

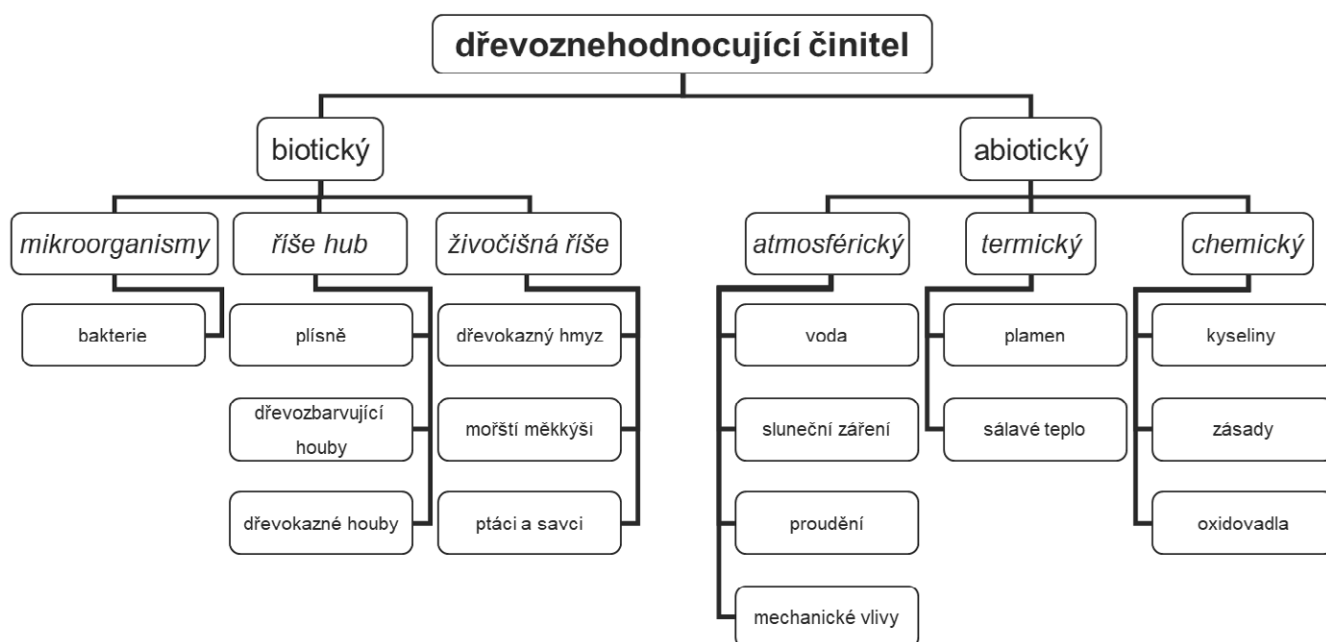
# BIOLOGICKÁ DEGRADACE DŘEVA

Ing. Jan Baar, Ph.D.

<sup>1</sup> Ústav nauky o dřevě a dřevařských technologiích, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

## Způsoby poškození dřeva

Dřevo je materiálem přírodním, s čímž je spojena jeho hlavní nevýhoda z pohledu zpracování dřeva do výrobků s předpokládanou dlouhou životností, a tou je jeho degradovatelnost vlivem různých faktorů (obr. 26). Vlivem působení abiotických a biotických činitelů dochází ke změně struktury dřeva, jejíž následkem se mění i jeho fyzikální a mechanické vlastnosti. Intenzita a charakter změn jsou typické pro jednotlivé degradační procesy.



Obr. 26: Přehled faktorů způsobujících degradaci dřeva

## Biotičtí škůdci dřeva

Biotičtí škůdci způsobují nejen významné ztráty dřevní suroviny v lesích a na skladech, ale jsou i častými příčinami poškození hotových výrobků, ať už v exteriérech nebo interiérech. Mohou tedy napadat dřevo už během růstu stromu, v podobě vstupní suroviny (kulatina, řezivo, štěpka atd.), ale poškozují i samotné dřevěné výrobky a konstrukce. Dřevo je pro ně zejména zdrojem živin, ale v některých případech v něm pouze nachází útočiště.

V našich podmínkách jsou primárním zdrojem poškození dřevokazné houby a následně dřevokazný hmyz. V některých oblastech světa se ale může významnost jednotlivých skupin škůdců měnit – např. v tropických a subtropických oblastech hrají primární roli termiti, naopak v mořském prostředí působí největší škody mořští škůdci.

Mechanismus poškození dřeva se různí v závislosti na konkrétním škůdci, ale obecně lze říci, že dřevokazné houby poškozují dřevo na molekulární úrovni chemickou dekompozicí, zatímco dřevokazný hmyz a mořští škůdci způsobují mechanické poškození zpravidla na geometrické úrovni struktury dřeva a až následně může probíhat biochemický rozklad dřeva v jejich trávicím ústrojí.

## Houby znehodnocující dřevo

Dřevoznehodnocujícími houbami jsou obecně nazývány houby, které jsou schopny kolonizovat dřevo a měnit jeho původní vlastnosti svou činností v různém rozsahu. Houby se rozmnožují nejen pomocí pohlavních či nepohlavních výtrusů (spór), ale i vegetativně pomocí úlomků samotného mycelia. Spóry hub se přirozeně vyskytují ve vzduchu, ať už v exteriéru či interiéru. Vyklíčení spor a kolonizace dřeva je závislé na okolních podmínkách, mezi něž patří zejména: a) vhodný zdroj živin – substrát, b) vhodná vlhkost substrátu a c) vhodná teplota prostředí.

V případě substrátu se bavíme o dřevě či jiném materiálu, který má obdobné chemické složení jako dřevo, tedy se jedná o lignocelulóзовé materiály či produkty z nich vyrobené. V některých případech jsou zdrojem živin pouze látky doprovodné (jednoduché cukry, škrob atd.) či organické nečistoty na povrchu dřeva.

Nezbytnou vlhkostí pro klíčení spor a následný rozvoj hub je vlhkost dřeva 30 % a vyšší, nicméně dřevokazné houby jsou schopny degradovat i dřevo o nižší vlhkosti (20 %), pokud se již jedná o rozvinuté stádium napadení.

Optimální rozsah teplot prostředí pro rozvoj většiny dřevokazných hub je 18–35 °C, ale mohou být schopny aktivně fungovat i v širším rozpětí teplot (–2–50 °C).

Kromě těchto tří primárních faktorů vývoj hub dále ovlivňují: pH substrátu, přítomnost vzduchu ve dřevě (5–20 % objemu), koncentrace oxidu uhličitého, sluneční záření či činnost jiných organismů.

Dřevoznehodnocující houby lze rozdělit do tří základních skupin:

- plísň
- dřevozbarvující houby
- dřevokazné houby

### Plísň

Plísň jsou mikroskopické vláknité houby, které rostou pouze na povrchu dřeva a nejsou schopny poškozovat jeho buněčnou stěnu. Mají nízké nároky na živiny, jejichž zdrojem jsou pouze snadno stravitelné zásobní látky uložené ve dřevě či organické nečistoty ulpívající na povrchu dřeva. Vyžadují pro svůj rozvoj vysokou relativní vzdušnou vlhkost (vyšší než 85 %) a optimální teplotu od 25 do 37 °C. Jsou schopny však růst i při nižších teplotách okolo 5 °C, je tím však ovlivněná rychlost jejich růstu. Plísň mění pouze estetické vlastnosti dřeva, nemají vliv na jeho mechanické vlastnosti. Vyskytují se v interiérech budov často v důsledku stavební závady, nedostatečného větrání či vytápění. Zpravidla je přítomnost plísni prvním varovným signálem, který upozorňuje na vytvoření vhodných podmínek vedoucích k činnosti dřevokazných hub. Přítomnost plísni má tedy spíše negativní dopad na životní prostředí člověka v interiéru (těžké organické látky, spory, mykotoxiny) a s tím spojená zdravotní rizika (např. chronické respirační nemoci).



Obr. 27: Plísň rostoucí v bělové zóně dubového dřeva (vlevo) a na exteriérové straně povrchově upraveného okna (vpravo)

## Dřevozbarvující houby

Dřevozbarvující houby (houby *Ascomycetes* a *Deuteromycetes*) jsou houby, které jsou na rozdíl od plísní schopny prorůstat dřevem do hloubky, nicméně svým působením rovněž neovlivňují jeho mechanické vlastnosti, mírně může být snížena pouze rázová houževnatost dřeva. Dochází primárně ke změně barvy dřeva (tzv. „zamodráání“), ale může být ovlivněna propustnost např. dřeva smrku v důsledku poškozování uzavřených ztenčenin při průchodu hyf z jedné buňky do druhé. Následně má toto dřevo vyšší nasákavost, ale současně může být lépe impregnovatelné.

I u těchto hub jsou zdrojem živin zásobní látky uložené ve struktuře dřeva (v parenchymatických buňkách). Houby prorůstají do hloubky v radiálním směru bělové části dřeva a následně dochází k jeho zabarvení. V první fázi vznikají typické „paprsčité“ skvrny a následně může dojít k úplnému zabarvení běle. S dřevozbarvujícími houbami se zejména setkáme u poškození kulatiny a řeziva (*Ophiostoma* spp., *Fusarium sambucinum*), ale některé druhy (*Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*) jsou schopny poškozovat i zpracované dřevo v konstrukcích, pokud se vyskytnou vhodné podmínky pro jejich rozvoj. Dřevozbarvující houby napadají dřevo s vlhkostí vyšší než 50 % (skladované dříví) nebo 30 % (výrobky ze dřeva) při optimálních teplotách od 18 do 29 °C.

Zamodráání lze výrazně omezit zimní těžbou, optimálním uskladněním kulatiny či rychlým zpracováním dřeva. Rovněž lze preventivně použít fungicidní přípravky s krátkodobou účinností.



Obr. 28: Dřevozbarvující houby – „zamodráání“ běle borové kulatiny (vlevo) a jehličnatého řeziva (vpravo)

## Dřevokazné houby

Dřevokazné houby mohou způsobovat problémy nejen v exteriéru, ale stejně tak i v interiéru. Jedná se o houby, které jsou schopny svou činností chemicky rozkládat buněčné stěny dřeva, čímž dochází k významné změně jeho mechanických a fyzikálních vlastností.

Ke kolonizaci dřeva dochází nejčastěji pomocí výtrusů, které za vhodných podmínek vyklíčí a vyrůstá z nich houbové vlákno – hyfa. Větvením hyf vzniká vegetativní část houby – podhoubí (mycelium). Substrátové mycelium prorůstá dřevem a způsobuje jeho rozklad. Některé dřevokazné houby vytváří i povrchové mycelium, které je dobře viditelné. Porůstá povrch dřeva a je schopné šířit nákazu i na větší vzdálenosti.

K degradaci dřeva dochází za vhodných podmínek, v případě jejich nepřízně dochází k omezení až zastavení činnosti hub, jejíž přerušování může trvat i několik let. Po obnovení vhodných podmínek dřevokazné houby mohou pokračovat ve svém růstu a tudíž i degradaci dřeva.

Proces degradace dřeva nazýváme tlením. Nejen v dřevařské praxi se často používá termín hniloba, který není správný vzhledem k faktu, že se jedná na rozdíl od tlení o anaerobní proces (bez přístupu kyslíku).

Tlení dřeva způsobené dřevokaznými houbami všeobecně rozdělujeme do tří základních typů:

- měkké tlení
- hnědé tlení
- bílé tlení.

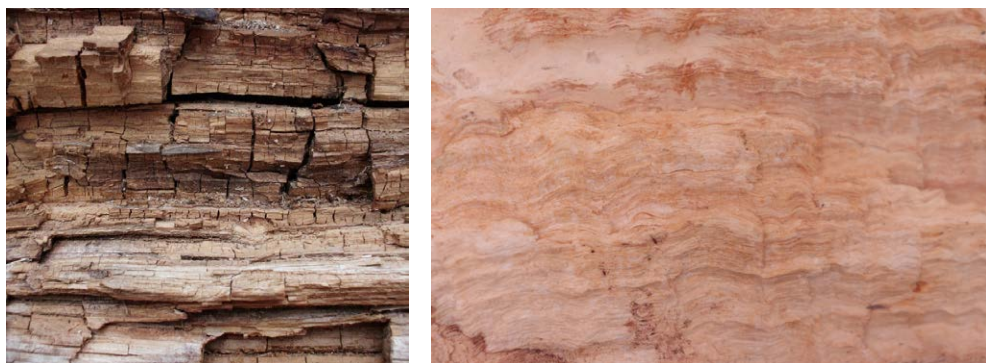


## Měkké tlení

Houby měkkého tlení (*Ascomycetes* a *Deuteromycetes*) dokáží enzymaticky odbourávat všechny základní složky dřeva, přesto primárně poškozují polysacharidickou složku dřeva. Proto je jejich aktivita soustředěná zejména do S2 vrstvy buněčné stěny, kde vytváří podélně orientované dutiny. Rozklad dřeva je poměrně pomalý a povrchový. Tento typ tlení je typický pro velmi mokré dřevo s nízkým obsahem vzduchu, což odpovídá podmínkám přechodu půdy a vzduchu nebo vody a vzduchu. Zpravidla se na degradaci stejného prvku podílí více druhů hub najednou.

## Hnědé tlení

Hnědé tlení je způsobeno houbami *Basidiomycetes*, které jsou schopné rozkládat ve dřevě pouze polysacharidické složky dřeva (celulóza, hemicelulózy). K rozkladu je mimo enzymů typu hydroláz (hemicelulózy a amorfní celulóza) využíváno i agresivního oxidačního systému peroxidu vodíku, železitých iontů a kyseliny šťavelové (krystalická celulóza). Na rozdíl od měkkého tlení probíhá rozklad v objemu dřeva. Degradované dřevo má typický vzhled, získává tmavší červenohnědou barvu a kostkovitě se rozpadá (dřevo praská v příčném i podélném směru). V konečných stádiích se dřevo drolí a rozpadá na prach. Činnost hub hnědého tlení je nejčastěji spjatá s jehličnatým dřevem. Mezi nejznámější houby, které způsobují hnědé tlení, patří: houby z rodu trámovky (*Gloeophyllum* spp.), koniofora sklepní (*Coniophora puteana*) a dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*). Působením dřevokazných hub hnědého tlení dřevo velice rychle ztrácí své mechanické vlastnosti vlivem intenzivní depolymerizace celulózy.



Obr. 29: Charakteristický vzhled dřeva napadeného houbou hnědého tlení (vlevo) a bílého tlení (vpravo)

### *Gloeophyllum* spp. – rod trámovky

Nejběžnějším zástupcem je trámovka plotní – *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen: Fr.) P. Karsten.

**Výskyt:** typická skladová houba vyskytující se na jehličnatém dřevě – smrk, jedle, borovice. Svou činnost začíná ve vnitřních zónách dřevěných prvků (jádro, vyztužené dřevo), které v pozdějších stádiích rozkladu obsahují vyhnité dutiny. Plodnice často vyrůstají z trhlin na povrchu dřevěného prvku, v tomto stádiu je dřevo už značně poškozené. Nejčastěji se vyskytuje u kulatiny, sloupů, dlužního dříví, mostů či jiných exteriérových konstrukcí (ploty, zábradlí), ale často se nachází i v krovech, do kterých zatéká.

**Plodnice:** ploché, zpravidla bokem přirostlé v jedné vrstvě i ve více vrstvách nad sebou, vyrůstající z trhlin ve dřevě. Horní strana plstnatá, rezavo-hnědé až tmavě hnědé barvy se světlejším okrajem. Staré plodnice jsou celé tmavé. Na spodní straně má labyrintický hymenofor, lamely jsou u mladých plodnic zlato-žluté barvy.

**Mycelium:** substrátové mycelium, povrchové mycelium žlutavé barvy se vyskytuje jen ojediněle.

**Podmínky růstu:** teplotní rozmezí se pohybuje mezi 5 až 45 °C, optimálně 35 °C. Je značně odolná vůči vysokým teplotám. Optimální vlhkost dřeva je okolo 50 %.

### *Coniophora puteana* (Schum.: Fr.) P. Karsten – koniofora sklepní

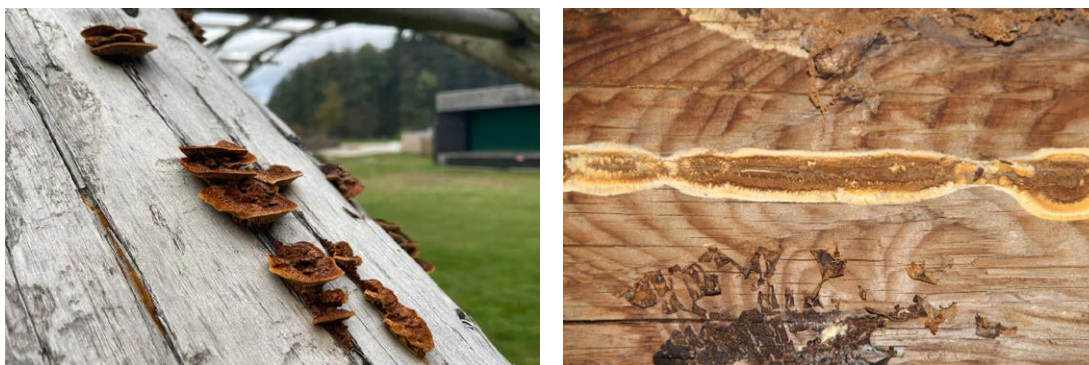
Jedná se o druhou nejčastější houbu způsobující poškození dřevěných konstrukcí v interiérech.

**Výskyt:** napadá dřevo jehličnaté i listnaté s dostatečně vysokou vlhkostí. V budovách se často vyskytuje u zhlaví stropních trámů, pozednic i jiných prvků dřevěných staveb, typicky tam, kde dochází k zatékání srážkové vody a nebo výrazné kondenzaci. Mimo budovy se vyskytuje často na dlužním dříví, sloupech i mostech.

**Plodnice:** rozlité tenké povlaky nepravidelného tvaru, přirostlé celou plochou k podkladu, těžko oddělitelné. Hymenofor s bradavičnatými výrůstky má barvu olivově-hnědou. Plodnice má jemné pavučinovité bílé až žlutavé okraje.

**Mycelium:** vytváří povrchové mycelium, zpočátku bílé, které časem tmavne. Vytváří zhrublá vlákna – rhizomorfy, která jsou kratší a tenčí než u dřevomorky a časem tmavnou do černohnědých odstínů.

**Podmínky růstu:** teplotní rozmezí je od 3 do 35 °C, optimální teplota je 23 °C. Vyžaduje poměrně vysokou vlhkost dřeva nad 40 %. Dostí odolná proti nízkým teplotám, ale málo odolná vůči nedostatku vlhkosti ve dřevě.



Obr. 30: Plodnice trámovky plotní (vlevo) a koniofory sklepní (vpravo)

### *Serpula lacrymans* (Wulfen: Fr.) Schroeter – dřevomorka domácí

V celosvětovém měřítku je považována za nejdůležitější dřevokaznou houbu v budovách, hlavně v Evropě, Japonsku a Severní Americe. Na exteriérovém dříví se u nás nevyskytuje.

**Výskyt:** typická dřevokazná houba vyskytující se v zabudovaném dřevě v interiérech. Napadá jehličnaté dřevo, ale i dřevo méně trvanlivých listnáčů. Kromě výrobků ze dřeva (palubky, parkety, obklady, zárubně dveří, nábytek, trámy), poškozuje i jiné materiály z polysacharidů (lepenka, knihy, materiály na bázi dřeva atd.). Dokáže v budovách prorůst pomocí speciálních vláknitých provazců – rhizomorf i přes anorganické materiály (omítka, cihlové a kamenné zdivo, násypy stropů atd.) na větší vzdálenosti.

**Plodnice:** okrouhlé nebo oválné plodnice, rozlité a přirostlé celou plochou k podkladu. Často srůstají dohromady a dají se poměrně dobře oddělit od povrchu. Z počátku vypadají jako měkké, vatovité polštářky, na kterých se časem vytváří hymenofor s labyrintickými výstupky. Zpočátku je žlutooranžový, rezavohnědý až nakonec tmavohnědý pokrytý jednotlivými kapkami vody. Okraje plodnic jsou žlutobílé.

**Mycelium:** povrchové mycelium se vyskytuje v podobě světlých vatovitých nadýchaných povlaků anebo dlouhých (až několik metrů) a hrubých (do 6 mm) provazců, které mají šedobílou barvu, jsou tvrdé a lámavé.

**Podmínky růstu:** preferuje spíše nižší teploty v rozmezí 3 až 26 °C, optimálně při 18–22 °C. Při relativně nízkých teplotách (35 °C a více) dochází k odumírání mycelia. Vlhkostní optimum je v rozmezí 30–60 %, je však schopná rozkládat i sušší dřevo (18 %), které si dokáže aktivně zvlhčovat (přivádění vody pomocí rhizomorf, intenzivní tvorba metabolické vody rozkladem dřeva, zvýšení relativní vlhkosti vzduchu odpařováním vody ze dřeva).



Obr. 31: Plodnice dřevomorky domácí (vlevo) a povrchové mycelium ze spodní strany podlahových prken (vpravo)



## Bílé tlení

Houby bílého tlení (*Ascomycetes*, *Basidiomycetes*) rozkládají ve dřevě pomocí enzymů všechny základní složky (celulózu, hemicelulózy i lignin). Degradace jednotlivých složek probíhá buď souběžně (erozní forma) nebo postupně, kdy dochází k delignifikaci dřeva a následnému rozkladu polysacharidické části (delignifikační forma). Většina hub bílého tlení preferuje listnatá dřeva. Dřevo si až do vysokých stupňů rozkladu zachovává svůj tvar, mění však barvu do světlých odstínů a je měkké, houbovitě. Na rozdíl od hnědého tlení neobsahuje trhliny a drolí se po vláknách. Mezi dřevokazné houby způsobující bílé tlení dřeva patří např. outkovka pestrá nebo klanolístka obecná.

*Trametes versicolor* (L.) Pilát. – outkovka pestrá

Typická skladová houba na listnatém dřevě, způsobující intenzivní degradaci dřeva erozivní formou.

**Výskyt:** poškozuje dřevo téměř všech listnáčů, vyjma dřev obsahujících třísloviny, ojediněle napadá i jehličnaté dřevo. Vyskytuje se na skládkách kulatiny, pražcích, plotech, zahradním nábytku a dalších exteriérových konstrukcích.

**Plodnice:** plodnice jsou jednoleté, ploché, tenké, bokem přirostlé k substrátu, obvykle jsou uspořádané střechovitě nad sebou i vedle sebe. Horní povrch je sametově hebký se soustřednými zónami různého zbarvení. Hymenofor je rourkovitý.

**Mycelium:** substrátové, povrchové mycelium se tvoří ojediněle a pouze ve stínu.

**Podmínky růstu:** optimální růstové podmínky jsou při teplotě 26–29 °C, ale je aktivní v teplotním rozpětí od 5 do 38 °C. Napadá pouze mokré dřevo, optimální vlhkost je přibližně 80 %.

*Schizophyllum commune* Fr. – klanolístka obecná

**Výskyt:** napadá převážně listnaté dřevo, na jehličnanech je méně častá. Běžně poškozuje skladované dříví, okna, ploty, zahradní nábytek a jiné. Způsobuje bílé tlení nízké intenzity, zato je schopna dřevo degradovat i v náročných klimatických podmínkách.

**Plodnice:** malé bílošedé vějířkovité plodnice o průměru 10–40 mm se obvykle vyskytují ve velkém počtu. Jsou kožovité a houževnaté, vrchní strana je plstnatá. Na spodní straně jsou šedofialové lupeny.

**Mycelium:** substrátové, povrchové pouze ojediněle.

**Podmínky růstu:** optimálního růstu dosahuje při teplotě 30–35 °C. Pro růst je vhodné mokré dřevo s vlhkostí 50 až 70 %, krátkodobě snáší i nízkou vlhkost dřeva.



Obr. 32: Plodnice outkovky pestré (vlevo) a klanolístky obecné (vpravo)

## Dřevokazný hmyz

Dřevokazný hmyz napadá a poškozuje živé i odumřelé stromy, kulatinu, řezivo i různé výrobky ze dřeva. Druhy, které napadají zpracované dřevo, se řadí mezi tzv. technické škůdce. Ti působí jak na dřevě v exteriérech, tak i v interiérech. Hmyz využívá dřevo jako zdroj potravy nebo jako úkryt k rozmnožování. V obou případech dochází k mechanickému poškození dřeva, přičemž

oddělené části jsou buď enzymaticky tráveny v zažívacím ústrojí (tesaříci, červotoči a jiní) nebo odstraňovány z napadeného prvku (mravenci, dřevokazi a jiní).

Dřevokazný hmyz zpravidla prodělává přeměnu dokonalou. Rozmnožuje se tedy pomocí vajíček, které jsou kladeny samičkami do kůry nebo dřeva. Z vajíček se následně líhnou larvy, které se ve dřevě vyvíjí a rostou. Larvy se v určitém období života zakuklí a v tomto klidovém stádiu prodělávají přeměnu, na jejímž konci je dospělec hmyzu, který vylétá ze dřeva.

Škody na dřevě způsobují především larvy, které ve dřevě vytváří různě orientované chodby – požerky, které v některých případech ucpávají dřevní drť s exkrementy. Požerky jsou situovány uvnitř dřeva a jsou těžko odhalitelné. Napadení se většinou projeví až v okamžiku výletu dospělců, kdy se na povrchu objeví výletové otvory, které jsou svým tvarem a rozměry typické pro konkrétní druhy. Mimo larvy mohou dřevo poškozovat požerky i samotní dospělci, např. mravenci nebo dřevokazi. U některých druhů dřevokazného hmyzu (dřevokazi, pilořitky) se vyvinula symbióza s dřevokaznými houbami, kdy dochází ke kombinovanému poškození dřeva.

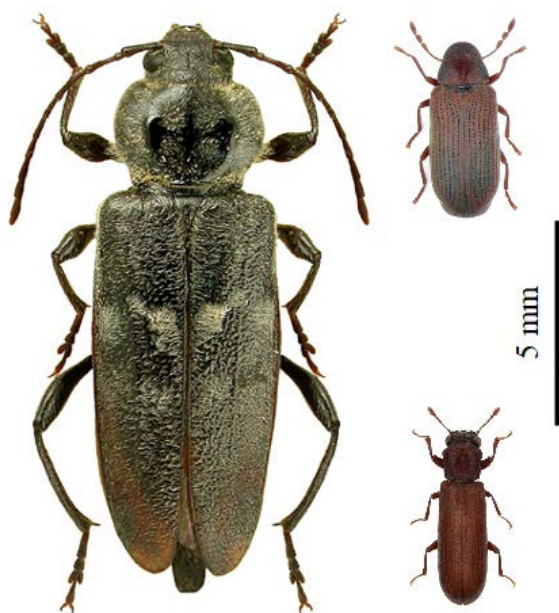
Stejně jako u všech živých organismů, i dřevokazný hmyz potřebuje ke svému rozvoji vhodné životní podmínky. Primárně se jedná o druh a stav dřeva, kdy některé druhy jsou vázány na konkrétní dřeviny (tesařík dubový na dubu), jiné druhy napadají pouze dřevo v kůře (tesařík fialový) nebo preferují dřevo v určitém stádiu tlení (červotoč umrlčí).

Teplota dřeva je velmi významná, jelikož hmyz je studenokrevný živočich, jehož pohybová a fyziologická aktivita je odvislá od okolní teploty. Optimální teplota se zpravidla pohybuje mezi 20 až 30 °C v závislosti na druhu. Spodní teplotní mez závisí na druhu a vývojovém stádiu, ale při nižších teplotách je hmyz schopen hibernovat, aniž by zahynul. Naopak horní mez aktivity je poměrně ustálená a pohybuje se mezi 40 a 50 °C.

U technických škůdců je nutná minimální vlhkost dřeva alespoň 10 %. Optimální vlhkost dřeva je závislá na druhu a může se pohybovat od 15 % (hrbohlavi), přes 20–35 % (tesařík krovový) až po vlhkost vyšší než 60 % (tesařík zavalitý, dřevokaz čárkovaný). Vlhkost dřeva ovlivňuje rychlost vývoje dřevokazného hmyzu.

Při poškození dřeva hmyzem se dřevo v okolí požerků zpravidla strukturálně nemění a zachovává si své vlastnosti. Nicméně v případě dřeva jako celku dochází vlivem přítomnosti požerků k poklesu jeho mechanických vlastností. Míra poklesu je závislá na počtu a prostorové distribuci jednotlivých požerků, případně i zda jsou vyplněny drťí či nikoliv. V praxi se dá těžko předvídat vzhledem k nehomogenosti a neurčitelnosti vnitřního poškození. Napadené dřevo má rovněž omezené použití z hlediska estetického vzhledem k přítomnosti chodbiček a otvorů, které se objevují na opracovaném povrchu.

Dřevokazný hmyz, který působí největší škody na zabudovaném (zpracovaném) dřevě na našem území, patří do řádu *Coleoptera* – brouci. Mezi nejproblematictější druhy působící ve stavebních pařezích zástupci čeledi tesaříkovití (*Cerambycidae*), červotočovití (*Anobiidae*) a hrbohlavovití (*Lyctidae*).



Obr. 33: Dospělec tesaříka krovového, červotoče proužkovaného a hrbohlava parketového (zleva)



### *Hylotrupes bajulus* (L.) – tesařík krovový

**Výskyt:** napadá zpracované jehličnaté dřevo (běl a vyvráté dřevo, nikoliv jádro). Na rozdíl od jiných druhů tesaříků nepotřebuje, aby dřevo bylo stále v kůře. Dokáže poškozovat jak nové konstrukce, tak i starší (50–70 let). Dřevo starší 80 let už údajně cíleně nevyhledává. Nejčastěji působí v krovových konstrukcích, ale napadá i dřevěné stropy, schodiště, srubové stavby, ale i čistě exteriérové konstrukce jako jsou mosty. Do starších konstrukcí bývá často zavlékán v novém dřevě během výměny prvků.

**Požerky:** larvální chodby jsou oválného tvaru, orientovány převážně v podélném směru v zóně jarního dřeva. Požerky jsou ucpány dřevní drtí a vždy jsou pod tenkou neporušenou povrchovou vrstvou, proto jeho činnost často uniká pozornosti. Dřevo napadá opakovaně v několika generacích. Činnost larev je možné odhalit akusticky, kdy je za ticha slyšet typický chroupavý zvuk. Výletové otvory jsou oválné, o velikosti až 10 × 5 mm, s delší osou zpravidla v podélném směru dřeva.

**Dospělec:** délka těla se pohybuje od 7 do 25 mm a je zploštělé. Má hnědočerné zbarvení s dvěma lesklými hrbolky na hrudi a párem šedivých skvrn na krovkách. Tykadla má poměrně krátká ve srovnání s jinými tesaříky. Samičky mají na zadečku zřetelné nepravé kladélko.

**Podmínky vývoje:** larvy se optimálně vyvíjí při teplotě 29 °C (rozmezí asi od 12 do 38 °C) a při vlhkosti dřeva okolo 30 %. Čerstvé dřevo jim vlhkostně nevyhovuje. Doba vývoje se obvykle pohybuje mezi 3 a 7 lety a rojení probíhá od června do srpna.



Obr. 34: Výletový otvor (vlevo) a typické poškození trámů (vpravo) tesaříkem krovovým

Další druhy čeledi tesaříkovití, např. tesařík fialový, tesařík smrkový, tesařík dubový, tesařík skladištní a jiní.

Na rozdíl od tesaříka krovového potřebuje většina ostatních tesaříků k napadení dřeva přítomnost kůry. Samička klade vajíčka do kůry či pod ní.

Zpravidla napadají čerstvé nebo vlhké neodkorněné dřevo, ale někteří jsou schopni vyvíjet se i v suchém dřevě a jejich vývoj může být ukončen až v zabudovaném dřevě (např. tesařík fialový).

Odlišný je i způsob tvorby požerků. Larva během svého růstu vytváří pouze povrchové požerky situované částečně ve dřevě a částečně v kůře. Toto poškození je často viditelné i na oblých plochách zabudovaných trámů po odstranění kůry. Až před fází zakuklení se larva zavrtává hlouběji do dřeva (až několik centimetrů) v radiálním směru a následně chodbu otáčí do podélného směru, kdy vytváří charakteristickou hákovitou chodbu, na jejímž konci je kukelná kolébka. V této fázi může dojít k výraznému poškození dřeva vzhledem k četnosti a hloubce požerků.



Obr. 35: Povrchové požerky tesaříka polokrovového (vlevo) a hákovitá chodba tesaříka dubového (vpravo)



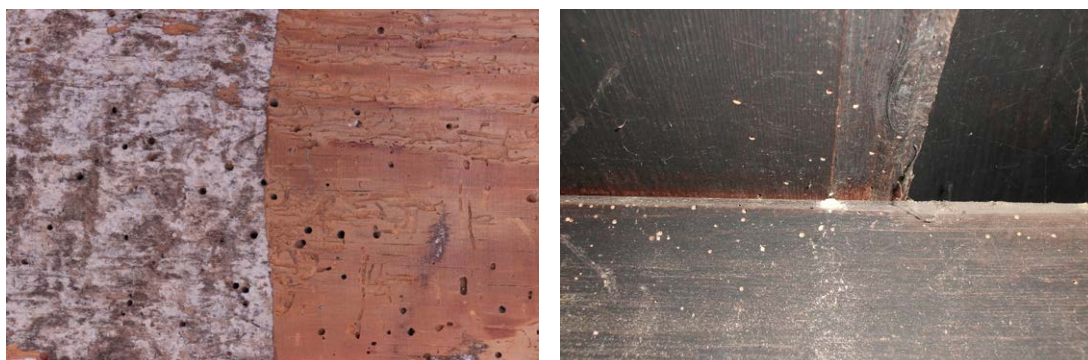
### *Anobium punctatum* (De Geer) – červotoč proužkovaný

**Výskyt:** nejběžněji se vyskytující červotoč u nás, způsobuje značné škody na jehličnatém i listnatém dřevě. Napadá vysušené dřevo, nikoliv čerstvé. Jádrovému dřevu se spíše vyhýbá. Napadá rozličné druhy dřevěných výrobků od nábytku, podlah, obložen, schodišť, oken, dveří, uměleckých předmětů až po drobné součástky strojů a rukojeti náradí.

**Požerky:** požerky kruhového průřezu (0,5–2 mm) jsou situovány zejména v jarním dřevě (jehličnany) nebo jsou křivolaké (buk a jiné). Jsou vyplněny kyprými drtinkami, které obsahují vejcovité exkrementy. Výletový otvor je kruhový o průměru 1,5 až 2 mm. I tento druh napadá stejné dřevo generaci po generaci.

**Dospělec:** délka válcovitého těla je mezi 2,5–5 mm, zbarvení do hněda s výrazným liniovým tečkováním krovek. Hlava je schována ze spodní strany hrudi, která tak vytváří pomyslnou „mniškou kápi“. Tykadla jsou krátká, niťovitá.

**Podmínky vývoje:** optimální teplota vývoje larev odpovídá pokojové teplotě (21–24°C) a optimální vlhkost dřeva je okolo 30 %. Larvy jsou poměrně citlivé na teplotní výkyvy a proto se zpravidla nachází v interiérech, kde jsou stabilní podmínky (např. suterény budov). Doba vývoje je 2 roky a dospělci vylétávají ze dřeva v období duben až červenec.



Obr. 36: Výletové otvory a požerky (vlevo) a typické poškození dřevěného stropu (vpravo) červotočem proužkovaným

### *Lyctus linearis* (Goeze) – hrbohlav parketový

**Výskyt:** druh původně pocházející z tropických a subtropických oblastí, dnes kosmopolitní díky celosvětovému transportu dříví v posledních pár stoletích. Napadá pouze bělové zóny listnáčů obsahujících makropóry, z našich dřev primárně dub a akát, ale často i tropická dřeva. Byl častým škůdcem na skladech velkých nábytkářských a parketových závodů zpracovávajících dubové dřevo. Poškozuje dubové podlahy, nábytek ale i stavebně-truhlářské výrobky, u kterých byla ponechána běl. Hrbohlav není schopen trávit stavební složky dřeva, ale živiny získává pouze ze škrobu uloženého v bělovém dřevě. U konstrukčního dřeva je většina prvku jádrová, takže poškození bělí je spíše jen estetické.

**Požerky:** kruhové požerky larev jsou orientovány podél vláken dřeva, mají průměr okolo 1 mm a jsou ucpány drtí, která na rozdíl od červotoče neobsahuje exkrementy, je jemná jako hladce mletá mouka. Výletové otvory jsou rovněž kruhové o průměru 0,8–1,5 mm. Doba vývoje je běžně mezi 9 až 12 měsíci, ale za vhodných podmínek může být i kratší, za nevhodných se může naopak prodloužit na 2–3 roky. Při výletu vytlačí dospělec hromádku dřevní moučky, která většinou teprve upozorní na napadení dřeva. Dospělci vylétají v období dubna až září a jsou aktivní za soumraku.

**Dospělec:** délka těla dospělého se pohybuje mezi 3 až 6 mm, tělo je podlouhle válcovitého tvaru. *L. linearis* má uprostřed štítu typickou prohloubeninu. Barva těla je hnědá až černohnědá a hlava tohoto druhu je pohledem shora dobře viditelná.

**Podmínky vývoje:** ve vytápěném interiéru o teplotě mezi 17–23 °C a relativní vlhkosti vzduchu mezi 40–60 % může dojít v vylétnutí dvou až tří generací za rok. Dřevo o vlhkostech vyšších než 30 % a nižších než 8 % není napadáno. Optimální vlhkost dřeva je mezi 12 až 15 %. Vzhledem k jeho původu je optimální teplota vývoje vyšší – okolo 26 °C.



Obr. 37: Výletové otvory v bělí dubu (vlevo) a typické poškození dubové podlahy (vpravo) hrbohlavem parketovým

## Zásady sanace napadeného dřeva

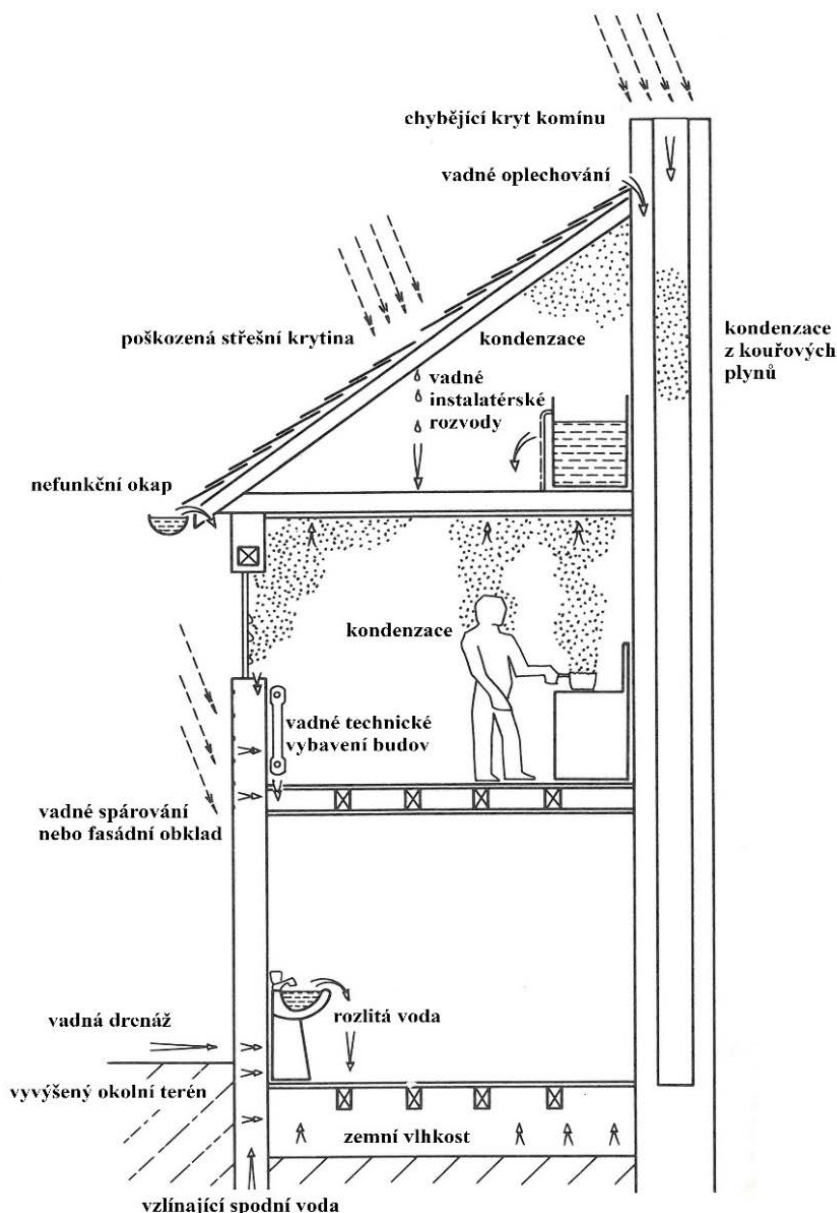
### Dřevokazné houby

Rozvoj dřevokazných hub je vždy spjat s dlouhodobě zvýšenou vlhkostí dřeva (nad 20 %). Je tedy nezbytné nejprve zjistit příčinu vlhnutí dřeva a odstranit ji. V některých podmínkách užití se tomu nedá zabránit (kontakt se zemí), ale u zastřešených a interiérových konstrukcí je ve většině případů na vině nějaká stavební závada, konstrukční chyba či zanedbaná údržba atd. (obr. 38), jejímž odstraněním či napravením by mělo být možné trvale snížit vlhkost dřeva pod 20 % vlhkosti.

Následná sanace se odvíjí od druhu houby, která dřevo degraduje. V praxi se zpravidla rozlišuje, zda se jedná o dřevomorku domácí či jakoukoliv jinou houbu. V případě ostatních druhů dřevokazných hub je sanace jednodušší, po odstranění zdroje vlhkosti se odstraní viditelně poškozená část dřeva s přesahem 0,5–1 m na všechny strany. Ponechané prvky v okolí se po vyschnutí preventivně ošetří fungicidním přípravkem, stejně tak i nové dřevo, které má původní část nahradit. Poškozené dřevo by nemělo v konstrukci zůstat, neboť může dojít v případě opětovného zvýšení vlhkosti k rychlému obnovení růstu houby. Z pohledu přenosu mechanického zatížení je degradovaný prvek zpravidla rovněž nepoužitelný, ale v některých případech je jednodušší poškozený prvek ponechat.

U dřevomorky domácí je sanace komplikovanější kvůli její schopnosti prorůstat pomocí rhizomorf i jinými materiály (zdivo, omítky, násypy) na větší vzdálenosti. V tomto případě je doporučeno přenechat sanaci odborné firmě. Pokud jsou v sanovaném prostoru ponechány dřevěné prvky a sanace je provedena neodborně nebo je zanedbaná, dochází často k recidivě dřevomorky i po odstranění napadených materiálů. Kromě poškozeného dřeva je nezbytné odstranit i všechny anorganické materiály, které byly v kontaktu s napadeným dřevem nebo byly porostlé myceliem dřevomorky. Veškerý materiál je potřeba bezpečně transportovat a likvidovat, aby nedocházelo ke zbytečnému šíření houby do dalších prostor. Při kontaktu dřevomorky se zdivem se provádí osekání omítky do vzdálenosti 0,5 m od viditelného prorůstání povrchového mycelia. Odstraňuje se i narušená malta ze spár mezi cihlami či kameny. Povrch zdiva či jiných ploch se následně sterilizuje pomocí opalování plamenem nebo chemickou metodou. Nejen u silného, neizolovaného zdiva může být provedena intenzivní ochrana injektáží fungicidním prostředkem, který se do větší hloubky zdiva dostává přes předvrtané otvory. Následně se zdivo přespárjuje a omítně, omítky jsou preventivně ošetřeny pomocí fungicidních látek.





Obr. 38: Nejčastější příčiny vzniku zvýšené vlhkosti dřeva (upraveno podle Singh 1994<sup>1</sup>)

## Dřevokazný hmyz

Dřevokazný hmyz je do konstrukcí často zavlečen s napadeným dřevem. U dřeva poškozeného dřevokazným hmyzem je nejprve potřeba zjistit, zda se jedná o aktivní napadení. Často se stává, zejména u historických krovů, že byly trámy v minulosti poškozeny tesaříkem krovovým, ale ten již ve dřevě není přítomen, zůstaly pouze stopy po jeho dřívější činnosti. Určení druhu či alespoň rodu škůdce, který dřevo napadl, se dá určit ideálně na základě vzhledu dospělce, který má ale omezené období výskytu. Při aktivním napadení bývají ve dřevě přítomny larvy, které lze ze dřeva odstraňováním poškozeného dřeva vyhledat. Nicméně často stačí pouze určit druh dřeva a charakter požerků a vzhled výletových otvorů, které jsou pro jednotlivé druhy typické.

Aktivní napadení se dá stanovit různými způsoby:

- přítomnost živých larev – vyhledání v poškozeném dřevě, akustické projevy činnosti;
- výskyt dospělců – omezená doba daná dobou výletu a jejich životností;
- vznik nových výletových otvorů – nutnost označení, zalepení či zatmelení původních otvorů;
- vypadávání drtinek – po očištění všech ploch a úklidu prostor jsou zřetelné nové hromádky drtinek;

<sup>1</sup> Singh J., 1994. Building Mycology: Management of Decay and Health in Buildings, Taylor & Francis, London, 356 s. ISBN: 0419190201

U prvků, které jsou výrazně poškozeny a nejsou již schopny plnit svou funkci, je nutná výměna, u méně poškozených prvků je vhodná sanační obnova pomocí např. příložkování, protézování, plátování či plombování. V případě aktivního napadení dřevěných výrobků a konstrukcí ve větším rozsahu je nezbytná jejich sterilizace před samotnou sanací jednotlivých prvků. Tu lze provést vícery fyzikálními a chemickými metodami:

- použití insekticidní látky s likvidačním účinkem – aplikace in situ pomocí např. injektaže;
- zvýšená teplota – nejčastěji sálavý („termosanace“) či mikrovlnný ohřev;
- ozařování dřeva – zpravidla gama zářením, pouze pro mobilní předměty;
- působením toxických plynů – tzv. fumigace;
- působení netoxických plynů či vakuua – pouze pro mobilní předměty.

Vyjma první varianty platí, že sterilizační metody jsou pouze krátkodobé způsoby ochrany dřeva a přestávají účinkovat po odstranění sterilizačních vlivů. Ve většině případů je následně doporučena preventivní chemická ochrana, která zajistí dlouhodobou ochranu proti znovu napadení konstrukce.

## Přirozená trvanlivost

Přirozená trvanlivost dřeva je popisována jako schopnost dřeva odolávat napadení a degradaci dřevokaznými organismy v podmínkách, které jsou vhodné pro jejich rozvoj. Přirozená trvanlivost dřeva je definována v normě ČSN EN 350, kde jsou rovněž uvedeny jednotné metody jejího určování, způsoby její klasifikace a mimo to i třídy impregnovatelnosti vybraných dřev.

Přirozená trvanlivost dřeva je v praxi ovlivněna mnoha faktory, z nichž nejdůležitější jsou struktura dřeva a expoziční zatížení dřeva. Z pohledu struktury dřeva je nejdůležitější jeho chemické složení a přítomnost toxických extraktivních látek, které vznikají během tvorby jádra. Jedná se o látky na bázi fenolů (trísloviny, flavonoidy, stilbeny a jiné) nebo terpenů. Bělové dřevo je obecně považováno za netrvanlivé, ovšem ani každé jádrové dřevo nemusí být přirozeně trvanlivé. Zde záleží na chemické povaze vytvářených jádrových látek, které ne vždy musí být toxické (např. jádro jasanu). Anatomická struktura může hrát roli např. při pronikání vody, kdy dřeva málo propustná (zathylované jádro dubu) mohou mít sníženou nasákavost spojenou třeba i s omezeným vyluhováním extraktivních látek. Hustota samotná nemá na přirozenou trvanlivost zásadní vliv.

Přirozená trvanlivost vůči dřevokazným houbám je klasifikována do pěti tříd: 1 – dřeva velmi trvanlivá, 2 – trvanlivá, 3 – středně trvanlivá, 4 – málo trvanlivá, 5 – netrvanlivá. Určujícím parametrem je zpravidla hmotnostní úbytek zkušebních vzorků vystavených působení dřevokazných hub za určitou dobu.

| Dřevina          | Hustota při w 12 %<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Třída trvanlivosti dle ČSN EN 350* | Pravděpodobná trvanlivost<br>v třídě použití 4 (rok) |
|------------------|--|------------------------------------|--|
| modřín opadavý   | 600  | 3–4 (3–4)                          | 10–15  |
| borovice lesní   | 520  | 3–4 (2–5)                          | 6–15   |
| smrk ztepilý     | 460  | 4 (4–5)                            | 6–10   |
| akát bílý        | 740  | 1–2 (1–2)                          | 15–25  |
| dub              | 710  | 2–4 (1–2)                          | 15–25  |
| ořešák královský | 670  | 3                                  | 10–15  |
| buk lesní        | 710  | 5 (4–5)                            | 2–6  |
| habr obecný      | 800  | 5                                  | 2–6  |
| bříza bělokorá   | 660  | 5                                  | 2–6  |
| jasan ztepilý    | 700  | 5                                  | 2–6  |
| topol česný      | 440  | 5 (5)                              | 2–6  |

Tab. 3: Hustota dřeva, třída přirozené trvanlivosti (dřevokazné houby) a pravděpodobná trvanlivost v kontaktu se zemí vybraných druhů tuzemských dřev. \*třída trvanlivosti určená pro kontakt se zemí, v závorce: určená z laboratorního testu při použití hub *Basidiomycetes*



Expoziční zatížení je dáno okolními podmínkami, kterým je dřevo vystaveno, jako je např. exteriér vs. interiér, v kontaktu se zemí vs. bez kontaktu se zemí. Základním rozdílem je zde výše vlhkosti dřeva a doba, po kterou se dřevo s touto vlhkostí vyskytuje. Existuje pět tříd použití, u kterých je dřevo vystaveno možnosti napadení různými typy škůdců.

| Třída použití | Definice  | Škůdci                |
|---------------|---|-----------------------|
| 1             | w = 10–20 %, neklimatizované suché interiéry (půdní prostory, krovky)   | I                     |
| 2             | w někdy vyšší než 20 %, neklimatizované interiéry s relativní vlhkostí vzduchu i více než 80 % (sklepy, prádelny) | I, P, B, FB           |
| 3             | w často vyšší než 20 %, vliv povětrnosti, exteriér bez kontaktu se zemí   | I, P, B, FB           |
| 4             | w stále vyšší než 20 %, exteriér s kontaktem se zemí nebo vodou   | I, P, B, FB, FA       |
| 5             | w stále vyšší než 20 %, kontakt s mořskou vodou   | mořští škůdci, FB, FA |

Tab. 4: Třídy použití a škůdci nepadající dřevo v daných podmínkách

I – dřevokazný hmyz, P – plísň, B – dřevozbarvující houby, F<sub>B</sub> – dřevokazné houby Basidiomycetes (bílé a hnědé tlení), F<sub>A</sub> – dřevokazné houby Ascomycetes (měkké tlení)

Výše dva zmíněné faktory (třída použití a přirozená odolnost dřeva) jsou rozhodující pro posouzení a stanovení rizika napadení dřevěné konstrukce zabudované v konkrétním prostředí a pro kvalifikovaný odhad její životnosti. Porovnání těchto faktorů pro konkrétní podmínky umožňuje kvalifikovaně posoudit potřebnost další ochrany konkrétní dřevěné konstrukce a její způsob (konstrukční, modifikační, chemická aj.)

| Třída použití<br>(EN 335) | Třída trvanlivosti (EN 350) |     |     |         |         |
|---------------------------|-----------------------------|-----|-----|---------|---------|
|                           | 1                           | 2   | 3   | 4       | 5       |
| 1                         | I                           | I   | I   | I       | I       |
| 2                         | I                           | I   | I   | (I)     | (I)     |
| 3                         | I                           | I   | I   | (I)–(X) | (I)–(X) |
| 4                         | I                           | (I) | (X) | X       | X       |
| 5                         | I                           | (X) | (X) | X       | X       |

Tab. 5: Porovnání přirozené trvanlivosti dřeva a třídy použití, které určuje potřebu dodatečné ochrany dřevěné konstrukce I – dostačující, (I) – obvykle dostatečná, v určitých podmínkách chemická ochrana vhodná, (X) – chemická ochrana doporučena, v určitých podmínkách je dostatečná, X – chemická ochrana nezbytná

## Kontakty

Ing. Jan Baar, Ph.D.: jan.baar@mendelu.cz