

Ing. Jiří Frankl, Ph.D.

Poradenská a konzultační činnost ve stavebnictví

Odborný posudek jakostního stavu dřevěných konstrukčních prvků krovové konstrukce

(biologický rozbor vzorků dřeva – laboratorní zpráva)



**obecní dům
Na Karlově 77
Benešov
256 01**

Praha 2. srpna 2017

Úkol:

Posoudit jakostní stav dřevěné krovové konstrukce z hlediska poškození biologickými dřevokaznými činiteli a zjistit přítomnost aktivních (životaschopných) zárodků dřevokazných hub a přítomnost dřevokazného hmyzu ve vzorcích konstrukčního dřeva dodaných v rizikových místech konstrukce.

Zadavatel:

Bc. Michal Nývlt

DEKPROJEKT s.r.o.

Tiskařská 10/257

108 00 Praha - Malešice

Stavebně-technický průzkum:

Popis objektu a konstrukce krovu:

Obecní dům vystavěný na půdorysu písmene „E“ je zastřešen sedlovou střechou s víceméně pravidelnou konstrukcí. Nad severním bočním křídlem je pak střecha pultová. Střešní plášť je tvořen skládanou pálenou krytinou, položenou na dřevěném laťování.

Krovová konstrukce vaznicové soustavy, je složená z pozednic, středních vaznic vynášených sloupky s pásky a vrcholové vaznice vynášené sloupky s pásky. Sloupky pod vrcholovou vaznicí a střední vaznicí (na uliční straně) jsou v patě čepované do vazných trámů uložených v půdních nadezdívkách. Sloupky pod střední vaznicí na dvorní straně jsou zkrácené a čepované (v úrovni kleštín) do šikmých vzpěr. Příčnou tuhost konstrukce zajišťují v plných vazbách šikmé vzpěry a párové kleštiny. Krokve jsou v patě osedlány na pozednice a sklon střechy na uliční straně dorovnávají laťové námětky.

Hodnocení konstrukce krovu:

V době provedení průzkumu dne 18. července 2017, byla přístupná celá krovová konstrukce vyjma části nad přístupovým schodištěm. Celkový stav konstrukce krovu je zhoršený (ne však havarijní). Na řadě míst jsou viditelné stopy po zatékání srážkové vody a činnosti biologických dřevokazných činitelů (hub a hmyzu). Poškození je staršího data (dřevokazní činitelé v aktivním stavu nebyly v době průzkumu zjištěni), místy však u konstrukčních prvků zasahuje do hloubky přesahující polovinu průřezu prvku a výrazně snižuje jejich mechanické vlastnosti. Na povrchu některých prvků je patrné rovněž znečištění ptáčím trusem. Řada vnitřních konstrukčních prvků byla v minulosti provizorně opravována (nastavení pat krokví na uliční straně, nastavení vazného trámu poblíž vchodu apod.) nebo výrazně mechanicky poškozená (párové kleštiny u komínů, pásy sloupků). Některé prvky jsou v těsném kontaktu se zdivem nebo částečně obezděné (sloupky, pásy, kleštiny, pozednice, vaznice), což výrazně zvyšuje riziko jejich poškození dřevokaznými houbami i hmyzem.

Při průzkumu jakostních vlastností dřevěných konstrukčních prvků, bylo zjištěno výraznější poškození způsobené činností dřevokazných hub i hmyzu především u pozednic (spodní a boční plocha) v patách krokví a na prvcích v okolí úžlabí na dvorní straně krovu.

Pod úžlabím v místě napojení střešních rovin nad hlavním a severním bočním křídlem budovy byla otevřena jedna sonda do podlahy půdy. Stropní trám přístupný v sondě měl poškozené zhlaví cca do hloubky $\frac{1}{4}$ průřezu.

Výskyt plodnic a nativního mycelia dřevokazných hub a larev nebo dospělců dřevokazného hmyzu v dřevěných prvcích nebyl v době provedení průzkumu pozorován.

Místa výrazného biologického poškození dřevěných konstrukčních prvků a místa odběrů vzorků pro laboratorní mykologickou analýzu jsou orientačně zakreslena v příloženém výkrese a jejich fotografie uvedeny v ilustrační fotogalerii.

Laboratorní mykologická analýza:

Předmět:

Čtyři vzorky konstrukčního jehličnatého dřeva (oseknuté/odštípnuté části dřevěných konstrukčních prvků).

Vzorky pochází z dřevěných nosných prvků krovu (pozednic, pat krokví, zhlaví trámů) objektu obecního domu č.p. 77 v ulici Na Karlově v Benešově. Vzorky byly odebrány zpracovatelem posudku při prohlídce krovové konstrukce dne 18. července 2017. Mykologická laboratorní analýza byla zahájena dne 19. července 2017 a ukončena po 14. dnech dne 2. srpna 2017.

Princip:

Kultivační analýza slouží k určení přítomnosti životaschopných zárodků dřevokazných hub v testovaném dřevu. Princip kultivační metody spočívá v uložení štěpů dřeva do sterilních nádobek (Petriho misek) s gelovou živnou půdou o chemickém složení odpovídajícím růstovým nárokům většiny dřevokazných hub s příměsí látek k potlačení růstu plísní a bakterií. Nádobky jsou uloženy do kultivačního boxu s teplotou a vlhkostí nastavenou na optimální hodnoty pro růst většiny, běžně se vyskytujících, dřevokazných hub ($t = 23,5 \pm 1^\circ\text{C}$, $w = 65 \pm 5\%$).

Mikroskopické vyhodnocení v průběhu kultivace probíhá ve 24 hod. intervalech přímo na miskách (přes víčko a dno kultivačních nádob) při celkovém zvětšení 45x a ve sklíčkových mikroskopických preparátech při celkovém zvětšení 800x.

Provedení laboratorní kultivační analýzy:

Počet očkovaných Petriho misek:	4 pro každý vzorek
Počet paralel na každé misce:	4 štěpy
Kultivační teplota:	$23,5 \pm 1^\circ\text{C}$
Kultivační doba:	14 dní
Živná půda:	sladinový agar s přidáním různých prostředků k potlačení růstu kvasinek a plísní

Smyslové hodnocení vzorků dřeva:

Smyslové posouzení proběhlo na základě pozorování přítomnosti částí biotických škůdců, morfologických znaků a poškození dřeva v dodaných vzorcích pouhým okem a pod stereomikroskopem při celkovém zvětšení do 45x.

Vyhodnocení laboratorní kultivační analýzy a smyslového posouzení vzorků dřeva:

Vzorek 1 – Vazný trám, uložení – úlomky (odštěpky) dřeva:

- Příznaky aktivního napadení dřevokaznými houbami (nativní mycelium, plodnice) nebyly makroskopicky ani mikroskopicky zjištěny. Na vzorku je patrná výrazná změna barvy a struktury dřeva (ztmavnutí, trhlinky, rozpad na drobné segmenty i vlákna), vyvolaná pravděpodobně působením některé z identifikovaných dřevokazných hub.
- Kultivační analýzou byla prokázána přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub rodů **Coniophora** (koniofora), **Gloeophyllum** (trámovka) a **Trametes** (outkovka) v latentním (klidovém) stádiu.
- Stopy poškození způsobeného larvami dřevokazného hmyzu nebyly v odebraném vzorku zjištěny.

Vzorek 2 – pata krokve, úžlabí u věžičky – úlomky (odštěpky) dřeva:

- Příznaky aktivního napadení dřevokaznými houbami (nativní mycelium, plodnice) nebyly makroskopicky ani mikroskopicky zjištěny. Na vzorku je patrná změna barvy i struktury dřeva (ztmavnutí, trhlinky, rozpad na drobné segmenty i vlákna), vyvolaná pravděpodobně působením některé z identifikovaných dřevokazných hub.
- Kultivační analýzou byla prokázána přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub rodů **Coniophora** (koniofora) a **Gloeophyllum** (trámovka) v latentním (klidovém) stádiu.
- Na vzorku dřeva jsou patrné stopy poškození (výletové otvory, požerkové chodbičky) způsobeného larvami dřevokazného hmyzu z čeledi **Cerambycidae** (tesaříkovití). Živé larvy ani fragmenty uhynulých jedinců nebyly nalezeny.

Vzorek 3 – boční plocha krokve, cca 1,5 m od pozednice – úlomky (odštěpky) dřeva:

- Příznaky aktivního napadení dřevokaznými houbami (nativní mycelium, plodnice) nebyly makroskopicky ani mikroskopicky zjištěny. Na vzorku je patrná změna barvy a struktury dřeva (ztmavnutí, trhlinky, rozpad na drobné segmenty i vlákna), vyvolaná pravděpodobně působením některé z identifikovaných dřevokazných hub.
- Kultivační analýzou byla prokázána přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub rodů **Gloeophyllum** (trámovka); **Trametes** (outkovka) a **Serpulla** (dřevomorka) v latentním (klidovém) stádiu.
- Na vzorku dřeva jsou patrné stopy poškození (výletové otvory, požerkové chodbičky) způsobené larvami dřevokazného hmyzu z čeledi **Anobiidae** (červotočovití). Živé larvy ani fragmenty uhynulých jedinců nebyly nalezeny.

Vzorek 4 – boční plocha vazného trámu v místě vstupu do zdiva – úlomky (odštěpky) dřeva:

- Příznaky aktivního napadení dřevokaznými houbami (nativní mycelium, plodnice) nebyly makroskopicky ani mikroskopicky zjištěny. Na vzorku je patrná změna barvy a struktury dřeva (ztmavnutí, trhlín relativně velké segmenty i vlákna), vyvolaná pravděpodobně působením některé z identifikovaných dřevokazných hub. Ve vzorku jsou přítomné vyschlé zbytky vysušených hyf a rhizomorf dřevokazné houby rodu **Serpulla**.
- Kultivační analýzou byla prokázána přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub rodů **Coniophora** (koniofora) a **Serpulla** (dřevomorka) v latentním (klidovém) stádiu.
- Stopy poškození způsobené larvami dřevokazného hmyzu nebyly v odebraném vzorku zjištěny.

Navržená opatření – krovová konstrukce:

Jedná se o doporučení s obecnou platností pro veškeré dřevěné stavební konstrukce poškozené činností dřevokazných hub a hmyzu. Pouze na základě orientačního průzkumu a diagnostiky dřeva ze vzorků, nelze stanovit skutečný rozsah poškození konstrukce (jednotlivých konstrukčních prvků) ani přesný postup sanace.

- Při diagnostice a opravě nosných částí krovové konstrukce obnažit co největší část plochy povrchu volně nepřístupných konstrukčních prvků a zkontrolovat jejich jakostní stav.
- Z krovové konstrukce (nosných i nenosných částí) odstranit prvky, nebo jejich části, hloubkově poškozené hnilobou nebo požerky dřevokazného hmyzu - prvky u kterých vlivem poškození došlo ke ztrátě soudržnosti dřevní hmoty a výraznému snížení mechanických vlastností dřeva.
- Při zjištění výskytu dřevokazného hmyzu (larev, dospělců) nebo dřevokazných hub (nativního mycelia, plodnic) v aktivním stádiu provést sterilizaci napadených konstrukcí některou z vhodných sanačních metod (mikrovlnná, tepelná nebo chemická) s likvidačním účinkem na dřevokazné mikroorganismy.
- Odstraněné prvky (respektive jejich části) pak dle návrhu statika nahradit nebo doplnit novými prvky (příložkami, protézami) z kvalitního, odpovídajícím způsobem opracovaného a ošetřeného dřeva nebo prvky z jiných materiálů (ocelové profily).
- Všechny původní dřevěné prvky ponechané v krovových konstrukcích (nepoškozené nebo poškozené lehce či povrchově) mechanicky očistit, odstranit z jejich povrchu zbytky nečistot (prachové nánosy, ptačí exkrementy, výkvěty solí), starých nátěrů a povrchového biologického (dřevokaznými houbami a larvami dřevokazného hmyzu) a abiotického (protipožární nátěry, rozvlákněné dřevo) poškození.
- Při opravách důsledně dodržovat zásady konstrukční ochrany zabudovaného dřeva - zamezit přímému styku dřevo – zdivo a zajistit kolem dřevěných prvků trvalé a přirozené proudění vzduchu. Konstrukční ochrana může být doplněna vhodně zvolenou preventivní ochranou pomocí aplikace chemických prostředků odpovídajících dané expozici dřeva.

Závěr

Orientační průzkum jakostního stavu dřevěné krovové konstrukce odhalil výrazné poškození některých konstrukčních prvků (především pozednic, pat krokví, prvků v okolí úžlabí a nároží, vazných trámů apod.) činností dřevokazných hub i hmyzu (poškození zasahuje od povrchu i do více než $\frac{1}{2}$ průřezu prvků). Ostatní prvky krovové konstrukce jsou biologickými dřevokaznými činiteli poškozeny spíše povrchově, především v místech, kam v minulosti zatékala srážková voda. Značná část vodorovných konstrukčních prvků je silně znečištěna ptačími exkrementy.

V konstrukci krovu byla v době průzkumu otevřena i jedna sonda do podlahy (pod úžlabím v místě napojení severního bočního křídla do hlavního krovu) v níž byl odhalen i jeden stropní trám. V jeho zhlaví bylo zjištěno poškození čela trámu dřevokaznými houbami i hmyzem. Poškození zasahuje cca do $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{3}$ profilu prvku.

Dřevěné štěpy odebraných vzorků nesou zřetelné stopy po působení dřevokazných hub (hniloby) - především změnu barvy, přítomnost charakteristických trhlinek a počínající rozpad struktury dřevní hmoty. Přítomnost nativního mycelia a plodnic dřevokazných hub nebyla opticky pozorována v žádném vzorku. Kultivační laboratorní analýzou byla ve všech vzorcích prokázána v dřevní hmotě přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub v latentním (klidovém) stádiu. Identifikovány byly druhy náležející do rodů ***Coniophora*, *Gloeophyllum*, *Trametes* a *Serpulla***.

Přítomnost životaschopných zárodků dřevokazných hub v povrchových vrstvách dřevěných konstrukčních prvků nepředstavuje přímé ohrožení konstrukcí. V případě přítomnosti životaschopných zárodků (spory, úlomky mycelia) dřevokazných hub v latentním (klidovém) stádiu ve vzorcích dřeva, však hrozí zvýšené riziko, že v příhodných podmínkách (zvýšená vlhkost dřeva nad 20 – 30%) dřevokazné houby zaktivují – začnou svůj růst a destrukční činnost ve dřevě.

Místa odběru vzorků a nejvýrazněji poškozené prvky krovové konstrukce jsou vyznačeny v přiloženém orientačním zakreslení krovové konstrukce.

Při případné rekonstrukci krovu a opravě střešního pláště doporučuji na uliční straně krovu vyměnit pozednici v celé délce, z poškozených pat krokví odstranit destruované části a nahradit je vhodně zvolenými protézami nebo příložkami. Vazné trámy pak případně, dle míry poškození, posílit rovněž vhodně zvolenými příložkami. Při opravě důsledně dbát zásad správné konstrukční ochrany dřeva ve stavbě. Konstrukční ochranu je možné (především v rizikových místech) doplnit vhodně zvolenou preventivní ochranou pomocí aplikace chemických prostředků odpovídajících dané třídě expozice a ohrožení.



Ing. Jiří Frankl, Ph.D.
poradenská a konzultační činnost ve stavebnictví
– biokoroze dřeva a stavebních materiálů –
Krejpského 1531/6; 149 00 Praha 4 - Chodov
IČ: 75447886

v Praze – 2. srpna 2017

Ing. Jiří Frankl, Ph.D.

Ilustrační fotogalerie:



1) Poškození činností dřevokazných hub



2) Poškození činností dřevokazných hub



3) Poškození činností dřevokazných hub



4) Poškození kombinovanou činností dřevokazných hub a hmyzu



5) Poškození kombinovanou činností dřevokazných hub a hmyzu



6) Poškození kombinovanou činností dřevokazných hub a hmyzu



7) Poškození činností dřevokazného hmyzu



8) Poškození činností dřevokazného hmyzu



9) Prvky částečně skryté ve zdivu



10) Stopy po zatékání srážkové vody



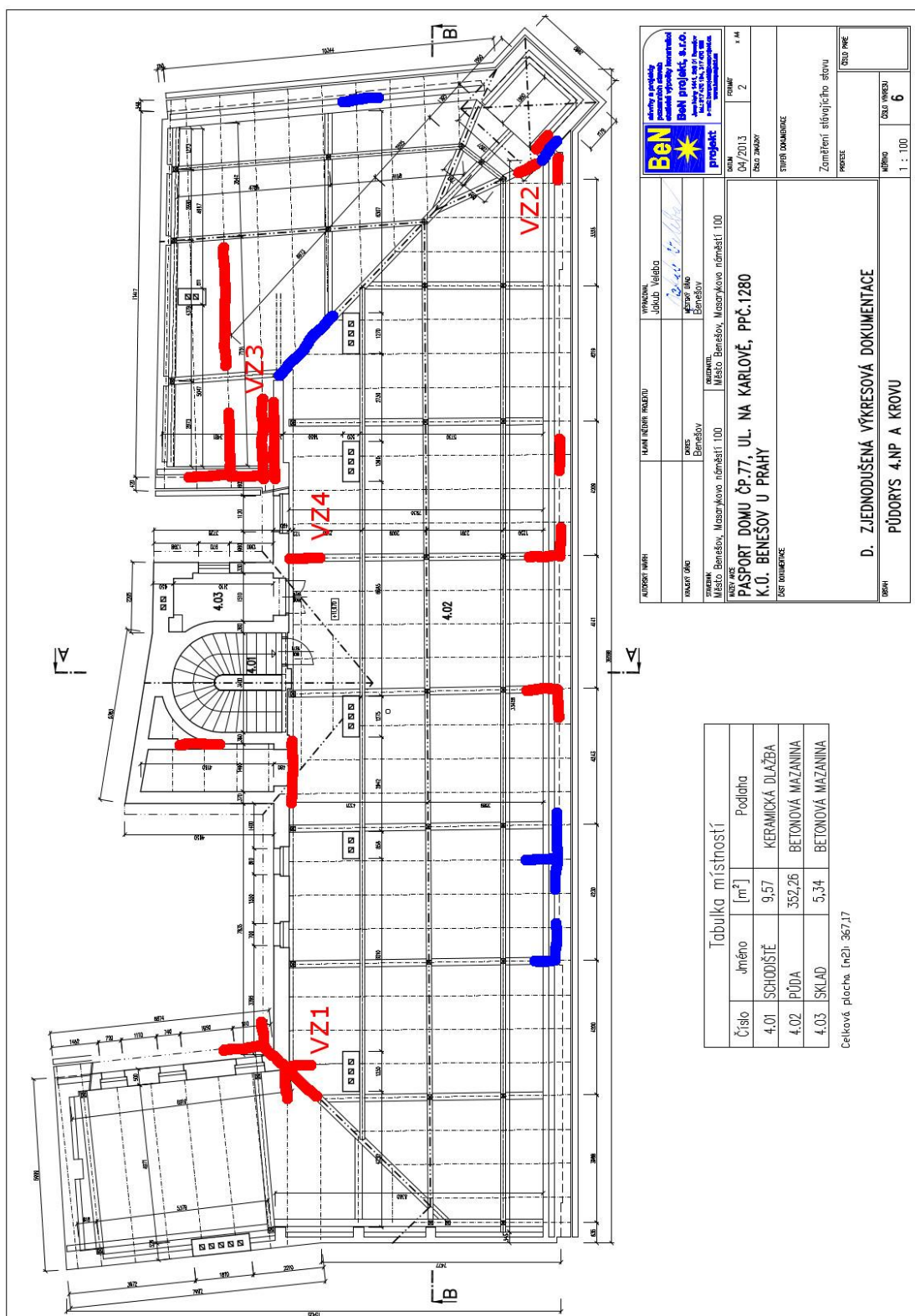
11) Provizorní oprava vazného trámu



12) Provizorní opravy pat krokví

Orientační zakreslení poškozených míst krovu:

- části krovu výrazně poškozené dřevokaznými houbami
- části krovu výrazně poškozené dřevokazným hmyzem



Identifikované rody dřevokazných hub – stručný popis:

Rod *Coniophora* (koniofora):

Z jedenácti evropských druhů rodu *Coniophora* se v praxi, na dřevě zabudovaném do staveb, setkáváme především s druhem *Coniophora puteana* (koniofora sklepní) ojediněle pak s dalšími dvěma podobnými druhy *Coniophora arida* (koniofora suchá) a *Coniophora olivacea* (koniofora olivová).

Uvedené druhy rodu *Coniophora* patří mezi houby saprofytické, tzn., že jako živin využívají organických látek z odumřelých rostlinných organismů a celulozovorní, tzn., že z dřevní hmoty odbourávají celulóзовou složku a ponechávají hnědý lignin (odtud i název "hnědá hniloba"). Při rozkladu dřeva nevylučují vodu, řadí se tedy mezi původce tzv. „suché hniloby“. Napadené dřevo se v pozdějších fázích kostkovitě rozpadá na drobné segmenty. Plodnice *Coniophory* jsou nepravidelně okrouhlé, ploché, tenké povlaky. Střed plodnic je olivově, později až kávově hnědě zbarvený, okraj bílý až okrový. Povrchové mycelium zpočátku bílé, později až tmavohnědé, spolu s plodnicemi špatně oddělitelné od substrátu.

Druhy rodu *Coniophora* mají relativně vysoké nároky na vlhkost (optimum mezi 35 až 50%). Proto ohrožují nejvíce dřevo dotýkající se vlhkého zdiva, dřevo vlhkých podlah (kuchyně, koupelny, toalety) a dřevo v prostorách s vysokou koncentrací vodní páry (plavecké bazény, nevětrané krovy, sklepy, zhlaví vazních trámů). Jsou nejčastějšími původci hniloby v novostavbách a převlhčených starších stavbách, kde napadají dřevo jehličnatých i listnatých stromů. Škody způsobené druhy rodu *Coniophora* jsou, v delším časovém měřítku, srovnatelné se škodami, které působí dřevokazná houba *Serpula lacrymans* (dřevomorka domácí).

Rod *Gloeophyllum* (trámovka):

V našich zeměpisných podmínkách se v praxi, na dřevě zabudovaném do staveb, setkáváme především s druhy *Gloeophyllum trabeum* (trámovka trámová), *Gloeophyllum sepiarium* (trámovka plotní) a *Gloeophyllum abietinum* (trámovka jedlová). Uvedené druhy rodu *Gloeophyllum* patří mezi houby saprofytické, tzn., že jako živin využívají organických látek z odumřelých rostlinných organismů a celulozovorní, tzn., že z dřevní hmoty odbourávají celulóзовou složku a ponechávají hnědý lignin (odtud pak název "hnědá hniloba"). Destrukce dřeva, působená druhy rodu *Gloeophyllum*, probíhá skrytě, uvnitř dřevěných prvků, jejichž povrch zůstává dlouho neporušený. Na povrchu napadených dřevěných prvků se objevují pouze drobné přisedlé plodnice. Mycelium je světle oranžové až oranžovohnědé, na povrch dřeva však nevystupuje. Poškozené dřevo je zpočátku hnědožluté, později tmavohnědé až hnědočerné. Rozpadá se na drobné kostkovité úlomky, později až na prach.

Druhy rodu *Gloeophyllum* mají relativně nízké požadavky na vlhkost (optimum mezi 30 až 40%) a vykazují vysokou odolnost vůči vyšším teplotám i silnějším mrazům. Díky těmto vlastnostem je nejčastěji nacházíme na více exponovaných místech dřevěných konstrukcí (krokvích, vrcholových vaznicích, pozednicích, krakorcích a ve zhlavích vazních trámů) a na truhlářských prvcích (okenní rámy, zábradlí balkonů, pergoly).

Rod *Serpula* (dřevomorka):

Z rodu *Serpula* se ve stavebních konstrukcích nejčastěji setkáváme s druhem *Serpula lacrymans* (dřevomorka domácí). Tento druh je obecně považován za nejnebezpečnějšího škůdce zabudovaného dřeva.

Dřevomorku domácí nacházíme především ve starých stavbách a to zejména na dřevěných konstrukčních prvcích ve sklepech a v přízemních podlažích. Více ohrožené jsou neobývané nebo nevětrané domy a všechny stavby s relativně vysokou vzdušnou vlhkostí. Prvotní příčinou napadení dřevomorkou bývají dlouho neodstraněné poruchy nebo stavební závady, jejichž důsledkem dochází k zvýšení vlhkosti dřeva nebo okolních stavebních materiálů.

Houby rodu *Serpula* (dřevomorka) jsou schopny napadat většinu substrátů obsahujících celulózu a hemicelulózy (papír, lepenka, dřevo, textil) a způsobit jejich totální destrukci. Vhodné růstové podmínky dřevomorky jsou při teplotách okolo 20 – 25°C a relativní vlhkosti již od 18% (ideálně okolo 30 – 40%). V místech se slabým prouděním vzduchu vytváří plodnice, z nichž se v příznivých podmínkách může uvolňovat až 6000 výtrusů /1 cm²/ min. Tyto výtrusy se pak šíří v objektu a zakládají nová ohniska nákazy.

Z povrchového mycelia se diferencují zvláštní provazcovité útvary (rhizomorfy), kterými se houba může rozšířit i přes substráty neobsahující celulózu (zdivo, řídký beton). Dřevo napadené dřevomorkou se rozpadá kostkovitě, po větších segmentech než u ostatních celulózovorních dřevokazných hub (*Coniophora*, *Gloeophyllum*).

Rod *Trametes* (outkovka):

Z šesti druhů rodu *Trametes* se v praxi, na dřevě zabudovaném do staveb, nejčastěji setkáváme s druhem *Trametes serialis* (outkovka řadová) v menší míře, pak s druhem *Trametes versicolor* (outkovka pestrá).

Oba druhy rodu *Trametes* patří mezi houby saprofytické, tzn., že jako živin využívají organických látek z odumřelých rostlinných organismů. *Trametes serialis* řadíme k houbám celulózovorní, tzn., že z dřevní hmoty odbourává celulózovou složku a ponechává hnědý lignin (odtud i název "hnědá hniloba"). *Trametes versicolor* patří mezi

houby ligninovorní, tzn., že z dřevní hmoty odbourává více ligninovou složku a ponechává světlou celulózu (odtud i název "bílá (vláknitá) hniloba"). V prostředí staveb tvoří houba plodnice ojediněle, mají plochý, rozlitý tvar v některých částech lehce přehrnutý. V mládí jsou bílé až béžové, postupně pak přechází přes různé odstíny hnědé až do hnědočerné. Povrchové mycelium je řídké, bílošedé, poději světle hnědé.

Trametes serialis způsobuje silnou destrukci dřeva. Hniloba dlouho není na povrchu dřeva patrná, mycelium proniká do hloubky a prorůstá uvnitř prvku. Napadené dřevo jejím působením hnědne, kostkovitě se rozpadá a dá se rozemnout na prášek. *Trametes versicolor* způsobuje bílou vláknitou hnilobu, napadené dřevo jejím působením měkne, má houbovitý vzhled a jeho rozpad je spíše vláknitý.

Druhy rodu *Trametes* mají vyšší požadavky na vlhkost (optimum mezi 40 až 45%). Nejčastěji se vyskytují na prvcích v kontaktu se zemí, zdivem nebo na prvcích zasypáných stavební sutí.

Literatura:

Baier J., Týn Z.: Ochrana dřeva. Grada Publishing, spol. s r.o., Praha 1996.

Rypáček V.: Biologie dřevokazných hub. Naklad. ČSAV, Praha 1957.

Schmidt O.: Holz - und Baumpilze. Biologie, Schäden, Schutz, Nutzen. Springer - Verlag, Berlin, Heidelberg, N. York, London, Paris, Tokyo, Hong - Kong, Barcelona, Budapest, 1994.

Bech-Andersen, J.: The dry rot fungus and other fungi in houses, Husssvamp Laboratoriet ApS, Denmark 1995