosti a také proto, že se snáze udržují. U krycích nátěrů se tloušťky nanášených vrstev pohybují v rozsahu od 80 do 120, u lazurovacích systémů mezi 60 a 80. Rovnoměrné tloušťky nátěru je možno dosáhnout prakticky jen stříkácí pistolí [16].

4.7.4 Přírodní minerální barvy

Přírodní minerální barvy se již mnoho století používají ve všech severských zemích jako ochranný nátěr na dřevo - přírodní, dlouhodobě udržitelný a ekonomicky výhodný prostředek povrchové ochrany. Nejznámější přírodní minerální barvou je Švédská (falunská) červen (Falu Red, Falu-Rödfarg, Schwedenrot). Historie švédské přírodní minerální barvy sahají do 16. století, kdy se průmyslově zmechanizoval švédský důl na měděnou rudu. Současně se tehdy v blízkém okolí kalové jámy, která měla lehce červenou barvu, zjistilo, že dřevěné domky natřené tímto kalem podléhaly mnohem méně hnilobě a tlení než ostatní. Během let se na základě této zkušenosti dělaly pokusy na složení barvy a výsledky se neustále zlepšovaly. Červená barva se stala ve městech symbolem prosperity a v 19. století se rozšířila i do venkovních oblastí, kde se používá víc než kdykoliv předtím [16].

4.7.5 Olejové a fermežové barvy

Lněný olej se získává z jedné ze zřejmě nejstarších kulturních rostlin lidstva a již velmi dlouho se používá k povrchové ochraně dřeva. Barvě z lněného oleje se ve Skandinávii dává přednost před ostatními barvami. V Německu barvy na bázi lněného oleje vyrábí kromě ostatních firma AURO. Lněný olej proniká hluboko do pórů dřevěné hmoty mnohem lépe než

minerální nebo syntetické oleje. Tím se omezí např. výronu pryskyřice ze smolníků dřeva jehličnanů. Nasycení povrchu dřeva olejem omezuje rovněž práci dřeva a tvorbu trhlin a existující trhliny se zaplní. Lněné olejové barvy jsou difúzně otevřené. Trvanlivost je za předpokladu správně provedeného základního nátěru cca 10 let, olejová barva nepopraská, ale dříve se projeví křídovatění nátěru. Jako téměř u všech ostatních barev (s výjimkou přírodních minerálních barev a většiny silnovrstvých lazur) je na neošetřeném dřevě nutno provést základní nátěr. Příprava se provádí podkladovým olejem. Potom následuje základní uzavírací nátěr a základní reaktivní primer (poskytuje dobrou přilnavost pro olejové barvy). K tomu je vhodná směs 50:50 z olejové barvy a glycerinu. Na závěr by se mělo dřevo natřít dvěma vrstvami krycího nátěru, čímž se barva rovnoměrně rozlije a dosáhne se větší trvanlivosti. Druhým nátěrem se zamezí prosvítání a žilkování. Třetí nátěr zvyšuje dokonalost povrchu. V zásadě platí: více tenkých nátěrů je lepší než jeden tlustý nátěr. Olejové barvy schnou velmi pomalu - závěrečný krycí nátěr a reaktivní primer schnou 4-6 hodin, krycí nátěry v rozmezí 24-48 hodin. Olejové a fermežové barvy mají tyto základní vlastnosti:

- trvanlivost/životnost: 10 let i více,
- vydatnost: 6-8
- hodnota lesku: slabě lesklý (30-50) [16].

4.7.6 Emulzní barvy

Emulzní nátěrové barvy jsou čistě vodou ředitelné barvy. Voda slouží jako rozpouštědlo pro pigmenty, pojiva, konzervační a plnicí látky do dřeva. Emulzní barvy přilnou k různým druhům podkladů, jsou značně difúzně otevřené, snadno se zpracovávají a poměrně rychle zasychají. Navíc jsou stálé a odolné vůči povětrnostním vlivům a mají značnou vydatnost. Na rozdíl od olejových a fermežových barev však nemohou stávající trhliny vyplnit ani spojit. Zpracování: emulzní barvy se mohou natírat na nové dřevo natřené základovým nátěrem, na dřevo natřené lazurovacími laky nebo na staré dřevo napuštěné olejem, rovněž na staré nátěry akrylových nebo akrylátových barev i na krycí nátěry z olejových barev. Podklad musí být upraven podle návodů a doporučení výrobců. Emulzní barvy mají tyto základní vlastnosti:

- vydatnost: cca 6-9 na nehoblované dřevo, cca 9-11 na hoblované nebo frézované dřevo;
- lesk cca 25-30 (polomat);

- ředí se vodou;
- zasychají asi za 2-4 hodiny, v závislosti na teplotě a vzdušné vlhkosti;
- zpracovat se mohou při teplotách nad +8°C, a nižších než +24°C [16].

4.7.7 Údržba a péče

Pravidelná údržba a péče jsou u natíraných dřevěných fasád důležité, protože nátěry si svou ochrannou funkci v úplném rozsahu udržují jen několik let. Neexistují pevně stanovené intervaly údržby, jednotlivé případy zatížení fasád UV-zářením, srážkami a větrem jsou velmi různé. Čtyři světové strany představují čtyři různé intervaly údržby. Protože údaje od výrobců a institucí se vzájemně značně odlišují a udávají se pouze všeobecné rámcové podmínky (viz tab. 6.6), doporučuje se každý rok provést prohlídku fasády a prověřit ji z hlediska poškození, otěru, omytí deštěm atd. V počátečním stadiu se mohou poškození selektivně opravit. Úplná oprava nátěru je nutná teprve v pokročilém stadiu, kdy např. ochrana proti UV-záření není funkční nebo když se odbourá lignin. Avšak v praxi se stává, že uživatelé nemají o pravidelných intervalech údržby potřebné vědomosti [16].

Tab. 1: Intervaly údržby a obnovy nátěrů podle různých zdrojů, odvozené od rozdílných klimatických podmínek a expozice [16]

Doporučené intervaly mezi termíny údržby/renovace (podle různých zdrojů)				
Zdroj	Formulace	Tenkovrstvá lazura	Silnovrstvá lazura	Lak
Holzbau Schweiz, Dr Karel Richter (EMPA) Švýcarsko	Životnost při přímé expozici povětrnostními vlivy (expozice s/w)	2-4 roky	3-6 let	6-12 let
Arbezol (výrobce)	Doporučená obnova Pro nátěrové systémy Arbezol Klimatická náročnost nízká Klimatická náročnost střední Klimatická náročnost vysoká	Lazury 3-4 roky 2-3 roky 1,5-2 roky	Krycí systémy 4-6 let 3-4 roky 2-3 roky	
Pentol (výrobce)	Intervaly renovace — počet nátěrů — nechráněná poloha — chráněná poloha		Lazurovací nátěry 2-4 roky 4-6 let	Krycí nátěry 6-8 let 8-12 let
Holzforschung/Výzkumný ústav dřeva, Rakousko	Údržba a renovace v závislosti Na ošetření povrchu Chráněný exponovaný	Impregnační/ Tenkovrstvé lazury 3-4 roky 1-2 roky	Středněvrstvé lazury 5-7 let 2-3 roky	Krycí lazury 10-15 let 8-10 let
Informationsdienst HOLZ/Informační služby, Německo 1999	Údržba a obnova Venkovní prostor Makroklima I makroklimaII	Tenkostěnné lazury s dostatečnou pigmentací 8-10 let 2-3 roky 1-2 roky	Silnovrstvé lazury s dostatečnou pigmentací 10-12 let 4-5 let 2-3 roky	Krycí lak s fungicidní přísadou 12-15 let 5-8 let 4-5 let

5 Boj se škůdci dřeva v lese a na skladech

5.1 Ochrana dříví v lese

Boj proti škůdcům dřeva probíhá podle plnění Sanitárních pravidel v lesích SSSR, podle zásad ochrany dřeva při skladování a chemickými způsoby. Ochrana dříví v lese se v podstatě řídí plněním Sanitárních pravidel v lesích SSSR. Plnění těchto pravidel zabezpečuje malou početnost většiny škůdců dřeva. Sanitární pravidla jsou zaměřena na zabránění hromadnému přemnožení škůdců a chorob v lesích systematicky prováděnými sanitárními těžbami a dodržováním stanoveného režimu, podle něhož se musí odstraňovat těžební odpad a odkorňovat dříví. V lesích je nutné soustavně odklízet odumřelé dříví a vývraty, odstraňovat

stromy čerstvě napadené škůdci a usychající a v případě nezbytnosti uskutečňovat sanitární výběrné seče i holoseče. Těžební střediska musí včas odklízet těžební zbytky, odvážet a odkorňovat dříví nebo provádět chemickou ochranu vytěženého dříví, někdy i odkorňovat nebo chemicky ošetřovat pařezy jehličnatých stromů. Porosty, v nichž má být umístěna sanitární těžba, je nutné určovat velmi obezřetně, neboť nadměrné proředění vede ke snížení odolnosti porostu a k jeho rozvrácení. Je třeba usilovat o to, aby pro výběrném sanitárním zásahu nekleslo zakmenění porostů pod 0,7, popř. v řídkých porostech pod 0,6. Sanitární holoseče se provádějí jen v porostech napadených škůdci kmenů, v nichž odumřelo přes 40% stromů, nebo v porostech již dříve proředěných a v porostech rozvrácených. Porosty určené ke smýcení musí předběžně posoudit komise (určuje ji ředitel podniku), která zajistí i dokumentaci, předepsanou Sanitárními pravidly v lesích SSSR [17].

5.2 Ochrana dříví na skladech

Dřevo (např. topolové) má výrobní cyklus asi 10 až 15 let, obvykle je kmen oddělen od koruny a použit k výrobě materiálu různého druhu, jako je dýha, palety, panely, apod. Pro dřevařský průmysl koruny obecně představují odpadový materiál, který musí být zlikvidován, což způsobuje ekonomické a časové ztráty. Obecně tedy platí, že náklady na správu korunové biomasy jsou vyšší než potenciální příjmy, které lze získat. Nicméně, stojí za to zkoumat možnosti využití těchto vedlejších produktů, jako zdroj energie [30]. Biomasa z rychle rostoucích lesů může poskytnout cenný zdroj energie, ale zachování kvality materiálu při manipulaci a skladování je náročné. Relativně nízký rostlinný materiál je velmi náchylný k mikrobiální degradaci a může následně utrpět změny v kvalitě paliva [31]. Tuhá biopaliva, jako je dřevní štěpka jsou běžné pohonné hmoty v mnoha teplárnách. Tato paliva jsou svou povahou heterogenní a palivové částice mohou tvořit stabilní strukturu přes otvory, které mohou zastavit přívod paliva při jeho doplňování v systémech tepláren. Tento jev je známý jako přemostění [32].

Mezi faktory ovlivňující degradaci suroviny jsou zkoumány se zvláštním důrazem rozvoje hub. Nadměrný růst hub způsobuje ztráty sušiny a také dochází ke zvýšenému riziku lidského zdraví při manipulaci se surovinami [33].

Metody ochrany dřeva mají vytvořit a podpořit podmínky nepříznivé pro poškození dříví houbami a hmyzem. Všechny metody ochrany lze shrnout do dvou základních skupin - do mokrého a suchého skladování [17].

5.2.1 Mokr  skladování d r v 

Mokr  skladování d r v  představuje základní způsob skladování kulatiny, ur en  pro další zpracování v p la r sk ch provozech. Způsob mokrého uskladn n  m  uchovat kvalitu d r va v podmínkách vylučujících nebo zt   uj c ch jeho vysychání. Při mokr m skladování se využívá souhrnn  účinek současného působení mnoha ochranných faktorů. Ka d  z nich je buď nep r zniv  pro škůdce d r va, nebo působí p r zniv  na uchování pletiv pokáceného d r v  v živém stavu, nebo působí v obou směrech sou asn .

Při mokr m uskladn n  připadá v úvahu:

- schopnost živých pletiv kůry a b li bránit us dlen  a vývoji d revokazn ch hub;
- pomalejší vysýchání neodkorněného d r v  a nerozprask v n  vlhkého d r v ;
- snížení aktivity hub a hmyzu a současného uchování pletiv kůry a b li v živém stavu při snížení teploty skladování;
- neschopnost p rizp soben  se v      hmyzu   t v zast n n m d r v ;
- neschopnost hub a hmyzu napadat d r vo, o  et en  pro n  toxickými chemickými látkami;
- neschopnost p rizp soben  se hub a hmyzu   t v nadm rn  mokr m d r v  [17].

V p la r sk ch provozech se pou žív  mokr  skladování jako vynucen  do asn  opatření ve v  ech p r padech skladování a dopravy nevysu  en ho řeziva a jiných výrobků. Spr vn  výběr ochranných opatření se při mokr m skladování r d  místními možnostmi a zvl   nostmi výroby, druhem produkce, d revinou a rozměry suroviny, potřebnou dobou ochrany. Při mokr m skladování se sn  uje teplota v hranicích a na povrchu d r va, což potlačuje aktivitu d revokazn ch hub i hmyzu a zvy  uje p r rozenou odolnost  erstv  pokáceného d r v  proti infekci. Toho se dosahuje ve v      kompaktn   hromad d r v , b len m a st n n m d r v . Při vytv  en  kompaktních hromad kulatiny se omezuje počet prokladů nebo se z r  uj  hromady bez prokladů, používájí se tenk  proklady a maxim ln  se sn  uj  mezery mezi hromadami. V  echny otev en  a slunci p r stupn  boční plochy kulatiny ulo en  do hromad se b l  v pn m. Hromady kulatiny a mezery mezi nimi se chrání před působením slunce a větru jakýmikoliv prostředky, které jsou k dispozici (těžební odpad, m n  kvalitn  kulatina,  t ty z krajin, odpadov  řezivo, překližky, p r cky aj.) Tato opatření zajišťují uspokojuv  skladování na dobu 30-40 dn  teplého období roku.   inn  jsou též pokryvy proti vysychání, kterými se vytv  r  souvisl  blanka, chránící d r vo sou asn  proti infekci hub. K ochraně  el listnat  kulatiny proti vysychání se používájí látky, schopn  vytvořit po vychladnut  nebo zaschnutí na d r v 

pevnou a kompaktní ochrannou blánu. K takovým látkám patří bituminové látky a z nich vyráběné pasty, emulze a laky, petrolatum, parafin, silidol, různé syntetické pryskyřice a latexy. Ochranné povrchy se nanášejí na čela horké nebo chladné, ve formě roztoků, emulzí a past. Horké povrchy se provádějí štětcem, u chladných povrchů lze použít postřikovače. Čela ošetřovaných výřezů musí být čistá, mírně oschlá krátce po řezu. Po jarní a letní těžbě musí být kulatina ošetřena do 3-5 dnů po manipulaci, dříví ze zimní těžby je nutné ošetřit po rozmrznutí čel, nejpozději do 10-15 dnů před rašením listí dřeviny, která je ošetřována. Ve středním pásmu evropské části Ruska je nutné ošetření kulatiny vyčerpáno v zimě dokončit nejpozději do počátku května. Průměrná spotřeba povrchů na ošetření 3m³ kulatiny (v kilogramech):

Bitumin a pekso-molové směsi (v roztaveném stavu).....	0,7-1,2
Bituminové	
pasty	0,8-1,0
emulze.....	0,7-1,3
Laky, petrolatum a parafin.....	0,5
Syntetické pryskyřice (pefchlorvinilová, karbafen II, bakelitový lak aj.)	0,3-0,5
Latexy (L-3, L-4, SKS-40, SKS-60, GP aj.).....	0,1-0,3

Uvedená spotřeba platí pro dvoumetrové výřezy kulatiny. U 4metrových výřezů je spotřeba dvakrát menší a u metrových polen naopak dvakrát větší. Použitím ochranných povrchů udržujících vlhkost dřeva spolu se snížením teploty skladování zvýšením kompaktnosti skládek, zastínění a bílením kulatiny a jejích čel se zajišťuje uspokojivé uchování během 2-4 měsíců teplého období roku. Zvláště důležité je zastínění a bílení čel sortimentů, ošetřených tmavými málorozpustnými povrchy (bituminem, bituminovými pastami, emulzemi a laky, pekso-molovými směsmi), které mohou ze dřeva stékat při zahřátí přímými slunečními paprsky. Velmi významné je chemické ošetření dřeva v boji proti dřevokazným houbám a hmyzu. Proti napadení houbami se dřevo chrání 3-5% roztokem pentachlorofenolu nebo naftenátu mědi v diesel-oleji či petroleji, vodními roztoky antiseptických látek GR-48 (1-2%), pentachlorofenolátu sodného (1-2%), PBT (2-3%), BBK-3 (3%). Antiseptika se nanášejí na dřevo postřikem nebo štětcem. Kulatinu je nutné při jarní a letní těžbě ošetřovat nejpozději do 3-5 dnů po manipulaci, sortimenty ze zimní těžby po rozmrznutí povrchu dřeva nejpozději do 10 dnů před očištěním dřeviny, která se ošetřuje.

Průměrná spotřeba antiseptických látek na ošetření 1m^3 neodkorněných sortimentů se pohybuje od 0,05-0,75kg, v závislosti na druhu látky a koncentraci používaného roztoku [17].

Řezivo a odkorněná kulatina se ošetřují na celém povrchu. Používají se k tomu vodní roztoky antiseptických látek GR-48, PBT a pentachlorfenolátu sodného (1-3% koncentrace pro kulatinu a 0,5-2% koncentrace pro řezivo) nebo BBK-3 (3% koncentrace pro kulatinu i řezivo). Antiseptické látky se nanášejí na dřevo postřikem, poléváním nebo namáčením. To se provádí v průběhu teplého období roku, kdy průměrná denní teplota vzduchu je $+5^{\circ}\text{C}$ a vyšší, a to nejpozději do 12 hodin po odkornění nebo pořezu. Průměrná spotřeba ochranných látek na ošetření 1m^3 dřeva činí 0,05-0,70kg, závisí to na rozměru příčného řezu, druhu látky a na koncentraci použitého antiseptického roztoku. Proti hmyzu se chrání dříví podle Sanitárních pravidel v lesích pouze v tom případě, jestliže se dříví nebude plavit po vodě. Dříví z podzimní a zimní těžby ve středních a severních oblastech je nutné ošetřit týden před rojením hlavních druhů kůrovců a tesaříků. V jižních oblastech se musí ošetření uskutečnit bezprostředně před počátkem rojení těchto škůdců, neboť toxicita insekticidů se působením slunečních paprsků rychle snižuje. Orientačně lze uvést, že borové dříví ze zimní těžby je třeba ve většině oblastí ošetřit nejpozději do poloviny dubna a při opožděném jaru do konce dubna. Smrkové dříví se ošetřuje o dva týdny později, tj. v druhé polovině dubna až počátkem května, listnaté dříví před počátkem rojení jeho hlavních škůdců, tj. nejpozději do 15. - 25. května. Dříví z jarní a letní těžby skladované v lese se musí ošetřit do 10 dnů po provedení těžby. Používanými insekticidy jsou 4% roztok technického HCH v naftě, nebo 2-4% minerální olejové emulze 16% gama isomeru HCH (používá se 5kg koncentrátu emulze na 90l vody). Norma spotřeby roztoku činí v průměru 1 l a minerální olejové emulze 0,8 l na 1m^3 dřeva. Lze též použít antiseptické látky, které působí jako insekticidy: vodní roztok pentachlorfenolátu sodného GR-48, BBK-3, PBT a popřípadě v petroleji rozpuštěné pentachlorfenol a naftenát mědi (normy spotřeby a koncentrace již byly uvedeny). Dobrým způsobem ochrany dříví je jeho zvlhčování. Při něm se vytvářejí takové teplotní a vlhkostní poměry, které zamezují činnosti dřevokazných hub a hmyzu. Dřevo se může zvlhčovat zadešťováním a ponořováním do vody. Zadešťování spočívá v pravidelném postřiku skládek kulatiny po celém povrchu. Používají se k tomu speciální stacionární nebo pojízdná zařízení. Zadešťování se provádí po celou dobu trvání teplého období roku s průměrnou denní teplotou 5°C a vyšší. Začíná se nejpozději 5-7 dnů po založení skládky. První postřik musí skládku zcela promáčet a má trvat nejméně 1-2 hodiny. Následující postřiky se uskutečňují podle určitého režimu, stanoveného podle dřeviny a klimatických podmínek. Režim je charakterizován počtem postřiků za den. V noci se dříví nepostřikuje. Intervaly mezi

postřikem listnáčů nemají přesahovat 1-2 hodiny, jehličnanů 2-3 hodiny. Spotřeba vody na zadešťování 1m² povrchu skládky při jednom postřiku činí 5-10 l. Jeden postřik trvá nejméně 15 minut. Podle režimu zadešťování, vlastnosti půdy a sklonu terénu skladu nemá přípustná velikost kapek umělého deště překračovat 1-2mm a intenzita postřiku 0,1-0,8 mm za minutu [17].

Nedodržení této zásady může mít za následek změkčení a propadání půdy pod skládkami. Ke snížení spotřeby vody při zadešťování lze použít zasypání skládek pilinami, které se udusávají, nasycují vodou a pak se pravidelně zvlhčují a po celou dobu se udržují v mokrému stavu. Všechny způsoby zvlhčování dříví zajišťují dobré podmínky pro skladování sortimentů kulatiny v průběhu teplého období roku [17].

5.2.2 Suché skladování dříví

Suché skladování dříví je určeno pro uchování kvality dříví v podmínkách, zajišťujících vysychání dříví a jeho další uchování v suchém stavu. Nejvíce se používá při skladování kulatiny a je základním způsobem skladování řeziva. Základem suchého skladování kulatiny je její odkornění. Přitom se na povrchu dřeva vytvářejí podmínky, vhodné pro prosychání a současně zabraňující činnosti dřevokazného hmyzu. Rozlišuje se odkornění čisté, hrubé a hnědé. Při čistém (úplném) odkornění se zcela odstraní kůra z povrchu dřeva, hrubé odkornění znamená jen částečné odstranění kůry. Může se provést v pruzích nebo pomístně. Při odkornění v prouzcích se z kmene po celé jeho délce odstraňují 3-4 široké pásy kůry, při pomístném odkornění se kůra odstraňuje jen na nevelkých ploškách (šíře 3-5cm, délka 10-15cm) a vytváří se hustá síť opakovaných úzkých plošek. Hnědým odkorněním se úplně nebo částečně (nejméně 50%, ploškami) odstraní zevní korkovitá vrstva kůry z kmene při plném zachování vnitřní, lýkové části. Čerstvě pokácená kulatina určená k suchému skladování musí být v teplém období roku odkorněna nejpozději do 3-5 dnů po těžbě. Kmeny ze zimní těžby musí být odkorněny nejpozději před počátkem trvalého teplého (nad +5°C) počasí. Kraje neomítnutého řeziva musí být před uložením do hraní zbaveny kůry [17].

Nejúčelnější je úplné odkornění; zabezpečuje nejlepší podmínky k prosychání dříví a vylučuje možnost napadení hmyzem. Současně s odkorněním se provádí přirozené (atmosférické) sušení, které má snížit vlhkost dřeva pod hranici připouštějící působení dřevokazných hub a hmyzu [17].



Obrázek 9 - odkornění kmene [34]

Zajistí se zakládáním vzdušných skládek a hrání během teplého období roku. Kulatina může být uložena v normálních nebo proložených skládkách na tlustých (nejméně 25cm) podkladech s použitím prokladů. V normálních skládkách se kmeny ukládají v jednotlivých vrstvách vedle sebe kompaktně bez mezer a vrstvy kmenů se vzájemně oddělují prokládkami z méně kvalitní tenké kulatiny nebo tyčí [17].



Obrázek 10 - skládka dříví [35]

V proložených skládkách se používají mezi řadami kmenů tlustší proklady, zpravidla z téhož druhu skladovaného dříví. Rovnané dříví včetně důlního dříví, vlákninového dříví apod. se skládá do hrání, které se od obvyklých skládek liší střídáním směru uložení výřezu v

jednotlivých řadách. V jižních oblastech se doporučuje zakládat kompaktní hromady při optimální výšce skládky do 2 metrů a šířce mezer mezi skládkami nejméně 2 metry. Dolní řady skládky je nutné ošetřit antiseptickou látkou, 7-10% roztokem uhličitanu sodného, 10% roztokem zelené skalice ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), pentachlorfenolátu sodného, GR 48. K ochraně čel proti popraskání se používá bílá barva nebo nátěr bránící vysychání a současně se skládka chrání proti přímým paprskům slunce. K uspokojivému uschnutí (na 25-30% vlhkosti) kulatiny je potřeba podle dřeviny, tloušťky a délky sortimentu, způsobu a doby založení skládky k sušení, podle způsobu odkornění, klimatické zóny a povětrnostních podmínek od 15-20 dnů do 4-5 měsíců teplého období. Doba sušení tenkých (do 15cm) a krátkých (do 1,5-2m) jehličnatých kuláčů úplně odkorněných a srovnaných do hrání a metrových hranic trvá při vhodných povětrnostních podmínkách 15-40 dní a závisí na kompaktnosti skládky a doby jejího zřízení. Nepříznivá období deštivého a chladného počasí mohou podstatně zpomalit prosychání dříví a prodloužit dobu. Rozdíly v době prosychání kulatiny v normálních a proložených skládkách dosahují 25-35%. Ve skládkách, založených v létě, trvá prosychání dříví o 25-35% kratší dobu než ve skládkách založených zjara nebo na podzim. Sušení dlouhých čistě odkorněných borových sortimentů tlustých 10-14cm v normálních řadových skládkách trvá 1,5-2měsíce, při tloušťce 15-20cm a 24cm se doba sušení prodlužuje na 2-3 a 3-4 měsíce. Dřevo u dřevin se širokou vrstvou běli schne pomaleji než dřevo dřevin s úzkou vrstvou běli, listnáče schnou pomaleji než jehličnany, borovice pomaleji než smrk. Výjimku tvoří dřeviny s úzkou vrstvou běli ale s mokřým jádrem, např. modřín, které prosychají velmi pomalu. K vysušení smrkového dřeva je třeba o 25-35% času méně než k vysušení borovice. Doba sušení kulatiny na velkých skladech ve velkých hráních je přibližně o 20% delší než v nízkých skládkách na malých skladech. Doba vysušení velmi značně závisí na klimatických poměrech v dané oblasti [17].



Obrázek 11 - sušení kulatiny [36]

V severních oblastech probíhá sušení podstatně déle než v oblastech jižních. Sušení řeziva je jediný možný způsob uchování kvality dřeva a nevyhnutelná podmínka k jeho používání. Doba sušení řeziva a výrobků ze dřeva je při atmosférickém sušení určena jeho tloušťkou a pohybuje se ve velmi širokém rozmezí od 7-10dnů u tenkých prken do 2-3 měsíců u hranolů a pražců. Rychlost sušení řeziva závisí přibližně stejně jako u kulatiny na dřevině, konstrukci skládek, době zřízení skládek, klimatických a povětrnostních podmínkách. Jestliže je již dřevo napadeno dřevokaznými houbami a hmyzem, doporučuje se je ošetřit vysokými teplotami - propařením. Propaření spočívá v prohřívání dřeva na 80-120°C nasycenou vodní párou ve speciálních pařicích komorách. Sušení v komorách trvá několik hodin a jeho trvání závisí na postupu sušení, který se stanoví podle tabulek s přihlédnutím ke dřevině, tloušťce řeziva a potřebné úrovni pro sušení [17].



Obrázek 12 - sušení dřeva v komoře [37]

Vysušené dřevo může být znovu napadeno houbami při opětovném zvlhnutí. Proti napadení dřevokaznými houbami se chrání dřevo odstraněním možnosti jeho zvlhnutí atmosférickými srážkami a současně snížením intenzity jeho praskání zmenšením rychlosti vysychání povrchovým vrstev dřeva, chráněných před působením přímých slunečních paprsků a větru střechami a přístřešky. Střechy nad skládkami kulatiny lze zřizovat z krajinek, prken, štítů, z méně kvalitní kulatiny i z vlastního skladového materiálu. Střechy musí být dostatečně kompaktní tak, aby nepropouštěly vodu a musí mít sklon, aby mohla odtékat [17].

Střechy na hraněmi řeziva se zřizují v souladu s ustanoveními příslušných technických norem pro atmosférické sušení a skladování řeziva s přihlédnutím ke dřevině, skupině sušení, určení skládky (sušení nebo skladování proschlých výrobků) a klimatické zóně. Na střechy se používají prkna a desky. Sklon a převis střech a jejich kompaktnost musí vylučovat možnost zvlhnutí řeziva. V některých případech se provádí i boční ochrana hrání pod střechami a používají se k tomu přistavené desky. Přístřešky pro sušení a skladování řeziva mohou mít stěny, vybavené někdy žaluziemi, aby se dalo proudění vzduchu regulovat. Hraně řeziva se přikrývají střechami okamžitě po dokončení jejich uložení. Budování střech a přístřešků umožňuje zvýšit péči o dřevo při jeho sušení a chrání ho před znehodnocením při pozdějším skladování v průběhu jednoho nebo několika teplých ročních období. Ochrana čel slouží ke snížení rozpraskání dřeva zpomalením prosychání čel a z části i díky odporu, který klade blanka pokryvu silám, vznikajícím v oddenkové části kmenu při jeho sušení. Ochranná látka se nanáší na čela kmenů a výřezů před jejich uložení k sušení. Všechna ostatní ustanovení (používané ochranné látky, způsoby nanášení a normy spotřeby) o způsobech ochrany čel

jsou totožná s popisem provádění ochranných povrchů proti vysychání, používaných při mokré skladování. Ochranné povrchy čel jsou vhodné pro ochranu dřevní hmoty všech dřevin. Toto opatření umožňuje vyloučit nebo výrazně snížit rozpraskání dřeva při atmosférickém nebo komorovém sušení. Použití nátěrů je zvláště účelné při ochraně čel velkých rozměrů, zejména u silně praskajících listnatých dřevin (dub, buku, břízy apod.). U jehličnatých stromů (s výjimkou modřinu) se tento způsob ochrany čel zpravidla neprovádí [17].

Po odkornění, rozřezání, popř. i po propaření řeziva se doporučuje dřevo ošetřit antiseptickými látkami; toto ošetření se používá u kulatiny a řeziva všech dřevin. K tomuto účelu jsou nejvhodnější roztoky antiseptických látek GR-48, PBT a pentachlorfenolátu sodného (1-3% koncentrace pro kulatinu, 0,5-2% koncentrace pro ostatní sortimenty) [17].

Antiseptické látky se na dřevo nanášejí postřikem, poléváním nebo máčením. Dřevo se ošetřuje v teplém ročním období při průměrné denní teplotě vzduchu +5°C a vyšší. Spotřeba antiseptických látek na 1m³ dřeva se pohybuje podle rozměru příčného řezu příslušného sortimentu, druhu ochranné látky a koncentrace používaného roztoku v rozmezí od 0,05-0,70kg. Insekticidy se ošetřují pouze kůrou pokryté okraje neomítnutého řeziva. K tomuto účelu jsou nejvhodnější látky rozpustné ve vodě, které mají současně antiseptický i insekticidní účinek: GR-48, PBT, pentachlorfenolát sodný, BBK-3. Řezivo je nutné ošetřit před uložením do hrání k přirozenému sušení nebo k dlouhodobému skladování v proschlém stavu. V prvním případě je účelné ošetření okrajů spojit s antiseptickým ošetřením celého řeziva a celých výrobků. Koncentrace, spotřeba i způsoby nanášení uvedených antiseptických látek při jejich použití jako insekticidů jsou stejné jako při antiseptickém ošetření řeziva [17].

Ošetřením neodkorněných boků neomítnutého řeziva insekticidy se odstraňuje nebezpečí jeho napadení dřevokazným hmyzem po celé období sušení nebo skladování v proschlém stavu. Řezivo a výrobky, jejichž kůra je již hmyzem napadena, nestačí ošetřit insekticidy a kůra musí být odstraněna [17].

5.2.3 Červotoči

Červotoči mají protáhlé válcovité, méně často oválné, svrchu zploštělé tělo. Jsou to brouci menších nebo středních rozměrů. Tykadla mají 8-11 článková, pilovitá, hřebenitá nebo s výraznou tříčlánkovou paličkou. Chodidla jsou pětičlánková. Zbarvení je nejčastěji tmavohnědé nebo načervenalé, někdy se zřetelnou kresbou z chloupků, nebo je základní povrch dvoubarevný, černý a rezavý. Larvy jsou bílé, srpovitě ohnuté, s vypouklou, do

předohrudi nezataženou hlavou, s dobře vyvinutýma nohama a s pruhy mikroskopických trnů na hřbetní straně středohrudi, zadohrudi a prvních 5-8 článků zadečku. Stigmata jsou zřetelně vidět na bocích těla [17].



Obrázek 13 - Červotoč [38]

Prvních pár je umístěn na předohrudi, další na segmentech zadečku. Červotoči jsou v SSSR zastoupeni poměrně malým počtem druhů. Vyskytuje se jich zde jen 110-115 druhů, kdežto na celém světě bylo zaregistrováno okolo 16000 druhů. Většina z nich se živí mrtvými rostlinami, zejména dřevem, a potravinářskými výrobky, některé druhy se vyvíjejí v houbách a v šiškách jehličnatých dřevin. Mnoho druhů se též živí detritem, tj. organickou látkou, která se vytváří v procesu rozkladu. Čeleď červotočovití se dělí na sedm podčeledí. Téměř všichni škůdci dřeva patří do podčeledi *Anobiinae*, která se dále člení na 8 rodů: *Oligomerus*, *Cacotemnus*, *Stegobium*, *Nicobium*, *Microbregma*, *Priobium*, *Anobium*, *Gastrallus* (TOSKINA, 1975). Mnohé červotoče je velmi obtížné určit podle druhu, a proto uvádíme určovací klíč rodů podčeledi *Anobiinae*, sestavený I. N. TOSKINOVOU (1975) [17].

6 Přínos práce

Přínosem této práce je přiblížení chemického složení a struktury dřeva a jeho možné poškození biologickými činiteli a povětrnostními podmínkami. V práci jsou také objasněny některé z metod ochrany dřeva, jakou jsou konstrukční ochrana a chemická ochrana. Z biologických činitelů jsem se v práci nejvíce věnoval lignovorním a celulózovorním houbám. U těchto hub je popsána jejich stavba a vzhled. Také v jakých podmínkách se jim daří a kde se vyskytují. Je zde také zmíněno o metodách skladování dříví, jako je mokré skladování a suché skladování.

7 Závěr

Dřevo je jedna z nejstarších surovin, která je stále velmi využívána v různých odvětvích. Způsob využití dřeva je pestrý, záleží pouze na výběru vhodné dřeviny a následně vhodné ochrany pro určité použití.

Na dřevo téměř neustále působí řada faktorů, které způsobují jeho vady a snižují jeho trvanlivost. Abychom jsme těmto problémům předcházeli, musíme zvolit vhodnou ochranu k určitému použití dřeva, kterou budeme pravidelně obnovovat.

Cílem práce bylo popsat ochranu dřevěných materiálů vůči působení mikroorganismů a povětrnostních vlivů. Největší pozornost byla věnována způsobům ochrany dřeva a poškození biologickými činiteli.

Zdroje literatury:

1. KALEDOVÁ, PH.D., Doc. Ing. Andrea a Doc. Ing. Petr KALENDA, CSC. *Technologie nátěrových hmot I.: Pojiva, rozpouštědla a aditiva pro výrobu nátěrových hmot*. I., str. 289-291, Pardubice: Ofsetem v Edičním středisku Univerzity Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-691-5
2. HACKE, Uve G., John S. SPERRY, Wiliam T. POCKMAN, Stephen D. DAVIS, Katherine A. MCCULLOH. Trends in wood density and structure are linked to prevention of xylem implosion by negative pressure. *Oecologia* [online]. 2001, vol. 126, no. 4, s. 457-461 [cit. 2016-06-20]. ISSN 1432-1939. Dostupný z: [doi:10.1007/s004420100628](https://doi.org/10.1007/s004420100628)
3. BORATYŇSKA Krystyna, Adam BORATYŇSKY. Taxonomic differences among closely related pines *Pinus sylvestris*, *P. mugo*, *P. uncinata*, *P. rotundata* and *P. uliginosa* revealed in needle sclerenchyma cells. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* [online]. 2007, vol. 202, no. 7, s. 555-569 [cit. 2016-06-20]. ISSN 0367-2530. Dostupný z: [doi:10.1016/j.flora.2006.11.004](https://doi.org/10.1016/j.flora.2006.11.004)
4. ZADORECKI Paul, Anthony J. MICHELL. Future prospects for wood cellulose as reinforcement in organic polymer composites. *Polymer Composites* [online]. 2004, vol. 10, no. 10, s. 69-77 [cit. 2016-06-20]. ISSN 1548-0569. Dostupný z: [doi: 10.1002/pc.750100202](https://doi.org/10.1002/pc.750100202)
5. PANDEY, K. K. A study of chemical structure of soft and hardwood and wood polymers by FTIR spectroscopy. *Journal of Applied Polymer Science* [online]. 1999, vol. 71, no. 12, s. 1969-1975 [cit. 2016-05-18]. ISSN 1097-4628. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0033101670&origin=inward&txGid=0>
6. POPESCU, Carmen-Mihaela, Maria-Cristina POPESCU, Cornelia VASILE. Structural analysis of photodegraded lime wood by means of FT-IR and 2D IR correlation spectroscopy. *International Journal of Biological Macromolecules* [online]. 2011, vol. 48, no. 4, s. 667-675 [cit. 2016-05-18]. ISSN 0141-8130. Dostupný z: [doi:10.1016/j.ijbiomac.2011.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.02.009)
7. PTÁČEK, Petr. *Ochrana dřeva.*, str. 1-66, Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 978-80-247-2326-6.
8. ASSARAR, M., D. SCIDA, A. EL MAHI, C. POILÂNE, R. AYAD. Influence of water ageing on mechanical properties and damage events of two reinforced composite materials:

- Flax–fibres and glass–fibres. *Materials & Design* [online]. 2011, vol. 32, no. 2, s. 788-795 [cit. 2016-05-18]. ISSN 0264-1275. Dostupný z: [doi:10.1016/j.matdes.2010.07.024](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.07.024)
9. ROWELL, Roger M. Chemical modification of wood: A short review. *Wood Material Science & Engineering* [online]. 2006, vol. 1, no. 1, s. 29-33 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1748-0280. Dostupný z: [doi:10.1080/17480270600670923](https://doi.org/10.1080/17480270600670923)
10. HOLGER, Miltiz, Stig LANDE. Challenges in wood modification technology on the way to practical applications. *Wood Material Science & Engineering* [online]. 2009, vol. 4, no. 1-2, s. 23-29 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1748-0280. Dostupný z: [doi:10.1080/17480270903275578](https://doi.org/10.1080/17480270903275578)
11. TANG F., L. H. HU, Q. WANG, K.H. LU, L.Z. YANG. An experimental investigation on temperature profile of buoyant spill plume from under-ventilated compartment fires in a reduced pressure atmosphere at high altitude. *International Journal of Heat and Mass Transfer* [online]. 2012, vol. 55, no. 21-22, s. 5642-5649 [cit. 2016-05-17]. ISSN 0017-9310. Dostupný z: [doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2012.05.058](https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2012.05.058)
12. VAN DE KUILEN, J.-W. G. Service life modelling of timber structures. *Materials and Structures* [online]. 2007, vol. 40, no. 1, s. 151-161 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1871-6873. Dostupný z: <http://link.springer.com/article/10.1617%2Fs11527-006-9158-0>
13. FEIST C. William. Outdoor wood weathering and protection. *Advanced Chemistry Letters* [online]. 1990, vol. 225, no. 11, s. 263-298 [cit. 2016-06-20]. ISSN 2326-7488. Dostupný z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.459.1832>
14. FEIST, C. William, David N.-S. HON. Chemistry of Weathering and Protection. *The Chemistry of Solid Wood* [online]. 1984, vol. 207, no. 11, s. 401-451 [cit. 2016-05-17]. ISSN 9780841223899. Dostupný z: [doi:10.1021/ba-1984-0207.ch011](https://doi.org/10.1021/ba-1984-0207.ch011)
15. CRISTEA, Mirela Vlad, Bernard RIEDL, Pierre BLANCHET. Enhancing the performance of exterior waterborne coatings for wood by inorganic nanosized UV absorbers. *Progress in Organic Coatings* [online]. 2010, vol. 69, no. 4, s. 432-441 [cit. 2016-05-17]. ISSN 0300-9440. Dostupný z: [doi:10.1016/j.porgcoat.2010.08.006](https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2010.08.006)
16. GABRIEL, Ingo. *Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace.*, str. 92-99, Praha: Grada Publishing a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3819-2.

17. VORONCOV, A.I. *Škůdci dřeva.*, str. 78-82, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986
18. Dřevomorka domácí: ANDERSONS, Bruno. More boletes species in Latvia. In: *Latvian Mycological Society* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: http://miko.ldm.gov.lv/LOCAL_ISSUES.htm
19. Koniofora sklepní: PÉAN, Remi. Coniophora puteana. In: *Base de données mycologique* [online]. 2006 [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Coniophora&espece=puteana>
20. Pórnatka placentová: LARSEN, M.J. Postia placenta. In: *First Nature* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://www.first-nature.com/fungi/postia-placenta.php>
21. Trámovka plotní: NADON, Richard. Gloeophyllum sepiarium. In: *Mushroom Expert* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: http://www.mushroomexpert.com/gloeophyllum_sepiarium.html
22. Outkovka pestrá: DODD, Mike. British Isles fungi and some slime moulds. In: *Amanita Photolibrary* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: http://www.amanita-photolibrary.co.uk/BI_fungi/coriolus_versicolor.htm
23. Klanolístka obecná: MOLTER, Dan. Schizophyllum commune. In: *Mycology Collections Portal* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://mycoportal.org/portal/taxa/index.php?taxon=189058>
24. Pevník chlupatý: WOOD, Michael. Stereum hirsutum. In: *MykoWeb* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: http://www.mykoweb.com/CAF/species/Stereum_hirsutum.html
25. MOHEBBY, Behbood. Attenuated total reflection infrared spectroscopy of white-rot decayed beech wood. *International Biodeterioration & Biodegradation* [online]. 2005, vol. 55, no. 4, s. 247-251 [cit. 2016-05-18]. ISSN 0964-8305. Dostupný z: [doi:10.1016/j.ibiod.2005.01.003](https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2005.01.003)
26. BOONSTRA, Michiel J., Joris VAN ACKER, Böke F. TJEERDSMA, Edo V. KEGEL. Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituents. *Annals of Forest Science* [online]. 2007, vol. 64, no. 7, s.

679-690 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1297-966X. Dostupný z:
<http://link.springer.com/article/10.1051%2Fforest%3A2007048>

27. ROWELL, Roger. Chemical modification of wood to produce stable and durable composites. *Cellulose Chemistry and Technology* [online]. 2012, vol. 46, no. 7-8, s. 443-448 [cit. 2016-05-17]. ISSN 2457-9459. Dostupné z:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84872939344&origin=inward&txGid=0>

28. BOONSTRA, Michiel J., Böke F. TJEERDSMA. Chemical analysis of heat treated softwoods. *European Journal of Wood and Wood Products* [online]. 2006, vol. 64, no. 3, s. 204-209 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1436-736X. Dostupný z:
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00107-005-0078-4>

29. ESTEVES, Bruno, Helene PEREIRA. Wood modification by heat treatment. *Bio Resources* [online]. 2009, vol. 4, no. 1, s. 370-404 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1930-2126. Dostupné z:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-76549115117&origin=inward&txGid=0>

30. BARONTINI, Murizio, Antonio SCARFONE, Raffaele SPINELLI, Francesco GALLUCCI, Enrico SANTANGELO, Andrea ACAMPORA, Raida JIRJIS, Vincenzo CIVITARESE, Luigi PARI. Storage dynamics and fuel quality of poplar chips. *Biomass and Bioenergy* [online]. 2014, vol. 62, no. 1, s. 17-25 [cit. 2016-05-17]. ISSN 0961-9534. Dostupný z: [doi:10.1016/j.biombioe.2014.01.022](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.022)

31. JIRJIS, Raida. Effects of particle size and pile height on storage and fuel quality of comminuted *Salix viminalis*. *Biomass and Bioenergy* [online]. 2005, vol. 28, no. 2, s. 193-201 [cit. 2016-05-17]. ISSN 0961-9534. Dostupné z: [doi:10.1016/j.biombioe.2004.08.014](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.08.014)

32. JENSEN, Peter Daugbjerg, Jan Erik MATTSSON, Pieter D. KOFMAN, Achim KLAUSNER. Tendency of wood fuels from whole trees, logging residues and roundwood to bridge over openings. *Biomass and Bioenergy* [online]. 2004, vol. 26, no. 2, s. 107-113 [cit. 2016-05-17]. ISSN 0961-9534. Dostupné z: [doi:10.1016/S0961-9534\(03\)00101-6](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(03)00101-6)

33. HORVÁTH, Zsuzsanna, Béla MAROSVÖLGYI, Christine IDLER, Ralf PECENKA, Hannes LENZ. Storage problems of poplar chips from short rotation plantations with special emphasis on fungal development. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica* [online]. 2012, vol. 8,

no. 1, s. 123-132 [cit. 2016-05-17]. ISSN 1787-064X. Dostupné z: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84873488558&origin=inward&txGid=0>

34. odkornění kmene: Chop Stick. *Landscape Voice* [online]. 2012 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://landscapevoice.com/chop-stick/>

35. skládka dříví: HARDER, Chad. Timber's back in Bonner, Montana. In: *Missoula Independent* [online]. [cit. 2016-06-02]. Dostupné z: <http://missoulanews.bigskypress.com/missoula/timbers-back-in-bonner-montana/Content?oid=1542936>

36. sušení kulatiny: Drying. *Production process* [online]. 2009 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.treestation.co.uk/products/chip/chip-production-process/>

37. sušení dřeva v komoře: DRYING CHAMBERS FOR WOOD, FIREWOOD AND PELLETS. *FIREwoodexp* [online]. 2009 [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://firewoodexp.ucoz.com/board/1>

38. Červotoč: WOODWORM TREATMENT. *Damp Proofing Solution* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.dampproofingsolutions.co.uk/woodworm-treatment/>

Údaje pro knihovnickou databázi

Název práce	Ochrana dřevěných materiálů vůči působení mikroorganismů a povětrnostních vlivů
Autor práce	Jiří Marek
Obor	Povrchová ochrana stavebních a konstrukčních materiálů
Rok obhajoby	2016
Vedoucí práce	Ing. David Veselý, Ph.D.
Konzultantka práce	Ing. Martina Hejdová
Souhrn	Tato bakalářská práce je věnována popisu ochrany dřevěných materiálů vůči působení mikroorganismů a povětrnostních vlivů. This thesis is devoted to describing protecting wooden materials against the action of microorganisms and weathering.
Klíčová slova	Struktura dřeva, způsoby ochrany dřeva, poškození biologickými činiteli, lazury na dřevo, boj se škůdci dřeva v lese a na skladech Wood structure, ways to protect wood, damage to biological agents, stains on wood, pest control of wood in the forest and warehouses