



Znalecký posudek


číslo

ZU-FAST_123/2015

(HS2211510)

Posouzení stavebně technického stavu poškozené dřevěné mostní konstrukce Lazebnického mostu v Českém Krumlově ev. č. CK-003. v obci a katastrálním území Český Krumlov, okres Český Krumlov.



Objednatel:	SMP CZ, a.s. Pobřežní 667/78 186 00 Praha 8
Zhotovitel:	 ZNALECKÝ ÚSTAV Fakulta stavební, VŠB-TU Ostrava Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba
Zastoupený:	Prof. Ing. Radimem Čajkou, CSc. děkanem FAST VŠB-TU Ostrava
Vypracoval:	Ing. Roman Fojtík, Ph.D.
Datum:	11. 12. 2015

Obsah znaleckého posudku

OBSAH ZNALECKÉHO POSUDKU	2
1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ZNALECKÉHO POSUDKU	4
1.1 PŘEDMĚT ZNALECKÉHO POSUDKU – ÚKOL ZNALCE	4
1.2 PŘÍSLUŠNOST ZNALCE	4
1.3 ČÍSLO ZNALECKÉHO POSUDKU, DATUM A POČET VYHOTOVENÍ	6
1.4 PŘÍLOHY ZNALECKÉHO POSUDKU	6
1.5 PODKLADY PRO VYPRACOVÁNÍ ZNALECKÉHO POSUDKU	6
1.6 ZHOTOVITEL POSUDKU	6
2 ZNALECKÝ NÁLEZ	7
2.1 LOKALIZACE UMÍSTĚNÍ POSUZOVANÉHO OBJEKTU	7
2.2 POPIS OBJEKTU	8
2.2.1 SPODNÍ STAVBA	8
2.2.2 NOSNÁ KONSTRUKCE A JEJÍ SOUČÁSTI	9
2.2.3 MOSTNÍ VYBAVENÍ	12
3 PROHLÍDKA OBJEKTU	12
3.1 STAVEBNĚ TECHNICKÝ STAV OBJEKTU – ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI	12
3.2 ZPRÁVA Z PROHLÍDKY VŠB – TU OSTRAVA	13
4 ZÁVĚR ZNALECKÉHO POSUDKU	14
4.1 ODPOVĚĎ NA OTÁZKU ČÍSLO 1	15
5 POUŽITÁ LITERATURA	16
5.1 NORMY	16
5.2 VYHLÁŠKY, ZÁKONY, SMĚRNICE	16
5.3 ODBORNÁ LITERATURA	18
5.4 PODKLADY NA INTERNETU	19
5.5 PODKLADY	19
6 ZNALECKÁ DOLOŽKA	20
PŘÍLOHA P1 – FOTODOKUMENTACE	21
FOTOGRAFIE MÍSTNÍHO ŠETŘENÍ 9. - 11. 7. 2015	21

PŘÍLOHA P2 - OCHRANA DŘEVA A ŠKŮDCI

PŘÍLOHA P3 - ZPRÁVA Z PROHLÍDKY VŠB-TU OSTRAVA

PŘÍLOHA P4 - DODANÉ PODKLADY – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

1 Identifikační údaje znaleckého posudku

Objednatel:	SMP CZ, a.s. Ing. Hlasivec Zdeněk ✉ Pobřežní 667/78, 186 00 Praha 8 ☎ tel: +420 222 185 217 , +420 602 645 841 ✉ e-mail: hlasivec@smp.cz
Účel znaleckého posudku:	Vypracování soudně znaleckého posudku na stanovení příčiny poškození Lazebnického mostu v Českém Krumlově, na základě Diagnostiky mostu ev.č.CK-003 z 5. 10. 2015. Posudek by měl hodnotit správnost projektu, vlastní realizaci a údržbu podle předložených dokumentů.
Počet vyhotovení:	3
Počet předaných vyhotovení:	2

1.1 Předmět znaleckého posudku – úkol znalce

Předmětem tohoto znaleckého posudku číslo ZU-FAST_123/2015 s názvem „Posouzení stavebně technického stavu poškozené dřevěné mostní konstrukce Lazebnického mostu v Českém Krumlově ev. č. CK-003. v obci a katastrálním území Český Krumlov, okres Český Krumlov.“, to znamená úkolem znaleckého ústavu dle § 13, odst.1 [12] (kapitola 0, strana 2) je provedení prohlídky na místě samém a na základě místního šetření odpovědět na položenou otázku objednavatele:

1. Zhodnocení správnosti projektu, vlastní realizace a údržby.

Výsledky zjištění jsou formulovány v závěru (kapitola 4, strana 1459) tohoto znaleckého posudku.

Znalecký posudek nezkoumá ujednání smluvních vztahů z pohledu právního charakteru, ke kterým znaleckému ústavu nepřísluší podávat vyjádření jakožto řešit právní otázky a neupozornit na jiné alternativy.

1.2 Příslušnost znalce

Jako pracovník znaleckého ústavu Fakulty stavební VŠB-Technické univerzity Ostrava jsem byla určena podat znalecký posudek dle předmětu plnění po předchozím ohledání [52] sporné okolnosti.

V souvislosti se znaleckým úkonem prohlašuji, že:

- K žádné ze zúčastněných stran, a osob nebo osob, jež zastupují subjekty, mezi kterými je

veden spor, není zpracovatel v příbuzenském vztahu.

- Se žádnou z daných osob není zpracovatel spojen pouty, přátelství nebo jiné hlubší osobní vazby, ani nepřátelství nebo jiného protivenství.
- Osobní situace zúčastněných se zpracovatele nedotýká.
- Osoba právního zástupce objednatele není zpracovateli osobně známa, případně je známa jménem v souvislosti s vypracováním jiných znaleckých posudků v jiné věci, osobně se s právním zástupcem zpracovatel nikdy nesetkal a není mu osobně známý. Případná veřejná proslulost právního zástupce se znalce nedotýká.
- Se žádnou ze zúčastněných osob zpracovatel není a nebyl v úzkém pracovním vztahu.
- Se žádnou ze stran nemá vztah ani prostřednictvím dalších osob a není mu známo, kdo by znal je.
- K dané věci má zpracovatel neutrální vztah, v minulosti ani po odborně profesní stránce na úkolu nepracoval a ani se o tento úkol neucházel. Také v minulosti nevypracoval žádný posudek ve věci, ani tuto stejnou věc neposuzoval v jiné souvislosti.
- Nedostal se ani do obdobné situace, že by se mohl subjektivně identifikovat s rolí nebo postavením některé z osob, aby to ovlivnilo objektivitu zpracovatelovo zjištění a závěrů.
- O předmětné věci se zpracovatel nedozvěděl dříve v žádné jiné souvislosti.
- Nepodjatý vztah má zpracovatel i k soudnímu orgánu. Osoby, které konají a konaly pro soudní řízení zpracovatel osobně nezná a nemá k nim žádný jiný vztah, než procesní v tomto konkrétním případě.
- Samosoudkyně a zaměstnanci soudní kanceláře nebyli se zpracovatelem dosud v kontaktu a to ani z procesních důvodů. Nepůsobili na zpracovatele jinak a zpracovatel nepůsobil na ně.

V dané věci lze zpracovatele považovat subjektivně za zcela nepodjatého, jak to vymezuje § 1 Zákona o znalcích [11] nebo jak lze analogicky odvodit dle jiných právních ustanovení, charakterizujících podjatost či nezávislost v TrŘ¹ a OsŘ².

Při zjištění podstaty sporu z poskytnutých podkladů je konstatováno, že zpracovatel je k vyšetření dané věci plně odborně příslušným z hlediska specifikace znaleckého oboru znaleckého ústavu, pro který byl justičními orgány jmenován. Rovněž v obecně odborné oblasti - zpracovatelovo vzdělání, praxe, zkušenosti a teoretická příprava pokrývají zkoumaný úkol a postačují k finálnímu posouzení. Zpracovatel prohlašuje, že je připraven vyšetřit předložené okolnosti nestranně, objektivně a spravedlivě. Jediným cílem této snahy je zjištění objektivní pravdy a její formulace, srozumitelná pro zadavatele znaleckého posudku.

Znalecký ústav v osobě zpracovatele je k úkonu příslušný (§ 2 a § 3 zákona [11])

Zpracovatel je pro daný úkon objektivně i subjektivně nepodjatý (§ 11 zákona [11])

¹ Trestní řád

² Občanský soudní řád

1.3 Číslo znaleckého posudku, datum a počet vyhotovení

Znalecký posudek, vypracovaný dne 10. 12. 2015 je zapsán v evidenci znaleckých posudků znaleckého ústavu FAST VŠB TU Ostrava pod číslem ZU – FAST 123. Je vytištěn na **ve čtyřech (3) vyhotoveních**. Dvě vyhotovení jsou předána objednateli, jedno vyhotovení ve formě výtisku a vyhotovení v digitální podobě na digitálním nosiči je uloženo u zpracovatele. Vlastní znalecký posudek má 21 stran a 4 přílohy.

1.4 Přílohy znaleckého posudku

Součástí tohoto znaleckého posudku je příloha tvořena fotodokumentací pořízenou při místním šetření [52]. Tato fotodokumentace je v plném rozsahu uložena v archivu zhotovitele a jako příloha P1 doložena k tomuto znaleckému posudku.

Ke znaleckému posudku je doložena příloha P2 tvořená digitálním nosičem (CD) obsahující kompletní fotodokumentaci pořízenou při místním šetření [52] a tento znalecký posudek v digitální podobě ve formátu PDF.

1.5 Podklady pro vypracování znaleckého posudku

- Pro vypracování tohoto Znaleckého posudku byly použity podklady, které jsou uvedeny v kapitole 5. Tyto podklady byly získány na základě místního šetření zhotovitelem znaleckého posudku [52] a poskytnuty objednatelům [příloha P4].

1.6 Zhotovitel posudku

Znalecký posudek byl podán znaleckým ústavem Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, se sídlem v Ostravě - Porubě, tř. 17. listopadu 15, PSČ 708 33, zapsaným do druhého oddílu seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost v oborech projektování, stavebnictví a ekonomika, s rozsahem znaleckého oprávnění pro stavebnictví, průmyslové a městské stavebnictví, stavební inženýrství, geotechnické a dopravní stavitelství, hornické a podzemní stavitelství, horninové inženýrství, teorii konstrukcí, výstavbu dolů a geotechniku, stavební hmoty a diagnostiku staveb a dále ekonomiku – ceny a odhady nemovitostí.

Znalecký posudek vypracoval, může jej stvrdit a podat případná vysvětlení podle § 22, odst.1 zákona [11]: **Ing. Roman Fojtík, Ph.D.**

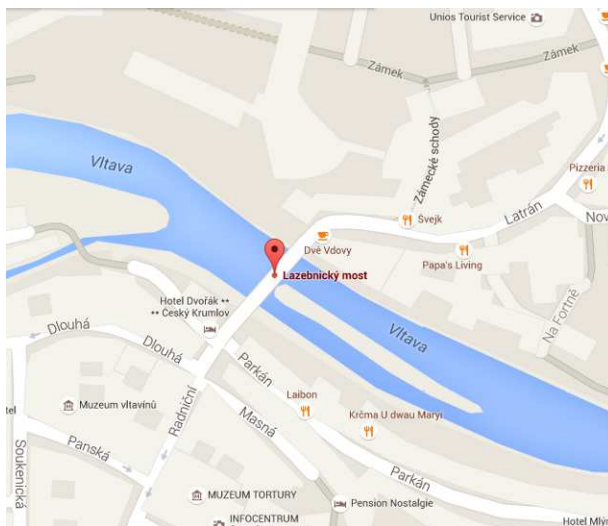
útvár 209 - znalecký ústav FAST, Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava
Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava-Poruba
tel: 596 991 343, 596 991 374
fax: 596 991 358
mobil: 602 778 967
e-mail: znaleckyustav@vsb.cz

2 Znalecký nález

2.1 Lokalizace umístění posuzovaného objektu

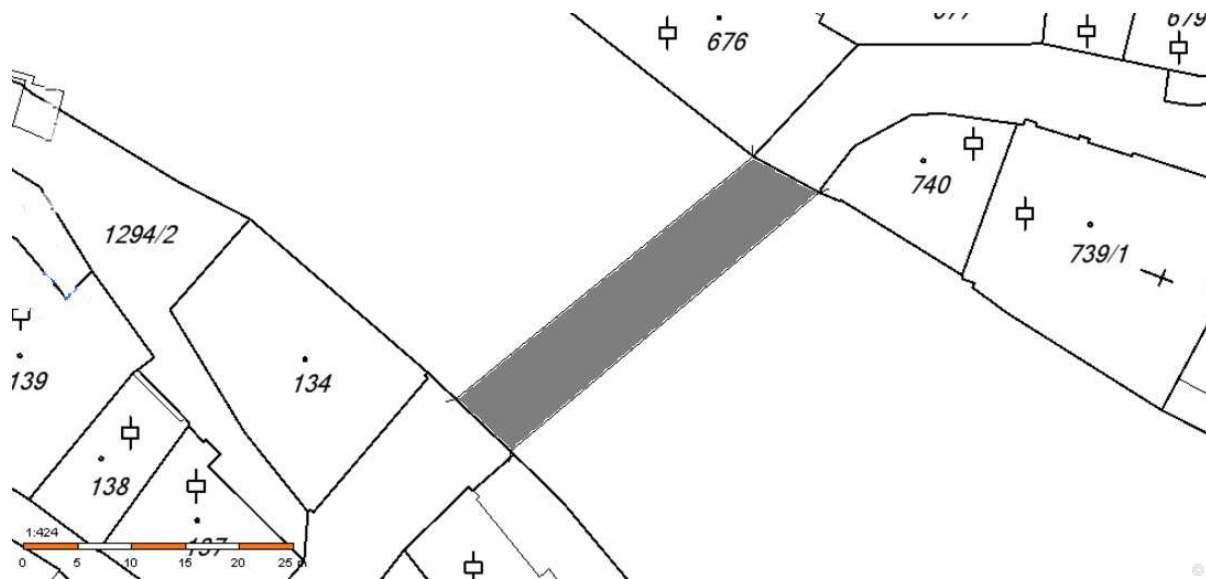
Posuzovaný objekt se nachází v obci Český Krumlov v pěší zóně Latrán, jenž je spojnici mezi Latránem a náměstím Svornosti. Tato část obce s historickými budovami obklopuje řešený most. Mostní objekt prošel kompletní rekonstrukcí v roce 2009.

Předmětný mostní objekt spojuje městské části Parkán a Latrán. (*Obrázek 1*).



Obrázek 1: Situování mostního objektu Lazebnického mostu – celková situace

Lazebnický most se nachází na spojnici městských částí Parkán a Latrán v Českém Krumlově. Mostní konstrukce je přes řeku Vltavu a její evidenční číslo je CK-003. Přes řešenou mostní konstrukci je vedena místní komunikace, která během dne slouží jako turistická zóna a v nočních a ranních hodinách slouží jako zásobovací komunikace pro přilehlé obchody a hotely, z čehož vyplývá, že je kladen důraz i na dopravu osobními automobily a lehkými nákladními automobily s celkovou hmotností do 3,5t.



Obrázek 2: Stavba je situována v k.ú. Český Krumlov, ve vlastnictví městského úřadu Český Krumlov. Stavba se nachází v záplavovém území významného vodního toku Vltava a v průtočném profilu toku.



Obrázek 3: Letecký snímek předmětného místa – zaměřený na Lazebnický most v Českém Krumlově

2.2 Popis objektu

Jedná se o most na místní komunikaci (Lazebnický most CK-003). Přemostění je šikmé, ale ukončení nosné konstrukce je kolmé. Most je tvořen dvěma spojitými poli s horní mostovkou.

2.2.1 Spodní stavba

Opěry

Opěry a pilíř jsou tvořeny z kamenného zdiva, které bylo při rekonstrukci očištěno a hloubkově vyspárováno reprofilační maltou. Do úložných prahů je vlepena betonářská výztuž R16, ke které je navázána výztuž R12. Nové závěrné zídky jsou vybetonovány z betonu třídy C30/37-XF4 do horní úrovně ocelové konstrukce.

Křídla

Křídla, jako taková, na mostě nejsou. Spodní stavba bezprostředně navazuje na nábrežní zdi nebo na zdivo budov.

Podpěra

Podpěra je stejného typu a provedení jako opěry a pilíř. Kolem soklů je spádová vrstva proměnné tloušťky z Emaco S88C.

Izolace spodní stavby

Rub závěrných zídek, který přichází do styku se zeminou, byl opatřen nátěrem ALP.

2.2.2 Nosná konstrukce a její součásti

Nosná konstrukce

Hlavní nosná konstrukce je tvořena z prvků provizorního mostu „Faltus“. Jedná se o roštovou konstrukci tvořenou šesti nosníky složenými ze svařovaných prvků tvaru U-65 vzájemně posunutých tak, že vykrývají šikmost přemostění.

Protikorozi ochrana (PKO):

Ocelová konstrukce mostu je dle ČSN EN ISO 12944-1,2 řazena do stupně korozní agresivity C4 - vysoká s požadavkem na životnost povrchové ochrany více než 15 let. Požadavek na záruku je minimálně 5 let. Protikorozi ochrana byla navržena v souladu s ČSN EN 12944-1 až 8.

Ložiska

Nosníky jsou uloženy na kluzná ložiska.

Mostní závěry

Na mostním objektu nejsou mostní závěry. Dilatační pohyby jsou stanoveny max. do 18mm a tudíž je postačující mezera mezi prvky mostovky a závěrnou zídou.

Vozovka

Nosným prvkem mostovky jsou dřevěné hranoly ze smrkového řeziva navržené kvality SI. Část mostin je k OK uchycena speciálními svorníky. Obrus vozovky a chodníků mostiny z bukového dřeva navržené kvality SI. Navržené dřevo projektantem odpovídá ČSN 49 1531 „Dřevo na stavební konstrukce“ a ČSN 73 6212 „Navrhování dřevěných mostních konstrukcí“. Projektantem byla navržena impregnace odpovídající ČSN 49 0600 – Ochrana dřeva [10]. Impregnace byla předepsána vakuopřetlakovým způsobem typu F_aF_bPI_p3n, pro třídu ohrožení 4 a 5 (dřevo ve styku se zemí a/nebo sladkou vodou, dřevo v trvalé a přímém styku se slanou vodou).

Pro impregnaci dřevěných částí mostní konstrukce byl využit impregnační prostředek KORASIT CK. Korasit CK je tekutina na bázi sloučenin chromu a mědi. Sloučenina je sůl rozpustná ve vodě. Impregnační látka působí proti houbám a dřevokaznému hmyzu. Barva impregnační látky je šedozelená. Impregnace se aplikuje pomocí vakuum-tlakové technologie.

Tabulka 1: Výskyt biotických činitelů napadajících dřevo v jednotlivých třídách ohrožení ČSN 49 0600-1 [10]

Třída ohrožení	Expozice dřeva	Vlhkost dřeva	Výskyt biotických činitelů				
			Dřevokazné houby		Dřevozbarvující houby		Hmyz
			Basidio-mycetes	Houby způsobující měkkou hnilobu	Houby způsobující modráň	Plísňe	Brouci

1	dřevo v interiéru staveb, pod střechou, bez styku se zemí, trvale suché	Max. 20%	ne	ne	ne	ne	ano ¹⁾
2	dřevo bez styku se zemí, zcela chráněné před povětrností a vyluhováním vodou, možné je přechodné navlhnutí	Občasné > 20%	ano	ne	ano	ano	ano
3	dřevo vystavené vlivu povětrnosti ale bez přímého a trvalého styku se zemí	Často > 20%	ano	ne	ano	ano	ano
4	dřevo ve styku se zemí a/nebo sladkou vodou	Trvale > 20%	ano	ano	ano	ano	ano
5	dřevo v trvalém a přímém styku se slanou vodou ²⁾	Trvale > 20%	ano	ano	ano	ano	ano
1) Ochrana není nutná: - Je-li dřevo zabudováno v prostorách s běžným klimatem tak, že ho je možno pravidelně kontrolovat - Použijí-li se dřeviny s jádrovým dřevem, mající podíl bělového dřeva menší než 10% 2) Toto riziko se v ČR nevyskytuje.							

Tabulka 2: Požadovaný účinek chemických ochranných prostředků na dřevo v závislosti na třídě ohrožení ČSN 49 06000-1 [10]

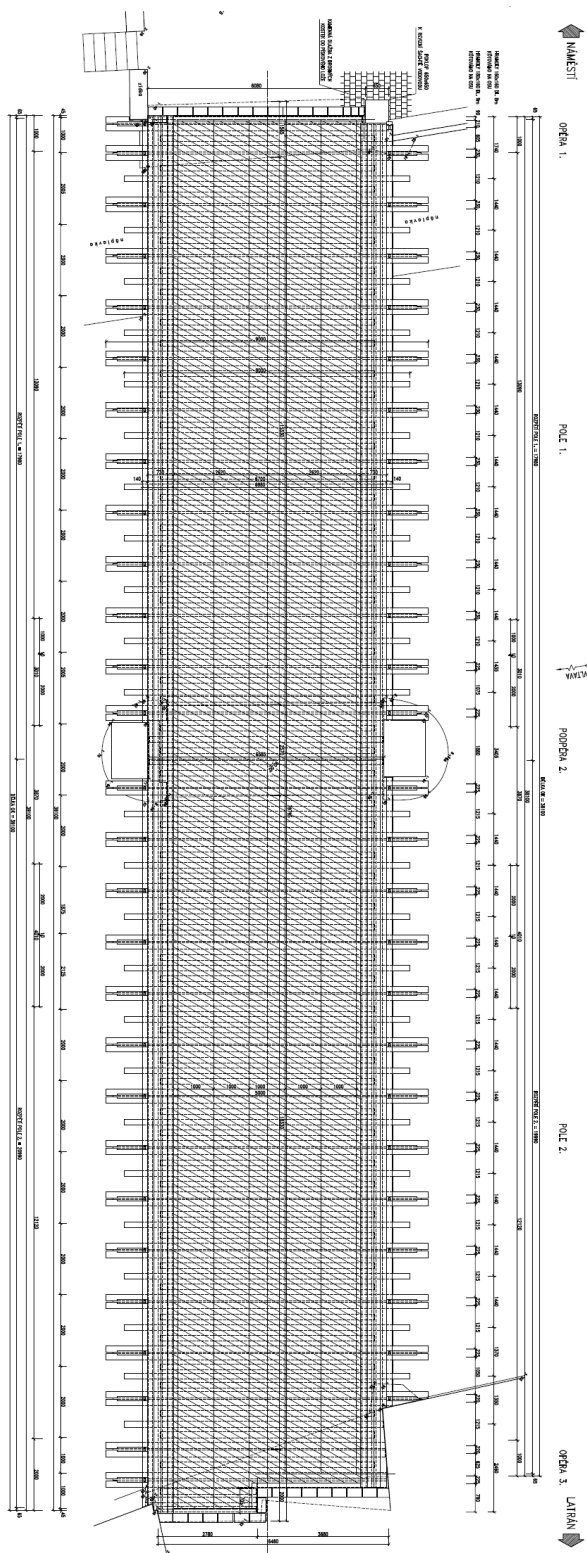
Třída ohrožení	Požadovaný účinek	Typové označení ochranných vlastností prostředků
1	Ochrana proti hmyzu	I _P
2	Ochrana proti hmyzu, houbám třídy Basidiomycetes	I _P , F _B , (B, P) ¹⁾
3	Ochrana proti hmyzu, houbám třídy Basidiomycetes a dřevozbarvující houbám, stálý v povětrnostních podmínkách	I _P , F _B , (B, P) ¹⁾ , D
4	Ochrana proti hmyzu, houbám třídy Basidiomycetes, houbám způsobujícím měkkou hnilobu a dřevozbarvující houbám, stálý v povětrnostních podmínkách	I _P , F _A , F _B , (B, P) ¹⁾ , D
1) Dřevozbarvující houby znehodnocují především estetický vzhled dřeva, na závalu jsou jen u dřeva, u něhož je napadení plísněmi (P) nebo houbami způsobující modráni (B) nežádoucí nebo nepřijatelné (např. dřevo požitá na dekorativní účely, v obytných místnostech apod.)		

I _P	preventivní účinnost proti hmyzu
F _B	účinnost proti houbám třídy Basidiomycetes
F _A	účinnost proti houbám třídy Ascomycetes (způsobující měkkou hnilobu)
B	účinnost proti houbám způsobující modráni
P	účinnost proti plísním
D	ošetřené dřevo může být vystavené vlivu povětrnosti (bylo ověřeno polní zkouškou)
E	ošetřené dřevo může být zabudováno v extrémních podmínkách v kontaktu se zemí nebo slanou vodou (bylo ověřeno polní zkouškou)

Tabulka 3: Symboly značení způsobu aplikace ochranných prostředků do dřeva ČSN 49 0600-1 [10]

Způsob aplikace ochranného prostředku do dřeva	Symbol označení
Povrchový	S
Hluboký	P
Oba způsoby	SP

PŮDORYS
1:50



Obrázek 2: Půdorys dřevěné konstrukce

2.2.3 Mostní vybavení

Zábradlí

Zábradlí na mostě je navrženo z řeziva stejné kvality jako mostovka. Rovněž impregnace se předpokládá stejná. Madlo je oplechováno měděným plechem tl. 0,7mm.

Osvětlení

Osvětlení na mostě je zajištěno osvětlovacími tělesy na předmostích.

Převáděné inženýrské sítě, chráničky

Na návodní straně, na konzoly stávajícího potrubí JE osazena nosná konstrukce nového vodovodního potrubí. Tato konstrukce je složena z dvojice prvků L 50x30x5 a distančních prutů z páskoviny 30x5 ve třetinách rozpětí. Jedná se o podružné části mostu z materiál S235J2 dle ČSN EN 10025+A1. Tato konstrukce má zamezit nadměrnému průhybu PE potrubí.

3 Prohlídka objektu

Za účelem zjištění aktuálního stavu mostního objektu jako celku a jeho jednotlivých částí se zaměřením zejména na dřevěnou mostovku se zvýšenými chodníky a zábradlím. Prohlídka byla provedena se konala ve dnech 9. - 11. července 2015 na místě stavby. V rámci této prohlídky byla pořízena fotodokumentace zachycující stav mostní konstrukce k datu prohlídky. Tato fotodokumentace je součástí znaleckého posudku (příloha P3). Prohlídka proběhla ve třech dnech, kde důraz byl kladen na poškozené dřevěné části mostu. Nejprve byla provedena prohlídka řešené mostní konstrukce a následně pro porovnání i ostatní dřevěné mostní objekty v blízkém okolí Lazebnického mostu. Další den byly odebrány vzorky ze věch vykonzolovaných prvků dřevěné mostovky (příčnický), které byly následně zaslány na laboratorní expertízu specializovaného pracoviště CPIT Vysoké školy báňské – Technické univerzity. Poslední den byla provedena důsledná akustická zkouška vykonzolovaných prvků dřevěné mostovky.

3.1 Stavebně technický stav objektu – zjištěné skutečnosti

Vzhledem ke složitosti stavebního díla a závislosti konstrukcí a technologií spolu s množstvím působících vlivů, které působí na konstrukci v procesu výstavby a následně její životnosti, je možno s určitostí konstatovat, že vyskytující se poruchy nejsou výsledkem působení jediného činitele nebo vlivu. Na vzniku poruch se zpravidla podílí více vlivů působících současně, a to jak vlivů technologických mající původ ve výrobě stavebního materiálu, tak technologických vlivů vlastní výstavby. Dále jsou nezanedbatelné vnější působící vlivy na konstrukce a materiály, a to působící jak silově, tak chemicky. Mezi takovéto působení sil patří deformace podpůrných nebo podporovaných konstrukcí vlivem dotvarování nebo deformacemi z titulu působících statických zatížení. V průběhu času k těmto vlivům přistupuje i degradace materiálů a působení vnější agresivity prostředí na stavební konstrukce a materiály.

Z těchto důvodů je třeba hledat nikoli příčinu, ale okruh možných příčin vzniku poruch jednotlivých konstrukcí, přičemž stanovit jedinou, anebo hlavní bývá velmi složité, někdy nemožné.

Posouzení příčin poruch tedy vychází z těchto obecných pravidel, charakteru a rozsahu pozorovaných projevů poruch a posouzení skutečností uvedených v projektové dokumentaci.

3.2 Zpráva z prohlídky VŠB – TU Ostrava

Zpráva z prohlídky obsahuje 17 listů (příloha P3) a přílohy. Tyto přílohy jsou tvořeny zejména fotografiemi a půdorysy.

4 Závěr znaleckého posudku

Důvodem zpracování znaleckého posudku je poškozený mostní objekt v Českém Krumlově. Toto poškození je způsobeno především dřevokaznou houbou, která způsobuje vážnou degradaci dřevního materiálu a tím ohrožuje statickou funkčnost mostní konstrukce. Výsledná provedená prohlídka (příloha P3), zaměřená na stanovení rozsahu poškození ukazuje, že množství napadených příčníků, z nichž byly odebírány vzorky, se pohybuje okolo 84%. Poškození může s přibývajícím časem být vyšší, neboť nic nebrání růstu a šíření dřevokazné houby (Trámovky plotní). Způsob napadení není přesně znám. Možné jsou dvě alternativy. První verze kalkuluje s možností zavlečení dřevokazné houby před osazením do konstrukce mostu, ale tato varianta je velice nepravděpodobná, protože dřevo prošlo tlakovou impregnací ještě před zabudováním do konstrukce. Pravděpodobnější alternativou je, že k zanesení dřevokazné houby do konstrukce došlo po osazení impregnovaných prvků do konstrukce mostu. Předpokládá se, že v rámci vysychání dřevěných hranolů na mostní konstrukci došlo ke vzniku výsušných trhlin, které obnažily jádro průřezu, které není chráněno impregnací. Velikost těchto trhlin, které na prvcích vznikly, dosahuje šířky cca 8 mm a hloubky cca 112 mm při výšce profilu 160 mm.



Obrázek 3: fotografie trhliny ve dřevěném příčniku

Těmito trhlinami mohlo dojít ke vniku Trámovky plotní do dřevního masivu. Protože tato houba nejprve napadá jádro průřezu, povrchová impregnace nemůže takto napadené dřevo ochránit. K šíření Trámovky plotní dochází především spory, která houba produkuje. Tyto spory se mohou šířit vzduchem. V tomto případě je pravděpodobné, že došlo k infiltraci pomocí posypových materiálů užívaných v zimním období. Tato úvaha vychází z faktu, že praskliny sledovaného mostního objektu jsou zaneseny těmito posypovými materiály, zatímco okolní dřevěné lávky napadeny Trámovkou plotní nejsou a ani nemají v prasklinách posypový materiál. Z těchto indicií lze usuzovat na možnost zavlečení dřevokazné houby pomocí posypů vozovky v zimním období na inkriminovaném mostě.

Posypová směs ve spárách také udržuje vlhkost a tím vytváří vhodné prostředí pro uchycení dřevokazných hub, které se šíří spory vzduchem. Při prohlídce byla naměřena vlhkost na povrchu 15% a uvnitř výsušné trhliny 42%.

4.1 Odpověď na otázku číslo 1

Zhodnocení správnosti projektu, vlastní realizace a údržby.

Po prostudování dodané dokumentace stavby, dle které byl objekt realizován, bylo šetření zaměřeno především na řešení ochrany dřeva proti dřevokazným houbám. Navržené ochrany je věnována v projektu velká pozornost. Dokumentace předepisuje tlakovou impregnaci FaFbPIp3n (dle ČSN 49 0600) nebo IVPWE (dle DIN 68800) (příloha P4). I přes vynaložené úsilí navržené vhodné ochrany proti dřevokazným houbám se ukázalo, že vlivem velkých prasklin při vysychání dřevního materiálu došlo k obnažení jádra profilu, který nebyl proti vniku dřevokazných hub nějak chráněn. Možnost vniku dřevokazných hub do nosných, impregnovaných, dřevěných prvků není v normách ani v běžné literatuře zmiňováno. Dokumentace také přímo neřeší údržbu, která by mohla případnému vniku dřevokazných hub do jádra prvku zabránit.

Na základě provedení místního šetření (příloha P4) nebyly zjištěny významné odklony od dokumentace při realizaci díla, které by způsobily napadení dřevokaznou houbou. Nejistoty s realizací jsou spojeny s možností vniku dřevokazné houby již při výstavbě nevhodným skladováním, dále pak nedostatečné podklady o hloubce předepsané impregnace dřevěných prvků. Nicméně i při zajištění předepsané impregnace by k napadení dřevokaznou houbou došlo, protože ke vniku přispěly především výsušné trhliny.

Pro zajištění životnosti jakékoli konstrukce je nutná údržba. U této konstrukce by jistě pomohlo, kdyby byly praskliny pravidelně čištěny nebo lépe zaplněny materiálem zabraňujícím vniku nečistot a vlhkosti do jádra prvku. Informace o předepsaných a realizovaných údržbových pracích nejsou známy. Při vhodné údržbě by bylo možné nastalým problémům předejít nebo je minimalizovat.

5 Použitá literatura

5.1 Normy

- [1] ČSN 73 1701 (731701) *Navrhovanie drevených stavebných konštrukcií*. II. Bratislava, 1984.
- [2] ČSN 73 1901 *Navrhování střech – Základní ustanovení*. I. Praha, 1999.
- [3] ČSN 73 2611 (732611) *Úchyly rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1978.
- [4] ČSN 73 2810 (732810) *Dřevěné stavební konstrukce. Provádění*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1993
- [5] ČSN 73 3150 (733150) *Tesařské spoje dřevěných konstrukcí. Terminologie třídění*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1994.
- [6] ČSN 73 6203 (736203) *Zatížení mostů*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1987.
- [7] ON 73 6220 *Evidence mostů na dálnicích, silnicích a místních komunikacích*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1976.
- [8] ČSN EN 384 (731712) *Konstrukční dřevo. Zjišťování charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1996.
- [9] SN EN 408 (732072) *N Dřevěné konstrukce. Konstrukční dřevo a lepené lamelové dřevo. Zjišťování některých fyzikálních a mechanických vlastností*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1996.
- [10] ČSN 49 0600-1 (490600) *Ochrana dřeva - Základní ustanovení - Část 1: Chemická ochrana*. I. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1998.

5.2 Vyhlášky, zákony, směrnice

- [11] Zákon 36/1967 Sb. - Zákon o znalcích a tlumočnících ze dne 6. dubna 1967 v platném znění.
- [12] Vyhláška 37/1967 ministra spravedlnosti ze dne 17. dubna 1967 k provedení zákona o znalcích a tlumočnících
- [13] Vyhláška 11/1985 ministerstva spravedlnosti České socialistické republiky ze dne 23. ledna 1985, kterou se mění vyhláška ministerstva spravedlnosti č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících
- [14] Vyhláška 184/1990 ministerstva spravedlnosti České republiky ze dne 18. května 1990,
- [15] Vyhláška 77/1993 ministerstva spravedlnosti ze dne 10. února 1993, kterou se mění a doplňuje vyhláška ministerstva spravedlnosti č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů
- [16] Vyhláška 432/2002 Ministerstva spravedlnosti ze dne 1. října 2002, kterou se mění vyhláška č. 37/1967 Sb., k provedení zákona o znalcích a tlumočnících, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláška č. 312/1995 Sb., kterou se stanoví paušální částka nákladů trestního řízení.
- [17] Zákon číslo 50 ze dne 27. dubna 1976 o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění zákona č. 103/1990 Sb. a zákona č. 262/1992 Sb. SEVT a.s. Praha 1992.
- [18] Vyhláška číslo 83/1976 Sb. O obecných technických požadavcích na výstavbu ve znění vyhlášky č. 45/1979 Sb. a vyhlášky č. 376/1992 Sb. SEVT a.s. Praha 1992.

- [19] Vyhláška číslo 84/1976 Sb. O územně plánovacích dokladech a územně plánovací dokumentaci, ve znění vyhlášky č. 373/1992 Sb. SEVT a.s. Praha 1992.
- [20] Vyhláška číslo 85/1976 Sb. O podrobnější úpravě územního řízení a stavebním řádu ve znění vyhlášky č. 155/1980 Sb. a vyhlášky č. 388/1992 Sb. SEVT a.s. Praha 1992.
- [21] Zákon číslo 50/1976 Sb o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění zákona č. 103/1990 Sb. České národní rady, 425/1990 Sb., zákona č. 262/1992 Sb., zákona č. 43/1994 Sb., zákona č. 19/1997 Sb., a zákona č. 83/1998 Sb. ČKAIT Praha 1998.
- [22] Vyhláška č.132/1998 Sb., Vyhláška ministerstva pro místní rozvoj ze dne 29.5.1998, kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona.
- [23] Vyhláška č.131/1998 Sb., Vyhláška ministerstva pro místní rozvoj ze dne 29.5.1998 o územně plánovacích podkladech a územně plánovací dokumentaci.
- [24] Vyhláška č.137/1998 Sb., Vyhláška ministerstva pro místní rozvoj ze dne 9.6.1998 o obecných technických požadavcích na výstavbu.
- [25] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) ze dne 14. března 2006.
- [26] Vyhláška č. 498/2006 Sb., o autorizovaných inspektorech ze dne 10. listopadu 2006.
- [27] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ze dne 10. listopadu 2006.
- [28] Vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti ze dne 10. listopadu 2006.
- [29] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využití území ze dne 10. listopadu 2006.
- [30] Vyhláška č. 502/2006 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 o obecných technických požadavcích na výstavbu ze dne 10. listopadu 2006.
- [31] Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření ze dne 10. listopadu 2006.
- [32] Vyhláška č. 526/2006 Sb., kterou se provádí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu ze dne 22. listopadu 2006.
- [33] Nařízení vlády 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. Ze dne 13. července 2005
- [34] Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [35] Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění zákona č. 231/1992 Sb., č. 591/1992 Sb., č. 273/1993 Sb., č. 38/1994 Sb., č. 42/1994 Sb., č. 136/1994 Sb., č. 237/1995 Sb., a ve znění pozdějších předpisů
- [36] Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění zákona č. 164/1993 Sb., č. 275/1994 Sb., usnesení Poslanecké sněmovny ČR č. 276/1994 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

- [37] Výkonový a honorářový řád – výkony a honoráře architektů, inženýrů a techniků činných ve výstavbě – 2. vydání. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě + Česká komora architektů. ČSSI, ČKAIT a ČKA – Praha, listopad 1996.
- [38] Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, (horní zákon), ve znění zákona ČNR č. 541/1991 Sb., zákona č. 10/1993 Sb., zákona č. 168/1993 Sb., zákona č. 132/2000 Sb., zákona č. 258/2000 Sb., zákona č. 366/2000 Sb., zákona č. 315/2001 Sb., zákona č. 61/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 150/2003 Sb., zákona č. 3/2005 Sb. a zákona č. 386/2005 (účinnost od 1.1.2006)
- [39] Zákon ČNR č. 61/1988 Sb., o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, ve znění zákona ČNR č. 425/1990 Sb., zákona ČNR č. 542/1991 Sb., zákona č. 169/1993 Sb., zákona č. 128/1999 Sb., zákona č. 71/2000 Sb., zákona č. 124/2000 Sb., zákona č. 315/2001 Sb., zákona č. 206/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb., [úplné znění č. 408/2002 Sb.], zákona č. 150/2003 Sb., zákona č. 226/2003 Sb., zákona č. 227/2003 Sb., zákona č. 3/2005 Sb. a zákona č. 386/2005 Sb. (účinnost od 1.1.2006)
- [40] Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu při hornické činnosti a při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 477/1991 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 340/1992 Sb. ve znění vyhlášky ČBÚ č. 3/1994 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 54/1996 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 109/1998 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 434/2000 Sb., vyhlášky ČBÚ č. 330/2002 Sb., vyhlášky č. 141/2004 Sb. a vyhlášky č. 298/2005 Sb.
- [41] vyhláška ČBÚ ze dne 25. února 1997 č. 52/1997 Sb., kterou se stanoví požadavky k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při likvidaci hlavních důlních děl, ve znění vyhlášky ČBÚ č. 32/2000 Sb. a vyhlášky ČBÚ č. 592/2004 Sb. (dále jen vyhláška ČBÚ č. 52/1997 Sb.),
- [42] Zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů: úplné znění č. 47/1992 Sb., č. 264/1992 Sb., č. 267/1994 Sb., č. 104/1995 Sb.
- [43] Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů: č. 264/1992 Sb., č. 591/1992 Sb., č. 600/1992 Sb., č. 268/1993 Sb., č. 156/1994 Sb., č. 84/1995 Sb., č. 142/1996 Sb.
- [44] vyhláška 363/2005 Sb., kterým se mění vyhláška č. 324/90 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích s účinností od 4.10.2005.
- [45] vyhláška 324/90 Sb. o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích (Právní předpis č. 324/90 Sb. byl zrušen právním předpisem č. 601/2006 Sb. s účinností od 1.1.2007.)
- [46] *nařízení vlády č. 591/2006 Sb* 591/2006 Sb - Nařízení vlády k bezpečnosti a ochraně zdraví při práci na staveništích, znění platné od 1.1.2007
- [47] Vyhláška 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, Sbírka - částka: 80/2009, platnost: 26.8.2009, účinnost: 26.8.2009, Ruší předpis: 137/98, 191/2002, 491/2006, 502/2006 a provádí předpis: 183/2006

5.3 Odborná literatura

- [48] Technologické postupy ochrany dřeva, ČVUT Praha, Fakulta Stavební, 2013

- [49] Biologičtí škůdci dřeva, ČVUT Praha, Fakulta Stavební, 2012

5.4 Podklady na internetu

- [50] Odkaz na seznam znalců „JUSTICE.CZ“ Ministerstva spravedlnosti České republiky
[http://datalot.justice.cz/justice/repznatl.nsf/\\$\\$SearchForm?OpenForm](http://datalot.justice.cz/justice/repznatl.nsf/$$SearchForm?OpenForm) nebo
(<http://portal.justice.cz/uvod/justice.aspx>)
- [51] Odkaz na výrobce impregnací Korasit CK „KORA ochrona drewna“
(<http://kora.ochronadrewna.pl/>)

5.5 Podklady

- [52] Zpráva z prohlídky Vysokou Školou Báňskou – Technickou Univerzitou v Ostravě. Prohlídka na místě samém (kapitola 5.1, strana 15) se konala ve dnech 9. - 11. července 2015 včetně pořízení fotodokumentace (viz kapitola 12.1, strana 57, kapitola 0.1, strana 21) a zaměření nezbytných údajů.
- [53] Fotodokumentace pořízena ve dnech 9. – 11. 7. 2015 (kapitola 11.1, strana 44).

6 Znalecká doložka

Znalecký posudek byl podán znaleckým ústavem:

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, se sídlem v Ostravě - Porubě, tř. 17. listopadu 15, PSČ 708 33, zapsaným do druhého oddílu seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost v oborech projektování a stavebnictví s rozsahem znaleckého oprávnění pro stavebnictví, průmyslové a městské stavebnictví, stavební inženýrství, geotechnické a dopravní stavitelství, hornické a podzemní stavitelství, horninové inženýrství, teorii konstrukcí, výstavbu dolů a geotechniku, stavební hmoty a diagnostiku staveb.

Zápis byl proveden Rozhodnutím Ministra spravedlnosti České republiky JUDr. Pavlem Rychetským, pod číslem jednacím „M - 1009/2002“, v Praze dne 23. července 2002 na základě návrhu ministra školství, mládeže a tělovýchovy ze dne 31.8. 2001 a v souladu s ustanovením § 21 odst. 3 zákona č. 36/1967 Sb., o znalcích a tlumočnících, a ustanovení § 6 odst. 1 vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů a dále na základě rozhodnutí ministryně spravedlnosti JUDr. Daniely Kovářové, ze dne 28. 4. 2010, pod číslem jednacím 102/2010-OD-ZN.

Fakulta stavební VŠB-Technické univerzity Ostrava je zapsána do seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost - oddíl II v oborech projektování, stavebnictví a ekonomika.

Znalecký úkon je zapsán pod pořadovým číslem ZU – FAST 109/2015.

Prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan FAST VŠB-TU Ostrava

Příloha P1 – fotodokumentace

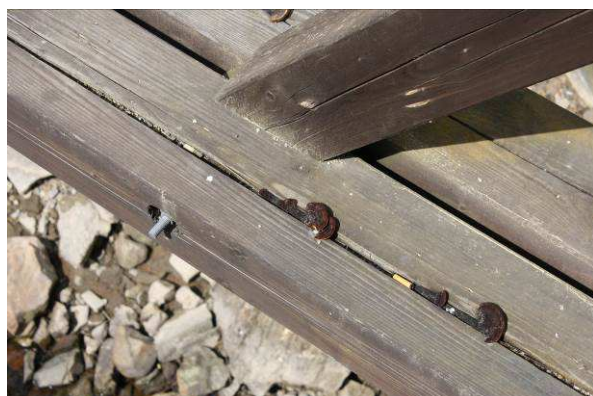
Fotografie místního šetření 9. - 11. 7. 2015



***Obrázek 4: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



***Obrázek 5: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



***Obrázek 6: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



***Obrázek 7: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



***Obrázek 8: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



***Obrázek 9: výskyt plodnic Trámovky
plotní - příčník***



*Obrázek 10: výskyt plodnic
Trámovky plotní - příčník*



*Obrázek 11: výskyt plodnic
Trámovky plotní - příčník*



*Obrázek 12: výskyt plodnic
Trámovky plotní - příčník*



*Obrázek 13: výskyt plodnic
Trámovky plotní - příčník*



Obrázek 14: nevhodné odvodnění



*Obrázek 15: plodnice Trámovky
plotní*



*Obrázek 16: plodnice Trámovky
plotní*



*Obrázek 17: plodnice Trámovky
plotní*



*Obrázek 18: zanesení trhlin
nečistovými*



*Obrázek 19: zanesení trhlin
nečistovými*



*Obrázek 20: zanesení trhlin
nečistovými*



*Obrázek 21: zanesení trhlin
nečistovými*



Obrázek 22: pohled na konstrukci mostu



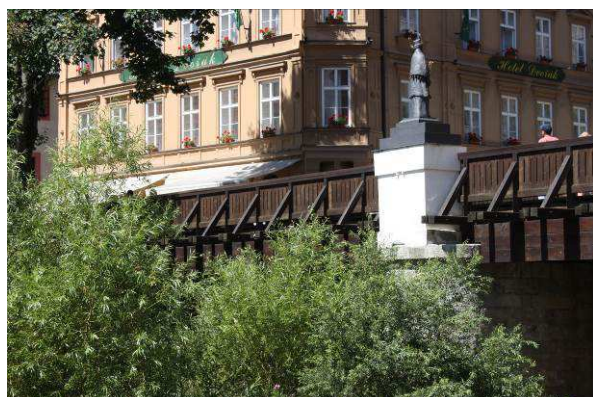
Obrázek 23: pohled na konstrukci mostu



Obrázek 24: pohled na konstrukci mostu



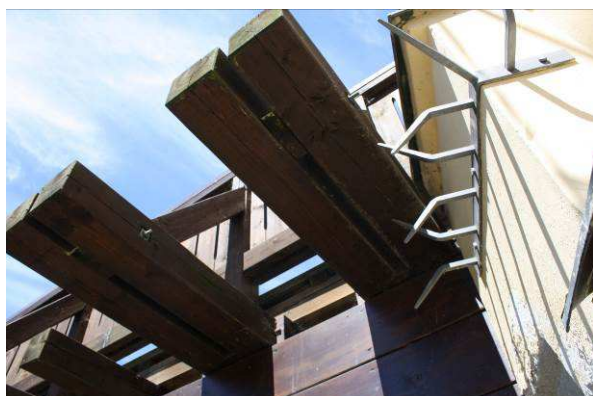
Obrázek 25: pohled na konstrukci mostu



Obrázek 26: pohled na konstrukci mostu



Obrázek 27: pohled na konstrukci mostu



Obrázek 28: přečnívající příčnice



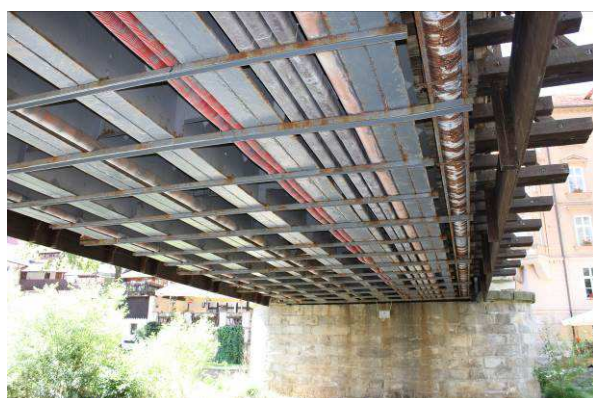
Obrázek 29: spodní část konstrukce



Obrázek 30: spodní část konstrukce



Obrázek 31: spodní část konstrukce



Obrázek 32: spodní část konstrukce



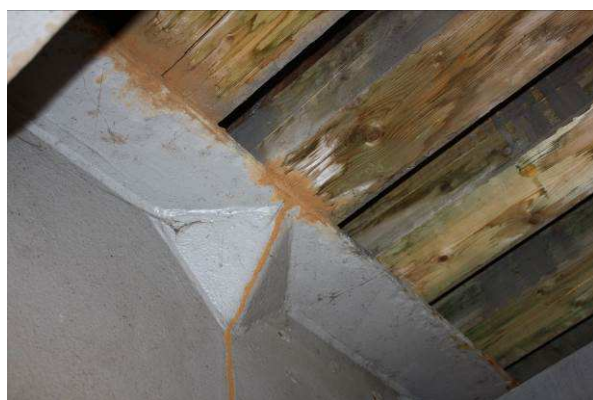
Obrázek 33: spodní část konstrukce



Obrázek 34: spodní část konstrukce



Obrázek 35: osazení příčníků na podélník

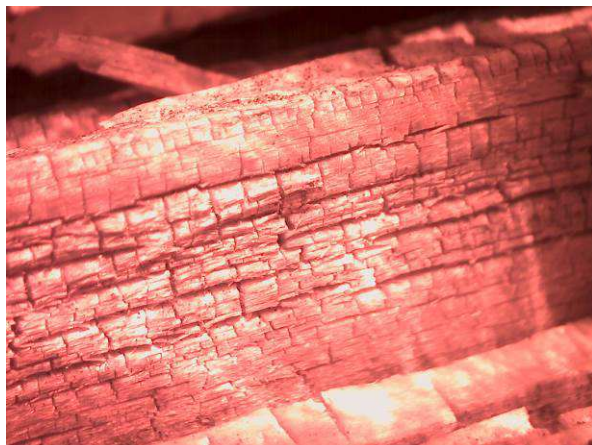


Obrázek 36: osazení příčníků na podélník

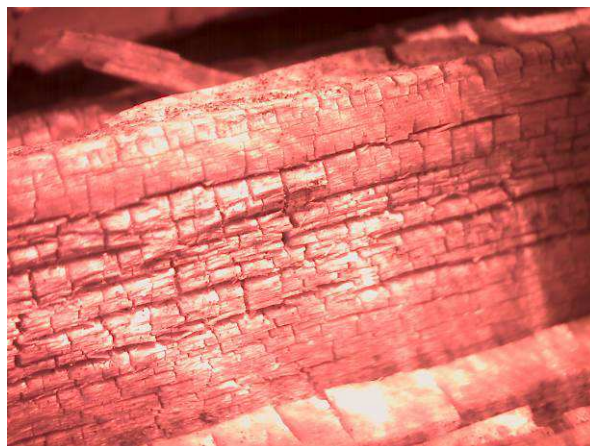


Obrázek 37: osazení příčníků na podélník

Mikroskopie



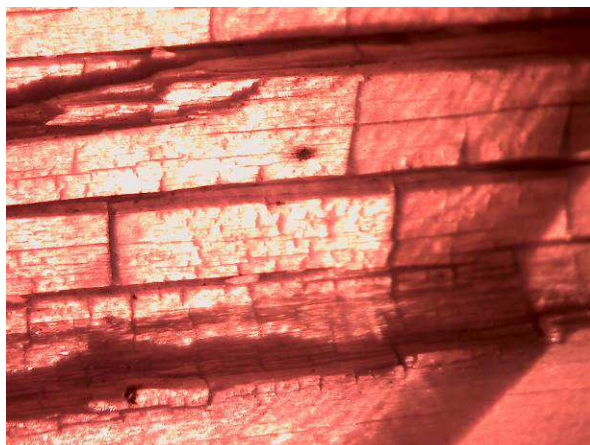
*Obrázek 38: mikroskopie
napadeného dřeva*



*Obrázek 39: mikroskopie
napadeného dřeva*



*Obrázek 40: mikroskopie
napadeného dřeva*



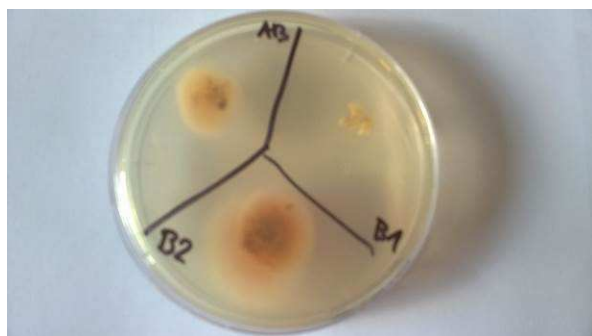
*Obrázek 41: mikroskopie
napadeného dřeva*



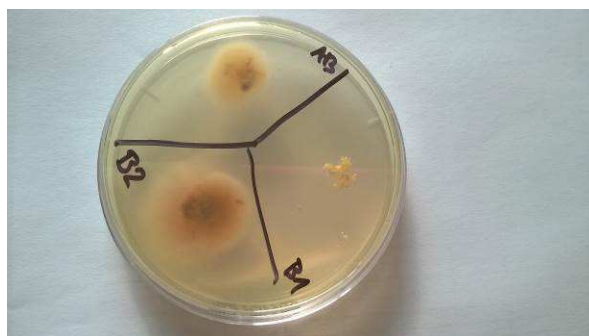
*Obrázek 42: mikroskopie zdravého
dřeva*



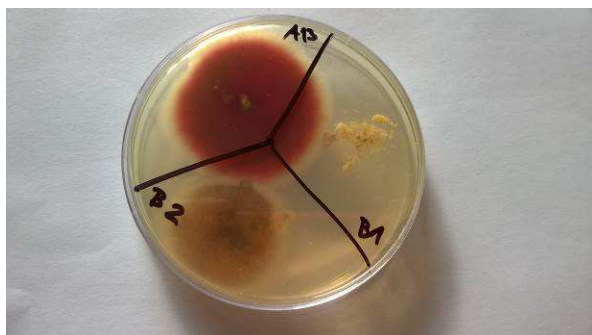
*Obrázek 43: mikroskopie zdravého
dřeva*



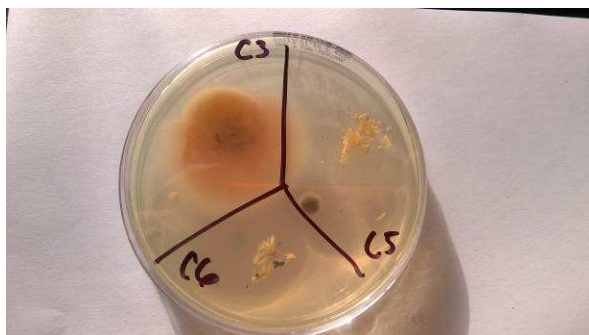
Obrázek 44: kultivace odebraných vzorků



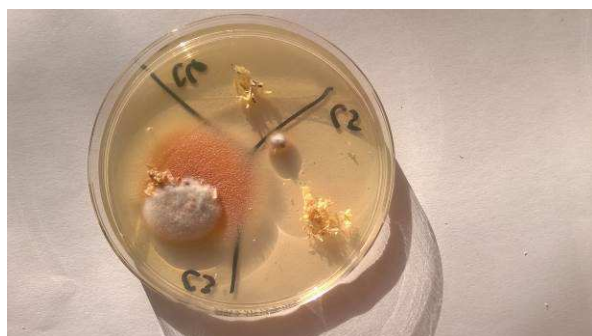
Obrázek 45: kultivace odebraných vzorků



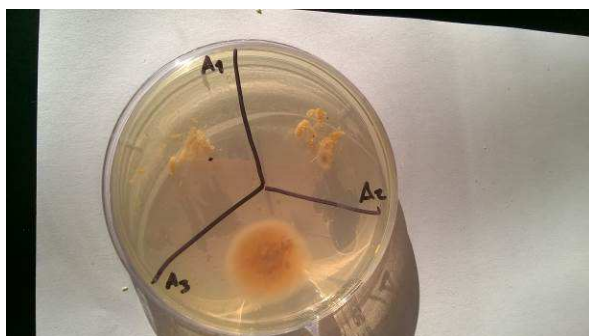
Obrázek 46: kultivace odebraných vzorků



Obrázek 47: kultivace odebraných vzorků



Obrázek 48: kultivace odebraných vzorků



Obrázek 49: kultivace odebraných vzorků

Příloha P2 - Ochrana dřeva a škůdci

1. Technologické postupy ochrany dřeva

Ochrana dřeva je soubor opatření na zachování nebo zlepšení užitkových vlastností dřeva. Zahrnuje ochranu surového dřeva, polotovarů i hotových výrobků. Rozlišujeme dva druhy ochrany dřeva - fyzikální a chemickou. Chemickou ochranou dřeva se rozumí ochrana dřeva chemickými sloučeninami. Způsoby, kterými se chemické ochranné látky vpravují do dřeva, případně nanášejí na povrch, se nazývá technologie impregnace dřeva. Fyzikální ochrana zahrnuje konstrukční úpravy, které zabrání pronikání vlhkosti do staveb.

1.1. Příprava dřeva a impregnačních roztoků [1]

Sortimenty dřeva určené k preventivní, dlouhodobé a dodatečné chemické ochraně musí vyhovovat ustanovením a doporučením ČSN (předmětovým normám, uskladnění, mechanickým přípravám apod.):

- Odkornění dřeva: kůra a lýko musejí být z dřevěných sortimentů důkladně odstraněné.
- Očištění dřeva: dřevo musí být řádně očištěné od pilin, třísek, prachu, starých nátěrů, olejových skvrn (při aplikaci vodných roztoků) apod.
- Úprava tvarů dřeva: veškeré mechanické opracování dřeva, tj. hoblování, dlabání, zařezávání, vrtání, krácení apod., musí být provedeno před impregnací.
- Úpravy dřeva před impregnací: vedou ke zlepšení průniku ochranných látek do dřeva. Mechanická úprava zdrsňuje povrch dřeva nařezáváním, napichováním, navrtáváním, tím se zvětšuje povrch dřeva a zlepšuje průnik látek do dřevní hmoty.
- Úprava vlhkosti dřeva: Vlhkost dřevěných sortimentů je třeba upravovat podle technologie chemické ochrany a použité impregnační látky. Při impregnaci olejovitými látkami nebo látkami rozpuštěnými v organických rozpouštědlech je nutné ošetřovat dřevo suché (do 20 % vlhkosti). Při použití vodných roztoků lze impregnovat dřevo s vlhkostí do 40 %. Při použití vhodného způsobu aplikace a koncentrace ochranného prostředku lze impregnovat i dřevo s vyšší vlhkostí. Při povrchové ochraně suchého dřeva (pod 15 %) vodnými roztoky je vhodné dřevo předem zvlhčit.
- Zdravotní stav dřeva: v rámci preventivní chemické ochrany se impregnuje dřevo zdravé, nenapadené biotickými škůdci. V případě dodatečné ochrany je možné impregnovat i dřevo částečně poškozené, jehož pevnost vyhovuje požadavkům na ně kladeným. Musí být použit takový způsob a ochranný prostředek, který zajistí plné prosycení poškozených částí účinnou látkou a zároveň její proniknutí i do zdravého dřeva, kde vytvoří ochrannou toxickou vrstvu. Při požadavku ochrany proti biotickým škůdcům a současně i proti ohni je nutno při použití chemického ochranného prostředku proti ohni bez fungicidních a insekticidních vlastností materiál nejprve chránit proti biotickým škůdcům. Použité chemické ochranné prostředky musí být vzájemně mísitelné, aniž by došlo k jejich reakci. Každý ochranný způsob lze použít jedině při teplotě dřeva a jeho okolí vyšších než +5°C. V případě nutnosti impregnace při

nižších teplotách se musí dřevo před vlastní ochranou prohřát např. předpařením. Impregnační roztoky vodouředitelných ochranných prostředků se připravují nalitím odváženého (odměřeného) množství prostředku do příslušného množství vody a následným promícháním. Např. pro přípravu 100 l 10 %ního roztoku se naváží 10 kg ochranného prostředku (nebo se odměří příslušný objem prostředku vypočtený z hustoty) a rozpustí se v 90 l vody (doplní se do 100 l vodou). Příprava impregnačních roztoků a jejich skladování je nutné provádět ve vyhrazeném prostoru na nepropustném podkladě.

1.2. Provádění ochrany

V praxi používané způsoby ochrany dřeva se dělí na:

- beztlakové (nátěr, postřik, máčení, ponořování, polévání)
- tlakové (vakuová impregnace, vakuotlaková impregnace)
- speciální (injektáže, bandážování, impregnace pomocí difúze)

Účelem všech impregnačních postupů je vpravit do dřevní hmoty (nebo na její povrch) dostatečné množství ochranného prostředku a dosáhnout jeho potřebného rozložení v chráněném materiálu.

Zásadními ukazateli kvality impregnace jsou:

- příjem impregnační látky vyjádřený v [kg/m³] (při hloubkové - tlakové impregnaci) nebo v [g/m²] (při beztlakové - povrchové impregnaci) a impregnační hloubka udávaná v [mm].

Výpočet průměrného příjmu ochranného prostředku se provádí:

Při hloubkové ochraně:

a) z rozdílu hmotností dřeva před a po ochraně, objemu dřeva a koncentrace ochranného prostředku

$$X = \frac{(G2 - G1) \cdot c}{V \cdot 100} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

G1 hmotnost dřeva před ochranou v [kg]

G2 hmotnost dřeva po ochraně v [kg]

c koncentrace ochranného prostředku v [%]

V objem chráněného dřeva v [m³]

b) ze spotřeby ochranného prostředku, jeho koncentrace, hustoty a objemu dřeva

$$X = \frac{V2 \cdot c \cdot h}{V1 \cdot 100\,000} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

V1 objem chráněného dřeva v [m³]

V2 spotřebované množství ochranného prostředku v [l]

c koncentrace ochranného prostředku v [%]

h hustota ochranného prostředku v [kg/m³]

Při povrchové ochraně

ze spotřeby ochranného prostředku, jeho koncentrace, hustoty, povrchu chráněného dřeva a konstanty

$$X = \frac{V \cdot c \cdot h}{P \cdot 100} \cdot K \text{ [g/m}^2\text{]}$$

V spotřebované množství ochranného prostředku v [l]

c koncentrace ochranného prostředku v [%]

h hustota ochranného prostředku v [kg/m³]

P povrch chráněného dřeva v [m²]

K konstanta vyjadřující využitelnost ochranného prostředku s ohledem na ztráty. Při ochraně nátěrem K = 0,8 až 0,9; při ochraně postřikem K = 0,5 až 0,7.

Výpočet příjmu prostředku v proimpregnované zóně (podle nových požadavků formulovaných v ČSN EN 351 -1) se provádí:

- *u hloubkových technologií impregnace* (když jsou konkrétní požadavky na hloubku průniku vyšší než 3 mm) stejnými metodami jako při výpočtu průměrného příjmu, s tím rozdílem, že se do výpočtových vzorců za objem chráněného dřeva dosazuje pouze objem proimpregnované části získaný vynásobením plochy povrchu dřeva dosaženou (nebo požadovanou) hloubkou průniku.
- *u povrchových způsobů aplikace* (kdy nejsou konkrétní požadavky na hloubku impregnace) vyšší než 3 mm) je proimpregnovanou zónou povrch výrobku vynásobený „hloubkou průniku“ 3mm.

Příjem se u obou způsobů impregnace vyjadřuje v kg/m³ proimpregnované vrstvy dřeva. Objektivně se jeho hodnoty zjistí pouze chemickým rozбором vzorků impregnovaného dřeva odebraných podle ČSN EN 351-2. Impregnace se považuje za dostatečnou jestliže je v proimpregnované zóně dosažen příjem dosahující minimálně hranice účinnosti použitého prostředku. Zjišťování hloubky průniku impregnační látky se provádí chemickou indikací přítomnosti účinných složek v chráněném dřevě. K indikaci se používají metody uvedené v ČSN 490609.

1.3. Beztlakové technologie

Nátěr a postřik

Ochrana dřeva nátěrem a postřikem se provádí jednak na hotových nebo demontovaných prvcích a také na zabudovaných dřevěných konstrukcích. Postřik se uplatňuje zejména na špatně přístupných místech již zabudovaného dřeva. Velký vliv na příjem ochranné látky má povrch dřeva. Nehoblované řezivo má přibližně dvojnásobný příjem látky na jednotku plochy než řezivo hoblované. Dalším faktorem ovlivňujícím příjem ochranné látky je sklon řeziva. Ve svislé poloze řeziva je nános asi o 1/3 menší než nános ve vodorovné poloze. Maximální nánosy ve svislé a šikmé poloze.

Tabulka 4: Opracování dřeva pro ochranu před škudci

Opracování dřeva	Nános roztoku [g/m ²]
Hrubě opracované řezivo	200 – 250
Hladce opracované řezivo (hoblované)	100 – 120

Při opakovaných ošetřeních je rozdíl mezi prvním a následujícími nánosy. Druhý nános bývá o 25 - 60% menší než první. Při opakovaném ošetření platí zásada, že další ošetření se provádí až po zaschnutí předchozího nánosu. Ztráty ochranného prostředku se počítají při nátěru max. 10 %. Ztráty při postřiku jsou závislé na technickém vybavení a rozměrech chráněného dřeva a činí 50 – 100 %. Obvykle platí: bezvzduchové stříkání - menší ztráty vzduchové stříkání - větší ztráty.

Hloubka průniku závisí:

- na použité dřevině
- na množství ochranného prostředku
- na vlastnostech dřeva (stářím dřeva se snižuje schopnost prostředků pronikat do hmoty až o 25 %)
- na způsobu nánosu
- na viskozitě roztoku
- u vodných roztoků také na povrchovém napětí (při ochraně starého dřeva se doporučuje použít smáčedla)

Preventivní ochrana dřeva postřikem se provádí ve stacionárních zařízeních (stříkáci tunely, kabiny). K dodatečné ochraně již zabudovaných konstrukcí se používají přenosné tryskové postřikovače. Ponořování a máčení se provádí v nádržích a vanách a to buď plynule (kontinuálně) nebo v intervalech (diskontinuálně). Máčení po dobu 1 minuty odpovídá příjmu ochranné látky jako u dvojnásobného nátěru (postřiku). Máčením dřeva po dobu min. 30 min. lze docílit jeho dostatečné povrchové ochrany (v závislosti na koncentraci roztoku). Dlouhodobým máčením delším než 24 hodin je možné zajistit až hloubkovou ochranu. Hloubka průniku beztlakovými způsoby ochrany se pohybuje u vodných roztoků okolo (1 – 2) mm u prostředků na bázi organických rozpouštědel nebo olejovitých cca (4 – 8) mm. U dlouhodobého máčení je hloubka průniku větší.

Pravděpodobná závislost příjmu vodorozpustných přípravků na době máčení pro smrkové dřevo:

Tabulka 5: Závislost příjmu vodorozpustných přípravků na době máčení pro smrkové dřevo

Opracování povrchu dřeva	Doba máčení v hodinách	Příjem impreg. roztoku [g/m ²]	Příjem vodorozpustných přípravků [g/m ²]	
			při koncentraci 10 %	při koncentraci 20 %
hrubé (od pily)	1	300	30	60
	8	500	50	100
	16	620	62	124
	24	700	70	140
	48	800	80	160
hladké (hoblované)	1	220	22	44
	8	450	45	90
	16	550	55	110
	24	620	62	124
	48	750	75	150

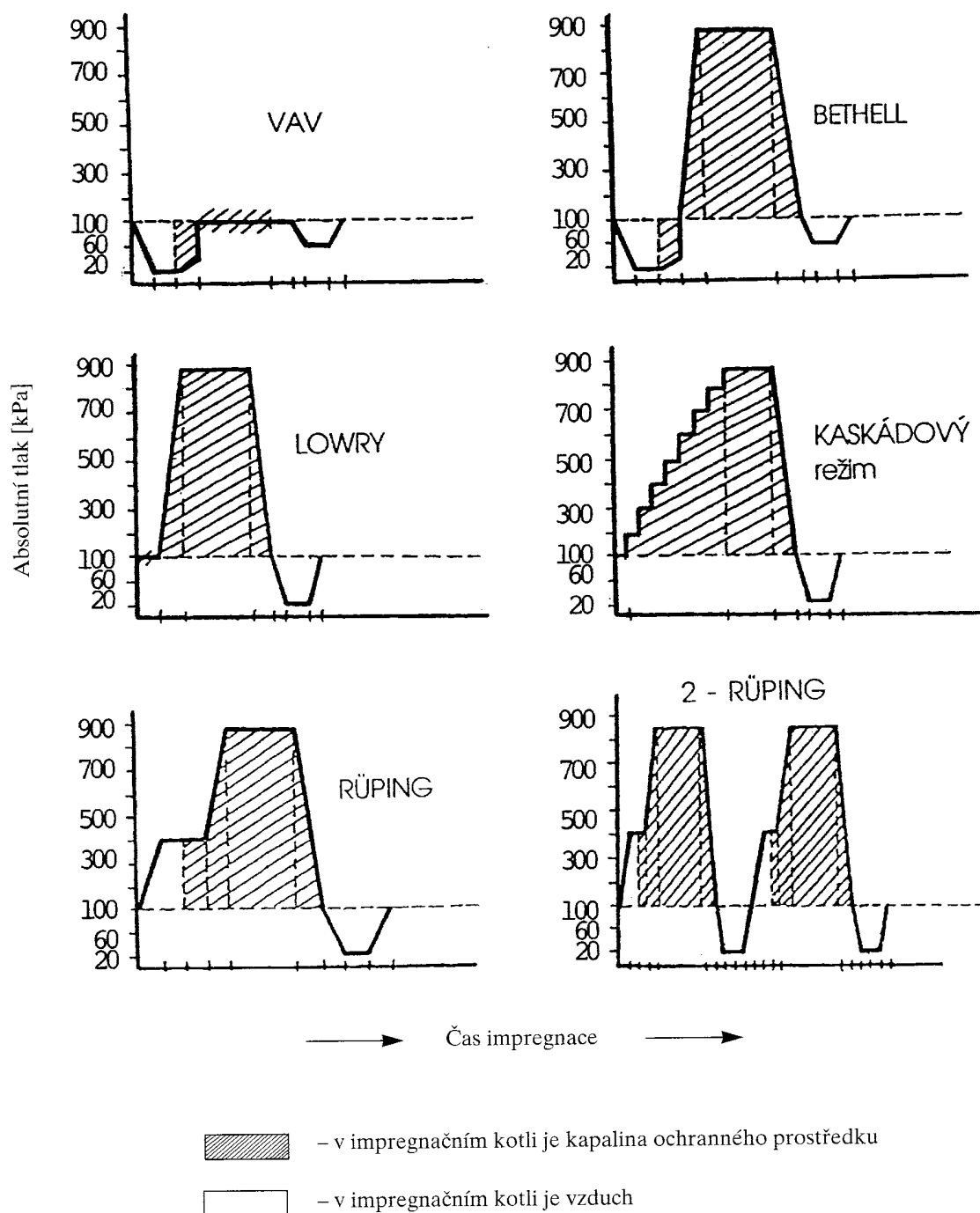
1.4. Tlaková technologie

Pronikání impregnačních látek do dřeva ovlivňuje mimo jiné i druh dřeviny. Vzhledem ke své anatomické stavbě jsou jednotlivé druhy dřeva různě propustné pro kapaliny, tzn. Různě impregnovatelné. Mezi lehce impregnovatelné dřeviny řadíme např. borovici-běl, modřín-běl, buk a většinu listnatých dřevin. Těžce impregnovatelné jsou pak smrk, jedle, dub a veškeré jádrové dřevo (borovice). Tlakové impregnační technologie využívají rozdílných tlaků uvnitř a vně dřeva. Kombinací podtlaku ve dřevě, přetlaku impregnační látkou, přetlaku vzduchu, teploty apod. se dosáhne maximálního prosycení dřevní hmoty impregnační látkou v poměrně krátké době. Příjem a hloubka průniku ochranných látek jsou definované v platných normách a pohybují se od 3 mm do několika centimetrů. Tlaková impregnační technologie má průmyslový charakter. Provádí se

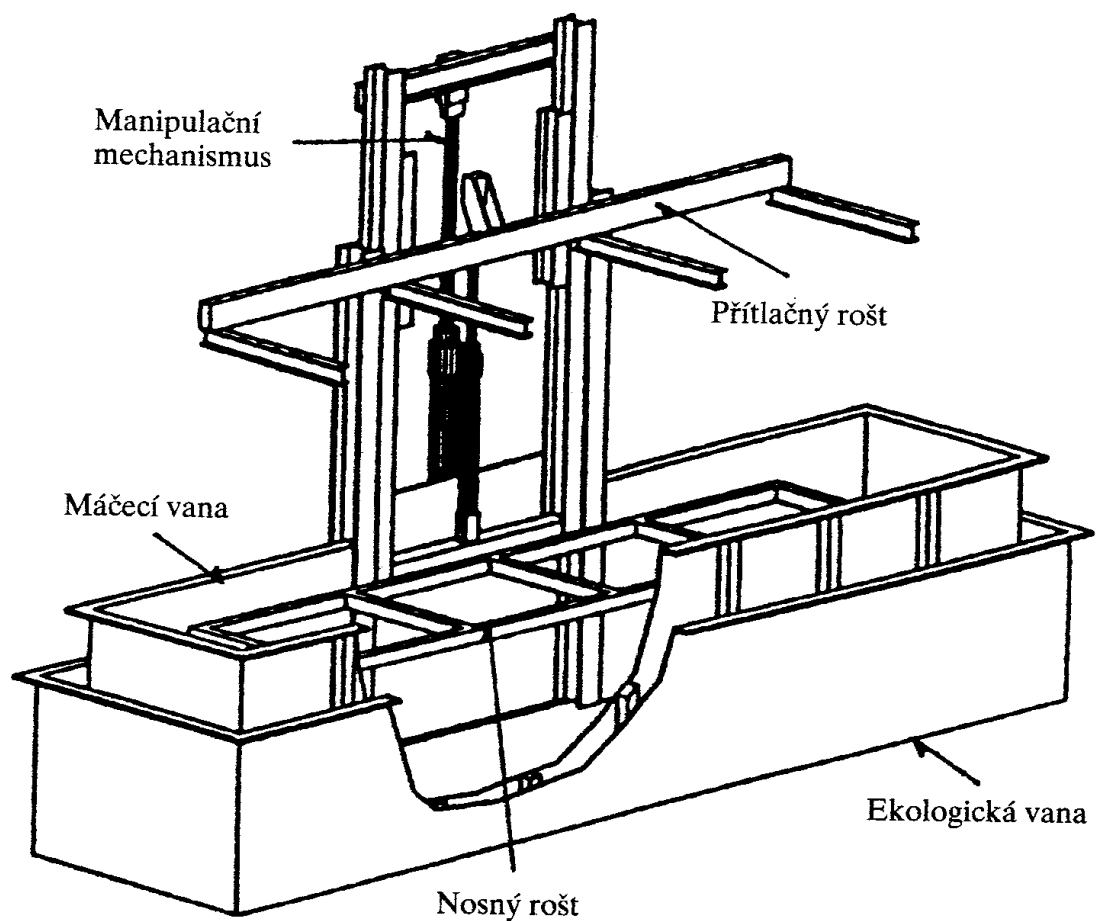
v impregnačních stanicích sestávající z prostorů na manipulaci se dřevem, skladů řeziva a ošetřených sortimentů, samotného impregnačního zařízení.

- Impregnační zařízení se skládá:
 - z tlakových nádrží (impreg. kotel, předehříváč, odměrka, chladič, stáček nádrže,...)
 - z beztlakových nádrží (zásobníky, rozpouštěcí nádrže)
 - ze strojního zařízení (čerpadla, kompresor)
 - z rozvodného tlakového potrubí s armaturami a ohřevního systému.

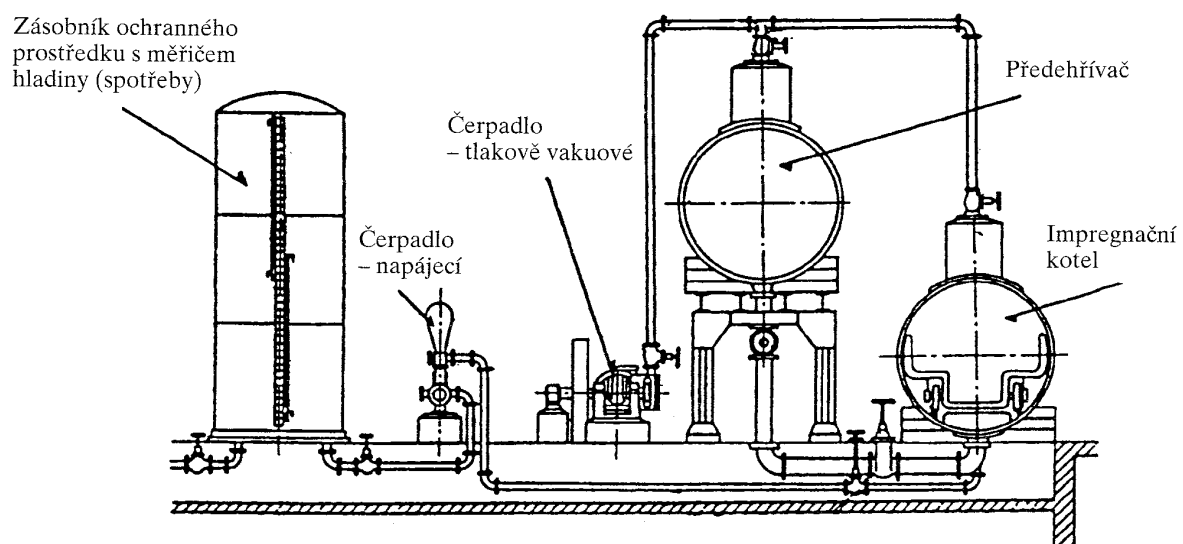
- Tlakové impregnační postupy dělíme na:
 - Způsoby impregnace suchého dřeva o vlhkosti do 30 – 40 %*
 - impregnace s částečným nasycením dřeva (Lowry)
 - impregnace s plným nasycením dřeva (podle Bethella)
 - impregnace úsporným způsobem (podle Rüpinga)
 - Způsoby impregnace dřeva s vysokou vlhkostí 60 - 90 – 100 %:*
 - cyklické impregnační postupy
 - pulzační impregnační postupy



Obrázek 3: Diagram technologických postupů tlakové impregnace dřeva



Obrázek 4: Náskres zařízení na impregnaci dřeva máčením



Obrázek 5: Zřízení pro tlakovou impregnaci dřeva

1.5. Speciální druhy impregnací

Speciální druhy ochrany dřeva se využívají při dodatečné ochraně již zabudovaných dřevěných prvků nebo konstrukcí, tam, kde použití tradičních technologií (nátěr, postřik) není technicky proveditelné nebo průnik takto aplikované ochranné látky je nedostačující.

- Injektáže

Injektáž je impregnace pomocí vývrtů a vpichů, která se používá při sanaci zabudovaných konstrukcí jak zdravých, tak částečně napadených biotickými škůdci. Do dřeva se vpichuje, popř. do předvrtaných otvorů vstříkuje nebo vtlačí ochranná látka, která penetruje do okolních částí dřeva. Vtlačení látky do otvorů je třeba provádět mírným přetlakem (pomocí čerpadla, tlaku vzduchu). Touto technologií lze docílit plného proimpregnování dřevěných prvků. Systém otvorů je třeba volit tak, aby se minimálně snížily mechanické vlastnosti dřeva a zároveň se dosáhlo potřebného rozložení impregnační látky ve dřevě. Rozteč vyvrtaných otvorů v podélném směru činí max. 100 mm, v příčném směru 30 mm až 50 mm, jejich hloubka se doporučuje min. do 1/3 tloušťky a průměr vyvrtávaných otvorů 5 mm až 10 mm.

- Bandážování

Impregnace dřeva bandážováním je založena na fyzikálních jevech, osmoze a difuzi (impregnační látka proniká z míst s vysokou koncentrací do míst s nižší koncentrací). Používají se vodorozpustné impregnační látky ve formě pasty, které se nanášejí na povrch dřevěných sortimentů. Vlivem osmozy a difuze proniká impregnační látka do dřevní hmoty. Vyšší vlhkost dřeva usnadňuje pronikání impregnačního prostředku do dřeva a zvyšuje impregnační hloubku.

- Panelová impregnace

Ze zásobníku je ochranný prostředek ve formě vodného roztoku rozváděný vhodným tkaninovým systémem do povrchových partií chráněného prvku. Doba trvání je několik dní až týdnů.

2. Biologičtí škůdci dřeva [2]

Škůdce dřeva můžeme rozdělit do tří skupin.

- Jsou to: a) dřevozbarvující houby
b) dřevokazné houby
c) dřevokazný hmyz

Dřevozbarvující houby se dále dělí na plísňe a modrající houby. Tato skupina biotických škůdců dřeva je méně nebezpečná, než zbývající dvě skupiny, protože dřevozbarvující houby na rozdíl od ostatních škůdců dřeva nezpůsobují rozklad dřevní hmoty, pouze znehodnocují dřevo opticky. Jejich výskyt je tedy nežádoucí zejména tehdy, jestliže má dřevo plnit dekorativní funkci. Z hygienického a zdravotního hlediska jsou však dřevozbarvující houby přinejmenším srovnatelné s dřevokaznými houbami a více nebezpečné než dřevokazný hmyz. Zejména spory plísní negativně působí na lidský organismus a často způsobují respirační potíže, bolesti hlavy apod.

2.1. Plísňe

Část nejdůležitějších zástupců se systematicky řadí do třídy Zygomycetes (houby spájkivé), část do třídy Fungi imperfecti (houby nedokonalé).

Základním opatřením omezujícím výskyt plísní je nízká relativní vlhkost vzduchu a v důsledku toho i nízká vlhkost dřeva. Ta by neměla překročit hodnotu 20%. Při vyšší vlhkosti dřeva je již výskyt plísní možný, i když v praxi se porosty plísní na dřevě objevují ve větším měřítku až při vlhkostech dřeva okolo 35 – 40 % a vyšších. Plísňe nerozkládají dřevní hmotu, za potravu jim slouží zásobní látky (převážně jednoduché cukry) a nečistoty na povrchu dřeva.

Dřevo napadají nejčastěji zástupci třídy Fungi imperfecti, především rody *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Alternaria* a další.

Rod *Penicillium*

Je druhově velmi bohatý, jeho mycelium obvykle vytváří nízké porosty různých odstínů zeleně. Nejčastěji se vyskytují druhy *Penicillium cyclopium*, *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium frequentans*, *Penicillium notatum*, *Penicillium vermiculatum* a další.

Rod *Aspergillus*

I tento rod je druhově bohatý, mycelium vytváří porosty (kolonie) různě zbarvené. Vzhled kolonií bývá sametový, zrnitý, vlnatý nebo vločkovitý. Nejčastěji se vyskytují druhy *Aspergillus niger* (černě zbarvené porosty), *Aspergillus amstelodami* (žlutozeleně zbarvené porosty), *Aspergillus versicolor* (různé odstíny porostů, nejčastěji modrozelené a zelené), *Aspergillus flavus* (žluté až žlutozelené porosty) a další.

Rod *Trichoderma*

Nejčastějším zástupcem je *Trichoderma viride*, který vytváří nejprve vatovité, později žlutozelené až tmavozelené porosty.

Rod *Paecilomyces*

Vytváří vlnaté, práškovité nebo slabě provazcovité porosty různé barvy. Nejčastějším zástupcem je druh *Paecilomyces varioti*, který vytváří žlutohnědé až olivově tmavohnědé porosty.

Rod *Alternaria*

Vytváří nízké černošedé až olivověhnědé sametové porosty. Nejčastějším zástupcem je druh *Alternaria alternata*.

Rod Stemphylium

Vytváří nízké šedé porosty vzhledově podobné rodu *Alternaria*. Nejčastějším zástupcem je druh *Stemphylium sarcineaforme*.

2.2. Modrací houby

Narozdíl od plísní jejich mycelium proniká částečně do dřeva, výhradně do jeho bělových partií, které může zcela prorůst. Způsobují větší nežádoucí změny dřeva než plísně. V napadeném dřevu se objevují různobarevné pásy, pruhy nebo celé plochy, zbarvené nejčastěji modrošedě, šedě, šedočerně až černě.

Modrací houby nejčastěji napadají čerstvé řezivo, které má dostatečnou vlhkost, zejména pokud není proloženo a nemůže tak přirozeně vysychat.

Podobně jako plísně i modrací houby vyžadují vysokou vlhkost dřeva. Při vyšší vlhkosti dřeva než 20% je již výskyt modracích hub možný, i když v praxi se objevují ve větším měřítku až při vlhkostech okolo 40 – 50 % a vyšších. Nerozkládají rovněž dřevní hmotu (nesnižují mechanické parametry dřeva), za potravu jim slouží zásobní látky uložené ve vodivých cestách bělových partií.

Část nejdůležitějších zástupců se řadí do třídy *Fungi imperfecti* (houby nedokonalé), část do třídy *Ascomycetes* (houby vřeckovýtrusné). Dřevo napadají nejčastěji rody *Aureobasidium*, *Ceratocystis*, *Sclerophoma*, *Graphium* a další.

Rod Aureobasidium (Fungi imperfecti)

Vytváří šedočerné později až černé porosty. Nejčastěji se vyskytuje druh *Aureobasidium pullulans*.

Rod Ceratocystis (Ascomycetes)

Vytváří rovněž šedočerné porosty, poněkud světlejší než rod *Aureobasidium*. Nejčastěji se vyskytuje druh *Ceratocystis piliifera*, který způsobuje modrošedé zbarvení dřeva borovice, méně často smrku.

Rod Sclerophoma (Fungi imperfecti)

Vytváří šedočerné porosty podobné rodu *Aureobasidium*. Nejčastěji se vyskytují druhy *Sclerophoma entoxylina* a *Sclerophoma pithyophila*, které způsobují povrchové šedé zbarvení dřeva borovice i smrku.

Rod Graphium (Ascomycetes)

Vytváří černé porosty. Nejčastěji se vyskytuje druh *Graphium ulmi*, který způsobuje tzv. grafiózu jilmů, jejímž důsledkem je usychání a odumírání těchto stromů. Jiné druhy způsobují nežádoucí tmavé zbarvení dřeva borovice a smrku.

Mezi nejvýznamnější biotické činitele, které přímo působí rozklad dřeva (úbytek hmotnosti případně i objemu) se řadí dvě skupiny škůdců - dřevokazné houby a dřevokazný hmyz.

2.3. Dřevokazné houby

Největšími škůdci dřeva jsou dřevokazné houby, které napadají jak stojící stromy („živé“ dřevo), tak i čerstvé řezivo a dřevo zabudované ve stavebních konstrukcích („mrtvé“ dřevo).

Morfologie (vnější vzhled) dřevokazných hub

Dřevokazné houby se řadí většinou mezi houby stopkovýtrusné (Basidiomycetes), částečně i vřeckovýtrusné (Ascomycetes). Neobsahují chlorofyl - zeleň listovou, a proto nemohou jako vyšší rostliny asimilovat a musí se živit látkami vytvořenými vyššími rostlinami.

Jejich tělo se nazývá stélka, která je vytvořena z vláken (hyf). Hyfy jsou mnohobuněčná vlákna, která rostou do značné délky a silně se větví.

Stélku dělíme na dvě části, a to:

- a) vegetativní - tato část proniká dřevem a rozkládá jeho stavební prvky (především celulozu a lignin), které slouží houbě za potravu. Tato část stélky se nazývá též podhoubí (mycelium).
- b) fruktifikační - tato část stélky je složena z navzájem spletených hyf, na nichž se vytváří různé útvary a na nich nebo v nich vznikají výtrusy (spory), kterými se houba rozmnožuje. Tato část stélky se nazývá též plodnice. Vzhled plodnic je typický pro každý druh houby a je nejlepším vodítkem k jejímu určení.

Produkce spor houbou je obrovská. V době plné aktivity (zralosti) houby vytváří jedna plodnice až řádově 108 spor za hodinu. Spory jsou pak snadno roznášeny větrem, hmyzem nebo vodou. Dopadnou-li na vhodný substrát, mohou za příznivých podmínek vyklíčit. Ze spory nejprve vyklíčí jemné tenké vlákno, které se dále dělí a vzniká tak tzv. primární mycelium. Typické pro něj je, že je složeno pouze z tenkostěnných buněk. Spojováním buněk primárního mycelia a jejich dalším růstem se vytváří tzv. sekundární mycelium. Typické jsou pro něj přezky, které vznikají spojením sousedních buněk a jejich překlenutím příčnou přehrádkou.

Při dalším růstu houby se mycelium dělí na:

- a) substrátové - rozšiřuje se uvnitř dřeva, stravuje obsah dřevních buněk a zajišťuje tak výživu houby
- b) povrchové - rozrůstá se po povrchu dřeva a obvykle se z něj dalším vývojem vytváří plodnice.

Jednotlivé druhy hub mají mycelium typicky zbarvené. Některé houby jsou též schopny vytvářet z povrchového mycelia různé silné a dlouhé provazce nazývané rhizomorfy. Tyto útvary jsou typické zejména pro dřevomorku domácí. Rhizomorfy této houby jsou schopny prorůstat i zdivem a porůstat různé materiály, jejich typickou vlastností je, že nejsou vázány na výživnou hodnotu substrátu.

Rozdělení dřevokazných hub

Dřevokazné houby můžeme rozdělit z několika hledisek:

A) Podle způsobu tvorby výtrusů na:

- a) houby stopkovýtusné (Basidiomycetes) - výtrusy se vytvářejí na zvláštních buňkách nazývaných basidie. Mezi ně patří většina našich dřevokazných hub.
- b) houby vřeckovýtusné (Ascomycetes) - výtrusy se vytvářejí uvnitř kulovitých útvarů nazývaných vřeka.

B) Podle schopnosti napadat „živé“ nebo „mrtvé“ dřevo na:

- a) houby parazitické - napadají pouze rostoucí stromy nebo keře,
- b) houby saprofytické - napadají pouze řezivo nebo zabudované dřevěné konstrukce,
- c) houby saproparazitické - jsou schopny vegetovat na „živém“ i „mrtvém“ dřevě, řadí se sem většina druhů dřevokazných hub.

C) Podle zdrojů výživy na:

- a) houby celulozovorní - stravují pouze celulozu a příbuzné látky (hemicelulozy ap.), (např. Coniophora, Serpula)
- b) houby ligninovorní - stravují pouze lignin (např. některé druhy rodu Trametes).

Z praktického hlediska je dělení na houby celulozovorní a ligninovorní důležité, protože rozklad dřeva, který způsobují, je od sebe navzájem výrazně odlišný.

Celulozovorní houby způsobují rozkladný proces dřeva nazývaný hnědá hniloba.

V počáteční fázi rozkladu je dřevo načervenalé až rezavě červené a postupně hnědne uvolňovaným ligninem. Jeho pevnost je ještě z větší části zachována. Ve střední fázi rozkladu už pevnost dřeva výrazně klesá, dřevo se postupně stává měkkým, křehkým, snadno lámatelným, třísky na lomu jsou kratší než u zdravého dřeva.

V pokročilé fázi rozkladu je dřevo již zcela křehké a měkké, lom je zcela hladký, nebo se dřevo drobí a rozpadá na prach. Často je na dřevě zřetelný kostkovitý rozklad, který je způsoben výraznými ztrátami na hmotnosti i objemu.

Ligninovorní houby způsobují rozkladný proces dřeva nazývaný bílá hniloba. Napadené dřevo většinou zesvětlí, i když v první fázi rozkladu se může dočasně vyskytnout tmavší zabarvení. Někdy dřevo bělá rovnoměrně v celé části zasažené houbou, jindy má jen světlé pruhy, nebo se rozkládá tak, že se v něm tvoří nápadné dvůrky (komůrky) naplněné bílou nestrávenou celulózou. Dřevo se postupně stává měkkým až drobivým. Se ztrátou hmotnosti však prakticky neubývá na objemu a proto nedochází ke kostkovitému rozkladu jako u hnědé hniloby.

Vliv vlhkosti na rozvoj dřevokazných hub:

Dřevokazné houby potřebují dostatečné množství vody při všech svých životních pochodech. Vlhkost prostředí je nutná pro vyklíčení spor, umožňuje činnost enzymů, rozkládání buněčných stěn a další vnitřní biochemické pochody, jako je trávení apod.

Jednotlivé druhy dřevokazných hub mají svoje specifické požadavky na rozsah vlhkosti dřeva, při kterém ho mohou rozkládat.

Pro každý druh dřevokazné houby tak můžeme stanovit minimální vlhkost dřeva, při které je ještě možný její růst a rozvoj. Při optimální vlhkosti dřeva je růst a rozvoj houby nejrychlejší. Maximální vlhkost dřeva je taková, nad kterou je již růst a rozvoj houby zastaven.

Z hub, které mají nízké nároky na vlhkost dřeva lze uvést jako typický příklad dřevomorku domácí (Serpula lacrymans), (optimální vlhkost dřeva 25 – 30 %). Z hub které mají střední nároky na vlhkost např. pornatku zprohýbanou (Poria vaporaria) (optimální vlhkost dřeva 35 – 40 %). Z hub, které mají vysoké nároky na vlhkost, je typickým zástupcem koniofora sklepní (Coniophora puteana) (optimální vlhkost dřeva 50 - 60%).

Snížením vlhkosti dřeva pod minimální přestávají veškeré projevy života a houba se dostává do tzv. latentního stadia. Z tohoto pohledu je důležitým mezníkem vlhkost dřeva 20 %.

Při nižší vlhkosti dřeva než 20% zastavují totiž své životní pochody všechny známé druhy dřevokazných hub a není tak možný jejich růst, rozvoj a destrukční činnost.

Proto také není nutné chemicky chránit proti dřevokazným houbám zakryté dřevěné konstrukce, jejichž vlhkost je trvale nižší než 20%, za předpokladu, že k nim je zajištěn přístup a je tak možná jejich pravidelná kontrola.

Růst houby a její destrukční činnost ve dřevě je omezena vlhkostí také směrem nahoru. Při velkém obsahu vlhkosti mají houby nedostatek vzduchu a jejich růst je zastaven. Tento stav nastává při poklesu objemu vzduchu ve dřevě pod cca 20% Proto nehnije dřevo, které je ponořeno pod vodu. Této skutečnosti se využívá při tzv. „mokrém ochraně dřeva“.

Vliv teploty prostředí na rozvoj dřevokazných hub

Každý druh houby má jiné nároky na teplotu. Podobně jako u vlhkosti můžeme pro každou houbu stanovit minimální, optimální a maximální teplotu. Minimální teplota je taková, při níž je houba ještě schopna napadnout dřevo a začíná růst jejího mycelia. Při optimální teplotě dosahuje růst houby a její rozkladná činnost maximálních hodnot. Maximální teplota znamená nejvyšší teplotu, kterou houba ještě snáší. Optimální teplota se pohybuje pro většinu našich dřevokazných hub mezi 20 - 30°C.

Různí autoři udávají poněkud odlišné optimální teploty pro jednotlivé druhy dřevokazných hub. Např. pro dřevomorku domácí se optimální teplota pohybuje v rozmezí 18 - 23°C, pro konioforu sklepní mezi 22 - 24°C, pro pornatku zprohýbanou mezi 25 - 26°C, pro trámovku plotní dokonce mezi 32 - 36°C.

Rychlost růstu dřevokazných hub

Rychlost růstu dřevokazných hub a jejich destrukční schopnost je závislá především na optimalizaci základních faktorů růstu (vlhkosti a teploty). U dřevěných konstrukcí, které jsou vystaveny venkovním teplotám, dochází v důsledku teplotních změn k periodickým výkyvům intenzity růstu.

V zimním období se růst mycelia hub a rozklad dřeva, který způsobují, zpomaluje nebo zcela zastavuje, v jarním a podzimním období je největší, v letním období bývá poněkud pomalejší, protože vlhkost prostředí (a v důsledku toho i dřeva) je nižší než na jaře nebo na podzim.

Nejznámější a nejběžnější druhy dřevokazných hub, které napadají zabudované dřevěné konstrukce.

Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans)

Jedná se o nejznámější a nejnebezpečnější dřevokaznou houbu z těch, které se v tuzemsku vyskytují. Nachází se výhradně v domovních objektech (obytných místnostech, na půdách, ve sklepích, kolnách apod.) v přírodě je její výskyt velmi vzácný.

Nebezpečná je pro svůj rychlý růst a šíření a rovněž pro nízké nároky na vlhkost dřeva. Pro její rozvoj postačuje vlhkost dřeva již těsně nad hodnotou 20%. Dřevomorka je navíc schopna produkovat značné množství vody, rozkladem celulozních složek dřeva a intenzivním dýcháním. Voda se objevuje v drobných kapičkách na plodnicích a zvlhčuje tak živný substrát - dřevo. Optimální vlhkost dřeva pro růst dřevomorky se pohybuje v rozmezí 25 – 30 %, optimální teplota okolo 20°C.

Dřevomorka vytváří ploché, polštářovité plodnice, přisedlé na substrát. Plodnice mají různou velikost. Okraj plodnice je bílý, vnitřní části jsou zbarveny v závislosti na stáří plodnice oranžově až rezavě hnědé od vyzrálých výtrusů.

Z podhoubí dřevomorky se mohou vytvářet tzv. rhizomorfy, což jsou provazce silné až několik mm hnědě až šedě zbarvené, po vyschnutí jsou lámavé. Pomocí rhizomorfů se houba může šířit na velkou vzdálenost a porůstat nebo prorůstat i jiné materiály než je dřevo. Rhizomorfy dřevomorky mohou prorůstat i zdivem a houba se tak může z původního ohniska napadení poměrně rychle rozšířit po celém objektu.

Dřevomorka domácí způsobuje hnědou hnilobu dřeva. Dřevo bývá zpočátku světle okrově zbarveno, později žlutohnědě až tmavohnědě. Většinou bývá poměrně suché. V pokročilé fázi napadení vznikají ve dřevě podélné i příčné trhlinky a dřevo se kostkovitě rozkládá, přičemž kostky jsou poměrně velké.

Koniofora sklepní (Coniophora puteana)

Pro svůj rozvoj tato houba vyžaduje vysokou vlhkost dřeva, proto se s ní v domovních objektech nejčastěji setkáváme ve vlhkých prostorách (ve sklepích, kolnách, na půdách v místech, kde zatéká apod.).

Plodnice koniofory jsou velmi tenké (jen několik mm), dají se snadno odloupnout. Mají pavučinovitě bílý okraj, jinak jsou zbarveny žlutavě, okrově, ve stáří až tmavohnědě. Koniofora je schopna též vytvářet myceliové provazce, které jsou však tenčí než u dřevomorky.

Optimální vlhkost dřeva pro růst a rozkladnou činnost koniofory se pohybuje v rozmezí 50 – 60 %, optimální teplota okolo 23°C. Oproti tepelným změnám je odolnější než dřevomorka (maximální teplota okolo 35°C).

Koniofora sklepní rovněž způsobuje hnědou hnilobu dřeva, příznaky jsou však poněkud odlišné od dřevomorky. Napadené dřevo bývá většinou mokré, zpočátku je zbarveno žlutohnědě, později tmavohnědě. V pokročilé fázi napadení dochází ke kostkovitému rozkladu, kostky jsou však narozdíl od dřevomorky drobné. V konečném stadiu hniloby je dřevo možné rozmělnit na prach.

Pornatka Vaillantova (*Poria vaillantii*)

Plodnice jsou v mládí bílé, později tmavě šedožluté, dají se snadno odloupnout. Tvar a velikost plodnic je různá, v mládí jsou plodnice měkké, později kožovité. Povrchové mycelium je bílé, vatovité a mohou se z něj též vytvářet tenké bílé provazce. Provazce jsou tenčí než u dřevomorky, trvale bílé i ve stáří a nejsou ani po vyschnutí lámavé.

Optimální vlhkost dřeva pro růst houby se pohybuje v rozmezí 35 – 40 %, optimální teplota okolo 27°C.

Pornatka Vaillantova způsobuje hnědou hnilobu dřeva, v pokročilém stadiu rozkladu se dřevo kostkovitě rozkládá a nakonec ho lze rozmělnit až na prach.

Pornatka zprohýbaná (*Poria vaporaria*)

Vzhled plodnic je podobný jako u pornatky Vaillantovy, jediný podstatný rozdíl je v tom, že se špatně oddělují od dřeva. Nároky na vlhkost a teplotu jsou rovněž podobné. Také rozklad dřeva probíhá podobně, houba působí hnědou hnilobu, dřevo bývá většinou suché. Charakteristickým znakem je, že se dřevo v pokročilé fázi rozkladu lupénkovitě třepí.

Trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*)

Plodnice mají rozmanitý tvar, většinou jsou konzolovité, bokem přirostlé. Povrch klobouku je drsně chlupatý, kruhovitě rýhovaný, žlutorezavý až rezavě hnědý. Na spodní straně jsou husté rozvětvené lamely v mládí oranžové, později tmavohnědé.

Charakteristickou vlastností trámovky plotní je malá náročnost na vlhkost a velká odolnost proti vysokým teplotám. Optimální teplota pro růst této houby se pohybuje v rozmezí 32 - 36°C, maximální teplota v rozmezí 44 - 46°C.

Trámovka plotní je kromě odolnosti k extrémním klimatickým podmínkám nebezpečná především tím, že se jedná o typickou substrátovou houbu, tzn., že hniloba se počíná vyvíjet ve vnitřních částech dřeva. Zatímco vnitřní části dřeva jsou často zcela destruovány, tenká povrchová vrstva zůstává dlouhou dobu neporušena.

Rovněž trámovka způsobuje hnědou hnilobu dřeva. Dřevo postupně tmavne až do červenohnědé barvy. Ztrácí velmi rychle pevnost, stává se křehkým, snadno se láme, lom je hladký a lesklý. V pokročilé fázi hniloby se dřevo kostkovitě rozkládá, přičemž kostky bývají větší než u koniofory, ale menší než u dřevomorky.

Trámovka jedlová (*Gloeophyllum abietinum*), trámovka trámová (*Gloeophyllum trabeum*)

Oba tyto druhy hub jsou blízce příbuzné trámovce plotní a mají podobné znaky a vlastnosti jako tato houba. Jediný výraznější rozdíl je v plodnicích. Plodnice trámovky jedlové jsou narozdíl od trámovky plotní olysalé, hladké.

Výše uvedené druhy hub se nejčastěji vyskytují a působí největší škody na zabudovaných dřevěných konstrukcích, ve stavbách. Vzácněji se ve stavbách vyskytují i jiné druhy dřevokazných hub jako outkovka pestrá (*Trametes versicolor*), která je zajímavá tím, že způsobuje bílou hnilobu, houževnatec šupinatý (*Lentinus lepideus*), čechratka sklepní (*Paxillus panuoides*) a další.

2.4. Dřevokazný hmyz

Dřevokazný hmyz napadá buď živé dřevo (rostoucí stromy) nebo dřevo uskladněné, případně i dřevo zpracované. Většina druhů dřevokazného hmyzu (larev) využívá dřevo jako potravu, jiným slouží jako prostředí pro růst a vývoj larev.

Dřevokazný hmyz se dělí do více čeledí, z nichž pro zabudované dřevěné konstrukce ve stavbách představují největší nebezpečí červotoči a tesaříci. Ostatní uvedené čeledi napadají především živé nebo uskladněné – vesměs neodkorněné dřevo.

Dřevokazný hmyz má podstatně nižší nároky na vlhkost dřeva než dřevokazné houby. Pro napadení dřevokazným hmyzem postačuje vlhkost dřeva 10 – 12 %.

Kůrovci (Scolytidae)

Zástupci této čeledi brouků jsou úzce vázáni na živé dřevo. Jejich larvy se vyvíjejí ve kmenech a větvích různých druhů dřevin.

Velikost našich druhů kůrovců se pohybuje mezi 1 – 8 mm. Tělo je válcovité, oválné, nebo krátce oválné. Barva těla je obvykle tmavohnědá, černohnědá nebo černošedá. Larvy kůrovců jsou většinou bílé, u některých druhů slabě narůžovělé. Na hlavě je patrný pár krátkých, ale silných kusadel, tykadla jsou složena z jediného krátkého článku.

Vývojový cyklus larev trvá v průměru dva měsíce. Larvy během svého vývoje vykusují pod kůrou chodbičky, které jsou pro každý druh typické a stálé, takže většina druhů se dá určit podle požerků.

Pilořitky (Siricoidea)

Tvar těla dospělých brouků je válcovitý. Samička má hlavu a hrud' převážně černě zbarvenou, zadeček je žlutavý, jen prostřední články jsou fialově černé. Tělo je zakončeno poměrně dlouhým kladélkem. Samička měří 25 – 45 mm. Sameček je menší a štíhlejší, měří 10 – 30 mm. Je převážně černě zbarvený.

Larvy jsou válcovité, bělavě zbarvené. Vyvíjejí se z vajíček, které samičky kladou především pod kůru čerstvě poražených neodkorněných kmenů nebo do poraněných stromů. Larvy nejprve hlodají v měkkém letním dřevě, potom pronikají dovnitř kmene. Později se chodby opět vracejí k povrchu a jsou zakončeny kukelnou kolébkou. Vývoj larev trvá 2 - 3 roky. Výletové otvory dospělých brouků jsou kruhové a velké (4 – 5 mm v průměru).

Hrbohlavci (Lyctidae)

Brouci jsou 3 – 5 mm velcí, hnědě zbarvení, tvar těla je podlouhlý. Napadají poraněné stromy a neodkorněné čerstvě poražené dřevo, ale i dřevo zabudované. Škodí především na dubovém dřevě. Larvy vyhlodávají ve dřevě tenké chodbičky, a to převážně v běli.

Nejnámějším zástupcem je hrbohlav parketový (*Lyctus linearis*).

Škůdci dřeva na stavbách, v dřevěných konstrukcích, nábytku a muzejních exponátech.

Červotoči (Anobiidae)

Červotoči mají protáhlé válcovité méně často oválné, svrchu zploštělé tělo. Jsou to brouci menších nebo středních rozměrů. Tykadla mají 8 - 11 článková, pilovitá, hřebenitá. Zbarvení těla je nejčastěji tmavohnědé nebo načervenalé. Larvy jsou bílé srpovitě ohnuté.

Téměř všichni červotoči, kteří škodí na dřevě se řadí do podčeledi Anobiidae, která se dále dělí na 8 rodů a ty na několik desítek druhů.

Nejčastěji se vyskytují a největší škody způsobují dva druhy červotoč proužkovaný a červotoč umrlčí.

Červotoč proužkovaný (*Anobium punctatum*)

Napadá především jehličnaté dřevo, méně listnaté. Dospělí brouci jsou velcí 3 – 4 mm. Tělo je válcovité, přední část štítu překrývá hlavu natolik, že je málo znatelná. Je jednobarevně hnědý až černý, pouze nohy a tykadla jsou poněkud světlejší. Krovky jsou protáhlé, je na nich 10 tečkovaných rýh, odtud pochází jeho název.

Vyskytuje se především v obytných budovách, ale žije i ve volné přírodě. Dospělí brouci vylétují ze dřeva v červnu a červenci. Žijí pouze krátkou dobu (1 - 4 týdny) a po celou dobu života nepřijímají potravu. Po oplození naklade samička vajíčka do trhlín a skulin dřeva (na drsnější plochy), a to většinou do dřeva, kde se vylíhly předchozí generace.

Larva se vylíhne po 12 - 20 dnech, zavrtává se do dřeva a hledá chodbičky, které jsou převážně orientovány podél vláken. Chodbičky za sebou larvy pevně ucpávají výkaly smíchanými s dřevěnými drtinkami.

Larva se po dokončení vývoje zakuklí v blízkosti vnější plochy dřeva, těsně pod povrchem.

Výletové otvory dospělých brouků jsou typicky kruhové o průměru 1,5 – 2 mm. Vývojový cyklus trvá od 6 měsíců až do dvou let v závislosti na teplotě, vlhkosti a druhu dřeva. Poškození červotočem vede často k úplnému zničení předmětu nebo dřevěné konstrukce, ve velkém množství larválních chodeb se dřevo proměňuje v prachovitou drť nazývanou červotočinu. Je to způsobeno hlavně tím, že se ve dřevě vyvíjí celá řada generací.

Aktivní napadení červotočem (tzn., že hmyz je ve dřevě přítomen) se projevuje přítomností žlutých sypkých pilinek v chodbičkách larev i pod výletovými otvory ve dřevě. Přítomnost červotoče se pozná také podle zvuku, který připomíná jemný tikot hodinek. Naproti tomu při starším neaktivním napadení je požerok larev zbarven okrově až dohněda a je celistvější nebo úplně slepený.

Červotoč umrlčí (*Anobium pertinax*)

Dospělí brouci jsou poněkud větší než červotoč proužkovaný (4 – 5 mm). Celé tělo je černohnědé, jen na štítu jsou zřetelné zlatožluté skvrnky. Jinak se červotoč umrlčí podobá červotoči proužkovanému.

Dospělí brouci vylétují ze dřeva především v květnu a červnu. Vývoj larev je podobný jako u červotoče proužkovaného, trvá však déle - nejčastěji 2 – 3 roky v závislosti na teplotě, vlhkosti a druhu dřeva.

Výletové otvory dospělých brouků jsou rovněž kruhové, ale větší než u červotoče proužkovaného (průměr 2,5 – 3 mm).

Červotoč umrlčí napadá dřevo, které je zabudováno ve stavbách již několik let. Čerstvé dříví nenapadá.

Tesaříci (Cerambycidae)

Tesařík krovový (*Hylotrupes bajulus*)

Jedná se o nejvýznamnějšího technického škůdce dřeva, který napadá zabudované dřevěné konstrukce.

Brouk má ploché černé tělo, dlouhé až 25 mm. Na štítu jsou viditelné dvě lesklé skvrny. Na hlavě je poměrně výrazné, více či méně husté tečkování. Narozdíl od jiných tesaříků má poměrně krátká tykadla, která nepřesahují polovinu délky těla. Krovky jsou lehce vypouklé, ke konci se postupně zužují. Samička má štít výrazně širší než sameček, ale je poněkud menší a má kratší tykadla. Liší se rovněž kladélkem umístěným na zadečku.

Dospělí brouci se vyskytují od května do září. Samička žije 3 – 4 týdny a klade okolo 12 dní celkem 80 - 200 vajíček. Vajíčka klade do trhlínek dřeva. Z vajíček se vylíhnou larvy. Larva tesaříka krovového je bílá, s hnědavou hlavou, délka larvy postupně roste a před zakuklením činí 19 – 22 mm.

Během svého vývoje larvy vyžírají dřevo a chodbičky za sebou zaplňují drtí a výkaly. Larvy většinou rozežírají povrchové vrstvy dřeva (bělové dřevo), při intenzivnějším napadení jsou však nuceny se zavrtat hlouběji a rozrušují tak i dřevo jádrové.

Vývojový cyklus je značně rozdílný, co se týče jeho délky, závisí na druhu dřeviny, teplotě prostředí, vlhkosti dřeva a dalších faktorech.. Larvy v jádrovém dřevě se vyvíjejí mnohem pomaleji než ve dřevě bělovém a to vzhledem k jeho odlišnému chemickému složení. Doba vývoje kolísá mezi 2 - 10 lety.

Po ukončení vývojového cyklu se brouk zakuklí těsně pod povrchem dřeva. Výletové otvory dospělých brouků jsou silně elipsovitě o rozměrech 5 - 6 x 3 – 4 mm, mohou však mít šířku až 10 mm.

Vývoj larev může probíhat v krovech, trámech, ve skladovaném dříví, v plotech, v nábytku, podlahách, telegrafních tyčích atd. Tesařík krovový přednostně vyhledává starší neodkorněné dřevo, čerstvě poražené dřevo napadá jen výjimečně.

Tesařík fialový (*Callidium violaceum*)

I v tomto případě se jedná o technického škůdce dřeva, který napadá zabudované dřevěné konstrukce.

Dospělí brouci jsou modře až fialově zbarvení, nohy, zadeček a tykadla jsou hnědá. Tykadla ani u samečků nedosahují délky těla.

Brouci se rojí hlavně v květnu a červnu. Z nakladených vajíček se vylíhnou larvy, které vyžírají v povrchové běli celé plochy a později se zavrtávají hluboko do dřeva. Larvy jsou bílé, hlava je rovněž bílá s pigmentovaným černým předním okrajem. Délka dospělé larvy je přibližně 25 mm, šířka 6 mm.

Těsně před zakuklením se chodbičky larev obracejí k povrchu. Výletové otvory dospělých brouků obracejí k povrchu. Výletové otvory dospělých brouků jsou rovněž elipsovitě, ale poněkud menší než u tesaříka krovového (4 - 6 x 2 – 3 mm).

Podobně jako tesařík krovový napadá přednostně neodkorněné dřevo, ale narozdíl od něj napadá i čerstvě poražené dřevo.

Tesařík obrovský (*Cerambyx cerdo*)

Tento druh tesaříka nenapadá opracované dřevo, napadá především starší nemocné stromy. Pro zabudované dřevěné konstrukce představuje tedy menší nebezpečí než tesařík krovový a fialový.

Dospělí brouci jsou velcí 25 – 50 mm. Je celý černý, krovky jsou ke konci červenohnědé, lesklé.

Vyskytuje se od května do července. Z nakladených vajíček se vylíhnou larvy, které nejprve hlodají v odumřelé kůře. V kůře přezimuje a teprve ve druhém roce svého vývoje larva začne vyžírat lýko i bělové dřevo. Vývojový cyklus většinou 3 roky. Požerkové chodby larev jsou poměrně široké. Tesařík obrovský způsobuje značné technické škody, protože vyžírá dřevo až dovnitř a silně napadené stromy lze využít pouze na palivo.

Tesařík skladištní (*Phymatodes testaceus*)

Dospělí brouci jsou velcí 6 – 17 mm, zbarvení je velmi variabilní. Tykadla samečků jsou zřetelně delší než tělo, u samic jsou kratší než tělo.

Brouci se rojí v červnu a červenci. Samičky kladou vajíčka do uhynulých nebo hynoucích dřevin, tesařík skladištní tedy rovněž nenapadá opracované dřevo. Larvy se vyvíjejí nejprve pod kůrou, v lýku a později pronikají i do dřeva.

Tesařík skladištní je hojný ve skladech, kde napadá neodkorněné dřevo. Vývojový cyklus trvá přibližně rok. Ve dřevě se rychle rozmnožuje a hlodá ve dřevě tak dlouho, až jej zničí na prach.

Tesařík smrkový (*Tetropium castaneum*)

Dospělí brouci jsou velcí 9 – 18 mm. Tělo mají ploché. Základní zbarvení je černé s hnědými krovkami, je však velmi variabilní. Larva je mírně zploštělá, světle zbarvená. Dospělá larva měří 15 – 25 mm.

Ani tesařík smrkový nenapadá opracované dřevo a zabudované dřevěné konstrukce, napadá však pokácené neodkorněné dřevo i oslabené nemocné stromy.

Brouci se v přírodě vyskytují po celé léto. Z nakladených vajíček se vyvíjejí larvy, které se rychle prokoušou do lýka, kde vytváří nepravidelné široké chodbičky vyplněné drtí. Vývoj larev je velmi rychlý, trvá méně než jeden rok, přestože se přes zimu zastavuje. Výletové otvory dospělých brouků jsou úzce elipsovitě.

Stromy napadené tesaříkem smrkovým zvolna odumírají a výrazně se snižuje výtěžnost řeziva.

Použitá literatura:

- [1] Technologické postupy ochrany dřeva, ČVUT Praha, Fakulta Stavební, 2013
- [2] Biologičtí škůdci dřeva, ČVUT Praha, Fakulta Stavební, 2012