

Mária Búciová¹

KONTAMINÁCIA BUDOV PLESŇAMI

CONTAMINATION OF BUILDINGS BY FUNGI

Abstract

Insufficiencies in the quality of buildings are expressed in various ways. Some insufficiencies depreciate aesthetic side of buildings; some of them limit their functionality or lower their durability even security. Fungi belong to aesthetic but also health defective factors of building usage. What are fungi? How do they express themselves? What are causes of their origin? How can they be destroyed? Why does not the occurrence of fungi decrease? Emphasis to prevention. These are themes I want to answer in my article.

Abstrakt

Nedostatky v kvalite stavieb sa prejavujú rôznym spôsobom. Niektoré nedostatky znehodnocujú stavbu po stránke estetickkej, niektoré obmedzujú funkčnosť, alebo znižujú jej trvanlivosť až bezpečnosť. Medzi estetické, ale aj zdravotne závažné faktory užívania budov patria plesne. Čo sú to plesne? Ako sa prejavujú? Aké sú príčiny ich vzniku? Ako sa dajú likvidovať? Prečo výskyt plesní neklesá? Dôraz na prevenciu. To sú okruhy, na ktoré chcem vo svojom príspevku odpovedať.

Úvod

Čoraz častejšie sa stretávame s problémom výskytu plesní v budovách, v našich domácnostiach – či v bytových alebo rodinných domoch. Užívatelia bytov, ktorí sú takto „postihnutí“, prípadne už majú opakovanú skúsenosť s bezúspešným odstraňovaním plesní, si kladú otázky:

- Čo sú to plesne?
- Čo je príčina ich vzniku?
- Majú vplyv na zdravie ľudí?
- Ako im treba predchádzať?
- Ako ich likvidovať?

S problémom výskytu plesní zápasia aj v iných krajinách, odborná literatúra uvádza štatistiku percentuálneho výskytu kontaminácie bytov plesňami aj v takých vyspelých krajinách ako je Veľká Británia, Belgicko, Nemecko, Rakúsko, Holandsko [3].

Ľudia museli vždy zápasit' s biopoškodením a najstaršie záznamy sú v starovekých indických viedach a z biblických čias (splesnivenie pšenice, v 3. knihe Mojžišovej sa hovorí o „malomocenstve domu“ vrátane technológie odstránenia – dezinfekcia pálením cédrového dreva, oškrabanie poškodených omietok až po likvidáciu domu a odvoz na smetisko).

Mikroorganizmy sú nevyhnutnou súčasťou prírody, majú nezastupiteľnú funkciu. Ich prienik z prírodného do umelého prostredia – obytného i výrobného – je logický. Vyžadujú rôzne podmienky k životu, vytvárajú rôzne chemické polykultúry a majú rôznu odolnosť. Tým sa dá vysvetliť neúspešnosť mnohých „univerzálnych“ prostriedkov chemickej likvidácie.

¹ Mária Búciová, Ing. PhD. Katedra technológie stavieb, Stavebná fakulta STU Bratislava, Radlinského 11, 813 68 Bratislava, e mail: maria.buciova@stuba.sk

S problematikou biopoškodenia budov sa v zahraničí zaoberá multidisciplinárne odvetvie stavebná mykológia, zahŕňajúca poznatky z oblasti chémie, fyziky, medicíny a hygieny, stavebníctva a životného prostredia. Stavebná mykológia je definovaná ako vetva mykológie, ktorá sa zaoberá štúdiom húb a plesní vo vnútri budov a v okolí stavieb [3]. Výskyt plesní má priamy i nepriamy účinok na „zdravie“ stavebných materiálov, konštrukcií a obyvateľov.

Čo sú to plesne?

Plesne (mikroskopické huby – mikroorganizmy - mikromycéty) sú jedno alebo viacbunkové organizmy, eukaryotické (ktorých bunky majú jadro individualizované a pokryté blanou), heterotrofné (získavajú výživu oxidáciou organických látok). Neobsahujú asimilačné pigmenty, preto nie sú schopné asimilácie. Na výživu sú nenáročné, všeobecne vyžadujú mierne kyslé prostredie, dostatok kyslíka, vlhkosť a teplotu 20 - 30°C (ideálne podmienky) [1]. Plesne získavajú živiny z rôznych neživých (odumretých) organických substrátov rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, na ktorých rastú saprofíticky (vyživujú sa hniúcimi látkami). Patria teda medzi parazity, prípadne hyperparazity.

Väčšina mikromycét má stielku tvorenú vláknami – hýfami, ktoré sa vetvia, vzájomne spleťajú a vytvárajú tak podhubie – mycélium. Mycélium sa delí na časť vzdušnú, ktorá plní úlohu reprodukčnú a na časť vegetatívnu, ktorá je priľnutá a vnorená do substrátu (živného podkladu). Najčastejšie sa rozmnožujú spórami, ktoré môžu vznikáť rôznymi spôsobmi (pohlavne a nepohlavne).

Plesne sa okrem vlastného plošného rozrastania šíria spórami vzdušnou cestou (sú aj v bytovom prachu) a priamym prenosom z infikovaných zdrojov, napr. potravín, ovocia, zeleniny, bytových kvetín, pôdy a pod.

V prírode sa vyskytuje veľa druhov a rodov. Vyskytujú sa izolovane alebo kumulovane. Z odobratých 188 vzoriek zo 14 lokalít na území SR, prevažne z bytov, bolo v mikrobiologickom laboratóriu katedry zdravotného inžinierstva SvF identifikovaných 57 rôznych rodov a druhov plesní. Z prehľadu v tabuľke je zrejmý najvyšší percentuálny výskyt druhov plesní. Sú to:

Penicillium sp. (15,9%)	Fusarium sp. (7,4%)
Cladosporium sp. (11,4%)	Aspergillus sp. (6,8%)
Alternaria sp. (7,8%)	Stemphylium sp. (6,6%)

Vo väčšine odobratých vzoriek sa vyskytovalo viacero druhov plesní v rôznych kombináciách, počet „spolupôsobiacich“ plesní sa vyskytoval od 2 do 10, pričom v počte spór prevládal určitý druh, napr. Penicillium, Cladosporium a iné [2].

Kde sa plesne vyskytujú a čo je príčina ich vzniku?

V bytových stavbách sa plesne vyskytujú v miestnostiach:

- kde sa narába s vodou (kuchyne, kúpelne, práčovne),
- v miestnostiach nedostatočne vetraných (komory, špajzy, špajzové skrine, pivnice),
- v obytných miestnostiach s vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu, kde aspoň občas kondenzujú vodné pary,
- zle užívaných (nadmerné sušenie bielizne, pestovanie kvetov),
- pri znížení vykurovacej teploty (z dôvodu energetických úspor a pod.),
- pri zmene vykurovacieho systému – napr. z lokálneho vykurovania na tuhé palivá na plynové (pri spaľovaní plynu sa uvoľňuje voda, čo má za následok zvýšenie vlhkosti vzduchu v interiéri).

Často sa stretávame s plesňami v byte v miestach tepelných mostov v obvodových stenách domov. Zrejma je tiež závislosť medzi znižovaním infiltrácie vzduchu do bytu (napr. dodatočné utesnenie krídiel okien a dverí, výmena drevených okien za plastové, vytváranie zimných záhrad) a nedostatočným vetraním.

V poslednom čase sa stretávame i s plesňami, ktoré rastú na stavebných materiáloch už behom realizácie stavieb. Ide o použitie náterových hmôt a impregnačných látok na báze zlúčenín organickej chémie, ktoré obsahujú dostatočné množstvo živín, alebo napr. pri použití stavebných materiálov napadnutých plesňami, ktoré nie sú výrobcom dostatočne chránené proti napadnutiu.

Plesne v bytoch sa vyskytujú na stenách, stropoch, parapetných murivách, obkladoch, medzi obkladačkami a pod obkladom, na podlahách, koberecoch, textíliách, okenných a iných tmeloch, kuchynských linkách, na polymérnych látkach, na latexových a glejových náteroch, na dreve, nábytku i v bytovom prachu.

Ak sú pre plesne vytvorené podmienky, ktoré sa považujú za optimálne, vytvárajú porasty rôznych farieb – od bielej cez žltú, ružovú, oranžovú, šedo-zelenú, po čiernu. Napadnutie môže byť bodové až celoplošné.

Podmienky vzniku kontaminácie plesňami sú:

- zvýšená vlhkosť podkladu a vzduchu,
- nedostatočné vetranie,
- málo, príp. žiadne slnečné žiarenie,
- minimálny obsah živín.

Za vhodné intervaly sa považuje:

- teplota povrchu od +10 do +40°C,
- teplota vzduchu +5 do +50°C,
- vlhkosť podkladu nad 1,8% hmotnostne,
- relatívna vlhkosť vzduchu v uzatvorených miestnostiach nad 65%,
- pH podkladu od stupňa 3 do 10.

Jeden z najdôležitejších faktorov vzniku plesní je zvýšená vlhkosť konštrukcií. Prítomnosť zvýšenej vlhkosti podkladu vytvára vhodné podmienky pre biokoróziu nákazu – vznik a kontamináciu stavebných prvkov plesňami. („Kde je voda, tam je život“).

Prirodzené stavebné látky obsahujú vždy určité množstvo vody (voľnej, chemicky viazanej). Termínom vlhkosť stavebných látok rozumieme vodu fyzikálne rozptýlenú v stavebnej látke. Vyjadruje sa hmotnostným alebo objemovým pomerom vody k pevnej látke. Používa sa zjednodušená klasifikácia vlhkosti w stavebných konštrukcií:

w menej ako 4%	vlhkosť nízka
4% menej ako w menej ako 7,5%	vlhkosť zvýšená
7,5% menej ako w menej ako 10,0 %	vlhkosť vysoká
w viac ako 10,0 %	vlhkosť veľmi vysoká (zamokrenie)

$$w = m_v / m_s \cdot 100 (\%)$$

kde w je miera vlhkosti (%),

m_v – hmotnosť vlhkého materiálu (kg),

m_s - hmotnosť suchého materiálu (kg).

Zdroje vlhkosti v konštrukciách sú:

- *zemná vlhkosť*, ktorá môže vniknúť do konštrukcie z okolitej zeminy sorpčnými a kapilárnymi silami a jej vnikaniu môžeme resp. musíme zabrániť správnou izoláciou,
- *atmosférická vlhkosť*, ktorá môže vniknúť do konštrukcie pri zrážkach (dážď, sneh) cez strechu a obvodové konštrukcie priamo alebo nepriamo ako odstrekujúca voda od terénu alebo inej budovy,
- *sorpčná vlhkosť*, ktorá vniká do konštrukcie v dôsledku sorpčných vlastností látky, z ktorej je konštrukcia postavená (hygroskopia),
- *stavebná vlhkosť* (zabudovaná, technologická vlhkosť) - používaním tzv. mokrých technológií pri klasických metódach stavania prebytočná technologická (zámesová) voda presiakne pevnými hmotami a prevlhčí celú konštrukciu. Zabudovaná stavebná vlhkosť pomaly putuje k povrchu a tam sa vyparuje. Rýchlosť vysušovania je závislá od druhu použitých stavebnín, hrúbky muriva, orientácie k svetovým stranám, chemického zloženia vody, tepelných pomerov a pod. Trvá niekoľko rokov, kým sa prebytočná vlhkosť v konštrukcii odparí. Z grafu závislosti vysušovania tehlového muriva sa dá stanoviť, že napr. tehlové murivo hr. 45 cm sa vysušuje cca 1,6 roka. Tomuto problému sa nevenuje dostatočná pozornosť. Stavby v snahe rýchleho ukončenia sa predčasne „uzavierajú“, nedodržia sa technologické prestávky, postupy a stavby nemajú dostatočný čas na prirodzené vysušenie stavebných konštrukcií. Nadbytočná stavebná vlhkosť, následné uzatvorenie stavebných konštrukcií nepriedušnými stavebnými materiálmi má veľa krát za následok výskyt nežiadúcich plesní,
- *kondenzovaná vlhkosť* zo vzduchu, ktorá je často jedinou príčinou zvýšenia vlhkosti konštrukcie a veľmi ovplyvňuje jej tepelno-technický režim. Kondenzácia vlhkosti vytvára priaznivé podmienky pre rast plesní. Vlhkosť v stavbách môže kondenzovať z troch dôvodov:
 - na povrchu konštrukcie, ak teplota jej povrchu dosahuje, vo vzťahu na teplotu a relatívnu vlhkosť vzduchu, hodnotu rosného bodu, alebo je obmedzená difúziou vodných pár cez konštrukciu,
 - vo vnútri konštrukcie, zásluhou difúzie vodných pár v tej časti, kde čiastkový tlak difundujúcich vodných pár je väčší ako čiastkový tlak nasýtených vodných pár,
 - kombináciou predchádzajúcich príčin, keď sa kondenzáciou vodných pár v konštrukcii zmení jej koeficient priestupu tepla, nastane intenzívnejší odvod tepla z vnútorného povrchu a následkom toho sa na povrchu konštrukcie dosiahne hodnota rosného bodu,
- *prevádzková* alebo *užívateľská vlhkosť*, ktorá vniká do konštrukcií pri používaní budovy (mokrý výrobný procesy v priemysle, kúpeľne a kuchyne v bytoch, pracovne a pod.). Vniknutiu vlhkosti do konštrukcie sa najčastejšie zabraňuje obkladmi, nátermi a pod.

Vlhkosť do konštrukcií môže vnikat' aj z dôvodov porúch zdravotno-technických zariadení, či už priamo vnútorných rozvodov (kanalizačných a vodovodných potrubí, dažďových zvodov a p.) alebo verejných rozvodov inžinierskych sietí. Vo veľkej miere výskytu porúch je na príčine zanedbaná údržba. Voda z porušených inštalácií silno zmáča konštrukcie a len veľmi pomaly sa z konštrukcií odparuje. Zvýšená vlhkosť znehodnocuje tepelno-technické vlastnosti konštrukcií a podporuje prvotnú príčinu vzniku bionákazy. Vlhkosti, resp. vnikaniu vlhkosti do stavebnej konštrukcie treba venovať zvýšenú pozornosť a urobiť všetky opatrenia, aby sa zabránilo jej vniknutiu do konštrukcie a tak sa zvýšila jej životnosť a zamedzil vznik a rast plesní.

Ďalším významným faktorom vzniku a výskytu plesní v budovách z tepelno-technického hľadiska sú tepelné mosty. Ak je v konštrukcii nosný prvok, ktorý má väčšiu tepelnú priepustnosť ako ostatná konštrukcia, hovoríme, že v konštrukcii sú tepelné mosty. Keďže tepelný most má väčšiu tepelnú priepustnosť ako ostatná časť konštrukcie, nastáva na vnútornom povrchu tepelného mostu prudký pokles teploty. Tepelné mosty vznikajú najčastejšie na vonkajších kútoch konštrukcií, na spojoch vnútorných a obvodových konštrukcií a v obvodových konštrukciách (pri nadokenných a naddverových prekladoch, atikách, stropných nosných prvkoch, loggiách, balkónoch). Vo všetkých miestach s tepelnými mostami treba prekryť tepelný most efektívnym tepelno-izolačným materiálom tak, aby pokles vnútornej povrchovej teploty bol čo najnižší a v žiadnom prípade nedosiahol hranicu rosného bodu. Výber kritických detailov a ich posúdenie závisí od materiálovej skladby plášťa a konštrukčnej tvorby jeho detailov.

Aký je vplyv plesní na zdravie obyvateľov?

Plesne sú nielen estetickým, ale aj deštruktívnym a hlavne hygienicky škodlivým faktorom užívania budov. Niektoré z nich sú toxigénne, produkujú mykotoxíny, spôsobujú alergie a ochorenia. Najnebezpečnejšie z nich sú aflatoxíny. Prítomnosť mikroskopických húb v ovzduší môže vplyvať na zdravotný stav človeka niekoľkými spôsobmi. U niektorých ľudí vyvoláva alergické prejavy, u ďalších pôsobia metabolity plesní na dýchací trakt toxicky. Mikroskopické huby sú schopné prenikať do tkaniva človeka a vyvolať ochorenie s odborným názvom mykóza. Infekcia z plesní z obytného prostredia ohrozuje najmä ľudí s narušenou imunitou. Známe sú klinické prejavy astmy, alergickej nádchy, zápalu čelustných dutín. Špecifický zdravotný problém vzniká ľuďom pracujúcim v budovách s uzavretým klimatizačným systémom. Zamestnanci sa sťažujú na dráždenie sliznice očí, nosa, priedušiek, bolesti hlavy, zlú koncentráciu na prácu, pocit upchatého nosa a pod. V zahraničnej odbornej literatúre sa hovorí o syndróme chorých budov [3]. Ak je objektívne podozrenie, že chorobné príznaky obyvateľov bytu alebo zamestnancov spôsobuje prítomnosť plesní a ich toxínov, je nutné vypátrať priamy zdroj kontaminácie – zaplesnené steny, kúty, rôzne opakované zvlhčované predmety, filtre a zariadenia klimatizačných rozvodov a pod. Laicky povedané: nepriateľmi plesní sú sucho a čistota.

Prečo výskyt plesní neklesá?

Z doteraz získaných podkladov je možné odhadnúť, že celkový rozsah napadnutia bytov plesňami je 2-7% z celkového počtu bytov. V niektorých prípadoch bola kontaminácia bytov plesňami v posledných podlažiach 50-90% všetkých bytov [4]. U nedávnej rozsiahlej panelovej bytovej výstavby je to spôsobené nedostatkami z tepelno-technického hľadiska, u staršej výstavby chýbajúcou, príp. „odchádzajúcou“ izoláciou proti zemnej vlhkosti. V súčasnosti vzniká zvýšený výskyt plesní u novostavieb. Do budov sú montované veľmi dobre tesniace plastové okná, ktoré pri nedostatočnom vetraní podporujú vznik a výskyt plesní. Tiež dodatočné uzatváranie loggií plastovými alebo inými systémami zasklievania. Na povrchové úpravy stien a podláh sa používajú nepriedušné materiály (vzniká tzv. syndróm igelitového vrečka). V snahe o skrátenie času výstavby a urýchlený návrat investícií sa nedodržiavajú odporúčané technologické postupy, stavba jednoducho nemá čas „prirodzene“ vyschnúť, zostáva v nej zabudovaná technologická vlhkosť.

Prevenencia

Na zamedzenie výskytu plesní je dôležitá prevencia, ktorá by sa mala riešiť v štádiách:

- *projektu* – navrhovať vhodné konštrukcie z hľadiska tepelno-technického, čo najviac používať prírodné materiály, navrhovať priečne vetrané byty, vhodné klimatizačné systémy;
- *realizácie* – zabudovávať kvalitné materiály, spĺňajúce normové požiadavky, dodržiavať technologické postupy pri realizácii stavebných procesov, vhodné klimatické podmienky pri realizácii;
- *užívania* – správne využívanie miestností podľa účelu, dostatočné vykurovanie, opakované krátkodobé vetranie prievanom, udržiavanie čistoty, dodržiavanie základných hygienických noriem (domový odpad, chov domácich zvierat, skazené potraviny, bytový prach, klimatizačné filtre), účinná údržba.

Likvidácia plesní

Na likvidáciu plesní používame rôzne technológie. Rozdeľujeme ich na nepriame a priame. Medzi nepriame technológie likvidácie plesní patria technológie, ktoré menia mikroklímu stavby; napr. zníženie vlhkosti v objekte, odstránenie porúch striech a zdravotno-technických zariadení, zatepl'ovanie objektov a vylúčenie vzniku tepelných mostov, zamedzenie nevhodných technických zásahov v budovách a v blízkosti objektu.

Zvýšená vlhkosť vytvára vhodné podmienky na biokoróziu nákazu – vznik a kontamináciu stavebných prvkov plesňami. Výsledky prieskumu a ich zhodnotenie analýzou sú dostatočným podkladom na voľbu sanačného opatrenia. Odstránenie všetkých príčin vlhnutia je zárukou sanácie. Pri rozhodovaní o tom, v akom rozsahu a ktorú z metód sanácií vlhkého muriva použiť, sa treba riadiť niekoľkými zásadnými úvahami:

- Aké súvislosti bude mať navrhovaná metóda s ďalšími stavebnými prácami? Je reálne túto metódu použiť?
- Neznamená navrhovaná metóda také zásahy do muriva, ktoré sú nezlúčiteľné s jeho historickým, resp. pamiatkovým charakterom?
- Je navrhovaná metóda z hľadiska nákladov úmerná hodnote objektu a jeho využitiu?

Sanačné metódy možno z hľadiska znižovania vlhkosti rozdeliť na:

- základné stavebno-mechanické,
- založené na prúdeň vzduchu,
- utesňovacie,
- chemické, nahrádzajú horizontálnu alebo vertikálnu plošnú hydroizoláciu,
- elektrofyzikálne,
- riešenie vhodnými povrchovými úpravami,
- kombinácie týchto metód.

Prehľad sanačných metód je základným výberom dodatočných opatrení. Pri riešení vlhkosti budov treba brať do úvahy aj stavebné opatrenia, ktoré majú odvieť voľnú vodu od stien budov, t.j. drenážové systémy, vsakovacie jamy a ryhy, odvodnenie pomocou čerpania zo šácht, studní a pod. V týchto prípadoch ide o vníkanie často tlakovej vody vplyvom vysokej hladiny spodnej vody alebo podzemných prameňov. Úloha drenáží v okolí budov bude doplňujúcou úpravou niektorých sanačných metód.

Technológie sanácie treba chápať ako systém, ktorému musí predchádzať prieskum stavu, analýza druhov kontaminácie a skúšky účinnosti opatrení.

V rámci systému sanácie možno aplikovať viac samostatných postupov. Ich výber závisí od stupňa a veku kontaminácie, výsledkov doterajších pokusov, agresivity vyskytujúcich sa druhov kontaminácie, od účelu miestností a laboratórnych zistení.

Súvisiace stavebno-technické riešenia v tejto oblasti sú zamerané najmä na zníženie vlhkosti obvodových konštrukcií, odstránenie porúch zdravotno-technických inštalácií, hydroizolácií, odvodnenia striech a na zvýšenie odolnosti obvodových stien proti vnikaniu vlhkosti z atmosferických zrážok.

Priame technológie sanácie a likvidácie plesní:

- mechanické – odstránenie nákazy oškrabaním zamokra, aby sa nešírili do vzduchu spóry a následná nová povrchová úprava najlepšie na báze prírodných materiálov,
- fyzikálne – UV žiarenie, žiarenie gama, mikrovlnné žiarenie, nízkofrekvenčné elektrické pole,
- biologické – nájdenie vhodnej protikultúry,
- chemické – aplikácia chemických prípravkov za predpokladu dodržiavania pravidiel BOZ.

Záver

Problematika kontaminácie budov sa systematicky nerieši. Problémy sa riešia iba sporadicky, okrajovo, často bez analýzy príčin. „Osvedčené“ prostriedky chemickej likvidácie majú spravidla krátkodobý účinok. Odstraňujú sa následky, a nie príčiny. Systém prevencie (v štádiu projektu, realizácie i užívania) a sanácie stavebných konštrukcií a budov je nedeliteľnou súčasťou stavebných technológií na údržbu a obnovu, ale i novú výstavbu. Komplexné sanačné technológie nemôžu nerešpektovať problematiku kontaminácie budov plesňami.

Problém biokorózie stavebných konštrukcií, budov a bytov je veľmi vážna otázka životného prostredia, kvality stavebnej produkcie s možným synergickým efektom, ktorá vyžaduje dlhodobý výskum a finančné prostriedky.

Literatúra

- [1] Betina, V., Nemeč, P. : *Všeobecná mikrobiológia*, Alfa Bratislava, 1977
- [2] Búciová, M.: *Údržba a opravy bytového fondu z hľadiska kontaminácie plesňami*, dizertačná práca doktorandského štúdia, SvF STU 1997
- [3] Singh, J.: *Building Mycology*, E FN SPON Londýn, 1994
- [4] Wasserbauer, R.: *Biologické znehodnocení staveb*, ABF, a.s., Nakladatelství ARCH Praha, 2000